



**PENGEMBANGAN BUKU AJAR RANGKAIAN ARUS
BOLAK-BALIK DISERTAI PENYELESAIAN
SOAL DENGAN MENGGUNAKAN
TEOREMA PHYTAGORAS**

SKRIPSI

Oleh

Shinta Nuriyah Mahbubiyah Royani

NIM. 190210102089

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2023



**PENGEMBANGAN BUKU AJAR RANGKAIAN ARUS
BOLAK-BALIK DISERTAI PENYELESAIAN
SOAL DENGAN MENGGUNAKAN
TEOREMA PHYTAGORAS**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Fisika dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh

Shinta Nuriyah Mahbubiyah Royani

NIM. 190210102089

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2023

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala nikmat yang berupa rahmat dan Rahim-Nya, sehingga tugas akhir skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya tercinta Ibu Ulik Faidah Roichana dan Ayah Imam Royani. Terima kasih atas segala do'a yang selalu mengiringi setiap hembusan nafas dan langkah dalam menuntut ilmu dan menjalani kehidupan, memberikan semangat dan motivasi serta kasih sayang yang tiada tara selama ini ;
2. Guru-guruku di segala jenjang proses pendidikan serta segenap dosen yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, bimbingan serta arahan dengan tulus dan penuh kesabaran ;
3. Almamater tercinta Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

MOTTO

“Memelihara hal lama yang baik dan mengambil hal baru yang lebih baik”

(Amien, 2020)*



*Amien, Ma'ruf. 2020. Berlari Menuju Universitas Terkemuka dan Unggul : Diesnatalis Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya. 30 Juli 2020

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Shinta Nuriyah Mahbubiyah Royani

NIM : 190210102089

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengembangan Buku Ajar Rangkaian Arus Bolak-Balik Disertai Penyelesaian Soal dengan Menggunakan Teorema Phytagoras” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 1 Januari 2023

Yang menyatakan,

Shinta Nuriyah Mahbubiyah R
NIM 190210102089

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN BUKU AJAR RANGKAIAN ARUS
BOLAK-BALIK DISERTAI PENYELESAIAN SOAL DENGAN
MENGUNAKAN TEOREMA PHYTAGORAS**

Oleh

Shinta Nuriyah Mahbubiyah Royani

NIM. 190210102089

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Bambang Supriadi, M.Sc.

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Maryani, M.Pd.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengembangan Buku Ajar Rangkaian Arus Bolak-Balik Disertai Penyelesaian Soal dengan Menggunakan Teorema Phytagoras” karya Shinta Nuriyah Mahbubiyah Royani telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Kamis, 12 Januari 2023

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Bambang Supriadi, M.Sc.
NIP. 19680710 199302 1 001

Drs. Maryani, M.Pd.
NIP. 19640707 198902 1 002

Anggota I,

Anggota II,

Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si
NIP. 19641230 199302 1 001

Dr. Rif'ati Dina H. S.Pd., M.Si.
NIP. 19810205 200604 2 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember

Prof. Dr. Bambang Soepeno, M.Pd.
NIP. 19600612 198702 1 001

RINGKASAN

Pengembangan Buku Ajar Rangkaian Arus Bolak-Balik Disertai Penyelesaian Soal dengan Menggunakan Teorema Pythagoras; Shinta Nuriyah Mahbubiyah Royani, 190210102089; 2022: 114 halaman, Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Ketersediaan buku ajar dalam pembelajaran dapat mendukung keberhasilan proses pembelajaran. Suatu buku ajar dapat dikatakan sebagai buku ajar yang baik apabila memenuhi empat kriteria standar kelayakan suatu buku ajar yang berdasarkan pada peraturan Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) yaitu kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan kebahasaan, dan kelayakan kegrafikan. Salah satu buku ajar yang sering digunakan dalam pembelajaran adalah buku ajar cetak. Buku ajar sangat diperlukan pada mata pelajaran yang sulit dipahami oleh siswa, seperti mata pelajaran fisika. Materi fisika yang dianggap sulit oleh peserta didik dan menjadi materi Ujian Nasional serta tes masuk perguruan tinggi negeri salah satunya adalah materi arus bolak-balik. Hal ini disebabkan karena dalam penyelesaiannya dibutuhkan perhitungan serta pendekatan matematis yang cukup rumit sehingga Peserta Didik mengalami kesulitan. Selain itu, dalam beberapa buku cetak pembahasan materi listrik dinamis rangkaian arus bolak-balik masih menggunakan bahasa yang terlalu tinggi serta pembahasan teks belum berkorelasi dengan soal sehingga peserta didik mengalami kesulitan dalam penyelesaian soal. Strategi yang dapat dilakukan oleh peneliti untuk mengatasi permasalahan di atas adalah dengan melakukan penelitian pengembangan suatu buku ajar fisika pada materi rangkaian arus bolak-balik yang didalamnya menggunakan cara penyelesaian soal yang lebih sederhana yaitu dengan menggunakan teorema Pythagoras. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras yang valid, efektif, dan memiliki respon yang positif.

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*Research & Development*) dengan menggunakan model pengembangan ADDIE. Penelitian dilakukan dengan mengkaitkan keidentikan teori satu dengan teori lain yang sejenis. Setelah itu hasil dari keterkaitan keidentikan teori tersebut akan disusun menjadi sebuah buku ajar dan akan dikembangkan dengan diuji kevalidan, keefektifan dan respon peserta didik dengan menggunakan uji terbatas.

Uji validitas dilakukan oleh 3 validator yaitu 2 ahli serta 1 pengguna. Hasil dari uji validitas buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras dikategorikan sangat valid oleh validator ahli dan validator pengguna dengan perolehan skor rata-rata 4,46 dan persentase kevalidan sebesar 89,2%, sehingga produk dapat diimplementasikan pada proses pembelajaran. Selanjutnya, hasil dari uji efektivitas adalah diperoleh data peningkatan uji *N-Gain* dikategorikan tinggi dengan skor rata-rata 83,46%, sehingga buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras dapat dikategorikan efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik setelah proses pembelajaran. Terakhir adalah melakukan analisis respon peserta didik yang memperoleh data dengan nilai rata-rata 80,3 sehingga mendapatkan respon yang sangat positif dari peserta didik.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah telah dihasilkan buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai dengan penyelesaian soal menggunakan teorema Pythagoras yang valid, efektif, dan memiliki respon yang positif dari peserta didik. Buku ajar ini masih memiliki keterbatasan yaitu teorema Pythagoras hanya bisa digunakan ketika nilai resistor diketahui pada rangkaian seri bukan rangkaian paralel. Maka dari itu, teorema Pythagoras hanya dapat digunakan pada rangkaian seri RL, RC, dan RLC.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Buku Ajar Rangkaian Arus Bolak-Balik Disertai Penyelesaian Soal dengan Menggunakan Teorema Pythagoras”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Drs. Bambang Supriadi, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing utama dan Drs. Maryani, M. Pd selaku Dosen Pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, serta perhatian dalam memberikan bimbingan penyusunan skripsi ini;
2. Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si selaku Dosen Penguji utama dan Dr. Rif'ati Dina Handayani, S.Pd., M.Si selaku Dosen Penguji anggota dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah bersedia memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
3. Kepala Sekolah SMAN 2 Jember yang telah memberikan izin penelitian
4. Semua pihak terkait yang tidak bisa disebutkan satu persatu

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman	
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pembelajaran Fisika	5
2.2 Buku Ajar	6
2.2.1 Pengertian Buku Ajar	6
2.2.2 Karakteristik Buku Ajar	7
2.2.3 Fungsi Buku Ajar	7
2.2.4 Komponen Buku Ajar	8
2.3 Kriteria Pengembangan Buku Ajar	9
2.3.1 Validitas	9
2.3.2 Efektivitas	12
2.3.3 Respon Peserta Didik	12
2.4 Model-model Pengembangan Buku Ajar	13
2.4.1 Model Pengembangan 4D	13
2.4.2 Model Pengembangan Nieveen	14
2.4.3 Model Pengembangan Borg and Gall	15
2.4.4 Model Pengembangan ADDIE	16
2.5 Hukum Ohm Dalam Rangkaian Arus Bolak-balik	20
2.5.1 Tegangan Arus Bolak-balik	20
2.5.2 Arus Listrik Bolak-balik	24
2.5.3 Hambatan Pada Rangkaian Arus Bolak-balik.....	27
2.6 Daya Arus Listrik Bolak-balik	30
2.6.1 Daya nyata (<i>Active Power</i>)	30
2.6.2 Daya semu (<i>Apparent Power</i>).....	32
2.6.3 Faktor daya (<i>Power Factor</i>).....	33
2.7 Diagram Fasor	34

2.8 Rangkaian Arus Bolak-balik	36
2.8.1 Rangkaian Tunggal AC.....	36
2.8.2 Rangkaian Seri AC.....	42
2.8.3 Rangkaian Kombinasi AC	50
2.9 Teorema Phytagoras.....	65
2.10 Penelitian Relevan.....	68
2.11 Kerangka Berpikir.....	69
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	71
3.1 Jenis Penelitian.....	71
3.2 Tempat, Waktu, dan Subjek Penelitian.....	71
3.3 Definisi Operasional Variabel.....	71
3.4 Desain Penelitian.....	72
3.4.1 <i>Analysis</i> (Analisis)	74
3.4.2 <i>Design</i> (Perancangan/Desain)	75
3.4.3 <i>Development</i> (Pengembangan)	76
3.4.4 <i>Implementation</i> (Implementasi)	77
3.4.5 <i>Evaluation</i> (Evaluasi).....	78
3.5 Teknik Pengumpulan Data	78
3.6 Metode Analisis Data.....	81
3.6.1 Analisis Data Hasil Validitas	81
3.6.2 Analisis Data Hasil Efektivitas	82
3.6.3 Analisis Data Hasil Respon Peserta Didik	82
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	85
4.1 Hasil Penelitian	85
4.4.1 <i>Analysis</i> (Analisis)	85
4.4.2 <i>Design</i> (Perancangan)	92
4.4.3 <i>Development</i> (Pengembangan)	93
4.4.4 <i>Implementation</i> (Implementasi)	97
4.4.5 <i>Evaluation</i> (Evaluasi).....	99
4.2 Pembahasan.....	101
4.2.1 Validitas buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras	101
4.2.2 Efektivitas buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras	105
4.2.3 Respon peserta didik terhadap buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras.....	106
BAB 5. PENUTUP.....	109
5.1 Kesimpulan.....	109
5.2 Saran	109
DAFTAR PUSTAKA	111
LAMPIRAN.....	120

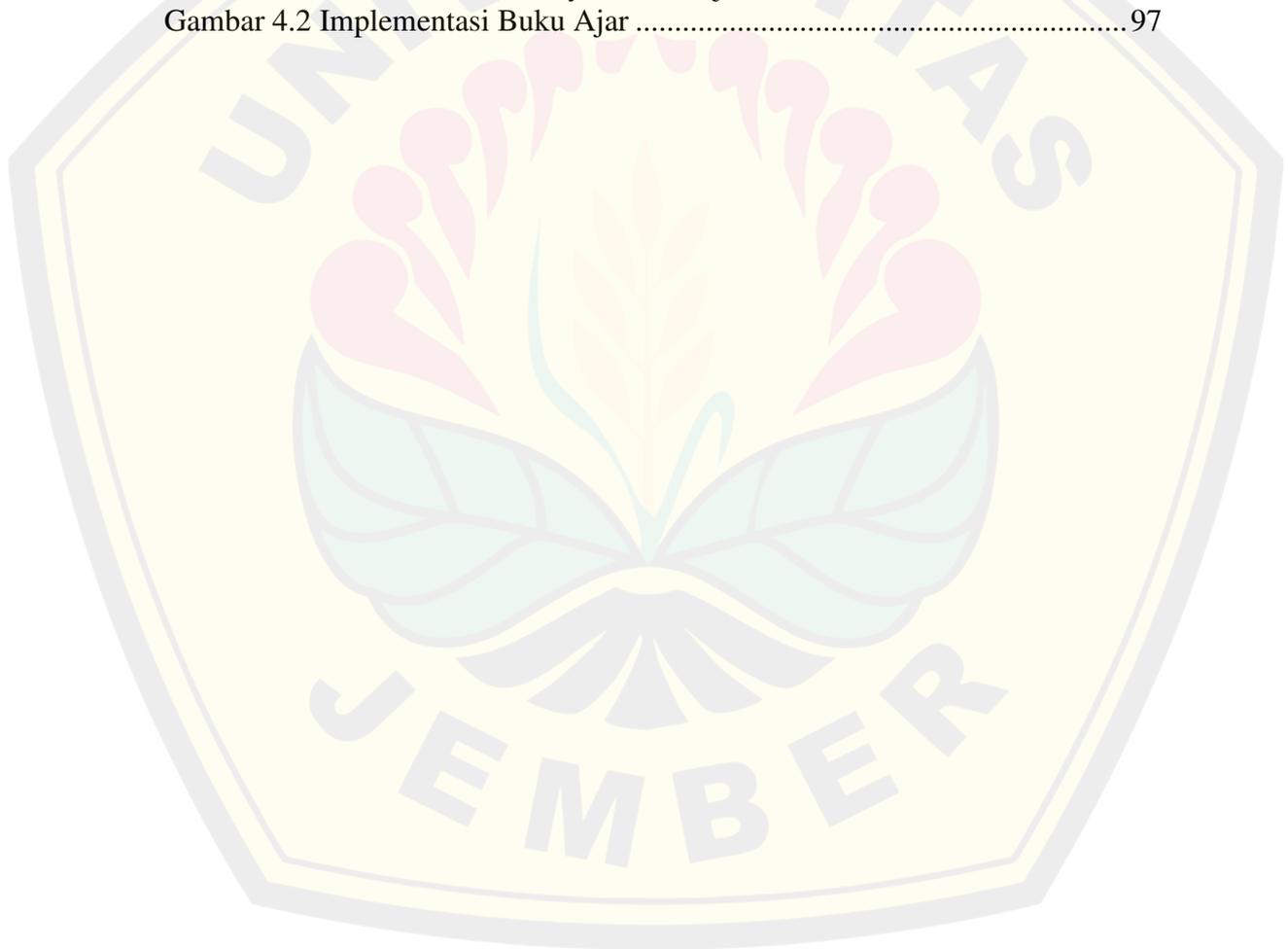
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Nilai hambatan pada gelang warna resistor	28
Tabel 2.2 <i>Triple Pythagoras</i>	67
Tabel 3.1 Kriteria Angket	79
Tabel 3.2 Kriteria Lembar Validasi	80
Tabel 3.3 Kriteria persentase validitas berdasarkan angket ahli	81
Tabel 3.4 Kriteria Normalized Gain.....	82
Tabel 3.5 Kategori Respon Peserta Didik.....	83
Tabel 4.1 Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar	89
Tabel 4.2 Indikator dan Tujuan Pembelajaran	90
Tabel 4.3 Hasil angket analisis kebutuhan peserta didik	86
Tabel 4.4 Rancangan Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras	92
Tabel 4.5 Hasil Validasi ahli 1 terhadap Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras	94
Tabel 4.6 Saran dan komentar Validator beserta hasil revisi	95
Tabel 4.7 Hasil <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> pada uji coba terbatas.....	98
Tabel 4.9 Hasil Respon Peserta Didik terhadap buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras	98
Tabel 4.3 Hasil evaluasi draf dan outline Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras	92

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Tahapan Model Pengembangan ADDIE.....	17
Gambar 2.2 Kurva hubungan tegangan dan waktu pada rangkaian AC	21
Gambar 2.3 Kurva hubungan arus dan waktu pada rangkaian AC	25
Gambar 2.4 Grafik hubungan arus dan waktu	26
Gambar 2.5 Resistor	28
Gambar 2.6 Nilai pada garis warna resistor	29
Gambar 2.7 Induktor	29
Gambar 2.8 Kapasitor	30
Gambar 2.9 Kurva hubungan daya dan waktu pada arus AC	32
Gambar 2.10 Segitiga daya	33
Gambar 2.11 Diagram Fasor	34
Gambar 2.12 Diagram fasor untuk fungsi $V = A \sin \omega t$	35
Gambar 2.13 Diagram fasor untuk fungsi $V = \sin(\omega t + \varphi)$	35
Gambar 2.14 Rangkaian R	36
Gambar 2.15 Hubungan I_R dan V_R terhadap satuan waktu pada rangkaian R ..	37
Gambar 2.16 Diagram fasor hubungan I_R dan V_R terhadap satuan waktu pada rangkaian R	38
Gambar 2.17 Rangkaian C	38
Gambar 2.18 Hubungan I_C dan V_C terhadap satuan waktu pada rangkaian C ..	40
Gambar 2.19 Diagram fasor hubungan I_C dan V_C terhadap satuan waktu pada rangkaian C	40
Gambar 2.20 Rangkaian L	41
Gambar 2.21 Hubungan I_L dan V_L terhadap satuan waktu pada rangkaian L dengan $X_L > 1$	42
Gambar 2.22 Diagram fasor hubungan I_L dan V_L terhadap satuan waktu pada rangkaian L dengan $X_L > 1$	42
Gambar 2.23 Rangkaian RL.....	43
Gambar 2.24 Diagram Fasor Untuk Penjumlahan Persamaan (2.65)	44
Gambar 2.25 Rangkaian RC	45
Gambar 2.26 Diagram fasor penjumlahan tegangan rangkaian seri RC.....	45
Gambar 2.27 Rangkaian LC.....	46
Gambar 2.28 Diagram Fasor untuk Rangkaian Seri LC	48
Gambar 2.29 Rangkaian RLC	48
Gambar 2.30 Diagram fasor untuk penjumlahan pada persamaan (2.86).....	49
Gambar 2.31 Rangkaian kombinasi RL 1	51
Gambar 2.32 Rangkaian kombinasi RL 2	51
Gambar 2.33 Rangkaian kombinasi RC 1	52
Gambar 2.34 Rangkaian kombinasi RC 2.....	53
Gambar 2.35 Rangkaian kombinasi RC 3.....	54
Gambar 2.36 Rangkaian kombinasi RC 4.....	54
Gambar 2.37 Rangkaian kombinasi RC 5.....	55
Gambar 2.38 Rangkaian kombinasi RC 6.....	56
Gambar 2.39 Rangkaian kombinasi RC 7.....	57

Gambar 2.40 Rangkaian kombinasi RC 8.....	58
Gambar 2.41 Rangkaian kombinasi RLC 1	58
Gambar 2.42 Rangkaian kombinasi RLC 2	59
Gambar 2.43 Rangkaian kombinasi RLC 3	60
Gambar 2.44 Rangkaian kombinasi RLC 4	61
Gambar 2.45 Rangkaian kombinasi RLC 5	62
Gambar 2.46 Rangkaian kombinasi RLC 6	63
Gambar 2.47 Rangkaian kombinasi RLC 7	63
Gambar 2.48 Rangkaian kombinasi RLC 8	64
Gambar 2.49 Segitiga Phytagoras	65
Gambar 2.50 Penguraian segitiga Phytagoras.....	66
Gambar 2.51 Segitiga Phytagoras penyelesaian persamaan (2.147).....	67
Gambar 2.52 Phytagoras dalam persamaan persegi.....	67
Gambar 2.53 Kerangka berpikir.....	70
Gambar 3.1 Alur tahapan pengembangan ADDIE	73
Gambar 4.1 Desain cover dan layout buku ajar	92
Gambar 4.2 Implementasi Buku Ajar	97



DAFTAR LAMPIRAN

1. Matriks Penelitian	120
2. Hasil Angket Analisis Kebutuhan	122
3. Hasil Validasi oleh Validator	128
4. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	147
5. Kisi-kisi dan Rubrik Penilaian <i>Pretest</i>	156
6. Kisi-kisi dan Rubrik Penilaian <i>Posttest</i>	163
7. Lembar Soal <i>Pretest</i> dan Hasil <i>Pretest</i> Peserta Didik	174
8. Lembar Soal <i>Posttest</i> dan Hasil <i>Posttest</i> Peserta Didik	183
9. Tabel Hasil Uji Efektivitas	192
10. Hasil Respon Peserta Didik	194
11. Dokumentasi Pembelajaran	200
12. Surat Izin Penelitian	202
13. Surat Selesai Penelitian	203
14. Buku Ajar Rangkaian Arus Bolak-Balik Disertai Penyelesaian Soal dengan Menggunakan Teorema Pythagoras	204

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembelajaran merupakan serangkaian kegiatan belajar yang dilakukan oleh pendidik dan peserta didik yang dilengkapi dengan prosedur dan material yang saling berhubungan guna mencapai tujuan pembelajaran (Makki dan Aflahah, 2019). Dalam suatu proses pembelajaran, ketersediaan bahan ajar dapat mendukung keberhasilan proses pembelajaran serta mampu meningkatkan pemahaman dan hasil belajar Peserta Didik (Prabowo, 2019). Terlebih jika bahan ajar tersebut dicetak menjadi sebuah buku ajar yang memuat konsep atau materi yang kemudian dilengkapi dengan berbagai contoh soal dan latihan untuk mengasah kemampuan Peserta Didik (Maryamah *et al*, 2019). Namun, hingga saat ini buku ajar dengan materi lengkap dan lebih menekankan proses penyelesaian persoalan fisika masih kurang tersedia untuk Peserta Didik SMA/MA sederajat (Ariani, 2019).

Salah satu komponen yang penting dan tidak dapat dipisahkan dari kegiatan belajar mengajar demi mencapai tujuan pembelajaran adalah penggunaan buku ajar di dalam kelas. Penelitian oleh Iswara *et al* (2018) telah membuktikan adanya pengaruh penggunaan bahan ajar terhadap peningkatan hasil belajar Peserta Didik. Selanjutnya, penelitian oleh Yulia *et al* (2018) juga memperoleh hasil bahwa terdapat peningkatan rata-rata pengetahuan antara kelas kontrol dan eksperimen terkait dengan penggunaan buku ajar, kelas eksperimen memiliki rata-rata 84,04 sedangkan kelas kontrol 77,15. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan bahan ajar dalam proses pembelajaran mampu meningkatkan hasil belajar Peserta Didik.

Proses pembelajaran yang tidak melibatkan buku ajar dapat menyebabkan proses pembelajaran yang dilakukan kurang optimal dan tidak terarah (Ramah dan Rohman, 2018). Buku ajar yang dapat mewujudkan pembelajaran optimal serta mencapai tujuan pembelajaran tentulah suatu buku ajar yang baik. Suatu buku ajar dapat dikatakan sebagai buku ajar yang baik apabila memenuhi empat kriteria standar kelayakan suatu buku ajar yang berdasarkan pada peraturan Badan

Standar Nasional Pendidikan (BSNP) yaitu kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan kebahasaan, dan kelayakan kegrafikan (BSNP, 2016). Selain itu, Buku ajar juga harus sesuai dengan ejaan yang benar, tidak sulit dibaca, dibuat dengan menarik, serta memuat teori yang dilengkapi dengan ilustrasi untuk menjelaskan makna (Depdiknas, 2008).

Salah satu buku ajar yang sering digunakan dalam pembelajaran adalah buku ajar cetak. Buku ajar cetak merupakan suatu buku teks yang dapat membantu siswa untuk memahami dan belajar agar dapat mencapai tujuan pembelajaran (Ramah dan Rohman, 2018). Buku ajar cetak memiliki beberapa kelebihan yaitu mempermudah siswa dalam memahami materi pembelajaran karena siswa dapat dengan mudah memberi tanda pada beberapa kalimat yang dianggap penting, tidak membutuhkan alat baru berupa *software* ataupun sejenisnya, serta mempermudah siswa untuk membaca dan mempelajari buku ajar kapan saja dan dimana saja tanpa terpengaruh dengan kondisi signal.

Salah satu mata pelajaran yang perlu ditunjang dengan menggunakan bahan ajar adalah mata pelajaran fisika, dikarenakan fisika merupakan mata pelajaran yang sulit bagi Peserta Didik SMA (Astalini *et al*, 2019). Pernyataan tersebut sejalan dengan hasil wawancara terbatas kepada beberapa guru mata pelajaran Fisika di SMA Kabupaten Jember yang menyatakan bahwa fisika merupakan salah satu mata pelajaran yang sulit dan mengandung banyak persamaan (Novelensia, 2021). Maka dari itu, diperlukan suatu buku ajar cetak yang mampu membantu guru dan siswa untuk lebih mudah dalam mempelajari mata pelajaran fisika.

Materi fisika yang dianggap sulit oleh peserta didik dan menjadi materi Ujian Nasional serta tes masuk perguruan tinggi negeri salah satunya adalah materi arus bolak-balik. Hal ini disebabkan karena dalam penyelesaiannya dibutuhkan perhitungan serta pendekatan matematis atau cara konvensional yang cukup rumit sehingga Peserta Didik mengalami kesulitan (Wahyuni dan Handhika, 2018). Selain itu, dalam beberapa buku cetak pembahasan materi listrik dinamis rangkaian arus bolak-balik masih menggunakan bahasa yang terlalu tinggi serta materi pembelajaran belum berkorelasi dengan persoalan yang

disajikan dalam buku sehingga peserta didik mengalami kesulitan dalam penyelesaian soal (Sasmita, 2021). Maka dari itu, dibutuhkan suatu metode penyelesaian soal arus bolak-balik yang lebih sederhana dan disusun dalam suatu buku ajar cetak dengan bahasa yang lebih sederhana agar dapat dipahami secara optimal oleh peserta didik (Fitriah, 2019).

Salah satu metode cepat yang dapat digunakan untuk penyelesaian persoalan fisika adalah engan menggunakan Teorema Phytagoras. Hal ini dikarenakan trik cepat biasanya dikaitkan dengan matematika dan salah satu keterkaitan fisika dan matematika adalah pada teori Phytagoras (Hasyim dan Ramadhan, 2018). Selain itu, alasan penggunaan teorema Phytagoras dalam penelitian ini adalah karena persamaan pada rangkaian RLC identik dengan persamaan teorema Phytagoras.

Penelitian sebelumnya mengenai Teorema Phytagoras dalam penyelesaian persoalan fisika telah dilakukan oleh Okun (2008) mengenai transmisi persamaan relativitas khusus Einstein ke dalam bentuk yang lebih sederhana. Metode tersebut kemudian diterapkan oleh Korkmaz (2016) ke dunia pendidikan dan diperoleh hasil bahwa Teorema Phytagoras dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan fisika. Selain itu, respon Peserta Didik terhadap Teorema Phytagoras juga memiliki rata-rata kriteria kuat (Supriadi *et al*, 2022).

Berdasarkan uraian permasalahan dan keberhasilan penelitian sebelumnya, maka peneliti ingin memberikan suatu inovasi bagi pendidik dan peserta didik berupa buku ajar rangkaian arus bolak-balik yang didalamnya disertai dengan penyelesaian soal menggunakan cara yang lebih sederhana yaitu menggunakan teorema Phytagoras. Maka dari itu dalam penelitian ini peneliti membuat judul skripsi yaitu **“Pengembangan Buku Ajar Rangkaian Arus Bolak-balik Disertai Penyelesaian Soal dengan Menggunakan Teorema Phytagoras”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana validitas buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras?

- b. Bagaimana efektivitas buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras ?
- c. Bagaimana respon peserta didik terhadap buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras ?

1.3 Tujuan

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut maka tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mendeskripsikan validitas buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras
- b. Mendeskripsikan efektivitas buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras
- c. Mendeskripsikan respon peserta didik terhadap buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh, antara lain:

- a. Bagi peneliti, hasil dari penelitian ini dapat menambah pengetahuan mengenai materi rangkaian arus bolak-balik dan proses membuat bahan ajar yang baik serta dapat dijadikan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana
- b. Bagi Peserta Didik, penelitian ini dapat mempermudah dalam mempelajari dan memahami rangkaian arus bolak-balik
- c. Bagi Guru, hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai buku ajar untuk diimplementasikan dalam pembelajaran kepada Peserta Didik. Sehingga Peserta Didik dapat lebih mudah dalam mempelajari dan memahami rangkaian arus bolak-balik.
- d. Bagi peneliti lain, penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan dan referensi yang dapat diterapkan dalam pembelajaran di sekolah.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembelajaran Fisika

Pembelajaran berasal dari kata belajar yang berarti sebuah proses perubahan tingkah laku seseorang yang berhubungan dengan berbagai unsur dan berlangsung seumur hidup serta didorong oleh berbagai hal baik sikap, emosional, motivasi, dan yang lainnya sehingga mampu mengubah tingkah laku seseorang menjadi sebagaimana yang diharapkan (Suardi, 2018). Oleh karena itu, istilah pembelajaran lebih kompleks maknanya dari belajar. Pembelajaran dapat diartikan sebagai penyatuan dari konsep belajar (*learning*) dan konsep mengajar (*teaching*) atau suatu proses interaksi dari komponen-komponen yang ada pada sistem pembelajaran (Syahfitri dan Muis, 2020).

Kegiatan pembelajaran memiliki tiga langkah yang harus dilaksanakan yaitu: (1) kegiatan awal, merupakan proses dilakukannya apersepsi, menyampaikan tujuan pembelajaran, dan jika diperlukan maka bisa memberikan *pretest*; (2) kegiatan inti, merupakan kegiatan penting dan utama yang dilakukan seorang guru dalam memberikan pengalaman belajar dengan berbagai strategi dan metode yang disesuaikan dengan tujuan dan materi pembelajaran yang akan disampaikan; (3) kegiatan akhir, merupakan kegiatan menyimpulkan proses pembelajaran (Syahfitri dan Muis, 2020).

Fisika merupakan ilmu yang mengkaji secara fisik mengenai benda-benda alam yang kemudian direpresentasikan secara matematis agar dapat dipahami oleh manusia (Hudha *et al*, 2017). Pendapat lain mengemukakan bahwa Ilmu Fisika merupakan suatu ilmu yang mempelajari mengenai zat dan energi serta proses yang mempengaruhi keduanya (Hendri dan Faradhillah, 2020). Berdasarkan hal tersebut, maka pembelajaran fisika dapat diartikan sebagai suatu proses mempelajari benda alam, zat, dan energi yang kemudian direpresentasikan secara matematis dan disampaikan di dalam suatu kegiatan pembelajaran. Hal ini pula yang kemudian membedakan pembelajaran fisika dengan pembelajaran bahasa maupun pengetahuan sosial (Harefa, 2021).

2.2 Buku Ajar

Proses penyusunan buku ajar terdapat beberapa hal yang harus diketahui agar suatu buku ajar dapat menjadi buku ajar yang baik dan layak. Diantaranya yaitu pengertian dari buku ajar itu sendiri, karakteristik buku ajar, fungsi, dan komponen buku ajar.

2.2.1 Pengertian Buku Ajar

Buku ajar merupakan suatu alat/bahan pembelajaran yang berisi informasi dan kompetensi dasar secara sistematis yang digunakan seorang guru/instruktur dalam kegiatan belajar mengajar (Octariani dan Rambe, 2018). Maka dari itu, buku ajar menjadi salah satu bahan ajar yang harus ada dalam pembelajaran karena fungsinya adalah sebagai sarana belajar bagi Peserta Didik (Nurafni *et al*, 2020). Pendapat lain mengemukakan bahwa buku ajar merupakan semua bentuk bahan yang tersusun secara sistematis dan dirancang sesuai dengan kurikulum yang berlaku sehingga dapat digunakan Peserta Didik untuk belajar secara mandiri (Magdalena, 2020). Maka, dapat disimpulkan bahwa buku ajar adalah suatu alat yang berisi informasi, disusun sesuai kurikulum yang berlaku dan mengandung keseluruhan kompetensi yang dapat digunakan Peserta Didik dan guru dalam proses pembelajaran. Walaupun sekarang banyak sekali jenis bahan ajar yang berkembang seiring kemajuan teknologi, namun buku ajar merupakan salah satu bahan ajar yang banyak digunakan dalam pembelajaran (Agcihan dan Gokce, 2018).

Buku ajar yang baik pada umumnya disusun secara sistematis sehingga dapat memudahkan Peserta Didik dalam proses belajar (Unaenah *et al*, 2020). Pemanfaatan buku ajar yang relevan dengan materi yang diajarkan juga mampu memberikan pengalaman belajar yang dibutuhkan siswa dalam mengkonstruksi sebuah pengetahuan sosial (Ikhsan dan Humaisi, 2021). Maka dari itu, Keberadaan buku ajar dalam proses pembelajaran memberikan banyak manfaat bagi penggunaannya (guru/instruktur dan Peserta Didik). Adapun manfaat buku ajar secara rinci adalah sebagai berikut:

a. Manfaat Bagi Guru

Buku ajar memberikan manfaat banyak bagi para guru. Diantaranya adalah menghemat waktu guru dalam proses pembelajaran sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif, mengubah peran guru dari pengajar menjadi fasilitator, menjadikan proses pembelajaran lebih interaktif, dan lain sebagainya

b. Manfaat Bagi Peserta Didik

Buku ajar tidak hanya memberikan manfaat bagi guru saja, tetapi juga pada Peserta Didik. Adapun manfaat bahan ajar bagi Peserta Didik diantaranya Peserta Didik dapat belajar sendiri ketika guru tidak ada, dapat belajar kapan saja dan dimana saja, peserta didik lebih fleksibel memahami materi yang menurutnya rumit, dan sebagainya (Oktavia, 2019).

2.2.2 Karakteristik Buku Ajar

Buku ajar sesuai pedoman DIKTI memiliki beberapa karakteristik, diantaranya adalah:

- a. *Self-Instructional*: Buku ajar disusun didasarkan pada landasan pola struktur belajar yang terstruktur dan fleksibel, sehingga peserta didik dapat belajar sendiri
- b. *Self-Contained*: Buku ajar bersifat lengkap sehingga pada saat proses pembelajaran harus memuat tujuan pembelajaran, kompetensi, prosedur pembelajaran, materi pembelajaran yang mendukung, sistematis serta dilengkapi dengan soal-soal latihan atau uji kompetensi dan rangkuman lainnya
- c. *Self-Instructional Material*: Buku ajar mengakomodasi permasalahan dan kesulitan peserta didik pada proses pembelajaran sehingga mampu merangsang peserta didik agar aktif belajar dan menilai kemampuannya sendiri (Nasruddin, 2022).

2.2.3 Fungsi Buku Ajar

Terdapat beberapa fungsi buku ajar agar mampu menunjang proses pembelajaran. Adapun beberapa fungsinya adalah:

- a. Sebagai acuan bagi guru dalam memberi arahan terhadap semua aktivitas pembelajaran serta merupakan suatu substansi kompetensi yang sebaiknya diajarkan pada peserta didik
- b. Sebagai acuan bagi siswa dalam melakukan kegiatan dalam pembelajaran serta substansi kompetensi yang sebaiknya dikuasai oleh peserta didik
- c. Sebagai instrumen evaluasi pencapaian hasil pembelajaran (Alliyah, 2021).

2.2.4 Komponen Buku Ajar

Suatu buku ajar setidaknya berisi beberapa komponen yang berkaitan dengan unsur-unsur buku ajar. Sehingga komponen-komponen yang harus ada dalam buku ajar adalah:

- a. Cover

Cover merupakan bagian paling awal buku ajar yang memuat materi yang terkandung dalam buku ajar, penyusun bahan ajar serta gambar pendukung

- b. Petunjuk Belajar

Pada komponen ini dijelaskan mengenai bagaimana guru sebaiknya menyampaikan materi serta bagaimana peserta didik sebaiknya mempelajari materi

- c. Kompetensi yang akan Dicapai

Pada bagian ini dijelaskan dan dicantumkan Standar Kompetensi, Kompetensi Dasar, maupun Indikator Pencapaian Hasil Belajar yang harus dikuasai oleh peserta didik. Hal ini bertujuan agar terpenuhinya tujuan pembelajaran

- d. Isi Materi Pembelajaran

Pada bagian ini harus memuat materi yang dapat dipertanggung jawabkan atau bersumber dari referensi yang relevan sehingga tidak menyebabkan kesalahan konsep. Isi materi juga bagian inti dalam suatu buku ajar. Maka dari itu, materi yang dicantumkan dalam buku ajar harus dipastikan telah sesuai dengan kompetensi dan indikator yang telah dicantumkan

e. Informasi Pendukung

Informasi tambahan adalah bagian pelengkap isi dari bahan ajar agar mempermudah peserta didik dalam menguasai materi dan menjadikan pengetahuan yang didapatkan peserta didik menjadi lebih komprehensif

f. Latihan Soal

Komponen memuat beberapa bentuk tugas yang guru berikan kepada peserta didik untuk mengasah kemampuan peserta didik setelah memahami materi. Bagian ini juga menjadi salah satu tolak ukur kemampuan peserta didik dalam memahami materi yang telah diajarkan

g. Lembar Kerja

Lembar kerja berisi petunjuk pengerjaan yang memuat beberapa langkah prosedural mengenai cara pelaksanaan kegiatan yang sebaiknya peserta didik lakukan berkenaan dengan praktik dan lain sebagainya

h. Evaluasi / Penilaian

Evaluasi merupakan bagian terakhir dari buku ajar yang memuat beberapa pertanyaan yang disusun untuk peserta didik guna mengukur sejauh mana peserta didik menguasai Kompetensi Pembelajaran (Prastowo, 2013).

2.3 Kriteria Pengembangan Buku Ajar

Suatu buku ajar sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran harus melalui beberapa tahap penilaian agar dapat digolongkan layak (Cahyani *et al*, 2018). Suatu buku ajar dapat dikatakan baik dan layak digunakan apabila memenuhi tiga kriteria yaitu 1) Aspek Validitas, 2) Aspek keefektifan, dan 3) aspek kepraktikalitasan yang diperoleh dari angket respon peserta didik (Akker, 2013). Sehingga kriteria pengembangan suatu buku ajar agar dapat dibagi menjadi 3 tahap, yaitu validitas, efektivitas, dan respon peserta didik.

2.3.1 Validitas

Validitas (*Validity*) memiliki arti sejauhmana kecermatan dan ketepatan suatu produk dalam melakukan fungsinya (Anggraini *et al*, 2020). Validitas adalah ukuran untuk menilai seberapa pantas suatu produk yang dikembangkan jika dikaitkan dengan standar kelayakan atau tidak, sehingga harapannya produk

yang dikembangkan dapat memberikan nilai manfaat sebagaimana yang diinginkan (Hakim *et al*, 2021). Uji validitas dapat dilakukan dengan menggunakan lembar validitas yang diisi oleh seseorang yang berkompeten di bidangnya (Akker, 2013).

a. Kelayakan Isi

Suatu bahan ajar dikatakan memenuhi kelayakan isi jika buku ajar yang disusun sesuai dengan Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD), kesesuaian dengan perkembangan pola pikir pemikiran anak, *life skills* dan substansi keilmuan, pengetahuan untuk masa depan, serta perbedaan setiap nilai sosial (Kholilah *et al*, 2016). Kelayakan isi pada buku ajar lebih menekankan pada validitas dari konten (isi) dan materi. Adapun beberapa indikator kelayakan isi menurut badan Standar Nasional Pendidikan antara lain:

- 1) Cakupan materi (kedalaman materi dan keluasan materi)
- 2) Akurasi materi (akurasi konsep/fakta/hukum/prinsip dan akurasi prosedur atau metode)
- 3) Kemuktahiran dan konstektual (sesuai dengan perkembangan ilmu, keterbaruan fitur, dan kenyataan)
- 4) Ketaatan pada hukum dan perundang-undangan (BSNP, 2016).

b. Kelayakan Penyajian

Kelayakan penyajian pengembangan bahan ajar menekankan pada 2 hal yaitu teknik dan cara penyajian dari bahan ajar yang dikembangkan. Sehingga harus memenuhi beberapa indikator yaitu:

- 1) Teknik penyajian (kelogisan penyajian, sistematika penyajian, koherensi, dan keruntutan penyajian)
- 2) Pendukung penyajian materi (ilustrasi, *advanced organizer*, peta konsep, contoh soal, soal-soal, sumber/rujukan, penomoran tabel/gambar/lampiran)
- 3) Penyajian pembelajaran (keaktifan peserta didik dan komukasi yang interaktif)
- 4) Kelengkapan penyajian (pendahuluan, daftar isi, glosarium, daftar indeks, daftar pustaka) (BSNP, 2016)

c. Kelayakan Bahasa

Penilaian pengembangan suatu bahan ajar pada aspek kebahasaan lebih menekankan pada segi bahasa dalam bahan ajar yang dikembangkan. Adapun indikator kelayakan bahasa diantaranya adalah:

- 1) Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik (tingkat perkembangan berpikir peserta didik, tingkat perkembangan sosial/emosional Peserta Didik)
- 2) Komunikatif, interaktif, dan logis, mendorong dan memotivasi berpikir kritis
- 3) Lugas (kalimat yang digunakan baku dan mudah dipahami)
- 4) Koherensi dan sistematika alur pikir
- 5) Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang benar (tata bahasa, ejaan, simbol/lambang) (BSNP, 2016)

d. Kelayakan Kefrafikan

Penilaian pengembangan suatu bahan ajar pada aspek kegrafikan diukur dari tampilan dan keindahan desain dari bahan ajar yang dikembangkan. Adapun indikator kelayakan kegrafikan adalah sebagaimana berikut.

- 1) Format atau ukuran
- 2) Desain *cover*
- 3) Desain isi
- 4) Kulit kertas
- 5) Kualitas cetakan
- 6) Kualitas penjilidan (BSNP, 2016)

Melalui empat kriteria diatas suatu buku ajar dapat dinilai sudah layak atau tidaknya ketika digunakan dalam pembelajaran. Keempat kriteria diatas akan dinilai oleh para ahli dan pengguna sebagai penetapan tingkat validitas buku ajar. Suatu buku ajar dapat dinyatakan valid jika memenuhi beberapa aspek yaitu kelayakan isi, kelayakan penyajian, bahasa, dan kelayakan kegrafikan (Depdiknas, 2008).

2.3.2 Efektivitas

Keefektifan merupakan salah satu faktor yang penting dalam pembelajaran. Keefektifan buku ajar merupakan suatu nilai yang menunjukkan seberapa efektif buku ajar digunakan dalam pembelajaran. Suatu buku ajar dikatakan efektif apabila dalam penggunaannya peserta didik dapat mencapai tujuan pembelajaran serta dapat mengerjakan evaluasi dengan baik (Akbar, 2016). Selain itu, buku ajar dapat pula dikatakan efektif apabila setelah menggunakan buku ajar dalam pembelajaran nilai rerata *posttest* peserta didik mengalami peningkatan (Sutarto, 2020). Salah satu kemampuan yang diharapkan mengalami peningkatan adalah kemampuan pemecahan persoalan yang termasuk kedalam ranah kognitif.

Ranah kognitif merupakan ranah pengetahuan mengenai proses berpikir atau aktivitas otak, baik memahami, menganalisis, mengasosiasi, mengevaluasi, dan lain sebagainya. Dalam mengukur ranah kognitif, terdapat struktur hirarki yang mengklasifikasikan keterampilan berpikir mulai dari jenjang terendah hingga jenjang tertinggi yang disebut dengan Taksonomi Bloom (Yuniarti *et al*, 2021). Terdapat enam tingkatan dalam Taksonomi Bloom yaitu mengingat (C1), memahami (C2), mengaplikasikan (C3), menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6).

2.3.3 Respon Peserta Didik

Respon diartikan sebagai suatu tanggapan, stimulus atau perasaan guru maupun peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran (Maharani dan Widhiasih, 2016). Oleh karena itu, respon merupakan salah satu faktor penting yang harus dikembangkan agar kegiatan pembelajaran dapat terlaksana dengan baik dan memperoleh hasil yang optimal (Ahmad, 2020). Respon dalam pembelajaran dibagi menjadi dua, yaitu respon positif (*favourable*) dan respon negatif (*unfavourable*) (Gola *et al*, 2022).

Respon positif merupakan nilai respon yang diperoleh apabila guru atau peserta didik merasa senang, nyaman, tertarik, dan berminat terhadap produk yang dikembangkan. Sebaliknya, respon negatif merupakan nilai respon yang diperoleh jika guru atau peserta didik tidak senang, tidak nyaman, tidak tertarik, dan tidak

berminat terhadap produk yang dikembangkan dalam proses pembelajaran (Simanjutak dan Imelda, 2018). Oleh karena itu, nilai respon dapat menjadi salah satu faktor yang menentukan keberhasilan dalam proses pengembangan suatu bahan ajar.

Nilai respon guru dan peserta didik dapat dilihat melalui beberapa indikator yaitu Aspek 1) Kemudahan dalam penggunaannya, 2) Daya Tarik dan 3) Efisiensi (Akbar, 2016). Ketiga aspek tersebut dapat diukur dengan menggunakan lembar respon yang diberikan peserta didik oleh peneliti. Alasan penggunaan lembar respon adalah karena lembar respon biasanya meminta keterangan terkait fakta yang diketahui oleh responden mengenai pendapat atau sikapnya (Yolanda dan Imaduddin, 2021). Maka dari itu, respon peserta didik dapat dikatakan positif dalam suatu buku ajar adalah ketika peserta didik merasa senang, nyaman, tertarik, dan berminat menggunakan buku ajar yang dikembangkan.

2.4 Model-model Pengembangan Buku Ajar

Pengembangan suatu bahan ajar dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai macam model. Model-model tersebut dapat dipilih sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan serta produk/bahan ajar yang akan dikembangkan. Berikut merupakan empat model pengembangan buku ajar yang telah dikemukakan oleh para ahli.

2.4.1 Model Pengembangan 4D

Model pengembangan 4D merupakan salah satu model pengembangan buku ajar yang dikemukakan oleh Thiagarajan. Model ini muncul pertama kali pada tahun 1974. Sebagaimana namanya, dalam model ini terdapat 4 tahapan yaitu :

a. Pendefinisian (*Define*)

Tahap pendefinisian merupakan tahap awal dalam model pengembangan 4D. Tujuan tahap ini adalah menetapkan dan mendefinisikan berbagai kebutuhan pembelajaran melalui proses analisis tujuan dan batasan materi. Pada tahap ini terdapat lima langkah yaitu: analisis ujung depan, analisis karakter siswa, analisis konsep, analisis tugas, dan spesifikasi tujuan pembelajaran (Nasruddin *et al*2022)

b. Perancangan (*Design*)

Tahap desain merupakan tahap kedua dalam model pengembangan 4D. setelah melakukan tahap pedefinisian kemudian dilakukan tahap desain dengan tujuan untuk merancang serta membuat draf awal produk berdasarkan informasi dan masukan yang didapatkan pada tahap pendefinisian. Dalam tahapan ini dilakukan empat tahapan yaitu: penyusunan tes kriteria, pemilihan media, pemilihan format, dan perancangan awal (Nasruddin *et al*, 2022).

c. Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan merupakan tahapan setelah draf produk disusun. Tahap pengembangan dilakukan untuk mendapatkan nilai kelayakan suatu produk dari saran, kritik, masukan, dan penilaian oleh para ahli. Sehingga setidaknya dilakukan tiga uji dalam tahap ini, yaitu uji validitas, uji kepraktikalitasan, dan uji keefektifan (Akker, 2013).

d. Penyebarluasan (*Dissminate*)

Setelah produk di uji dan dinyatakan layak. Maka tahap selanjutnya adalah tahap penyebarluasan produk. Tahap penyebarluasan merupakan tahapan terakhir dari model pengembangan ini (Nasruddin *et al*, 2022).

Kelebihan model pengembangan 4D yaitu tidak membutuhkan waktu yang relatif lama, karena tahapan relatif tidak terlalu kompleks. Sedangkan kelemahan model ini adalah tahapan hanya sampai pada tahapan penyebaran saja, dan tidak ada evaluasi, dimana evaluasi yang dimaksud adalah mengukur kualitas produk yang telah diujikan, uji kualitas produk dilakukan untuk hasil sebelum dan sesudah menggunakan produk (Muthmainnah *et al*, 2022). Model pengembangan ini lebih baik dipergunakan sebagai model pengembangan suatu perangkat pembelajaran karena tahapannya lebih detail dan menyeluruh (Arywantari, 2015).

2.4.2 Model Pengembangan Nieveen

Desain pengembangan model Nieveen merupakan salah satu model pengembangan produk yang dikemukakan oleh Nieveen, Me Kenney, Akker, dan Plomp. Dalam model ini terdiri dari tiga tahapan yaitu Preliminary research,

Prototyping stage, dan Assesment stage. Adapun secara rinci tahapannya adalah sebagaimana berikut:

a. *Preliminary research* (Studi Pendahuluan)

Permasalahan dan pengembangan kerangka alur penelitian akan dianalisis terlebih dahulu pada tahap ini. Analisis dilakukan berdasarkan studi literatur dari penelitian sebelumnya. Sehingga pada tahapan ini akan dihasilkan suatu bentuk rancangan awal produk (Plomp *et al*, 2010).

b. *Prototyping stage* (Tahap *Prototyping*)

Setelah rancangan jadi, maka selanjutnya rancangan tersebut akan diuji coba, dievaluasi serta direvisi pada tahap ini. Uji coba rancangan akan dilakukan oleh seorang ahli dengan melakukan evaluasi secara formatif, yaitu mengenai tingkat kepraktikalitasan dan kevalidan serta hasil evaluasi pada tahap ini akan direvisi (Plomp *et al*, 2010).

c. *Assesment stage* (Tahap Penilaian)

Tahap penilaian merupakan tahapan akhir dalam model ini. Setelah produk direvisi maka *prototype* akan diuji cobakan untuk mengetahui tingkat keefektifan serta kepraktikalitasan produk dalam segi penggunaan pada proses pembelajaran (Plomp *et al*, 2010).

Kelebihan model pengembangan ini adalah (1) model ini lebih tepat digunakan untuk pengembangan *e-learning*, (2) uraian langkahnya lengkap dan sistematis, (3) terdapat tahap revisi kepada para ahli sehingga produk pengembangan dapat direvisi dan dikonsultasikan terlebih dahulu, dan (4) terdapat tahapan evaluasi satu-satu dan kelompok kecil sebelum dilakukan uji lapangan (Rijal, 2022). Maka dari itu model pengembangan lebih sesuai jika digunakan dalam pengembangan *e-learning*.

2.4.3 Model Pengembangan Borg and Gall

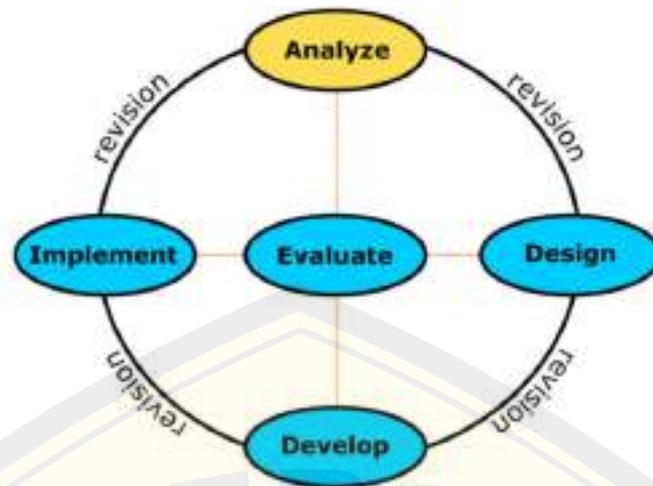
Model pengembangan Borg and Gall muncul pertama kali pada tahun 1983 yang dikemukakan oleh Borg dan Gall. Model ini mengemukakan bahwa suatu penelitian pengembangan adalah serangkaian proses mengembangkan dan memvalidasi produk yang akan digunakan dalam proses pembelajaran. Dalam

model ini terdapat 10 tahapan, yaitu: (a) penelitian awal, (b) Rencana pengembangan produk, (c) pengembangan desain produk pertama, (d) validasi desain produk pertama, (e) revisi produk pertama, (f) uji coba penggunaan, (g) revisi produk pengembangan, (h) uji coba keefektifan produk, (i) produk final dan produk massal, dan (j) desiminasi produk dan implementasi (Sulthon, 2021).

Model ini memiliki kelebihan yaitu (1) mampu mengatasi kebutuhan nyata dan mendesak, (2) mampu menghasilkan suatu produk yang memiliki nilai validitas tinggi, (3) mendorong proses inovasi produk yang tiada henti. Disamping itu model ini juga memiliki kelemahan yaitu (1) pada prinsipnya membutuhkan waktu yang relatif panjang, (2) tidak bisa digeneralisasikan secara utuh, dan (3) memerlukan sumber dana dan sumber daya yang cukup besar (Borg dan Gall, 1989).

2.4.4 Model Pengembangan ADDIE

Model pengembangan ADDIE muncul pertama kali pada tahun 1975. Model ini dikembangkan oleh pusat teknologi pembelajaran di Universitas Florida Amerika Serikat. Dalam Model ADDIE tersebut diberi nama dari penyingkatan proses atau tahapan-tahapannya yaitu *Analysis* (Analisis), *Design* (Perencanaan/Desain), *Development* (Pengembangan), *Implemetation* (Implementasi/eksekusi), dan *Evaluation* (Evaluasi/umpan balik) (Tegeh *et al*, 2014). Menggunakan model ADDIE dalam suatu proses pengembangan produk merupakan salah satu metode yang cukup efektif pada saat ini (Defina, 2021). Setiap tahapan dari model ADDIE kini telah dikembangkan oleh Pustekkom (Pusdatin) Kemdikbud menjadi beberapa kerja dari setiap tahap sebagaimana dalam buku pedoman standar satuan hasil kerja jabatan fungsional pengembang teknologi pembelajaran. Adapun model tahapan ADDIE terbaru diilustrasikan pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Tahapan Model Pengembangan ADDIE
(Sumber: kemdikbud.go.id, 2020)

Tahapan Model ADDIE yaitu:

a. *Analysis* (Analisis)

Tahap analisis dilakukan untuk mengetahui perlunya pengembangan bahan ajar dalam tujuan pembelajaran. Dalam tahap ini juga akan dilakukan proses mendefinisikan apa yang akan dipelajari oleh peserta didik (Hendriani, 2021). Maka dari itu, untuk mendefinisikan apa yang akan dipelajari peserta didik harus dilakukan beberapa tahapan yaitu:

- 1) Analisis kerja: dilakukan untuk memperoleh masalah dasar yang dihadapi dalam proses pembelajaran
- 2) Analisis peserta didik: dilakukan dengan menelaah karakteristik Peserta Didik berdasarkan pengetahuan, perkembangan, dan keterampilannya agar dapat mengetahui kompetensi Peserta Didik yang beragam.
- 3) Analisis kurikulum

Analisis kurikulum dilakukan dengan da tahapan yaitu analisis materi pembelajaran dan analisis tujuan pembelajaran.

- a. Analisis materi pembelajaran: dilakukan sebagai bentuk identifikasi terhadap materi pembelajaran agar relevan dengan buku ajar yang dikembangkan. Tahapan ini dilakukan dengan metode studi pustaka agar materi dalam buku ajar yang dikembangkan dapat tersusun secara sistematis.

- b. Analisis tujuan pembelajaran: analisis ini dilakukan untuk mengidentifikasi kompetensi yang sebaiknya dimiliki oleh Peserta Didik. Pada tahap ini, terdapat beberapa hal yang perlu didapatkan yaitu tujuan pembelajaran yang ditentukan dan ketercapaian tujuan pembelajaran (Cahyadi, 2019).

Melalui tahap analisis diatas, akan diperoleh data berupa identifikasi kebutuhan, permasalahan berupa kesenjangan dalam pembelajaran, karakteristik atau profil calon peserta didik, serta identifikasi kurikuli pembelajaran (Hendriani, 2021).

b. *Design* (Perencanaan/Desain)

Tahap desain disebut juga dengan istilah membuat rancangan (*blue-print*). Tahap ini merupakan tahap yang terdiri dari beberapa perencanaan pengembangan buku ajar diantaranya:

- 1) Penyusunan draf buku ajar dalam pembelajaran kontekstual dengan mengkaji KI dan KD
- 2) Penyusunan desain buku ajar yang akan dikembangkan, baik cover maupun *layout* didalamnya
- 3) Merancang kandungan materi serta alat evaluasi belajar dengan pendekatan pembelajaran.

c. *Development* (Pengembangan)

Tahap pengembangan merupakan tahap dimana dilakukan realisasi rancangan buku ajar. Artinya, jika dalam desain diperlukan suatu software dalam menampilkan bahan ajar yang dirancang, maka dalam tahap pengembangan bahan ajar tersebut harus dikembangkan menjadi produk hasil cetak seperti: buku ajar cetak, modul cetak, dan sebagainya (Hendriani, 2021). Salah satu tahap penting dalam tahap ini adalah tahap uji validitas oleh para ahli mengenai bahan ajar yang dikembangkan (Defina, 2021).

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam langkah pengembangan adalah terdapat dua tujuan penting yang perlu dicapai, antara lain:

- 1) Membuat, membeli, atau memperbaiki bahan ajar yang akan digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran
- 2) Menentukan media kombinasi baik untuk digunakan dalam mencapai tujuan pembelajaran (Simarmata, 2022).

d. *Implementation* (Implementasi/eksekusi)

Tahap implementasi merupakan tahap dimana peneliti menerapkan produk yang sedang dikembangkan. Artinya, pada tahap ini apapun bahan ajar yang sedang dikembangkan baik cetak maupun non cetak harus di jadikan dalam bentuk nyata. Misalnya bahan ajar buku cetak, maka pada tahap ini buku ajar yang telah disusun harus dicetak agar dapat diimplementasikan pada pengguna.

Adapun tujuan utama dari tahap ini antara lain:

- 1) Mengarahkan Peserta Didik agar dapat mencapai tujuan atau kompetensi
- 2) Menjamin adanya jalan keluar untuk masalah sehingga dapat mengatasi kesenjangan hasil belajar oleh Peserta Didik
- 3) Memastikan tercapainya kompetensi, pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang diperlukan peserta didik (Simarmata, 2022).

e. *Evaluation* (Evaluasi/umpan balik)

Evaluasi merupakan proses untuk melihat apakah buku ajar yang dikembangkan telah berhasil dan sesuai dengan standar kelayakan atau tidak. Evaluasi dalam tahapan ADDIE dilakukan secara formatif, yaitu dilakukan setiap selesai dilakukan tiap tahapan dalam prosedur tahapan model ADDIE. Evaluasi formatif merupakan tahapan yang memiliki peran penting yang sifatnya multidimensional. Melalui tahapan evaluasi ini dapat dilakukan perbaikan atau revisi jika diperlukan pada tiap tahapan (Cahyadi, 2019).

Model ADDIE memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihan model ini adalah pada tahapan implementasi dan evaluasi. Pada tahap implementasi, kegiatan dilakukan secara sistematis dan sistemik, sedangkan pada tahap evaluasi, dilakukan pada setiap tahapan sehingga dapat meminimalisir tingkat kesalahan atau kekurangan produk pada tahap akhir model ini (Tegeh,

2014). Adapun kelemahan model ADDIE adalah pada tahap desain model ini tidak difokuskan untuk membagi tujuan utama menjadi tujuan yang praktis.

Berdasarkan pemaparan kelebihan dan kekurangan dari masing-masing model pengembangan yaitu model pengembangan 4D, model pengembangan Nieveen, model pengembangan Borg *and* Gall, dan model pengembangan ADDIE, maka model pengembangan ADDIE dipilih berdasarkan relevansi tahapan pada model tersebut dengan tahapan yang akan dilakukan oleh peneliti dalam penelitian ini. Selain itu model tahapan ADDIE juga model dengan langkah yang sederhana dan mudah dipahami serta dilengkapi dengan langkah implementasi untuk melibatkan pengguna dalam proses pengembangan. Model ini juga dilengkapi dengan kegiatan evaluasi pada setiap tahapannya sehingga dapat meminimalisir terjadinya kesalahan.

2.5 Hukum Ohm Dalam Rangkaian Arus Bolak-balik

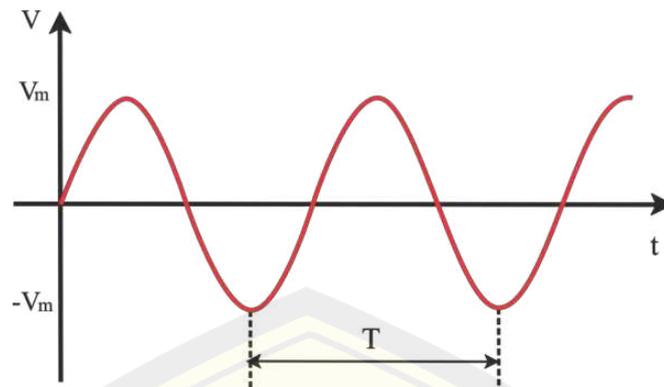
Hukum ohm merupakan hukum kelistrikan yang mengkaji hubungan antara arus listrik, beda potensial, dan hambatan (Yasu dan Hadi, 2021). Dalam rangkaian arus bolak-balik berlaku hukum ohm yang menjadi dasar dari persamaan arus listrik bolak-bolak, tegangan bolak-balik, dan hambatan bolak-balik.

2.5.1 Tegangan Arus Bolak-balik

Dalam suatu rangkaian, arus listrik yang mengalir ada saatnya akan melewati resistor, sehingga tegangan diantara dua ujung hambatannya akan berubah dari keadaan awal dan akan memenuhi hukum ohm

$$V = IR \quad (2.1)$$

Voltase yang dihasilkan sumber arus bolak-balik seperti generator adalah voltase sinusoidal (Giancoli, 2014). Sehingga jika digambarkan dengan grafik hubungan antara tegangan dan waktu secara sinusoidal adalah sebagaimana Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Kurva hubungan tegangan dan waktu pada rangkaian AC
(Sumber: Dimodifikasi dari Abdullah, 2017)

Gambar 2.2 di atas menunjukkan bahwa nilai tegangan bolak-balik dipengaruhi oleh nilai tegangan maksimum, periode, dan waktu. Sehingga secara matematis dapat dituliskan dengan persamaan:

$$V = V_m \sin \omega t \quad (2.2)$$

Karena $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$ maka persamaan di atas dapat dituliskan dengan

$$V = V_m \sin \frac{2\pi}{T} t \quad (2.3)$$

Keterangan:

V = Tegangan sesaat (Volt)

V_m = Arus maksimum (Volt)

T = Periode arus (s)

t = waktu (s)

Tegangan bolak-balik sinusoidal merupakan tegangan yang digunakan dalam jaringan listrik PLN dan mudah untuk dihasilkan. Caranya yaitu dengan memutar lilitan yang ada dalam medan magnet secara konstan (kecepatan sudutnya), sehingga dapat dihasilkan tegangan sinusoidal. Oleh karena itu, pada umumnya PLN dihasilkan dengan cara memutar kumparan yang ada di dalam medan magnet atau dapat pula dengan memutar magnet yang ada dalam kumparan sehingga dapat menghasilkan tegangan sinusoidal (Abdullah, 2017). Dalam rangkaian arus bolak-balik nilai tegangan dibagi menjadi 3 macam yaitu tegangan maksimum, tegangan efektif, dan tegangan rata-rata.

a. Tegangan efektif

Pengukuran tegangan pada arus bolak-balik dapat dilakukan dengan menggunakan meteran (alat ukur) (Kurniawan dan Hayat, 2014). Berhubung tegangan bolak-balik merupakan fungsi waktu dan biasanya fungsi periodik, maka dalam pengukuran tegangan bolak-balik dengan menggunakan meteran akan diperoleh nilai tegangan efektifnya (V_{ef}) (Sutrisna, 1986). Tegangan efektif juga biasa disebut dengan tegangan rms (*root mean square* = akar rerata kuadrat tegangan dalam fungsi waktu) (Nanda *et al*, 2020). Sehingga dapat dirumuskan sebagaimana persamaan berikut

$$V_{rms} = V_{ef} = \sqrt{\langle V^2 \rangle} \quad (2.4)$$

Dari definisi persamaan di atas, maka nilai efektif dapat diperoleh dengan melakukan 3 langkah, yaitu:

- 1) Mengkuadratkan besaran tersebut
- 2) Mencari nilai rata-rata besaran dalam bentuk kuadratik $\langle X^2 \rangle$
- 3) Memilih akar besaran yang nilai rata-ratanya telah diketahui (Abdullah, 2017).

Sehingga dengan melakukan langkah satu sampai tiga pada persamaan (2.2) akan diperoleh hasil:

$$V^2 = V_m^2 \sin^2 \omega t \quad (2.5)$$

Rata-rata kuadratik tegangan adalah

$$\langle V^2 \rangle = \frac{\int_0^T V^2 dt}{\int_0^T dt} \quad (2.6)$$

$$= \frac{1}{T} \int_0^T V_m^2 \sin^2 \omega t dt$$

$$= \frac{V_m^2}{T} \int_0^T \sin^2 \omega t dt$$

$$= \frac{V_m^2}{T\omega} \int_0^T \sin^2 \omega t d(\omega t) \quad (2.7)$$

Gunakan sifat trigonometri

$$\cos 2\alpha = 1 - 2 \sin^2 \alpha$$

$$2 \sin^2 \alpha = 1 - \cos 2\alpha$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{1}{2}(1 - \cos 2\alpha)$$

Sehingga persamaan (2.7) menjadi

$$\begin{aligned} \langle V^2 \rangle &= \frac{V_m^2}{T\omega} \int_0^T \frac{1}{2}(1 - \cos 2\omega t) d(\omega t) \\ &= \frac{V_m^2}{2T\omega} \int_0^T (1 - \cos 2\omega t) d(\omega t) \\ &= \frac{V_m^2}{2T\omega} \left[\left(\omega t - \frac{1}{2} \sin 2\omega t \right) \right]_0^T \\ &= \frac{V_m^2}{2T\omega} \left[\left(\omega T - \frac{1}{2} \sin 2\omega T \right) \right] - \left[\left(0 - \frac{1}{2} \sin 0 \right) \right] \\ &= \frac{V_m^2}{2T\omega} \left(\frac{2\pi}{T} T - \frac{1}{2} \sin 2 \frac{2\pi}{T} T \right) \\ &= \frac{V_m^2}{2T\omega} \left(2\pi - \frac{1}{2} \sin 2 \cdot 2\pi \right) \\ &= \frac{V_m^2}{2T\omega} \left(2\pi - \frac{1}{2} \sin 4\pi \right) \\ &= \frac{V_m^2}{2T\omega} (2\pi - 0) \\ &= \frac{V_m^2}{2T \left(\frac{2\pi}{T} \right)} \cdot 2\pi \\ \langle V^2 \rangle &= \frac{V_m^2}{2} \end{aligned} \tag{2.8}$$

Sehingga persamaan (2.4) menjadi

$$V_{ef} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0,707 V_m \tag{2.9}$$

b. Tegangan maksimum

Berbeda dengan tegangan efektif, jika tegangan efektif merupakan tegangan yang dihasilkan oleh alat ukur maka tegangan maksimum adalah tegangan yang sering digunakan dalam proses perhitungan secara matematis atau manual. Tegangan maksimum didefinisikan sebagai tegangan pada rangkaian AC yang bernilai maksimum atau menjadi amplitudo pada grafik hubungan antara tegangan

dan waktu secara sinusoidal. Melalui persamaan (2.9) maka persamaan matematis untuk nilai tegangan maksimum dapat dituliskan dengan

$$V_m = V_{ef}\sqrt{2} \quad (2.10)$$

c. Tegangan rata-rata

Pengukuran arus listrik pada rangkaian arus bolak-balik terkadang juga menggunakan alat yang menunjukkan nilai arus rata-rata, karena memang terdapat sejumlah alat ukur yang sengaja dirancang untuk mengukur nilai rata-rata suatu besaran (Abdullah, 2017). Tegangan rata-rata merupakan besarnya nilai tegangan dalam rangkaian AC dalam rentang 0 sampai $T/2$, sehingga secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\bar{V} = \frac{\int_0^{\frac{1}{2}T} v \, dt}{\int_0^{\frac{1}{2}T} dt} \quad (2.11)$$

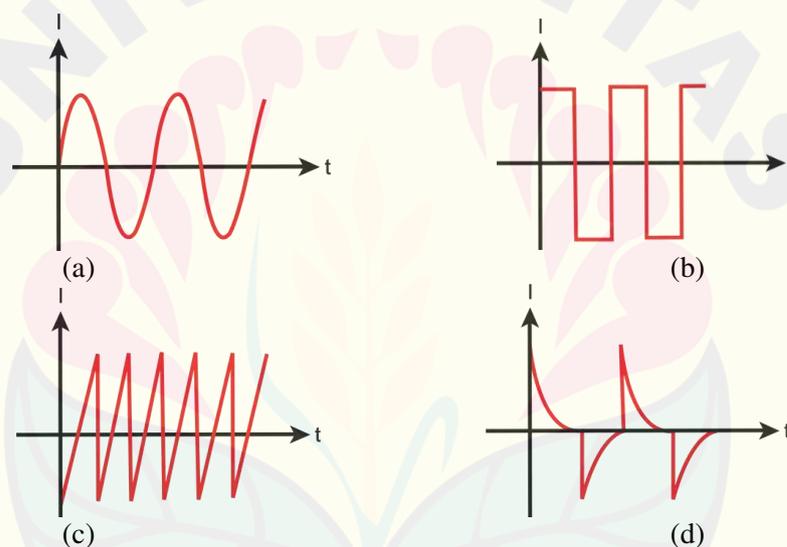
$$\begin{aligned} &= \frac{\int_0^{\frac{1}{2}T} V_m \sin \omega t \, dt}{\frac{1}{2}T} \\ &= \frac{2V_m}{\omega T} \int_0^{\frac{1}{2}T} \sin \omega t \, d(\omega t) \\ &= \frac{2V_m}{\omega T} [-\cos \omega t]_0^{\frac{1}{2}T} \\ &= -\frac{2V_m}{\omega T} \left[\left(\cos \omega \frac{1}{2}T \right) - (\cos 0) \right] \\ &= -\frac{2V_m}{\left(\frac{2\pi}{T}\right)T} \left[\left(\cos \frac{2\pi}{T} \frac{1}{2}T \right) - 1 \right] \\ &= -\frac{V_m}{\pi} [(\cos \pi) - 1] \\ \bar{V} &= \frac{2V_m}{\pi} \quad (2.12) \end{aligned}$$

2.5.2 Arus Listrik Bolak-balik

Arus bolak-balik merupakan arus listrik yang mengalami perubahan arah secara bergantian, atau dapat pula diartikan sebagai arus yang tandanya bergantian

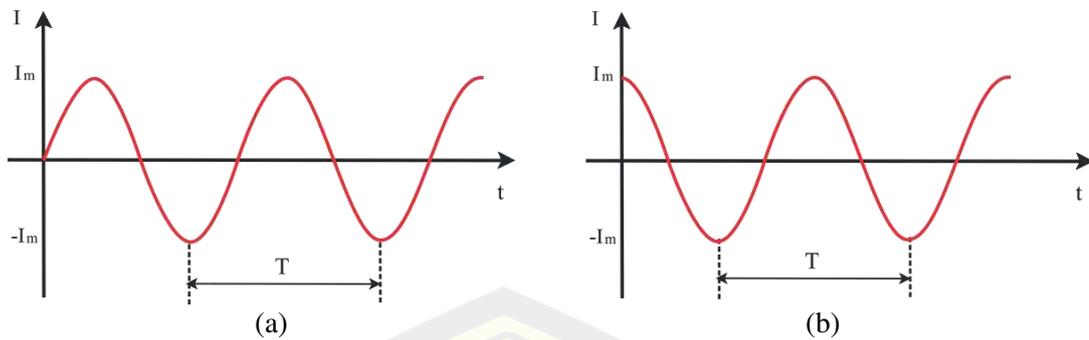
dari positif ke negatif atau sebaliknya (Abdullah, 2017). Arus bolak-balik merupakan arus listrik yang nilainya bisa berubah-ubah terhadap satuan, sehingga arah arusnya berubah setiap beberapa kali per detik (Jati dan Priyambodo, 2010). Pada suatu saat elektron-elektronnya bergerak kesatu arah kemudian ke arah sebaliknya sehingga arah arusnya ke kiri, kemudian berubah ke kanan, kemudian ke kiri, dan seterusnya (Giancoli, 2014).

Terjadinya perubahan arah arus tiap satuan waktu menyebabkan nilai arus yang mengalir juga berubah-ubah atau tidak konstan terhadap waktu (Gideon dan Saragih, 2019). Hubungan antara arus yang mengalir tiap satuan waktu dapat digambarkan pada grafik dengan pola yang berbeda-beda. Adapun grafik pola hubungan antara arus tiap satuan waktu adalah sebagaimana Gambar 2.3 berikut.



(a) Kurva sinusoidal; (b) Kurva Persegi; (c) Kurva pola segitiga; (d) Kurva transien
 Gambar 2.3 Kurva hubungan arus dan waktu pada rangkaian AC
 (Sumber: Abdullah, 2017)

Pola grafik hubungan antara arus listrik dan waktu yang paling umum dan sederhana adalah pola sinusoidal, sehingga digambarkan dalam grafik sinus atau cosinus (Soedjojo, 1998). Adapun perbedaan grafik sinus dan cosinus hubungan antara arus terhadap waktu adalah sebagaimana Gambar 2.4 berikut.



(a) Grafik sinus; (b) Grafik cosinus

Gambar 2.4 Grafik hubungan arus dan waktu
(Sumber: Dimodifikasi dari Abdullah, 2017)

Pada gambar 2.4 di atas telah ditunjukkan hubungan antara arus maksimum, periode, dan waktu dalam bentuk sinusoidal. Sehingga dapat dirumuskan secara matematis dengan persamaan:

$$I = I_m \sin \omega t \quad (2.13)$$

Karena $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$, Sehingga persamaan di atas dapat dituliskan dengan

$$I = I_m \sin \frac{2\pi}{T} t \quad (2.14)$$

Keterangan:

I = Arus sesaat (Ampere)

I_m = Arus maksimum (Ampere)

T = Periode arus (s)

t = waktu (s)

Arus sinusoidal biasanya dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), angin, batu bara, serta nuklir. Hal ini dikarenakan Pembangkit Listrik tersebut menggunakan turbin yang dapat memutar kumparan di dalam medan magnet tetap (Abdullah, 2017). Dalam rangkaian arus bolak-balik arus yang mengalir dibagi menjadi tiga macam sebagaimana berikut.

a. Arus Efektif

Sebagaimana pengukuran pada tegangan dalam rangkaian arus bolak-balik. Pada pengukuran arus juga menggunakan alat ukur. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur arus listrik pada umumnya adalah ohm meter (Kurniawan dan Hayat, 2014). Berhubung arus bolak-balik merupakan fungsi

waktu sebagaimana tegangan bolak-balik, maka dalam pengukuran arus dengan alat ukur yang diperoleh adalah nilai arus efektifnya (I_{ef}). Nilai arus efektif secara matematis dirumuskan sebagai berikut.

$$I_{rms}/I_{ef} = \sqrt{\langle I^2 \rangle} \quad (2.15)$$

Dengan melakukan langkah satu sampai tiga sebagaimana langkah yang dilakukan untuk memperoleh nilai tegangan efektif, maka nilai arus efektif juga dapat dirumuskan dengan:

$$I_{ef} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 I_m \quad (2.16)$$

b. Arus Maksimum

Sebagaimana pada gambar 2.3 arus maksimum merupakan amplitudo atau nilai arus puncak yang mengalir pada suatu rangkaian arus listrik bolak-balik. Melalui persamaan (2.16) maka rumusan matematis untuk arus maksimum dapat dituliskan dengan

$$I_m = I_{ef}\sqrt{2} \quad (2.17)$$

c. Arus Rata-rata

Beberapa alat pengukur arus listrik pada rangkaian juga terdapat alat yang menunjukkan nilai arus rata-ratanya. Arus rata-rata merupakan besarnya nilai arus dalam rangkaian AC dalam rentang 0 sampai $T/2$, sehingga dengan menggunakan cara yang sama untuk memperoleh nilai tegangan rata-rata, maka nilai arus rata-rata secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

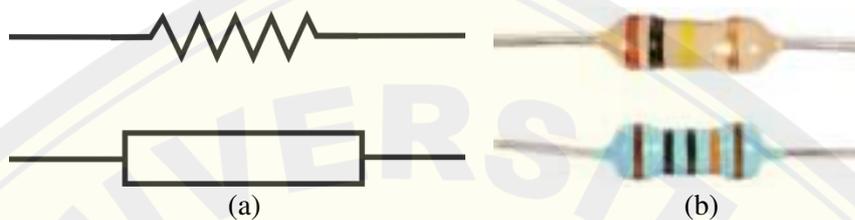
$$\bar{I} = \frac{2I_m}{\pi} \quad (2.18)$$

2.5.3 Hambatan Pada Rangkaian Arus Bolak-balik

Dalam rangkaian arus bolak-balik terdapat 3 hambatan yaitu Resistor (R), Induktor (L), dan Kapasitor (C). Ketiga hambatan ini memiliki karakteristik dan simbol masing-masing sebagaimana berikut.

a. Resistor (R)

Resistor merupakan suatu peranti elektronika dengan dua pin yang didesain untuk mengatur besar kecilnya arus dan tegangan listrik. Berdasarkan hukum ohm, nilai resistansi akan berbanding terbalik dengan besar arus yang mengalir dalam suatu rangkaian. Resistor adalah suatu komponen elektronika yang lebih sering digunakan (Janny *et al*, 2018). Adapun bentuk resistor adalah sebagaimana Gambar 2.5 berikut.



(a) Simbol resistor dalam rangkaian; (b) Bentuk resistor asli

Gambar 2.5 Resistor (Sumber: mahirelektro.com)

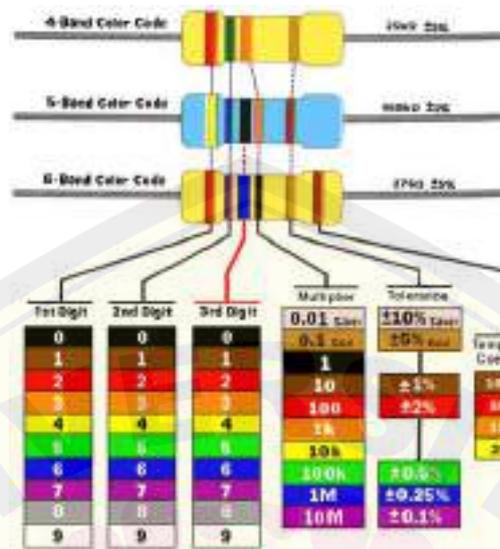
Besar kecilnya nilai hambatan pada resistor dapat dibaca melalui garis warna atau gelang warnanya. Hal ini dikarenakan garis/gelang warna pada resistor memiliki nilai yang berbeda-beda sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Nilai hambatan pada gelang warna resistor

Kode Warna	Gelang Ke 1	Gelang Ke 2	Gelang Ke n	Gelang Ke 4	Gelang Terakhir (Tingkat Toleransi)
■ Hitam	0	0	0	$\times 10^0$	—
■ Coklat	1	1	1	$\times 10^1$	1%
■ Merah	2	2	2	$\times 10^2$	2%
■ Jingga	3	3	3	$\times 10^3$	—
■ Kuning	4	4	4	$\times 10^4$	—
■ Hijau	5	5	5	$\times 10^5$	—
■ Biru	6	6	6	$\times 10^6$	—
■ Ungu	7	7	7	$\times 10^7$	—
■ Abu-Abu	8	8	8	$\times 10^8$	—
□ Putih	9	9	9	$\times 10^9$	—
■ Emas	—	—	—	—	5%
■ Perak	—	—	—	—	10%
■ Tanpa Warna	—	—	—	—	20%

(Sumber: mikroavr.com)

Adapun contoh penentuan nilai hambatan berdasarkan warna cincin resistor adalah sebagaimana Gambar 2.6 berikut:



Gambar 2.6 Nilai pada garis warna resistor
(Sumber: raqha.com)

b. Induktor (L)

Induktor merupakan peranti elektronika yang bersifat pasif dan mampu menyimpan energi listrik pada suatu medan magnet yang timbul dari arus listrik yang melintasinya. Besar kecilnya energi magnet yang disimpan oleh induktor bergantung oleh nilai induktansinya yang biasanya dituliskan dalam satuan Henry. Induktor pada umumnya dibuat dari kawat penghantar yang dibentuk menjadi sebuah kumparan. Dari kumparan/lilitan inilah kemudian medan magnet akan dikenai hukum induksi faraday. Induktor dalam rangkaian arus bolak-balik mampu membuat arus dan tegangan pada suatu rangkaian menjadi berubah-ubah (Janny *et al*, 2018). Adapun bentuk induktor adalah sebagaimana Gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.7 Induktor
(Sumber: cerdas.com)

c. Kapasitor (C)

Kapasitor atau kondensator merupakan suatu peranti elektronika yang berguna untuk menyimpan muatan listrik pada dua konduktor yang dipisahkan oleh keeping (bahan penyekat dielektrik di setiap konduktor). Kapasitor dibagi menjadi 2 macam yaitu kapasitor polar dan kapasitor nonpolar (Janny *et al*, 2018). Adapun bentuk kapasitor adalah sebagaimana Gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.8 Kapasitor
(Sumber: RumusRumus.com)

2.6 Daya Arus Listrik Bolak-balik

Pada rangkaian arus bolak-balik yang tersusun atas resistor, induktor, dan kapasitor akan terjadi disipasi daya. Maka dari itu, dalam rangkaian AC terdapat macam-macam daya, diantaranya adalah daya nyata, daya semu, dan faktor daya.

2.6.1 Daya nyata (*Active Power*)

Daya nyata atau biasa dikenal dengan daya aktif adalah suatu daya yang dihasilkan oleh beban resistif murni. Daya ini menunjukkan bahwa terdapat energi listrik yang mengalir dari pembangkit listrik ke jaringan beban untuk dapat diubah menjadi energi yang lain (Fartino *et al*, 2020). Pada arus *Direct Current* (DC) daya merupakan perkalian antara arus listrik dengan tegangan sehingga secara matematis dapat dituliskan dengan:

$$P = I V \quad (2.19)$$

Namun pada rangkaian AC daya aktif merupakan perkalian antara arus efektif dengan tegangan efektif dan dipengaruhi oleh factor daya $\cos \phi$. Sehingga persamaanya menjadi

$$P = I_{ef} V_{ef} \cos \phi \quad (2.20)$$

Keterangan:

P = Daya nyata (Watt)

I_{ef} = Arus listrik efektif (Ampere)

V_{ef} = Tegangan efektif (Volt)

Dalam rangkaian yang mengandung resistor murni, daya nyata (P) akan sama dengan daya tampak (S) sehingga nilai faktor daya ($\cos \phi$) = 1. Hal ini menunjukkan bahwa gelombang arus dan tegangan berada pada fase yang sama (0°) atau tidak ada yang saling mendahului atau tertinggal. Dalam kondisi ini daya tidak akan terdisipasi (Dani dan Hasnuddin, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa 100% daya akan mengalir ke arah beban listrik dan tidak terjadi aliran balik ke arah pembangkit.

Pada suatu rangkaian daya adalah perkalian tegangan dan arus diantara dua ujung hambatan seperti pada arus searah. Sehingga jika sebuah hambatan dialiri arus bolak-balik, maka tegangan diantara kedua ujung hambatan dapat dituliskan sebagaimana persamaan (2.19) dan disipasi dayanya memenuhi persamaan

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (2.21)$$

Atau dapat juga dituliskan dengan

$$P = I^2 R \quad (2.22)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.3) pada persamaan (2.21), maka disipasi dayanya adalah

$$P = \frac{V_m^2}{R} \sin^2 \frac{2\pi}{T} t \quad (2.23)$$

Maka disipasi daya rata-rata pada hambatan adalah

$$\langle P \rangle = \langle V^2 / R \rangle \quad (2.24)$$

$$\langle P \rangle = \frac{\langle V^2 \rangle}{R} \quad (2.25)$$

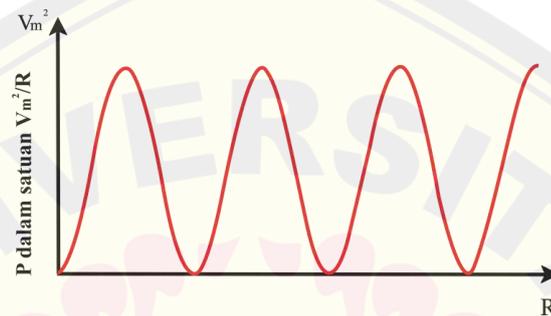
Dengan mensubstitusikan persamaan (2.4), maka persamaanya menjadi

$$\langle P \rangle = \frac{V_{ef}^2}{R} \quad (2.26)$$

Selanjutnya dengan melakukan cara yang sama pada persamaan (2.22) maka besarnya daya rata-rata dapat dituliskan dengan

$$\langle P \rangle = I_{ef}^2 R \quad (2.27)$$

Persamaan (2.23) menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan pada rangkaian arus bolak-balik selalu bernilai positif karena sebanding dengan kuadrat fungsi sinusoidal. Sehingga dapat pula diartikan bahwa tegangan rms juga mempresentasikan nilai daya pada tegangan bolak-balik. Adapun grafik hubungan antara daya dan waktu pada arus bolak-balik adalah sebagaimana Gambar 2.9 berikut.



Gambar 2.9 Kurva hubungan daya dan resistor pada rangkaian AC
(Sumber: Abdullah, 2017)

2.6.2 Daya semu (*Apparent Power*)

Daya semu merupakan hasil perkalian antara tegangan efektif (V_{ef}) dengan arus efektif (I_{ef}) (Fartino *et al*, 2020). Daya semu disimbolkan dengan huruf S sehingga secara matematis persamaannya dapat dituliskan dengan:

$$S = V_{ef} I_{ef} \quad (2.28)$$

Keterangan:

S = Daya semu (VA)

I_{ef} = Arus efektif (Ampere)

V_{ef} = Tegangan efektif (Volt)

Pada saat beban listrik bersifat resistif, maka $P = S$. Tetapi apabila beban listrik bersifat induktif atau kapasitif akan terjadi beban reaktif). Hal ini akan menjadikan nilai daya nyata akan menjadi sebesar $\cos \phi$ dari daya total (Dani dan Hasanuddin, 2018). Sehingga persamaan (2.20) secara matematis menjadi:

$$P = S \cos \phi \quad (2.29)$$

Dimana ϕ merupakan besar sudut pergeseran tegangan maupun arus pada grafik sinusoidal AC. ϕ bernilai positif jika tegangan mendahului arus (beban induktif)

dan bernilai negatif jika arus mendahului tegangan (beban kapasitif). Dalam keadaan beban reaktif inilah sebagian daya nyata akan terkonversikan menjadi daya reaktif untuk mengkompensasi adanya beban reaktif tersebut. Daya reaktif disimbolkan dengan Q dan nilainya akan sebesar $\sin \phi$ dari daya total. Sehingga secara matematis dituliskan dengan:

$$Q = V_{ef} I_{ef} \sin \phi \quad (2.30)$$

$$Q = S \sin \phi \quad (2.31)$$

Keterangan:

Q = Daya reaktif (VAR)

I_{ef} = Arus efektif (Ampere)

V_{ef} = Tegangan efektif (Volt)

2.6.3 Faktor daya (*Power Factor*)

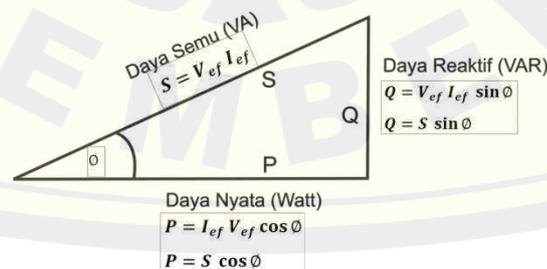
Faktor daya merupakan perbandingan atau rasio antara daya nyata terhadap daya semu. Faktor daya merupakan indikator penting dalam mengukur seberapa efektif sebuah beban dalam menjalankan fungsinya yang berhubungan dengan disipasi daya. Sehingga secara matematis dirumuskan dengan:

$$PF = \frac{P}{S} \quad (2.32)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.29) maka persamaannya menjadi

$$PF = \frac{S \cos \phi}{S} = \cos \phi \quad (2.33)$$

Hubungan antara daya aktif, daya semu, daya reaktif, dan factor daya dapat digambarkan dalam bentuk segitiga daya (Herandy dan Suprianto, 2019). Adapun hubungannya digambarkan dalam Gambar 2.10 berikut.

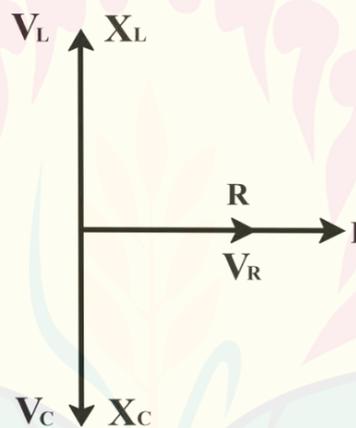


Gambar 2.10 Segitiga daya

(Sumber: Dimodifikasi dari Dani dan Hasanuddin, 2018)

2.7 Diagram Fasor

Penentuan nilai arus dan tegangannya pada rangkaian AC lebih rumit jika dibandingkan dengan penentuan nilai arus dan tegangan pada rangkaian DC. Maka dari itu, untuk mempermudah dalam memahami mengenai arus bolak-balik digunakanlah diagram fasor (Abdullah, 2017). Fasor merupakan suatu vektor yang putarannya berlawanan arah dengan arah jarum jam terhadap titik asal dengan kecepatan sudut yang bergantung waktu. Atau dapat juga diartikan sebagai suatu vektor besaran yang dilukiskan dengan suatu vektor dengan besar sudut putarnya terhadap sumbu horizontal (sumbu-x) sama dengan sudut fasenya. Sedangkan pada sumbu vertikal (sumbu-y) menunjukkan nilai sesaat yang merupakan proyeksi fasor terhadap sumbu-y (Soedaryono, 2018). Adapun diagram fasor tegangan dan arus sebagaimana pada Gambar 2.11 berikut.



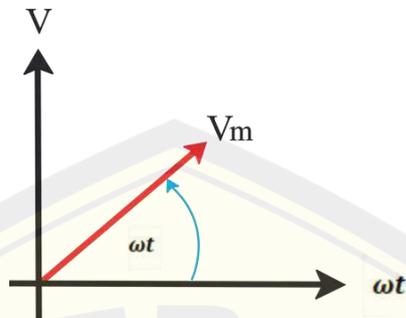
Gambar 2.11 Diagram fasor
(Sumber: Dimodifikasi dari Sudaryono, 2018)

Diagram fasor sangat memudahkan dalam membantu perngoperasian aljabar pada beberapa fungsi trigonometri. Pada diagram fasor, fungsi trigonometri diilustrasikan dengan sebuah vektor dimana panjang vektor menunjukkan besarnya amplitudo fungsi serta sudut yang dibentuk vektor dengan sumbu x dan sama dengan fase fungsi tersebut (Abdullah, 2017). Dalam arus AC, sembarang tegangan atau arus dapat dituliskan dengan bentuk

$$V = V_m \sin \omega t \quad (2.34)$$

$$I = I_m \sin \omega t \quad (2.35)$$

Rumus tersebut menunjukkan bahwa sumbu-x sama atau sefase maka tidak ada selisih fase sehingga persamaan (2.36) dapat dituliskan dengan $V = A \sin(\omega t)$ sehingga grafiknya adalah sebagaimana pada Gambar 2.12 berikut.

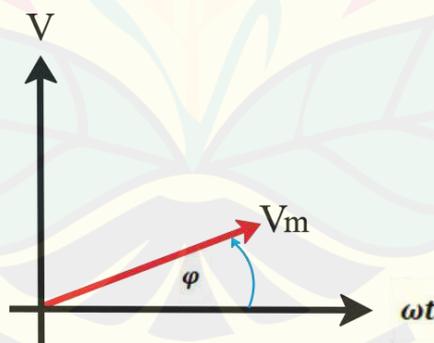


Gambar 2.12 Diagram fasor untuk fungsi $V = A \sin(\omega t)$
(Sumber: Abdullah, 2017)

Jika terdapat beda fase, maka disimbolkan dengan tanda φ (fase relatif terhadap fasor-fasornya) (Tipler, 1991) dan bisa bernilai negatif atau positif. Bernilai negatif jika tertinggal dan bernilai positif jika mendahului. Sehingga persamaan 2.34 dapat dituliskan sebagaimana berikut.

$$V = V_m \sin(\omega t \pm \varphi) \quad (2.35)$$

Persamaan (2.36) di atas dapat digambarkan dengan diagram fasor Gambar 2.13 berikut.



Gambar 2.13 Diagram fasor untuk fungsi $V = A \sin(\omega t + \varphi)$
(Sumber: Dimodifikasi dari Abdullah, 2017)

Jika terdapat dua tegangan yang dijumlahkan dan masing-masing diproyeksikan ke sumbu x, maka persamaannya menjadi

$$V = V_{mAX} + V_{mBX} \quad (2.38)$$

2.8 Rangkaian Arus Bolak-balik

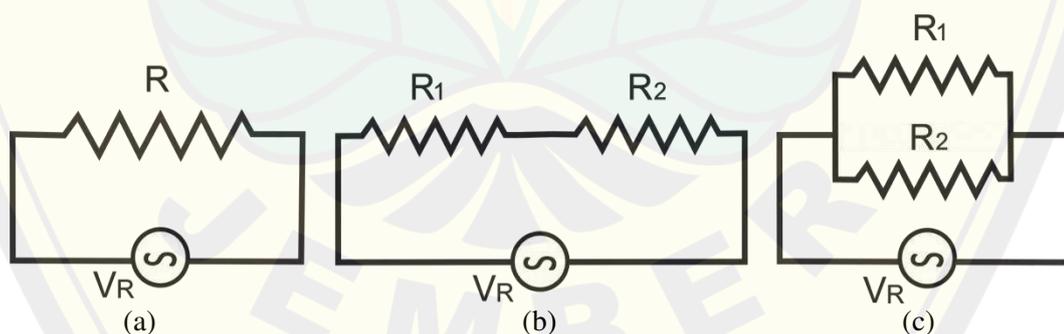
Dalam rangkaian arus bolak-balik tidak selalu ketiga komponen yaitu Resistor (R), Induktor (L), dan Kapasitor (C) berada dalam 1 rangkaian. Sehingga pada arus bolak-balik terdapat beberapa jenis rangkaian diantaranya rangkaian tunggal yaitu: rangkaian R, rangkaian C, rangkaian L serta rangkaian seri yaitu: rangkaian RL, rangkaian RC, rangkaian LC, dan rangkaian RLC. Ketujuh rangkaian tersebut tentunya memiliki persamaan yang berbeda-beda tergantung komponen apa saja yang ada pada suatu rangkaian. Sehingga persamaannya akan dijelaskan pada setiap sub bahasan berikut.

2.8.1 Rangkaian Tunggal AC

Rangkaian tunggal AC merupakan rangkaian terdiri dari satu hambatan baik resistor, induktor, ataupun kapasitor. Apabila tersusun atas hambatan resistor saja maka disebut rangkaian R, begitupula jika tersusun atas hambatan induktor maka disebut rangkaian L atau tersusun atas kapasitor saja maka disebut rangkaian C.

a. Rangkaian R

Rangkaian R atau yang biasa disebut dengan rangkaian resistif merupakan suatu rangkaian yang terdiri dari elemen hambatan yaitu resistansi yang bernilai R serta generator AC dengan ggl bolak-balik (Halliday *et al*, 2010). Adapun rangkaian R dapat digambarkan sebagaimana Gambar 2.14 berikut.



(a) Seri tunggal; (b) Seri ganda; (c) Paralel

Gambar 2.14 Rangkaian R

Rangkaian R dapat tersusun secara resistor seri tunggal, resistor seri ganda, dan resistor paralel. Sehingga bentuk persamaannya juga berbeda-beda sebagaimana berikut.

$$(a) R = R \quad (2.39)$$

$$(b) \Sigma R : R_{Seri} = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (2.40)$$

$$(c) \Sigma R : \frac{1}{R_{Paralel}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (2.41)$$

Dalam rangkaian R resistor dihubungkan pada sumber V_R (volt) mengandung amplitudo sebesar V_m (volt) dan frekuensi sudut ω (rad/s) (Jati dan Priyambodo, 2010). Sehingga pada setiap t sekon berlaku persamaan

$$V_R = V_m \sin \omega t \quad (2.42)$$

Karena dalam rangkaian R besar V_R dan I_R memiliki fase yang sama, maka nilai I_R dapat dituliskan dengan

$$I_R = I_m \sin \omega t \quad (2.43)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.42) dan (2.43) pada hukum ohm maka

$$V_R = I_R R$$

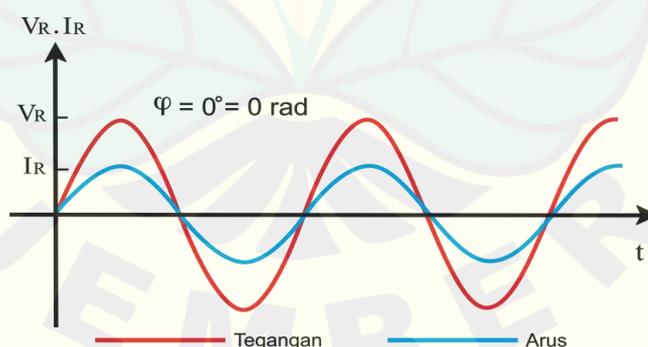
Maka persamaan (2.39), (2.40), dan (2.41) di atas dapat dituliskan menjadi

$$V_R = I_R R \quad ; \quad I_m R \sin \omega t \quad (2.44)$$

$$V_R = I_R \Sigma R_{seri} \quad ; \quad I_m \Sigma R_{seri} \sin \omega t \quad (2.45)$$

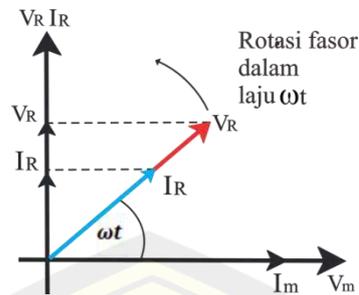
$$V_R = I_R \Sigma R_{paralel} \quad ; \quad I_m \Sigma R_{paralel} \sin \omega t \quad (2.46)$$

Hubungan antara V_R dan waktu menghasilkan suatu grafik yang dapat digambarkan sebagaimana Gambar 2.15 berikut.



Gambar 2.15 Hubungan I_R dan V_R terhadap satuan waktu pada rangkaian R
(Sumber: Halliday, 2010)

Jika digambarkan dengan diagram fasor maka hubungannya menjadi

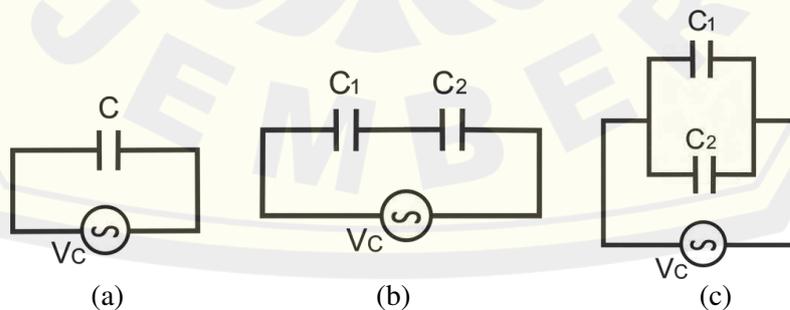


Gambar 2.16 Diagram fasor hubungan I_R dan V_R terhadap satuan waktu pada rangkaian R (Sumber: Halliday, 2010)

Dengan melihat persamaan (2.42) dan (2.43) maka dapat diketahui bahwa besaran-besaran I_R dan V_R bervariasi tiap satuan waktu dan memiliki fungsi yang sama yaitu fungsi $\sin \omega t$ dengan fase $= 0^\circ$. Maka dari itu, kedua besaran tersebut merupakan besaran sefase atau besaran yang menyatakan bahwa nilai maksimum dan minimum keduanya terjadi di waktu yang bersamaan sebagaimana Gambar 2.15. Pada gambar tersebut ditunjukkan bahwa tidak terjadi penurunan pada grafik I_R dan V_R . Hal ini disebabkan karena generator memasok energi ke rangkaian untuk mengganti energi yang terdisipasi dalam R. Besaran-besaran I_R dan V_R yang bervariasi tiap satuan waktu juga dapat digambarkan dengan diagram fasor yang fasor-fasornya digambarkan pada Gambar 2.16.

b. Rangkaian C

Rangkaian C atau yang biasa disebut rangkaian kapasitif merupakan suatu rangkaian yang terdiri dari kapasitansi dan generator dengan ggl bolak-balik (Halliday, 2010). Gambar rangkaian C adalah sebagaimana Gambar 2.17 berikut.



(a) Seri tunggal (b) Seri ganda (c) Paralel

Gambar 2.17 Rangkaian C

Sebagaimana rangkaian R, rangkaian C juga dapat tersusun secara seri tunggal, seri ganda, dan paralel. Sehingga bentuk persamaanya juga berbeda-beda sebagaimana berikut

$$(a) C = C \quad (2.47)$$

$$(b) \Sigma C : \frac{1}{C_{Seri}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} \quad (2.48)$$

$$(c) \Sigma C : C_{Paralel} = C_1 + C_2 + \dots + C_n \quad (2.49)$$

Pada rangkaian C kapasitor dihubungkan pada tegangan I_C yang nilainya menduhuli V_C sebesar $\frac{\pi}{2} = 90^\circ$ sehingga I_C mendahului V_C sebesar 90° dan persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut

$$I_C = I_m \sin(\omega t + 90^\circ) \quad (2.50)$$

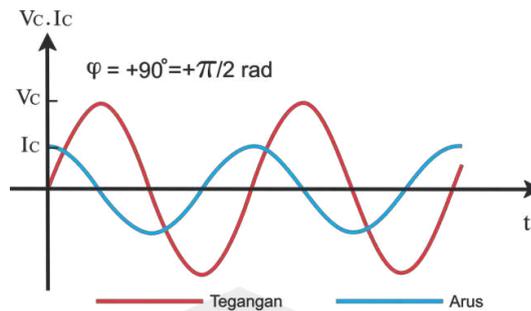
Nilai kapasitor (C) yang terhubung dengan V_C memiliki satuan farad sehingga menyimpan muatan Q yang sesuai dengan persamaan Hukun Tegangan Kirchoff, dengan mensubstitusikan persamaan (2.2) maka persamaannya menjadi:

$$Q = CV = CV_m \sin \omega t \quad (2.51)$$

Berhubung nilai arus listrik yang mengalir pada rangkaian kapasitif merupakan perubahan muatan terhadap waktu, maka besarnya nilai arus dapat dicari dengan menggunakan persamaan

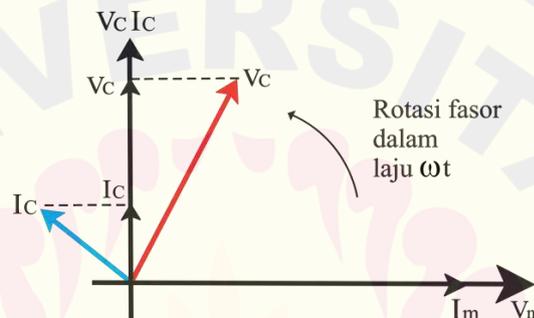
$$I_C = \frac{dQ}{dt} = \omega CV_m \cos \omega t \quad (2.52)$$

V_C dan I_C mengalami perbedaan fase yaitu sebesar $\frac{1}{2}\pi$ atau 90° atau seperempat lingkaran. Sehingga I_C mendahului V_C sebesar 90° (Jati dan Priyambodo, 2010). Maka dari itu, I_C akan mencapai maksimumnya sebelum V_C sejauh seperempat lingkaran. Maka jika digambarkan dalam grafik hubungan V_C dan I_C adalah sebagaimana Gambar 2.18 berikut.



Gambar 2.18 Hubungan I_C dan V_C terhadap satuan waktu pada rangkaian C (Sumber: Dimodifikasi dari Halliday, 2010)

Jika digambarkan dengan diagram fasor maka hubungannya menjadi



Gambar 2.19 Diagram Fasor Hubungan I_C dan V_C terhadap satuan waktu pada rangkaian C (Sumber: Dimodifikasi dari Halliday, 2010)

Dalam rangkaian C karena nilai tahanannya bergantung pada frekuensi sudut arus listrik (ω) dan kapasitas kapasitor (C), maka nilai tahanannya disebut dengan reaktansi kapasitif (X_C) yang secara matematis dituliskan

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad (2.53)$$

Karena konstanta waktu kapasitif dirumuskan dengan ($\tau = RC$) dan satuan SI dari C adalah detik per ohm. Maka dari persamaan (2.53) akan diperoleh satuan SI dari X_C adalah ohm (seperti pada resistansi R).

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.53) pada persamaan (2.52) maka diperoleh persamaan

$$I_C = \frac{V_m}{X_C} \cos \omega t \quad (2.54)$$

Karena $V_m \sin \omega t$ adalah V_C maka persamaan di atas dapat dituliskan dengan

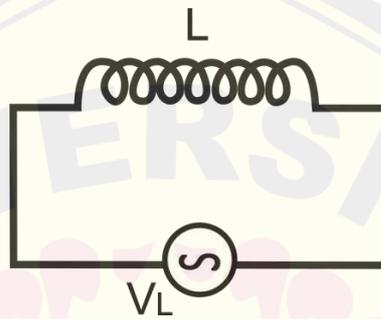
$$I_C = \frac{V_C}{X_C} \quad (2.55)$$

$$V_C = I_C X_C \quad (2.56)$$

$$V_C = I_m X_C \sin(\omega t + 90^\circ) \quad (2.57)$$

c. Rangkaian L

Rangkaian L merupakan suatu rangkaian yang mengandung induktansi dan generator ggl bolak-balik (Halliday, 2010). Dapat juga diartikan sebagai suatu rangkaian yang berinduktansi diri L pada rangkaian tertutup. Rangkaian L dapat digambarkan sebagaimana Gambar 2.20 berikut.



Gambar 2.20 Rangkaian L

Pada rangkaian L Induktor dihubungkan pada tegangan V_L yang nilainya mendahului sebesar $\frac{\pi}{2} = 90^\circ$ dari I_L sehingga I_L akan tertinggal sebesar $\frac{\pi}{2} = 90^\circ$ dari V_L dan persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut

$$I_L = I_m \sin(\omega t - 90^\circ) \quad (2.58)$$

Dimana I_m merupakan amplitudo. Maka dengan menggunakan persamaan $V_L = L \frac{dI_L}{dt}$ akan diperoleh nilai beda potensial pada induktansi L

$$V_L = L\omega I_m \sin(\omega t - 90^\circ) \quad (2.59)$$

Dengan menggunakan kemiripan notasi, sehingga reaktansi induktif dapat disimbolkan dengan X_L yang secara matematis dituliskan dengan

$$X_L = \omega L \quad (2.60)$$

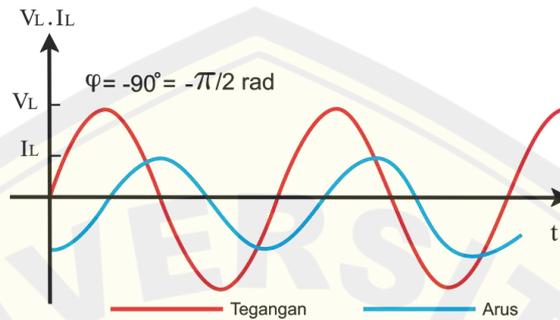
Dengan mensubstitusikan persamaan (2.60) pada persamaan (2.59) maka diperoleh

$$V_L = X_L I_m \sin(\omega t - 90^\circ) \quad (2.61)$$

Karena $I_m \sin \omega t$ adalah nilai I_L maka persamaan (2.61) dapat dituliskan dengan

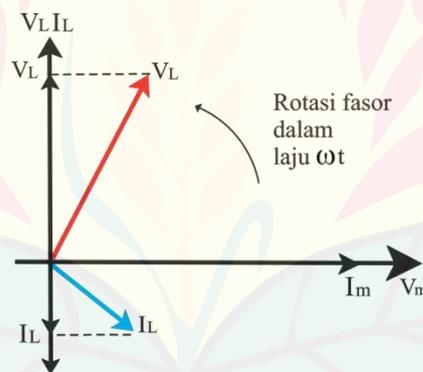
$$V_L = X_L I_L \quad (2.62)$$

Persamaan (2.58) menunjukkan bahwa besaran V_L dan I_L mengalami perbedaan fase yaitu 90° atau dengan kata lain I_L akan mencapai maksimumnya setelah V_L mencapainya sejauh seperempat lingkaran. Sehingga grafik hubungan antara V_L dan I_L terhadap satuan waktu dapat digambarkan sebagaimana Gambar 2.21 berikut.



Gambar 2.21 Hubungan I_L dan V_L terhadap satuan waktu pada rangkaian L dengan $X_L > 1$ (Sumber: Dimodifikasi dari Halliday, 2010)

Secara diagram fasor dapat diilustrasikan dengan Gambar 2.22 berikut.



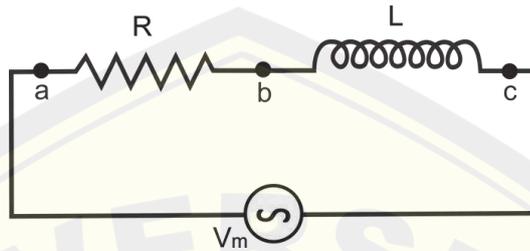
Gambar 2.22 Diagram Fasor Hubungan I_C dan V_C terhadap satuan waktu pada rangkaian L dengan $X_L > 1$ (Sumber: Dimodifikasi dari Halliday, 2010)

2.8.2 Rangkaian Seri AC

Rangkaian seri AC adalah jenis rangkaian yang terdiri dari lebih dari satu hambatan, baik resistor dengan induktor (Rangkaian RL), resistor dengan kapasitor (Rangkaian RC), induktor dengan kapasitor (Rangkaian LC), ataupun rangkaian resistor, induktor, dan kapasitor (Rangkaian RLC).

a. Rangkaian Seri RL

Rangkaian seri RL adalah jenis rangkaian yang mengandung resistor dan induktor yang disusun secara seri (Tipler, 2001). Nilai resistansi R dapat meliputi resistansi lain dalam rangkaian (Giancoli, 2014). Adapun rangkaian RL adalah sebagaimana Gambar 2.23 berikut.



Gambar 2.23 Rangkaian RL

Maka untuk mencari nilai tegangan diantara titik a dan b, b dan c, serta a dan c adalah dengan menggunakan persamaan tegangan antara dua ujung hambatan yaitu

$$V_{ab} = I_m R \sin \omega t \quad (2.63)$$

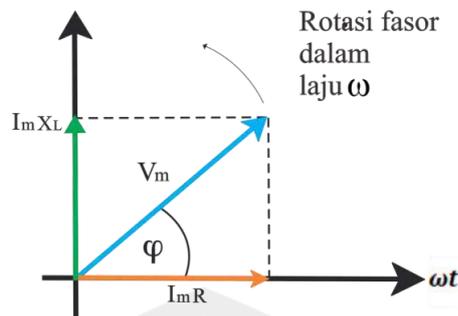
Sesuai dengan penjelasan pada sub bab rangkaian L bahwa tegangan antara dua ujung induktor memiliki fasa yang mendahului arus sebesar $\frac{\pi}{2} = 90^\circ$ (Abdullah, 2017). Maka diperoleh

$$V_{bc} = I_m X_L \sin(\omega t - 90^\circ) \quad (2.64)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.63) dan (2.64) maka tegangan antara ujung kanan resistor dengan ujung kiri induktor menjadi

$$\begin{aligned} V_{ac} &= V_{ab} + V_{bc} \\ &= I_m R \sin \omega t + I_m X_L \sin(\omega t - 90^\circ) \end{aligned} \quad (2.65)$$

Karena terdapat penjumlahan trigonometri yang berbeda fasa. Maka digunakanlah diagram fasor untuk menyelesaikan persamaan (2.65). sehingga diagram fasor yang digunakan adalah sebagaimana Gambar 2.24 berikut.



Gambar 2.24 Diagram Fasor Untuk Penjumlahan Persamaan (2.65)
(Sumber: Abdullah, 2017)

Dengan menggunakan sumbu datar yang memiliki sudut fasa ωt maka dapat digunakanlah suatu penyelesaian

$$\begin{aligned} V_m &= \sqrt{(I_m R)^2 + (I_m X_L)^2} \\ &= I_m \sqrt{R^2 + X_L^2} \end{aligned} \quad (2.66)$$

Dan

$$\tan \theta = \frac{I_m X_L}{I_m R} = \frac{X_L}{R} \quad (2.67)$$

Maka bentuk umum tegangan antara titik a dan c adalah :

$$\begin{aligned} V_{ac} &= V_m \sin(\omega t + 90^\circ) \\ &= I_m \sqrt{R^2 + X_L^2} \sin(\omega t - 90^\circ) \end{aligned} \quad (2.68)$$

Atau dapat dituliskan dengan

$$V_{ac} = I_m Z_{RL} \sin(\omega t - 90^\circ) \quad (2.69)$$

Dengan Z_{RL} merupakan Impedansi rangkaian RL

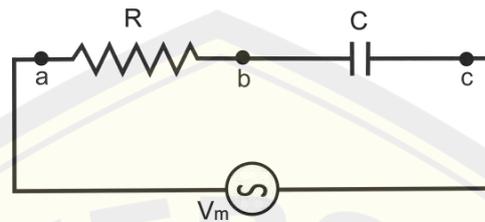
$$Z_{RL} = \sqrt{R^2 + X_L^2} \quad (2.70)$$

Karena $V_{ab} = V_R$ dan $V_{bc} = V_L$ maka persamaan $V_{ac} = V_{ab} + V_{bc}$ dapat dituliskan dengan

$$V_{ac} = V_{RL} = \sqrt{V_R^2 + V_L^2} \quad (2.71)$$

b. Rangkaian Seri RC

Rangkaian RC adalah jenis suatu rangkaian yang mengandung resistor dan kapasitor yang tersusun secara seri (Tipler, 2001). Rangkaian RC merupakan salah satu rangkaian yang paling sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Adapun rangkaian RC adalah sebagaimana Gambar 2.25 berikut



Gambar 2.25 Rangkaian RC

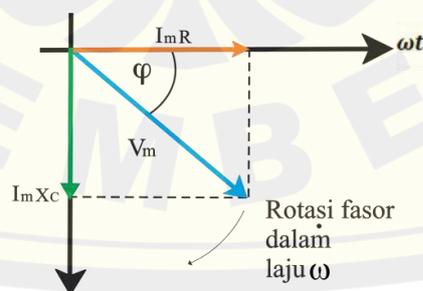
Maka untuk mencari nilai tegangan antara titik a dan b, b dan c, serta a dan c adalah dengan menggunakan persamaan tegangan antara dua ujung hambatan. Sehingga tegangan pada dua ujung kapasitor memiliki fasa dengan selisih selisih $\frac{\pi}{2} = 90^\circ$ yang mengikuti arus (Giancoli, 2014). Maka dapat dituliskan dengan

$$V_{bc} = I_m X_C \sin(\omega t + 90^\circ) \quad (2.72)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.44) dan (2.57) maka persamaannya menjadi

$$\begin{aligned} V_{ac} &= V_{ab} + V_{bc} \\ &= I_m R \sin \omega t + I_m X_C \sin(\omega t + 90^\circ) \end{aligned} \quad (2.73)$$

Karena terdapat penjumlahan trigonometri yang berbeda sefasa. Maka digunakanlah diagram fasor untuk menyelesaikan persamaan (2.73). Sehingga diagram fasor yang digunakan adalah sebagaimana Gambar 2.26 berikut.



Gambar 2.26 Diagram fasor penjumlahan tegangan rangkaian seri RC
(Sumber: Abdullah, 2017)

Dengan menggunakan sumbu datar dengan sudut fasa ωt maka dapat digunakanlah suatu penyelesaian

$$\begin{aligned} V_m &= \sqrt{(I_m R)^2 + (I_m X_C)^2} \\ &= I_m \sqrt{R^2 + X_C^2} \end{aligned} \quad (2.74)$$

Dan

$$\tan \theta = \frac{I_m X_C}{I_m R} = \frac{X_C}{R} \quad (2.75)$$

Maka bentuk umum tegangan antara titik a dan c adalah :

$$\begin{aligned} V_{ac} &= V_m \sin(\omega t - \varphi) \\ &= I_m \sqrt{R^2 + X_C^2} \sin(\omega t + 90^\circ) \end{aligned} \quad (2.76)$$

Atau dapat dituliskan dengan

$$V_{ac} = I_m Z_{RC} \sin(\omega t + 90^\circ) \quad (2.77)$$

Dengan Z_{RC} merupakan impedansi rangkaian RC

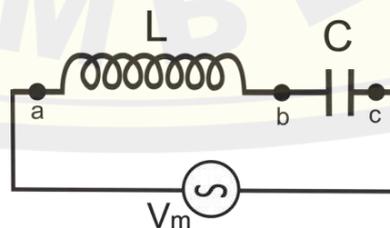
$$Z_{RC} = \sqrt{R^2 + X_C^2} \quad (2.78)$$

Karena $V_{ab} = V_R$ dan $V_{bc} = V_C$ maka persamaan $V_{ac} = V_{ab} + V_{bc}$ dapat dituliskan dengan

$$V_{ac} = V_{RC} = \sqrt{V_R^2 + V_C^2} \quad (2.79)$$

c. Rangkaian Seri LC

Rangkaian LC merupakan suatu rangkaian yang mengandung induktor dan kapasitor dan tersusun secara seri (Abdullah, 2017). Adapun rangkaian LC adalah sebagaimana Gambar 2.27 berikut



Gambar 2.27 Rangkaian LC

Maka untuk mencari nilai tegangan antara titik a dan b, b dan c, serta a dan c adalah dengan menggunakan persamaan tegangan antara dua ujung hambatan sebagaimana persamaan (2.61). Sehingga tegangan diantara dua ujung induktor memiliki fasa dengan selisih $\frac{\pi}{2} = 90^\circ$ yang mendahului arus. Maka dapat dituliskan dengan

$$V_{ab} = I_m X_L \sin(\omega t - 90^\circ) \quad (2.80)$$

Sedangkan tegangan diantara dua ujung kapasitor memiliki fasa yang mengikuti arus dengan keterlambatan sebesar $\frac{\pi}{2} = 90^\circ$ dengan mensubstitusikan (2.57) diperoleh

$$V_{bc} = I_m X_C \sin(\omega t + 90^\circ) \quad (2.81)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.61) dan (2.57) maka persamaannya menjadi

$$\begin{aligned} V_{ac} &= V_{ab} + V_{bc} \\ &= I_m X_L \sin(\omega t - 90^\circ) + I_m X_C \sin(\omega t + 90^\circ) \end{aligned} \quad (2.82)$$

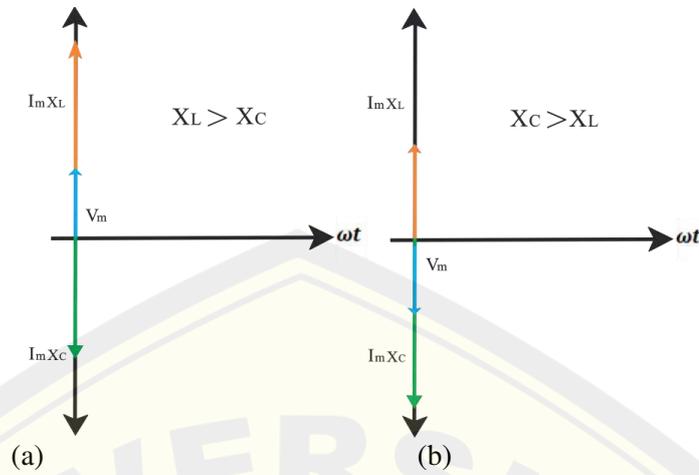
Dengan menggunakan sifat trigonometri $\sin \alpha = -\sin(\alpha + \pi)$ maka persamaannya dapat dituliskan dengan

$$\begin{aligned} \sin(\omega t - 90^\circ) &= -\sin(\omega t - 90^\circ + \pi) \\ &= -\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \end{aligned} \quad (2.83)$$

Maka diperoleh persamaan

$$\begin{aligned} V_{ac} &= I_m X_L \sin(\omega t - 90^\circ) - I_m X_C \sin(\omega t + 90^\circ) \\ &= I_m (X_L - X_C) \sin(\omega t + 90^\circ) \end{aligned} \quad (2.84)$$

Apabila digambarkan dengan diagram fasor adalah sebagai berikut



(a) Untuk $X_L > X_C$; (b) Untuk $X_C > X_L$

Gambar 2.28 Diagram Fasor Rangkaian Seri LC (Sumber: Dimodifikasi dari Abdullah, 2017)

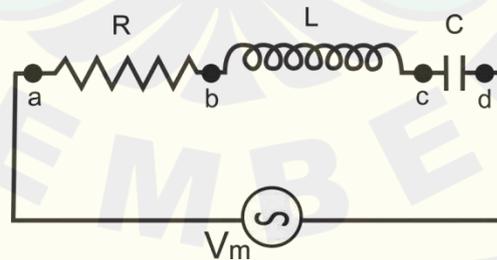
Jika $X_L = X_C$ dan $V_{ab} = 0$ maka

$$\omega L = \frac{1}{\omega C} \text{ atau } \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \tag{2.85}$$

Kondisi inilah yang kemudian disebut dengan kondisi resonansi dengan $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ merupakan frekuensi resonansi.

d. Rangkaian Seri RLC

Rangkaian RLC dalah jenis rangkaian yang mengandung resistor, kapasitor dan induktor serta dihubungkan pada generator dengan sumber ggl. Susunan rangkaian RLC adalah sebagaimana Gambar 2.29 berikut.



Gambar 2.29 Rangkaian RLC

Maka untuk mencari nilai V_{ab} , V_{bc} , V_{cd} , V_{ac} , V_{bd} , dan V_{ad} adalah dengan menggunakan persamaan sebelumnya (2.44), (2.57), dan (2.61) maka tegangan

antara titik a dan c terdapat suatu resistor dan induktor yang tersusun secara seri, sehingga sebagaimana persamaan tegangan pada rangkaian RL

$$V_{ac} = I_m Z_{RL} \sin(\omega t - 90^\circ)$$

$$V_{ac} = I_m \sqrt{R^2 + X_L^2} \sin(\omega t - 90^\circ)$$

Antara titik b dan d terdapat induktor dan kapasitor yang tersusun secara seri, sehingga sebagaimana persamaan tegangan pada rangkaian LC

$$V_{bd} = I_m X_L \sin(\omega t - 90^\circ) - I_m X_C \sin(\omega t + 90^\circ)$$

$$= I_m (X_L - X_C) \sin(\omega t + 90^\circ)$$

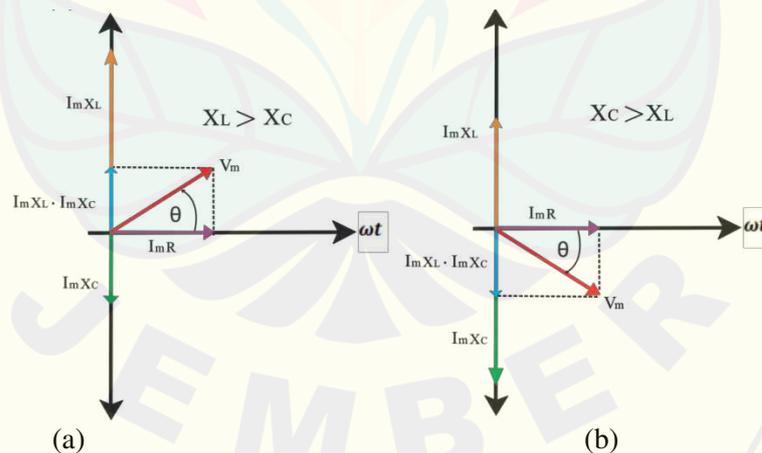
Antara titik a dan d terdapat tiga komponen yang tersusun secara seri yaitu resistor, kapasitor, dan induktor sehingga tegangan totalnya adalah

$$V_{ad} = V_{ab} + V_{bc} + V_{cd}$$

$$= V_R + V_L + V_C$$

$$= I_m R \sin \omega t + I_m X_L \sin(\omega t - 90^\circ) + I_m X_C \sin(\omega t + 90^\circ) \quad (2.86)$$

Penjumlahan tiga suku tersebut jika digambarkan dalam diagram fasor adalah sebagaimana Gambar 2.30 berikut.



(a) Untuk $X_L > X_C$; (b) Untuk $X_C > X_L$

Gambar 2.30 Diagram fasor untuk penjumlahan pada persamaan (2.86)

(Sumber: Dimodifikasi dari Abdullah, 2017)

Sehingga secara matematis persamaan untuk rangkaian RLC dengan $R=1$, $L=1$ dan $C=1$ adalah sebagaimana berikut.

$$\begin{aligned}
 X_L > X_C \quad V_m &= \sqrt{(I_m R)^2 + (I_m X_L - I_m X_C)^2} \\
 &= I_m \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \\
 &= I_m Z_{RLC}
 \end{aligned} \tag{2.87}$$

Atau

$$\begin{aligned}
 V_m &= V_{RLC} = V_R + V_L + V_C \\
 V_{RLC} &= \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}
 \end{aligned} \tag{2.88}$$

$$\begin{aligned}
 X_C > X_L \quad V_m &= \sqrt{(I_m R)^2 + (I_m X_C - I_m X_L)^2} \\
 &= I_m \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2} \\
 &= I_m Z_{RLC}
 \end{aligned} \tag{2.89}$$

Atau

$$\begin{aligned}
 V_m &= V_{RLC} = V_R + V_C + V_L \\
 V_{RLC} &= \sqrt{V_R^2 + (V_C - V_L)^2}
 \end{aligned} \tag{2.90}$$

Dimana Z_{RLC} adalah impedansi total rangkaian RLC seri

$$Z_{RLC} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad ; \quad X_L > X_C \tag{2.91}$$

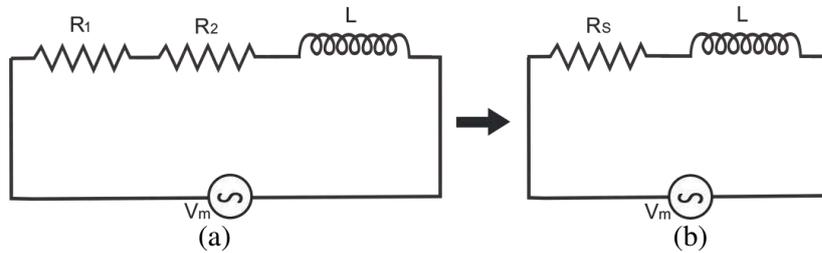
$$Z_{RLC} = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2} \quad ; \quad X_C > X_L \tag{2.92}$$

2.8.3 Rangkaian Kombinasi AC

Rangkaian kombinasi AC merupakan rangkaian yang tersusun atas kombinasi antara resistor dan atau kapasitor yang disusun secara seri atau paralel. Sehingga persamaan untuk impedansi total dan tegangannya juga berubah sebagaimana berikut.

a. Rangkaian kombinasi RL dengan R seri

Pada rangkaian kombinasi RL dengan R seri maka akan berlaku persamaan (2.70). Apabila rangkaian tersusun lebih dari 1 resistor secara seri, maka rangkainnya sebagaimana pada Gambar 2.31 berikut.



(a) Resistor seri ganda; (b) Resistor pengganti

Gambar 2.31 Rangkaian kombinasi RL 1

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.40) pada rangkaian di atas maka persamaan (2.70) dapat dituliskan sebagaimana berikut.

$$Z = \sqrt{R_{seri}^2 + X_L^2} \quad (2.93)$$

Hal tersebut juga berlaku pada persamaan (2.71) jika V_R tersusun secara seri. Dalam rangkaian listrik dengan resistor tersusun secara seri maka persamaan tegangannya akan memenuhi persamaan

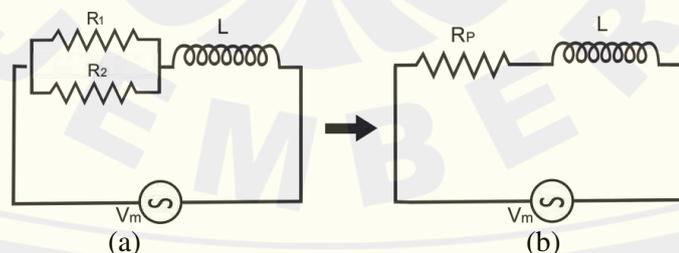
$$V_{R\ seri} = V_1 + V_2 + \dots + V_n \quad (2.94)$$

Sehingga persamaan (2.71) dapat dituliskan dengan:

$$V_{RL} = \sqrt{V_{R\ seri}^2 + V_L^2} \quad (2.95)$$

b. Rangkaian kombinasi RL dengan R paralel

Pada rangkaian kombinasi RL dengan R paralel maka akan berlaku persamaan (2.70). Apabila rangkaian tersusun lebih dari 1 resistor secara paralel, maka rangkainnya sebagaimana pada Gambar 2.32 berikut.



(a) Resistor paralel; (b) Resistor pengganti

Gambar 2.32 Rangkaian kombinasi RL 2

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.41) pada rangkaian di atas maka persamaan (2.70) dapat dituliskan sebagai berikut

$$Z = \sqrt{R_{parallel}^2 + X_L^2} \quad (2.96)$$

Hal tersebut juga berlaku pada persamaan (2.71) jika V_R tersusun secara paralel. Dalam rangkaian listrik dengan resistor tersusun secara paralel maka persamaan tegangannya akan memenuhi persamaan

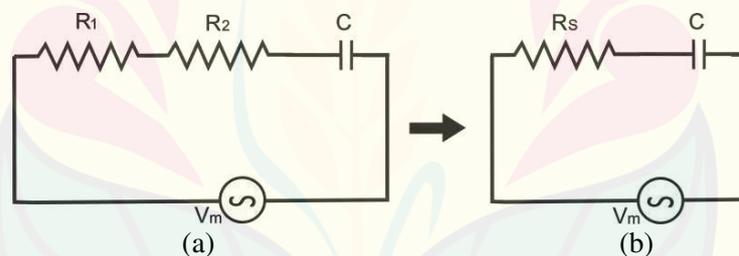
$$V_{R\ parallel} = V_1 = V_2 = V_3 \quad (2.97)$$

Sehingga persamaan (2.71) dapat dituliskan dengan:

$$V_{RL} = \sqrt{V_{R\ parallel}^2 + V_L^2} \quad (2.98)$$

c. Rangkaian kombinasi RC dengan R seri

Pada rangkaian kombinasi RC dengan R seri maka akan berlaku persamaan (2.78). Apabila rangkaian tersusun lebih dari 1 resistor secara seri, maka rangkainnya sebagaimana pada Gambar 2.33 berikut.



(a) Resistor seri ganda; (b) Resistor pengganti

Gambar 2.33 Rangkaian kombinasi RC 1

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.40) pada rangkaian di atas ke dalam persamaan (2.78) maka nilai impedansi total pada rangkaian RC dengan $R > 1$ yang tersusun secara seri dapat dirumuskan sebagai berikut.

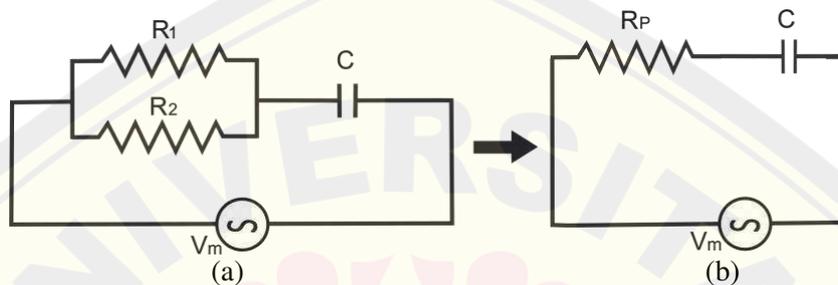
$$Z_{RC} = \sqrt{R_{seri}^2 + X_C^2} \quad (2.99)$$

Hal tersebut juga berlaku pada persamaan (2.79) jika V_R tersusun secara seri. Dalam rangkaian listrik dengan resistor tersusun secara seri maka persamaan tegangannya akan memenuhi persamaan (2.94) yaitu:

$$V_{RC} = \sqrt{V_{R\ seri}^2 + V_C^2} \quad (2.100)$$

d. Rangkaian kombinasi RC dengan R paralel

Pada rangkaian kombinasi RC dengan R paralel maka akan berlaku persamaan (2.78). Apabila rangkaian tersusun lebih dari 1 resistor secara paralel, maka rangkainnya sebagaimana pada Gambar 2.34 berikut.



(a) Resistor paralel; (b) Resistor pengganti
Gambar 2.34 Rangkaian kombinasi RC 2

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.41) pada rangkaian di atas ke dalam persamaan (2.78) maka nilai impedansi total pada rangkaian RC dengan R > 1 dengan R tersusun secara paralel dapat dirumuskan sebagai berikut.

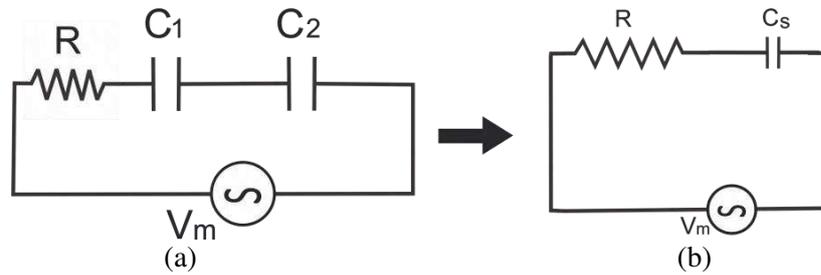
$$Z_{RC} = \sqrt{R_{paralel}^2 + X_C^2} \quad (2.101)$$

Hal tersebut juga berlaku pada persamaan (2.79) jika V_R tersusun secara paralel. Dalam rangkaian listrik dengan resistor tersusun secara paralel maka persamaan tegangannya akan memenuhi persamaan (2.97) yaitu:

$$V_{RC} = \sqrt{V_{R\ paralel}^2 + V_L^2} \quad (2.102)$$

e. Rangkaian kombinasi RC dengan C seri

Pada rangkaian kombinasi RC dengan C seri maka akan berlaku persamaan (2.78). Apabila rangkaian tersusun lebih dari 1 kapasitor secara seri, maka rangkainnya sebagaimana pada Gambar 2.35 berikut.



(a) Kapasitor seri ganda; (b) Kapasitor pengganti

Gambar 2.35 Rangkaian kombinasi RC 3

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.48) pada rangkaian di atas ke dalam persamaan (2.78) maka nilai impedansi total pada rangkaian RC dengan C disusun seri dapat dirumuskan sebagai berikut.

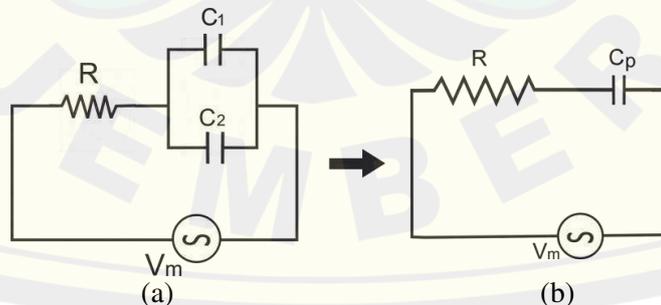
$$Z_{RC} = \sqrt{R^2 + \sum X_{C \text{ seri}}^2} \quad (2.103)$$

Hal tersebut juga berlaku pada persamaan (2.79) jika V_C tersusun secara seri. Dalam rangkaian listrik dengan kapasitor tersusun secara seri maka persamaan tegangannya akan memenuhi persamaan (2.94) sehingga persamaan tegangannya dapat dituliskan dengan:

$$V_{RC} = \sqrt{V_R^2 + \sum V_{C \text{ seri}}^2} \quad (2.104)$$

f. Rangkaian kombinasi RC dengan C paralel

Pada rangkaian kombinasi RC dengan C paralel maka akan berlaku persamaan (2.78). Apabila rangkaian tersusun lebih dari 1 kapasitor secara seri, maka rangkainnya sebagaimana pada Gambar 2.36 berikut.



(a) Kapasitor paralel; (b) Kapasitor pengganti

Gambar 2.36 Rangkaian kombinasi RC 4

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.49) pada rangkaian di atas ke dalam persamaan (2.78) maka nilai impedansi total pada rangkaian RC dengan C disusun paralel dapat dirumuskan sebagai berikut.

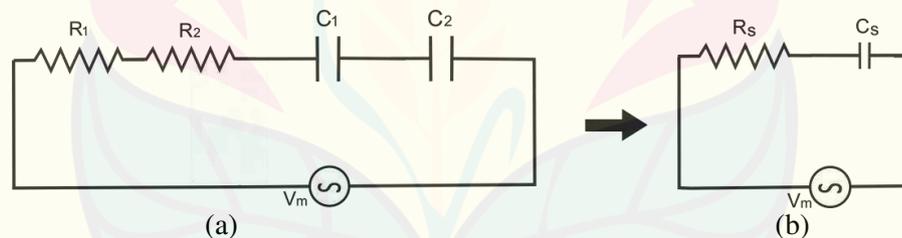
$$Z_{RC} = \sqrt{R^2 + \Sigma X_{C \text{ paralel}}^2} \quad (2.105)$$

Hal tersebut juga berlaku pada persamaan (2.79) jika V_C tersusun secara paralel. Dalam rangkaian listrik dengan kapasitor tersusun secara paralel maka persamaan tegangannya akan memenuhi persamaan (2.97) sehingga persamaan tegangannya dapat dituliskan dengan:

$$V_{RC} = \sqrt{V_R^2 + \Sigma V_{C \text{ paralel}}^2} \quad (2.106)$$

g. Rangkaian kombinasi RC dengan R seri dan C seri

Apabila Pada rangkaian kombinasi RC dengan R seri dan C seri maka akan berlaku persamaan (2.78). Apabila rangkaian tersusun lebih dari 1 resistor dan lebih dari 1 kapasitor yang keduanya disusun secara seri, maka rangkainnya sebagaimana pada Gambar 2.37 berikut.



(a) Resistor dan kapasitor seri; (b) Resistor dan kapasitor pengganti
Gambar 2.37 Rangkaian kombinasi RC 5

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.40) untuk R dan persamaan (2.48) untuk C pada persamaan (2.78) maka nilai impedansi total pada rangkaian RC dengan R > 1 dan C > 1 yang disusun secara seri dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Z_{RC} = \sqrt{R_{seri}^2 + \Sigma X_{C \text{ seri}}^2} \quad (2.107)$$

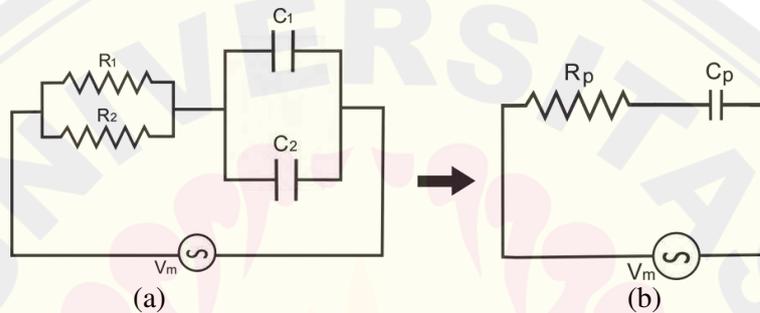
Hal tersebut juga berlaku pada persamaan (2.79) jika V_R dan V_C tersusun secara seri. Dalam rangkaian listrik dengan kapasitor tersusun secara seri maka

persamaan tegangannya akan memenuhi persamaan (2.94) sehingga persamaan tegangannya dapat dituliskan dengan:

$$V_{RC} = \sqrt{V_{R\ seri}^2 + \Sigma V_{C\ seri}^2} \quad (2.108)$$

h. Rangkaian kombinasi RC dengan R paralel dan C paralel

Apabila rangkaian RC tersusun atas $R > 1$ secara paralel dan $C > 1$ secara paralel, maka akan memenuhi persamaan (2.78) dan gambar rangkaiannya adalah sebagaimana Gambar 2.38 berikut.



(a) Resistor dan kapasitor paralel; (b) Resistor dan kapasitor pengganti
Gambar 2.38 Rangkaian kombinasi RC 6

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.41) untuk R dan persamaan (2.49) untuk C pada persamaan (2.78) maka nilai impedansi total pada rangkaian RC dengan $R > 1$ dan $C > 1$ yang disusun secara paralel dapat dirumuskan sebagai berikut.

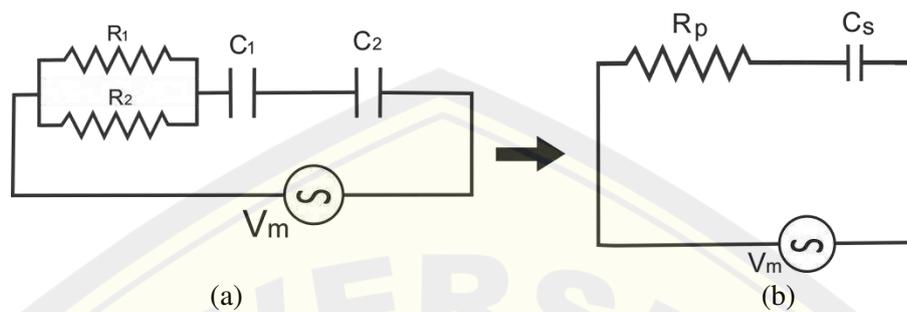
$$Z_{RC} = \sqrt{R_{paralel}^2 + \Sigma X_{C\ paralel}^2} \quad (2.109)$$

Hal tersebut juga berlaku pada persamaan (2.79) jika V_R dan V_C tersusun secara paralel. Dalam rangkaian listrik dengan kapasitor tersusun secara seri maka persamaan tegangannya akan memenuhi persamaan (2.97) sehingga persamaan tegangannya dapat dituliskan dengan:

$$V_{RC} = \sqrt{V_{R\ paralel}^2 + \Sigma V_{C\ paralel}^2} \quad (2.110)$$

i. Rangkaian kombinasi RC dengan R paralel dan C seri

Apabila rangkaian RC tersusun atas $R > 1$ secara paralel dan $C > 1$ secara seri, maka akan memenuhi persamaan (2.78) dan gambar rangkaiannya adalah sebagaimana Gambar 2.39 berikut.



(a) Resistor paralel dan kapasitor seri; (b) Resistor dan kapasitor pengganti

Gambar 2.39 Rangkaian kombinasi RC 7

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.41) untuk R dan persamaan (2.48) untuk C pada persamaan (2.78) maka nilai impedansi total pada rangkaian RC dengan $R > 1$ secara paralel dan $C > 1$ yang disusun secara seri dapat dirumuskan sebagai berikut.

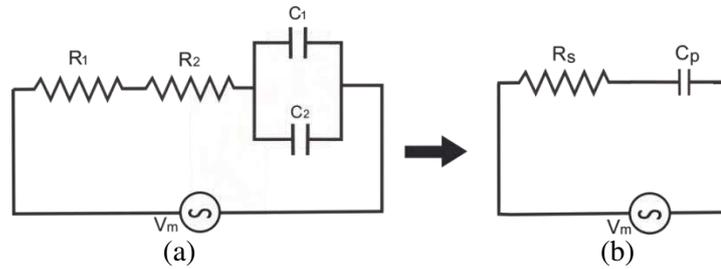
$$Z_{RC} = \sqrt{R_{paralel}^2 + \Sigma X_{C\ seri}^2} \quad (2.111)$$

Hal tersebut juga berlaku pada persamaan (2.79) jika V_R tersusun secara paralel dan V_C tersusun secara seri. Dalam rangkaian listrik dengan resistor paralel, maka nilai tegangannya akan memenuhi persamaan (2.97) untuk R yang tersusun secara paralel dan persamaan (2.94) untuk kapasitor yang tersusun secara seri sehingga persamaan tegangannya dapat dituliskan dengan:

$$V_{RC} = \sqrt{V_{R\ paralel}^2 + \Sigma V_{C\ seri}^2} \quad (2.112)$$

j. Rangkaian kombinasi RC dengan R seri dan C paralel

Apabila rangkaian RC tersusun atas $R > 1$ secara seri dan $C > 1$ secara paralel, maka nilai impedansinya akan memenuhi persamaan (2.78) dan gambar rangkaiannya adalah sebagaimana Gambar 2.40 berikut.



(a) Resistor seri dan kapasitor paralel; (b) Resistor dan kapasitor pengganti

Gambar 2.40 Rangkaian kombinasi RC 8

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.40) untuk R dan (2.49) untuk C pada persamaan (2.78) maka nilai impedansi total pada rangkaian RC dengan $R > 1$ secara seri dan $C > 1$ secara paralel dapat dirumuskan sebagai berikut.

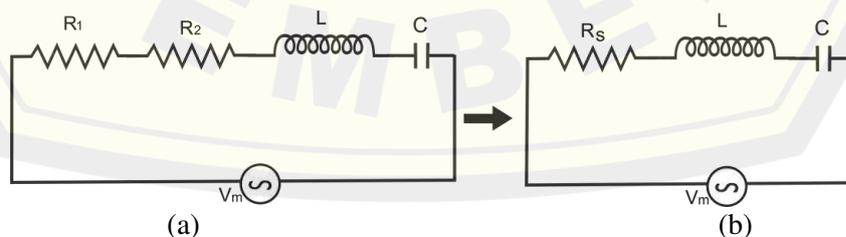
$$Z_{RC} = \sqrt{R_{seri}^2 + \Sigma X_{C paralel}^2} \tag{2.113}$$

Hal tersebut juga berlaku pada persamaan (2.79) jika V_R tersusun secara seri dan V_C tersusun secara paralel. Dalam rangkaian listrik dengan resistor seri, maka nilai tegangannya akan memenuhi persamaan (2.94) dan kapasitor yang tersusun secara paralel maka persamaan tegangannya akan memenuhi persamaan (2.97) sehingga persamaan tegangannya dapat dituliskan dengan:

$$V_{RC} = \sqrt{V_{R seri}^2 + \Sigma V_{C paralel}^2} \tag{2.114}$$

k. Rangkaian kombinasi RLC dengan $R > 1$ secara seri

Persamaan (2.91) dan (2.92) juga bisa berlaku untuk R atau C lebih dari 1 sebagaimana pada rangkaian RL dan RC, sehingga persamaannya juga bisa berubah-ubah sesuai dengan model rangkaiannya. Apabila rangkaian RLC tersusun atas $R > 1$ secara seri maka rangkaiannya digambarkan pada Gambar 2.41 berikut.



(a) Resistor seri; (b) Resistor pengganti

Gambar 2.41 Rangkaian kombinasi RLC 1

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.40) pada rangkaian di atas ke dalam persamaan (2.91) dan (2.92) maka nilai impedansi total pada rangkaian RLC dengan $R > 1$ yang tersusun secara seri dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Z_{RLC} = \sqrt{R_{seri}^2 + (X_L - X_C)^2} \quad ; \quad X_L > X_C \quad (2.115)$$

$$Z_{RLC} = \sqrt{R_{seri}^2 + (X_C - X_L)^2} \quad ; \quad X_C > X_L \quad (2.116)$$

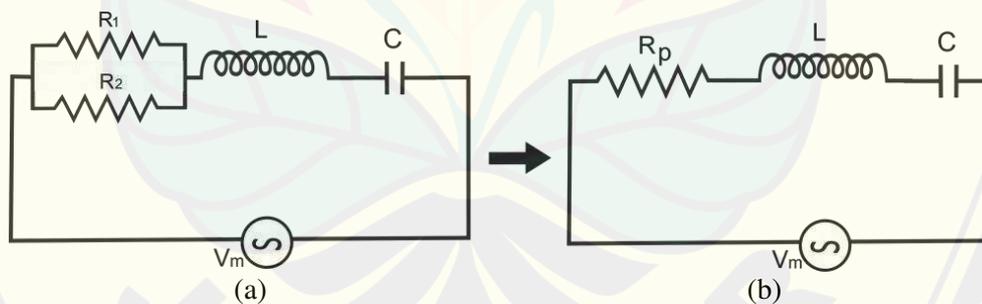
Hal tersebut juga berlaku pada persamaan (2.88) dan (2.90) jika V_R tersusun secara seri. Dalam rangkaian listrik dengan resistor tersusun secara seri maka persamaan tegangannya akan memenuhi persamaan (2.94), sehingga nilai tegangannya dapat dituliskan dengan:

$$V_{RLC} = \sqrt{V_{R\ seri}^2 + (V_L - V_C)^2} \quad ; \quad V_L > V_C \quad (2.117)$$

$$V_{RLC} = \sqrt{V_{R\ seri}^2 + (V_C - V_L)^2} \quad ; \quad V_C > V_L \quad (2.118)$$

1. Rangkaian kombinasi RLC dengan $R > 1$ secara paralel

Apabila rangkaian RLC tersusun atas $R > 1$ secara paralel, maka rangkaiannya digambarkan pada Gambar 2.42 berikut.



(a) Resistor paralel; (b) Resistor pengganti
 Gambar 2.42 Rangkaian kombinasi RLC 2

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.41) pada rangkaian di atas ke dalam persamaan (2.91) dan (2.92) maka nilai impedansi total pada rangkaian RLC dengan $R > 1$ dengan R tersusun secara paralel dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Z_{RLC} = \sqrt{R_{paralel}^2 + (X_L - X_C)^2} \quad ; \quad X_L > X_C \quad (2.119)$$

$$Z_{RLC} = \sqrt{R_{paralel}^2 + (X_C - X_L)^2} ; X_C > X_L \quad (2.120)$$

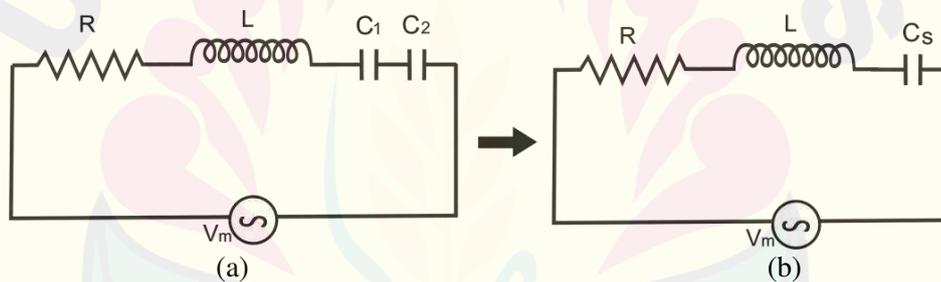
Hal tersebut juga berlaku pada persamaan (2.88) dan (2.90) jika V_R tersusun secara paralel. Dalam rangkaian listrik dengan resistor tersusun secara paralel maka persamaan tegangannya akan memenuhi persamaan (2.97) yaitu:

$$V_{RLC} = \sqrt{V_{R\ paralel}^2 + (V_L - V_C)^2} ; V_L > V_C \quad (2.121)$$

$$V_{RLC} = \sqrt{V_{R\ paralel}^2 + (V_C - V_L)^2} ; V_C > V_L \quad (2.122)$$

m. Rangkaian kombinasi RLC dengan $C > 1$ secara seri

Rangkaian RLC juga dapat tersusun atas $C > 1$ secara seri, maka nilai impedansi totalnya akan memenuhi persamaan (2.91) dan (2.92) serta rangkaiannya digambarkan pada Gambar 2.43 berikut.



(a) Kapasitor seri; (b) Kapasitor pengganti
 Gambar 2.43 Rangkaian kombinasi RLC 3

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.48) pada rangkaian di atas ke dalam persamaan (2.91) dan (2.92) maka nilai impedansi total pada rangkaian RLC dengan C disusun seri dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Z_{RLC} = \sqrt{R^2 + (X_L - \Sigma X_{C\ seri})^2} ; X_L > X_C \quad (2.123)$$

$$Z_{RLC} = \sqrt{R^2 + (\Sigma X_{C\ seri} - X_L)^2} ; X_C > X_L \quad (2.124)$$

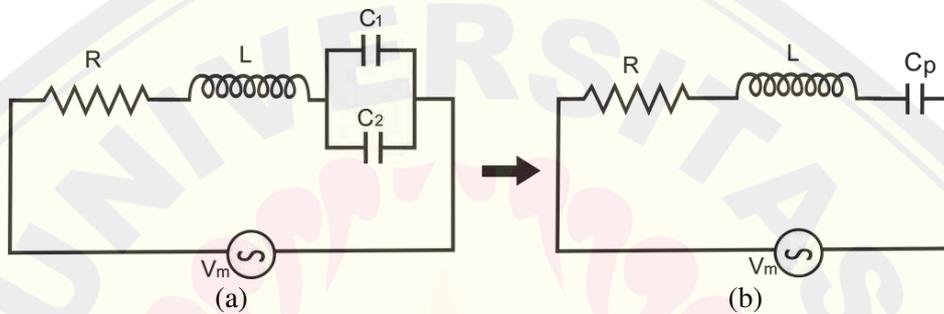
Hal tersebut juga berlaku pada persamaan (2.88) dan (2.89) jika V_C tersusun secara seri. Dalam rangkaian listrik dengan kapasitor tersusun secara seri maka persamaan tegangannya akan memenuhi persamaan (2.94) sehingga persamaan tegangannya dapat dituliskan dengan:

$$V_{RLC} = \sqrt{V_R^2 + (V_L - \Sigma V_{C\ seri})^2} ; \quad V_L > V_C \quad (2.125)$$

$$V_{RLC} = \sqrt{V_R^2 + (\Sigma V_{C\ seri} - V_L)^2} ; \quad V_C > V_L \quad (2.126)$$

n. Rangkaian kombinasi RLC dengan $C > 1$ secara paralel

Apabila rangkaian RLC tersusun atas $C > 1$ secara paralel, maka nilai impedansinya akan memenuhi persamaan (2.91) dan (2.91) dan rangkaianannya digambarkan pada Gambar 2.44 berikut.



(a) Kapasitor paralel; (b) Kapasitor pengganti
 Gambar 2.44 Rangkaian kombinasi RLC 4

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.49) pada rangkaian di atas ke dalam persamaan (2.91) dan (2.92) maka nilai impedansi total pada rangkaian RLC dengan C disusun paralel dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Z_{RLC} = \sqrt{R^2 + (X_L - \Sigma X_{C\ paralel})^2} ; \quad X_L > X_C \quad (2.127)$$

$$Z_{RLC} = \sqrt{R^2 + (\Sigma X_{C\ paralel} - X_L)^2} ; \quad X_C > X_L \quad (2.128)$$

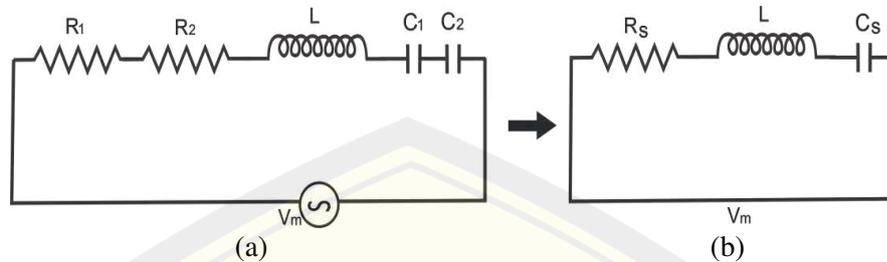
Hal tersebut juga berlaku pada persamaan (2.88) dan (2.90) jika V_C tersusun secara paralel. Dalam rangkaian listrik dengan kapasitor tersusun secara paralel maka persamaan tegangannya akan memenuhi persamaan (2.97) sehingga persamaan tegangannya dapat dituliskan dengan:

$$V_{RLC} = \sqrt{V_R^2 + (V_L - \Sigma V_{C\ paralel})^2} ; \quad V_L > V_C \quad (2.129)$$

$$V_{RLC} = \sqrt{V_R^2 + (\Sigma V_{C\ paralel} - V_L)^2} ; \quad V_C > V_L \quad (2.130)$$

o. Rangkaian kombinasi RLC dengan $R > 1$ seri dan $C > 1$ seri

Apabila rangkaian RLC tersusun atas $R > 1$ secara seri dan $C > 1$ secara seri, maka rangkaianannya digambarkan pada Gambar 2.45 berikut.



(a) Resistor seri dan kapasitor seri; (b) Resistor pengganti dan kapasitor pengganti
 Gambar 2.45 Rangkaian kombinasi RLC 5

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.40) untuk R dan persamaan (2.48) untuk C pada persamaan (2.91) dan (2.92) maka nilai impedansi total pada rangkaian RC dengan $R > 1$ dan $C > 1$ yang disusun secara seri dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Z_{RLC} = \sqrt{R_{seri}^2 + (X_L - \Sigma X_C seri)^2} ; X_L > X_C \quad (2.131)$$

$$Z_{RLC} = \sqrt{R_{seri}^2 + (\Sigma X_C seri - X_L)^2} ; X_C > X_L \quad (2.132)$$

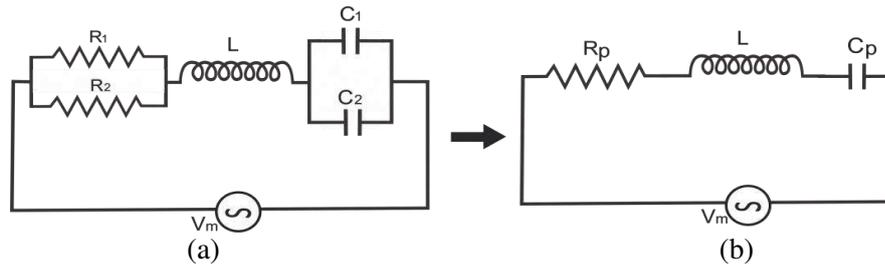
Hal tersebut juga berlaku pada persamaan (2.88) dan (2.90) jika V_R dan V_C tersusun secara seri. Dalam rangkaian listrik dengan kapasitor tersusun secara seri maka persamaan tegangannya akan memenuhi persamaan (2.94) sehingga persamaan tegangannya dapat dituliskan dengan:

$$V_{RLC} = \sqrt{V_{R seri}^2 + (V_L - \Sigma V_C seri)^2} ; V_L > V_C \quad (2.133)$$

$$V_{RLC} = \sqrt{V_{R seri}^2 + (\Sigma V_C seri - V_L)^2} ; V_C > V_L \quad (2.134)$$

p. Rangkaian kombinasi RLC dengan $R > 1$ paralel dan $C > 1$ paralel

Apabila rangkaian RLC tersusun atas $R > 1$ secara paralel dan $C > 1$ secara paralel, maka rangkaianannya digambarkan pada Gambar 2.46 berikut.



(a) Resistor paralel dan kapasitor paralel; (b) Resistor pengganti dan kapasitor pengganti
 Gambar 2.46 Rangkaian kombinasi RLC 6

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.41) untuk R dan persamaan (2.49) untuk C pada persamaan (2.91) dan (2.92) maka nilai impedansi total pada rangkaian RLC dengan $R > 1$ dan $C > 1$ yang disusun secara paralel dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Z_{RLC} = \sqrt{R_{paralel}^2 + (X_L - X_{C\ paralel})^2}; \quad X_L > X_C \quad (2.135)$$

$$Z_{RLC} = \sqrt{R_{paralel}^2 + (X_{C\ paralel} - X_L)^2}; \quad X_C > X_L \quad (2.136)$$

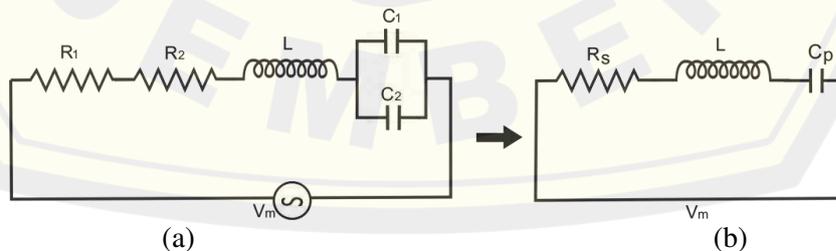
Hal tersebut juga berlaku pada persamaan (2.88) dan (2.90) jika V_R dan V_C tersusun secara paralel. Dalam rangkaian listrik dengan kapasitor tersusun secara paralel maka persamaan tegangannya akan memenuhi persamaan (2.97) sehingga persamaan tegangannya dapat dituliskan dengan:

$$V_{RLC} = \sqrt{V_{R\ paralel}^2 + (V_L - V_{C\ paralel})^2}; \quad V_L > V_C \quad (2.137)$$

$$V_{RLC} = \sqrt{V_{R\ paralel}^2 + (V_{C\ paralel} - V_L)^2}; \quad V_C > V_L \quad (2.138)$$

q. Rangkaian kombinasi RLC dengan $R > 1$ seri dan $C > 1$ paralel

Apabila rangkaian RLC tersusun atas $R > 1$ secara seri dan $C > 1$ secara paralel, maka rangkaiannya digambarkan pada Gambar 2.47 berikut.



(a) Resistor seri dan kapasitor paralel; (b) Resistor pengganti dan kapasitor pengganti
 Gambar 2.47 Rangkaian kombinasi RLC 7

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.40) untuk R dan (2.49) untuk C pada persamaan (2.91) dan (2.92) maka nilai impedansi total pada rangkaian RLC dengan $R > 1$ secara seri dan $C > 1$ secara paralel dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Z_{RLC} = \sqrt{R_{seri}^2 + (X_L - X_{C paralel})^2} ; X_L > X_C \quad (2.139)$$

$$Z_{RLC} = \sqrt{R_{seri}^2 + (X_{C paralel} - X_L)^2} ; X_C > X_L \quad (2.140)$$

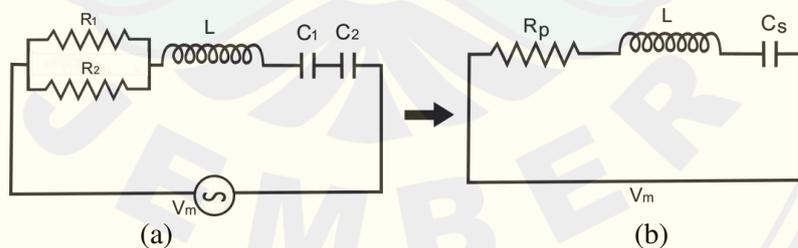
Hal tersebut juga berlaku pada persamaan (2.88) dan (2.90) jika V_R tersusun secara seri dan V_C tersusun secara paralel. Dalam rangkaian listrik dengan resistor seri, maka nilai tegangannya akan memenuhi persamaan (2.94) dan kapasitor yang tersusun secara paralel maka persamaan tegangannya akan memenuhi persamaan (2.97) sehingga persamaan tegangannya dapat dituliskan dengan:

$$V_{RLC} = \sqrt{V_{R seri}^2 + (V_L - V_{C paralel})^2}; V_C > V_L \quad (2.141)$$

$$V_{RLC} = \sqrt{V_{R seri}^2 + (V_{C paralel} - V_L)^2}; V_L > V_C \quad (2.142)$$

r. Rangkaian kombinasi RLC dengan $R > 1$ seri dan $C > 1$ paralel

Apabila rangkaian RLC tersusun atas $R > 1$ secara paralel dan $C > 1$ secara seri, maka rangkaianannya digambarkan pada Gambar 2.48 berikut.



(a) Resistor paralel dan kapasitor seri; (b) Resistor pengganti dan kapasitor pengganti

Gambar 2.48 Rangkaian kombinasi RLC 8

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.41) untuk R dan persamaan (2.49) untuk C pada persamaan (2.91) dan (2.92) maka nilai impedansi total pada rangkaian

RLC dengan $R > 1$ secara paralel dan $C > 1$ yang disusun secara seri dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Z_{RLC} = \sqrt{R_{paralel}^2 + (X_L - X_{C\ seri})^2} ; X_L > X_C \quad (2.143)$$

$$Z_{RLC} = \sqrt{R_{paralel}^2 + (X_{C\ seri} - X_L)^2} ; X_C > X_L \quad (2.144)$$

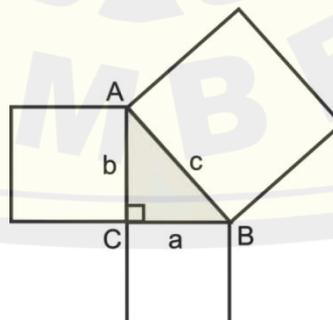
Hal tersebut juga berlaku pada persamaan (2.88) dan (2.90) jika V_R tersusun secara paralel dan V_C tersusun secara seri. Dalam rangkaian listrik dengan resistor paralel, maka nilai tegangannya akan memenuhi persamaan (2.94) dan kapasitor yang tersusun secara seri maka persamaan tegangannya akan memenuhi persamaan (2.97) sehingga persamaan tegangannya dapat dituliskan dengan:

$$V_{RLC} = \sqrt{V_{R\ paralel}^2 + (V_L - V_{C\ seri})^2} ; V_C > V_L \quad (2.145)$$

$$V_{RLC} = \sqrt{V_{R\ paralel}^2 + (V_{C\ seri} - V_L)^2} ; V_C > V_L \quad (2.146)$$

2.9 Teorema Phytagoras

Teorema Phytagoras merupakan teorema yang berlaku pada segitiga dan ditemukan pada abad ke-6 sebelum masehi oleh seorang filsuf dari Yunani Kuno (*Ancient Greek*) bernama Phytagoras (Fachrudin *et al*, 2019). Teorema ini telah dibuktikan oleh banyak pakar dengan berbagai cara yang bervariasi (Marabessy, 2021). Dalam buku *The Pythagorean Theorem* dijelaskan bahwa pada semua segitiga siku-siku, nilai kuadrat sisi terpanjang (*hypotenusa*) sebanding dengan penjumlahan dari kuadrat panjang masing-masing sisi-sisi segitiga yang lain (Sparck, 2008). Sehingga teorema Phytagoras dapat digambarkan sebagaimana pada segitiga siku-siku Gambar 2.49 berikut.



Gambar 2.49 Segitiga Phytagoras
(Sumber: Barlow, 2016)

Persamaan Pythagoras:

$$c^2 = a^2 + b^2 \text{ atau } c = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (2.147)$$

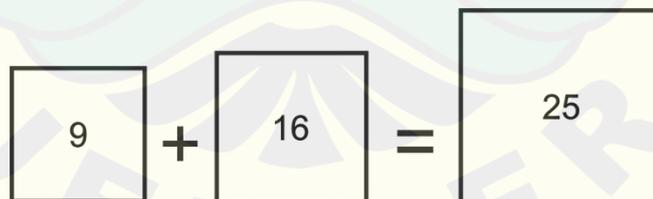
Sehingga

$$b^2 = c^2 - a^2 \text{ atau } b = \sqrt{c^2 - a^2} \quad (2.148)$$

$$a^2 = c^2 - b^2 \text{ atau } a = \sqrt{c^2 - b^2} \quad (2.149)$$

Persamaan Pythagoras (2.147) merupakan persamaan fundamental bagi fisika maupun matematika dengan a dan b adalah sisi dan c adalah *hypotenusa* dari sebuah segitiga siku – siku (Overduin dan Henry, 2020; Agarwal, 2020).

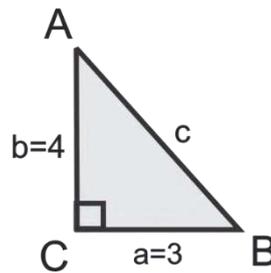
Pada persamaan (2.147), (2.148), dan (2.149) di atas nilai a, b dan c akan diketahui ketika kedua variabel lainnya juga memiliki nilai. Terdapat beberapa pasangan nilai yang terdiri dari 3 angka diantaranya (3, 4, 5) dan (5, 12, 13) yang kemudian disebut dengan *Triple Pythagoras* atau angka-angka khusus pada segitiga Pythagoras (Danesi, 2020). Seperti contoh ketika nilai a = 3 dan b = 4, maka dengan menggunakan persamaan (2.147) akan diperoleh nilai c = 5. Hal ini dikarenakan kuadrat dari 5 merupakan penjumlahan kuadrat 3 dan 4. Begitu pula sebaliknya, ketika nilai c = 5 dan b = 4, maka nilai a adalah 3. Hal ini dikarenakan kuadrat dari 3 merupakan pengurangan kuadrat dari 5 dan 4. Kasus lainnya adalah pada sisi segitiga 5 dan 12, maka sisi tepanjangnya akan memiliki nilai 13. Pasangan kedua nilai (3, 4, 5) dan (5, 12, 13) merupakan *Triple Pythagoras* atau angka-angka khusus pada segitiga Pythagoras. Sehingga Gambar 2.49 di atas dapat diuraikan dengan Gambar 2.50 berikut.



$$\boxed{9} + \boxed{16} = \boxed{25}$$

Gambar 2.50 Penguraian segitiga Pythagoras
(Sumber: Barlow, 2016)

Secara matematis dengan mensubstitusikan nilai a = 3, b = 4 pada persamaan (2.147) (Barlow, 2016). maka nilai c dapat diperoleh dengan menggunakan segitiga Pythagoras sebagaimana Gambar 2.51 berikut.



Gambar 2.51 Segitiga Phytagoras penyelesaian persamaan (2.147)
(Sumber: Barlow, 2016)

Sehingga jika diuraikan secara matematis adalah sebagaimana berikut.

$$\begin{aligned}
 c^2 &= a^2 + b^2 \\
 &= 3^2 + 4^2 = 25 \\
 c &= \sqrt{25} = 5
 \end{aligned}$$

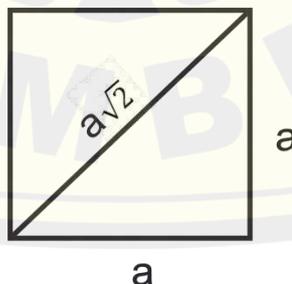
Nilai pada *Triple Phytagoras* akan membentuk suatu pola, sehingga dapat dituliskan sebagaimana Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 *Triple Phytagoras*

Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
3, 4, 5	5, 12, 13	7, 24, 25	8, 15, 17
6, 8, 10	10, 24, 26	14, 48, 50	16, 30, 34
9, 12, 15	15, 36, 39	.	.
12, 15, 20	.	.	.
15, 20, 25	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
dst	dst	dst	dst

(Sumber: Barlow, 2016)

Selain *Triple Phytagoras*, dalam segitiga Phytagoras juga berlaku persamaan pada persegi sebagaimana Gambar 2.52 berikut.



Gambar 2.52 Phytagoras dalam persamaan persegi
(Sumber: Maor, 2019)

Sehingga secara matematis persamaannya dapat dituliskan dengan

$$c^2 = a^2 + a^2$$

$$c = \sqrt{2a^2} = a\sqrt{2} \quad (2.150)$$

Persamaan di atas berlaku untuk segitiga Phytagoras dengan panjang 2 sisi yaitu sisi tinggi dan sisi alas sama (Maor, 2019).

2.10 Penelitian Relevan

Penelitian mengenai Teorema Phytagoras dalam penyelesaian fisika serta pengembangan bahan ajar fisika yang pernah dilakukan, antara lain sebagai berikut:

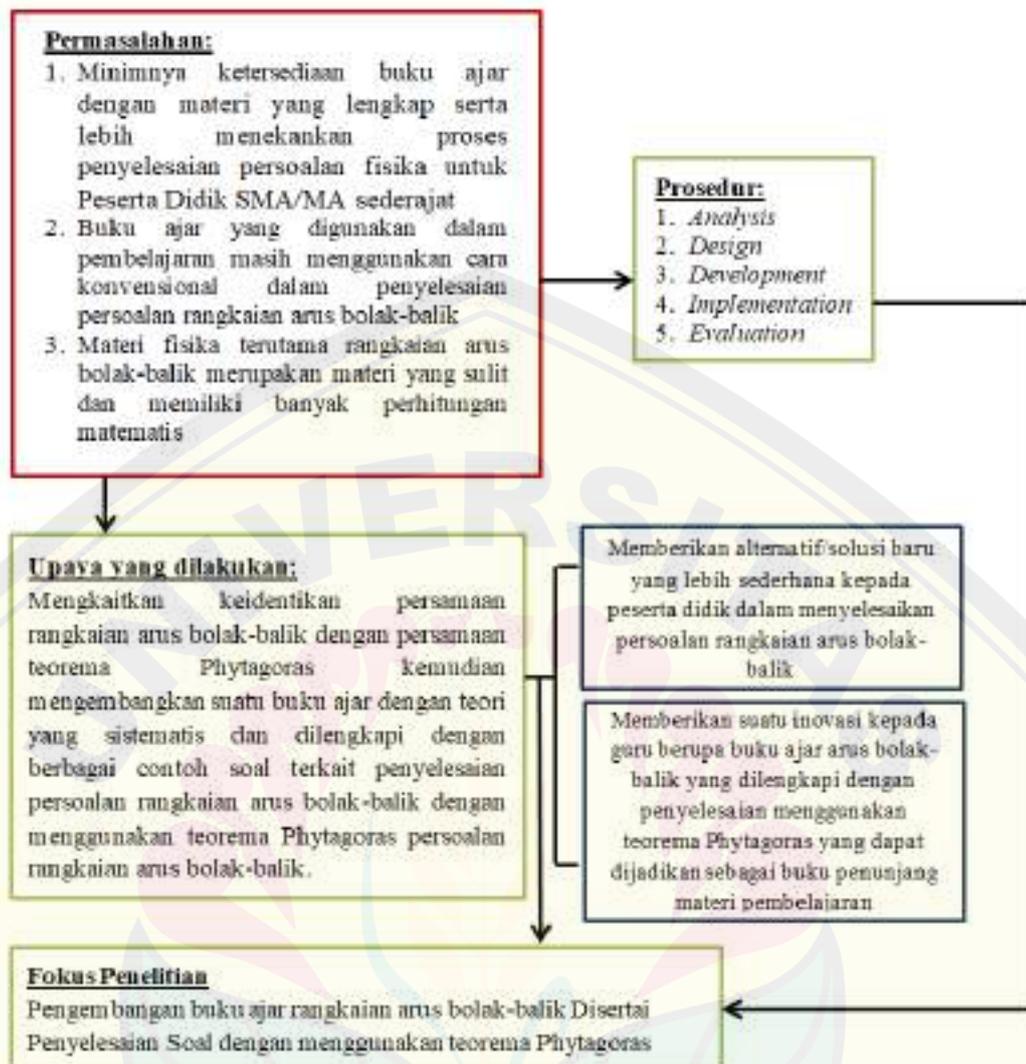
- a. Bambang Supriadi, Alex Harijanto, Tutu Widyawati, Alisia, Arifin, dan Fikri pada tahun 2019 dengan judul penelitian *Pythagoras Method to Complete Einstein Special Relativity Issues*. Penelitian tersebut menunjukkan keberhasilan dalam mengintegrasikan Teorema Phytagoras dalam menyelesaikan persoalan Relativitas Khusus Einstein (Supriadi *et al*, 2019).
- b. Riska Uswatun Khasanah, Bambang Supriadi, dan Sri Handono Budi Prastowo pada tahun 2019 dengan judul penelitian Aplikasi Metode Pythagoras dalam Penyelesaian Soal-Soal Relativitas Khusus Einstein Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas XII SMA Negeri Ambulu. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa Teorema Phytagoras berpengaruh signifikan terhadap cara dan hasil belajar Peserta Didik dalam menyelesaikan soal-soal Rekativitas Khusus Eintein (Khasanah *et al*, 2019).
- c. Muhammad Irfan, Seno Darmawan Panjaitan, dan Muhammad Saleh pada tahun 2014 dengan judul penelitian Sistem Kendali dan Monitoring Faktor Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler dan Internet of Things (IoT). Penelitian tersebut telah mampu merancang sebuah sistem kendali dan monitoring berbasis mikrokontroler dengan menggunakan bantuan segitiga daya (Irfan *et al*, 2014).
- d. Agus Iqramullah, Hafidh Hasan, dan Syukriyadin pada tahun 2020 dengan judul penelitian Perancangan *Phasor Measurement Unit* Menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai Alat Pendeteksi Aliran Daya pada Saluran

Distribusi Tiga Fasa. Penelitian tersebut telah berhasil mengkaitkan persamaan Phytagoras pada proses matematis perancangan alat pendeteksi daya saluran distribusi tiga fasa (Iqramullah *et al*, 2020).

- e. I Wayan Gunada, Syahril Ayub, Aris Doyan, Ni Nyoman Putu Sri Verawati, Hikmawati pada tahun 2021 dengan judul penelitian Pengembangan Buku Ajar Sejarah Fisika Berbasis *Higher Order Thinking Skill* (HOTS). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa dalam mengembangkan buku ajar melalui pengukuran empat aktivitas yaitu visual, menulis, emosional, dan aktivitas lisan diperoleh hasil bahwasannya rerata nilai keseluruhan aktivitas adalah sebesar 73,59% yang dapat di kategorikan baik.
- f. I Gede Rasagama pada tahun 2019 dengan judul penelitian Pengembangan Modul Praktikum Osiloskop untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Arus Bolak-Balik Politeknik Negeri Bandung. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar yang dikembangkan mampu meningkatkan pemahaman konsep arus bolak-balik dan diperoleh hasil bahwa dengan menggunakan bahan ajar dapat menangani kesulitan belajar Peserta Didik pada materi Arus bolak-balik yang dianggap sulit (Rasagama, 2019).
- g. Santi Sasmita, Rosane Medrianti, dan Dedy hamdani pada tahun 2021 dengan judul penelitian Pengembangan E-Modul berbasis *Process Oriented Guided Inquiry Learning* materi Rangkaian Arus Bolak-Balik (AC) Untuk Melatihkan Kemampuan Berfikir Kritis Peserta Didik SMA. Penelitian tersebut memperoleh data bahwa bahan ajar yang dikembangkan memiliki tingkat kevalidan dengan kategori sangat valid dengan persentase rata-rata 86,84%. Selain itu, persepsi Peserta Didik pada bahan ajar yang dikembangkan juga berada pada kategori sangat baik dengan persentase rata-rata 88,46% (Sasmita *et al*, 2021).

2.11 Kerangka Berpikir

Berdasarkan uraian mengenai buku ajar, rangkaian arus bolak-balik, dan teorema Phytagoras sebelumnya, maka kerangka berpikir dalam penelitian ini diilustrasikan dalam Gambar 2. 53 berikut.



Gambar 2.53 Kerangka berpikir

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*Research & Development*) dengan menggunakan model pengembangan ADDIE. Penelitian pengembangan merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk yang disusun (Sugiyono, 2015). Penelitian dilakukan dengan mengkaitkan keidentikan teori satu dengan teori lain yang sejenis. Setelah itu hasil dari keterkaitan keidentikan teori tersebut akan disusun menjadi sebuah buku ajar dan akan dikembangkan dengan diuji kevalidan, keefektifan dan respon peserta didik dengan menggunakan uji terbatas.

3.2 Tempat, Waktu, dan Subjek Penelitian

Tempat penelitian merupakan tempat yang dipilih oleh peneliti untuk melakukan suatu penelitian. Tempat penelitian dipilih dengan teknik *purposive sampling area* atau penentuan tempat berdasarkan beberapa pertimbangan sesuai keinginan peneliti (Surahman *et al*, 2016). Penelitian Uji Coba terbatas buku ajar dilakukan di SMAN 2 Jember. Penelitian dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2022/2023 dengan 33 peserta didik kelas XII SMAN 2 Jember.

3.3 Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel dalam penelitian ini adalah penjelasan terkait variabel – variabel yang akan diteliti. Hal ini dilakukan untuk menghindari miskonsepsi dalam mengartikan istilah-istilah dalam penelitian. Adapun variabel–variabel yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah:

a. Validitas

Validitas merupakan nilai/ukuran apakah buku ajar memenuhi standar kelayakan atau tidak. Dalam uji validitas terdapat empat indikator yang akan diukur yaitu kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan bahasa, dan kelayakan kegrafikan. Keempat indikator tersebut akan diperoleh dari lembar

validasi ahli yaitu 2 dosen dan pengguna yaitu mata pelajaran fisika. Suatu buku ajar dikatakan valid apabila keempat indikator tersebut dipenuhi.

b. Efektivitas

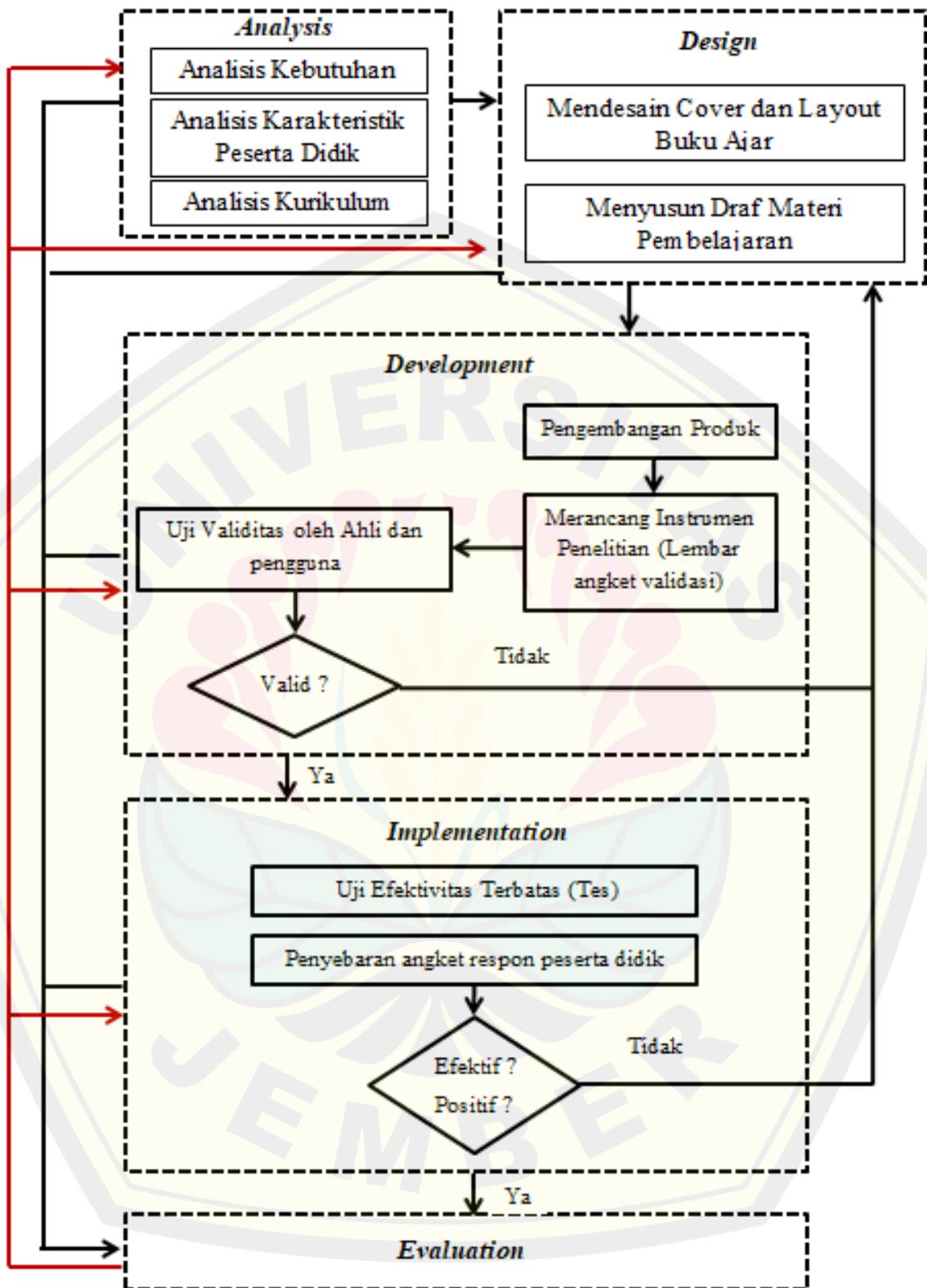
Efektivitas merupakan nilai yang menunjukkan seberapa efektif buku ajar yang dikembangkan dalam kaitannya dengan hasil belajar peserta didik. Nilai keefektifan suatu buku ajar diperoleh dari hasil *pretest* dan *Posttest* peserta didik. Suatu buku ajar dikatakan efektif apabila setelah menggunakan buku ajar dalam pembelajaran nilai rerata *posttest* peserta didik mengalami peningkatan.

c. Respon Peserta Didik

Respon Peserta Didik merupakan nilai tanggapan peserta didik dalam penggunaan buku ajar. Dalam angket respon terdapat tiga indikator yang dinilai yaitu kemudahan penggunaan, kemenarikan penyajian, dan keefensiensian buku ajar. Suatu buku ajar mendapatkan respon yang positif apabila buku ajar mudah dalam penggunaannya, menarik bagi pengguna, serta efisiensi dalam penggunaannya.

3.4 Desain Penelitian

Pengembangan buku ajar Teorema Pythagoras dalam Rangkaian Arus Bolak-balik dilakukan dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahapan yaitu: *Analysis* (Analisis), *Design* (Perancangan/Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi). Adapun alur penelitian dengan menggunakan model ADDIE dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Alur Tahapan Pengembangan ADDIE

Penyusunan rancangan buku ajar pada penelitian ini menggunakan tahapan model pengembangan ADDIE dengan tahap penelitian secara rinci adalah sebagaimana berikut.

3.4.1 *Analysis* (Analisis)

Pada tahap ini akan dilakukan proses pengumpulan data dengan menganalisis kebutuhan yang diperlukan. Tahap analisis dilakukan dengan dua tahap yaitu analisis kerja, dan analisis kebutuhan.

a. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk menganalisis permasalahan dasar dalam pembelajaran baik yang dialami oleh guru maupun peserta didik. Dari analisis ini diharapkan peneliti mengetahui bagaimana proses pembelajaran dan bahan ajar yang sebaiknya digunakan. Oleh karena itu, digunakan suatu instrumen penelitian berupa lembar angket kebutuhan guru dan peserta didik. Lembar angket diberikan kepada guru untuk mendapatkan respon atau jawaban yang bersifat bebas dan terbuka, seperti: sumber belajar yang digunakan, bahan ajar, dan masalah yang dihadapi selama melakukan proses pembelajaran di dalam kelas.

b. Analisis Karakteristik Peserta Didik

Analisis peserta didik dilakukan untuk mengetahui latar belakang peserta didik dan karakter peserta didik berdasarkan aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik. Dalam analisis ini, digunakan instrument penelitian berupa lembar wawancara. Lembar wawancara yang dilakukan bersifat objektif dan terbuka untuk mendapatkan informasi yang luas. Wawancara dilakukan secara langsung kepada guru mata pelajaran fisika.

c. Analisis Kurikulum

Tahap ini dilakukan untuk menganalisis karakter materi berdasarkan kurikulum yang berlaku agar sesuai dengan pengembangan buku ajar dalam proses pembelajaran. Selain itu, juga untuk menentukan bagian utama dari materi yang disusun secara sistematis untuk dijadikan dasar menyusun rumusan tujuan pembelajaran. Teknik pengumpulan data dalam tahap ini dilakukan dengan studi

literatur yaitu dengan menggunakan jurnal-jurnal terkait pengembangan buku ajar dan menggunakan buku paket fisika SMA. Melalui tahap studi literatur maka akan diperoleh informasi terkait karakteristik materi pemberlajaran agar relevan dengan buku ajar yang akan dikembangkan oleh peneliti. Dalam tahap ini terdapat beberapa poin yang perlu didapatkan, antara lain:

- 1) Tujuan pembelajaran yang telah ditentukan
- 2) Ketercapaian tujuan pembelajaran

Dengan demikian, dua tahapan diatas harus relevan dengan buku ajar yang dikembangkan (Cahyadi, 2019).

3.4.2 *Design* (Perancangan/Desain)

Desain merupakan tahapan pembuatan rancangan produk. Dalam penelitian ini produk yang dikembangkan adalah buku ajar mengenai Teorema Phytagoras dalam rangkaian arus bolak-balik. Terdapat beberapa langkah yang dilakukan dalam tahap ini, yaitu menentukan tujuan pembelajaran, menyusun draf materi pembelajaran, mendesain Cover dan *Layout* buku ajar.

a. Mendesain Cover dan *Layout* Buku Ajar

Pembuatan desain Cover dan *Layout* buku ajar dilakukan untuk menambah ketertarikan peserta didik terhadap buku ajar yang disusun. Melalui desain buku ajar yang menarik akan mampu membuat peserta didik tidak jenuh dibandingkan membaca buku teks tanpa adanya kombinasi warna. Tahap desain buku ajar dilakukan dengan menggunakan aplikasi *CorelDraw X7*, *Canva*, dan *Microsoft Word 2010*. Penyusunan draf buku ajar dimulai dari pembuatan Cover, *Layout*, serta penyesuaian isi materi terhadap *layout* yang telah disiapkan.

b. Menyusun Draf Materi Pembelajaran

Tahap selanjutnya dilakukan setelah menentukan tujuan pembelajaran pada tahap analisis adalah menyusun draf materi yang sesuai dengan tujuan pembelajaran. Penyusunan draf materi dilakukan melalui studi pustaka buku-buku mengenai rangkaian arus bolak-balik, jurnak-jurnal, serta artikel lainnya. Draf buku ajar terdiri dari Cover, Prakata, Daftar Isi, Daftar Tabel, Daftar Gambar,

Materi setiap bab, Uji Kompetensi, Daftar Pustaka, Glosarium, Indeks, dan Biografi Penulis. Adapun pada uraian setiap bab terdiri atas :

- 1) Halaman muka setiap bab, pada halaman muka setiap bab memuat judul utama, petunjuk belajar, dan tujuan pembelajaran
- 2) Materi pembelajaran, materi pembelajaran disusun secara sistematis dari konsep paling sederhana menuju konsep yang lebih rumit, sehingga dapat memudahkan pemahaman peserta didik
- 3) Contoh soal, setiap bab pada buku ajar yang disusun akan dilengkapi dengan berbagai contoh soal untuk menunjang pemahaman peserta didik terkait konsep yang telah disajikan
- 4) Rangkuman, pada setiap akhir materi akan disajikan rangkuman yang berisi poin-poin penting yang harapannya dapat diingat oleh peserta didik setiap selesai mempelajari materi pada setiap bab
- 5) Latihan soal, dalam setiap bab buku ajar yang disusun memuat latihan soal untuk mengasah kemampuan peserta didik serta bahan evaluasi mengenai materi yang telah disajikan
- 6) Uji kompetensi, pada bagian akhir buku ajar disajikan uji kompetensi yang memuat soal-soal *review* dari bab awal hingga bab akhir. Uji kompetensi yang dimuat dalam buku ajar ada dua, yaitu uji kompetensi 1 dan uji kompetensi 2. Uji kompetensi 1 memiliki bobot soal yang lebih ringan dibandingkan uji kompetensi 2. Hasil dari uji kompetensi 1 dan uji kompetensi 2 dapat dijadikan acuan penilaian guru untuk menilai seberapa besar pemahaman peserta didik setelah melakukan proses pembelajaran.

3.4.3 *Development* (Pengembangan)

Tahap pengembangan merupakan tahap dimana buku ajar yang telah disusun akan ditelaah oleh para ahli dan pengguna melalui uji validitas, sehingga pada tahap pengembangan akan dilakukan dua kegiatan yaitu membuat instrument pengukuran produk dan uji validitas produk.

a. Membuat Instrumen Pengukuran Produk

Instrumen pengukuran produk merupakan suatu alat yang digunakan untuk menilai tingkat kevalidan buku ajar. Tingkat kevalidan produk yang dikembangkan disusun menjadi angket yang disebut dengan lembar validasi. Lembar validasi disusun berdasarkan empat aspek kelayakan sebagaimana ketentuan dari Badan Standar Nasional Pendidikan yaitu kelayakan isi, kelayakan bahasa, kelayakan penyajian, dan kelayakan kegrafikan. Pada setiap aspek tersebut memiliki indikator yang berbeda-beda sesuai dengan ketentuan BNSP.

b. Uji Validitas Produk

Tahap ini merupakan tahap uji kelayakan, dimana buku ajar yang telah disusun akan divalidasi oleh validator yaitu dua ahli yaitu dosen Proram Studi Pendidikan Fisika Universitas Jember dan seorang pengguna yaitu Guru mata pelajaran fisika kelas XII SMAN 2 Jember. Tujuan validasi ini adalah untuk memperoleh hasil uji kelayakan produk yang berupa kritik dan saran dari validator. Hasil dari kritik dan saran akan digunakan pada tahap revisi buku ajar. Jika tidak sesuai, maka akan dilakukan revisi sampai konten isi dari buku ajar tersebut sesuai dengan konsep yang ada secara keseluruhan. Jika sudah sesuai, maka lanjut pada tahap selanjutnya.

3.4.4 *Implementation* (Implementasi)

Tahap implementasi dilakukan setelah buku ajar dinyatakan valid oleh validator. Setelah buku ajar dinyatakan valid, maka buku ajar akan diterapkan pada Peserta Didik SMAN 2 Jember yang ditentukan dengan teknik *random sampling* yang direkomendasikan oleh guru fisika. Uji coba dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keefektifan dan kepraktikalitasan buku ajar yang telah disusun. Dalam penelitian ini akan dilakukan dua tahapan, yaitu:

- a. Uji efektivitas buku ajar secara terbatas. Uji efektivitas diperoleh dari data hasil tes peserta didik setelah menggunakan buku ajar yang dirancang.

- b. Respon peserta didik mengenai seberapa positif buku ajar yang dikembangkan dengan uji secara terbatas. Uji coba ini diperoleh dari respon Peserta Didik melalui angket respon yang telah disebar. Angket diberikan kepada responden dengan jumlah terbatas. Angket yang diberikan meliputi beberapa pertanyaan dengan indikator berupa kemudahan penggunaan, kemenarikan penyajian, serta efisiensi buku ajar bagi peserta didik.

3.4.5 *Evaluation* (Evaluasi)

Tahap evaluasi dilakukan secara formatif, yaitu dilakukan setiap selesai dilakukan tiap tahapan dalam prosedur tahapan model ADDIE. Melalui tahapan evaluasi ini dapat dilakukan perbaikan atau revisi pada tiap tahapan seperti saran dan masukan oleh tim validasi dan pengguna terkait kekuarangan buku ajar. Maka dari itu, tahap evaluasi pada model ADDIE dilakukan evaluasi secara keseluruhan dari awal hingga akhir dan pada kegiatan evaluasi bertujuan untuk meminimalisir terjadinya kesalahan pada setiap tahapannya.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data diartikan sebagai suatu upaya yang akan dilakukan peneliti untuk mendapatkan informasi serta mengumpulkan data yang diperlukan dalam penelitian berdasarkan suatu model pengembangan. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah sebagaimana berikut.

a. Wawancara Guru Mata Pelajaran

Wawancara guru mata pelajaran merupakan teknik pengumpulan data tahap awal sebelum penelitian uji pengembangan. Wawancara disini bertujuan untuk memperoleh data sumber belajar, bahan ajar yang digunakan, karakteristik peserta didik, serta masalah yang dihadapi guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran di kelas. Wawancara dilakukan dengan *open-ended* yaitu pertanyaan yang diberikan kepada guru untuk mendapatkan respon atau jawaban yang bersifat bebas dan terbuka. Tahap wawancara dilakukan juga untuk mengetahui karakteristik peserta didik pada aspek kognitif, psikomotorik, dan afektif.

b. Studi Kepustakaan

Studi pustaka merupakan proses mengkaji teori dan konsep yang diperlukan sehingga dapat mendukung dan memenuhi data yang diperlukan dalam penelitian (Jaya, 2020). Adapun sumber yang digunakan penulis dalam studi kepustakaan adalah buku-buku, jurnal-jurnal yang telah terindeks baik secara nasional maupun internasional serta beberapa data-data kementerian terbaru. Dalam studi kepustakaan peneliti akan menganalisis hubungan antara persamaan antara teorema Phytagoras dengan persamaan pada rangkaian AC.

c. Lembar Angket

Lembar angket diperlukan untuk memperoleh informasi mengenai kebutuhan guru dan peserta didik, permasalahan yang dihadapi dalam proses pembelajaran serta nilai kepraktikalitasan buku ajar yang dikembangkan. Maka dari itu, dalam penelitian ini akan disebar tiga jenis angket yaitu angket analisis kebutuhan guru, angket analisis kebutuhan peserta didik, dan angket respon peserta didik mengenai buku ajar yang dikembangkan. Angket kebutuhan guru dan peserta didik diberikan dengan tujuan mengetahui permasalahan yang dialami guru dan peserta didik mengenai buku ajar yang digunakan pada saat proses pembelajaran serta solusi apa yang sesuai dengan permasalahan yang terjadi. Angket respon peserta didik digunakan untuk mengetahui pendapat peserta didik terkait buku ajar yang dikembangkan yang akan menjadi data nilai kepraktikalitasan buku ajar. Adapun Indikator respon buku ajar sebagaimana indikator pada kepraktikalitasan yaitu kemudahan penggunaan, kemenarikan penyajian, serta efisiensi buku ajar bagi peserta didik. Jawaban dalam angket disajikan dalam skala likert dengan ketentuan sebagaimana Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Kriteria Angket

Kriteria	Skor
Sangat Setuju	5
Setuju	4
Ragu-Ragu	3
Tidak Setujua	2
Sangat Tidak Setuju	1

Sumber: Sugiyono, 2015

d. Lembar Validasi

Lembar validasi digunakan untuk memperoleh tingkat validitas produk yang dikembangkan. Hasil validasi didapatkan setelah peneliti merancang buku ajar rangkaian arus bolak-balik dengan menggunakan teorema Pythagoras dan menyerahkannya kepada validator ahli dan pengguna. Setelah itu, validator ahli dan pengguna mengisi lembar validasi dengan memberi tanda centang pada kolom dan baris yang sesuai serta memberikan komentar, kritik, saran, dan masukan guna perbaikan buku ajar yang dikembangkan. Kriteria penilaian buku ajar menggunakan skala likert sebagaimana pada tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Kriteria Lembar Validasi

Kriteria	Skor
Sangat Valid	5
Valid	4
Cukup Valid	3
Kurang Valid	2
Tidak Valid	1

Validator pada penelitian ini terdiri dari tiga validator yaitu dua dosen Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jember dan satu guru mata pelajaran Fisika kelas XII SMAN 2 Jember yang sedang mengampu materi yang sesuai.

e. Tes

Tes adalah akumulasi dari pertanyaan atau latihan untuk mengetahui tingkat kompetensi dan keterampilan peserta didik. Data tes dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui nilai efektivitas buku ajar. Data efektivitas tersebut diperoleh dari hasil nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik sebelum dan setelah menggunakan buku ajar dalam pemahaman materi dan penyelesaian persoalan. *Pretest* dilakukan untuk memperoleh data penyelesaian soal dengan menggunakan metode konvensional sebelum peserta didik mempelajari buku ajar, sedangkan *posttest* digunakan untuk memperoleh data penyelesaian soal dengan Teorema Pythagoras yang dimuat dalam buku ajar yang disusun.

f. Dokumentasi

Data yang diperoleh melalui metode dokumentasi meliputi daftar nama responden serta kegiatan penelitian. Dalam penelitian ini, dokumentasi digunakan untuk mengambil gambar dan video dengan menggunakan kamera. Hasil dari dokumentasi ini kemudian akan digunakan sebagai data pendukung yang dapat memperkuat data lainnya.

3.6 Metode Analisis Data

Samsu (2017:13) mengemukakan bahwasannya metode analisis data merupakan tahap dimana data diinterpretasikan secara naratif, deskriptif atau tabulasi yang diperoleh dari penelitian di lapangan. Dalam penelitian ini dilakukan tiga jenis analisis data yaitu analisis data hasil validitas, efektivitas, dan praktikalitas.

3.6.1 Analisis Data Hasil Validitas

Data uji validitas diperoleh dari hasil lembar validasi oleh para ahli dan pengguna kemudian digunakan sebagai data kelayakan. Data skor yang diperoleh kemudian dikonversi dalam bentuk presentasi. Adapun rumus yang digunakan mencari persentase kevalidan produk menggunakan persamaan sebagai berikut

$$V = \frac{F}{N} \times 100\% \quad (3.1)$$

Keterangan :

V = Persentase Vaiditas total yang telah dicapai

F = Frekuensi/jumlah jawaban responden

N = Jumlah responden

Hasil persentase yang diperoleh kemudian dianalisis dan dikonversikan kedalam bentuk pernyataan predikat. Adapun pedoman konversi persentase ke pernyataan predikat adalah sebagaimana tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Kriteria persentase validitas berdasarkan angket ahli

Persentase (%)	Tafsiran
$80\% < V \leq 100\%$	Sangat Valid
$60\% < V \leq 80\%$	Valid
$40\% < V \leq 60\%$	Cukup Valid
$20\% < V \leq 40\%$	Kurang Valid

Persentase (%)	Tafsiran
$0\% < V \leq 20\%$	Tidak Valid

(Dimodifikasi dari Hodyanto *et al*, 2020)

Berdasarkan kriteria tabel diatas, maka buku ajar Teorema Phytgoras dalam penyelesaian soal-soal rangkaian AC dapat dinyatakan valid jika $V \geq 60\%$.

3.6.2 Analisis Data Hasil Efektivitas

Pengujian efektivitas dalam penelitian ini dilakukan dengan pengukuran hasil belajar Peserta Didik sebelum dan sesudah menggunakan buku ajar yang disusun. Hasil nilai *Pretest* dan *Posttest* kemudian dianalisis menggunakan *N-Gain score* yang dikembangkan oleh Hake & Richard (2002) untuk mengetahui efektivitas pengembangan buku ajar. Secara matematis dapat dituliskan dengan

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Total skor yang diperoleh}}{\text{Total skor maksimum}} \times 100 \quad (3.2)$$

Data hasil belajar kognitif peserta didik lalu dianalisis dengan menggunakan *N-Gain score* dengan rumus sebagaimana berikut.

$$\text{Normalized Gain } (g) = \frac{S_{Post} - S_{Pre}}{S_{Maks} - S_{Pre}} \times 100\% \quad (3.3)$$

Hasil akan dianalisis menggunakan kriteria *Normalized Gaid* (g) pada tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Kriteria Normalized Gain

Kriteria Nilai N-gain	Kriteria
$g \geq 70\%$	Tinggi
$30\% \leq g < 70\%$	Sedang
$g < 30\%$	Rendah

(Fathia *et al* 2018)

3.6.3 Analisis Data Hasil Respon Peserta Didik

Data respon buku ajar yang diperoleh dari lembar respon peserta didik selama menggunakan buku ajar kemudian akan dianalisis untuk mengetahui pendapat Peserta Didik setelah menggunakan buku ajar rangkaian arus bolak-balik dengan menggunakan Teorema Phytgoras. Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis deskriptif kuantitatif. Data diperoleh dari skor yang diperlukan dari angket skala likert dengan menggunakan 5 tingkatan penskoran,

Skor 5, sangat setuju (SS); Skor 4, Setuju (S); Skor 3, Ragu-Ragu (RR); Skor 2, Tidak Setuju (TS); dan Skor 1, Sangat Tidak Setuju (STS). Data kemudian diubah menjadi data kuantitatif

$$P (\%) = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100\% \quad (3.4)$$

Hasil persentase akan dikategorikan ke dalam ketentuan kategori nilai respon Peserta Didik menurut ketentuan kategori nilai respon Peserta Didik dapat dilihat pada tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5 Kategori Respon Peserta Didik

Rentang Skor	Kriteria
0% < p ≤ 20%	Sangat Kurang Positif
21% < p ≤ 40%	Kurang Positif
41% < p ≤ 60%	Cukup Positif
61% < p ≤ 80%	Positif
80% < p ≤ 100%	Sangat Positif

(Riduwan, 2015)

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Produk pengembangan yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras. Produk pengembangan yang dihasilkan dalam penelitian ini bertujuan untuk memberikan cara yang lebih sederhana dalam menyelesaikan soal-soal rangkaian arus bolak-balik dengan menggunakan Teorema Pythagoras. Sehingga dari pengembangan produk yang dihasilkan diharapkan peserta didik dapat menyelesaikan soal-soal rangkaian arus bolak-balik dengan cara yang lebih mudah dan sederhana. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain penelitian pengembangan ADDIE. Menggunakan model ADDIE dalam suatu proses pengembangan produk merupakan salah satu metode yang cukup efektif pada saat ini (Defina, 2021). Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras telah diujikan pada proses pembelajaran di SMAN 2 Jember.

4.4.1 *Analysis* (Analisis)

Tahap analisis dilakukan dengan tiga tahap, yaitu analisis kebutuhan, analisis karakter peserta didik, dan analisis kurikulum (Benny, 2019). Tahap pertama merupakan analisis kebutuhan yang bertujuan untuk memperoleh informasi terkait permasalahan yang dihadapi guru dan peserta didik terkait dengan sumber belajar dan masalah yang dihadapi dalam kegiatan pembelajaran menggunakan buku ajar yang digunakan (Cahyadi, 2019). Teknik pengumpulan data yang digunakan pada tahap ini adalah dengan menggunakan lembar lembar angket kebutuhan guru dan peserta didik dan lembar wawancara.

Pada tahap analisis kebutuhan diketahui apa saja permasalahan yang dialami guru dan peserta didik dalam pembelajaran, sehingga peneliti dapat mendapatkan solusi mengenai permasalahan yang dihadapi. Hasil angket kebutuhan guru menjelaskan bahwa buku ajar yang digunakan saat ini pada pembelajaran dikelas menjabarkan rumus yang terlalu panjang sehingga guru mengalami kendala dalam menjelaskan kepada peserta didik mengenai penyelesaian soal. Oleh karena itu,

pembelajaran membutuhkan suatu buku ajar yang disusun secara sistematis dan dilengkapi dengan contoh soal yang tersusun dari contoh soal level mudah menuju contoh soal level sukar. Guru juga menjelaskan bahwasannya di sekolah tempat penelitian juga masih belum pernah disusun suatu buku ajar rangkaian arus bolak-balik yang dilengkapi dengan berbagai jenis soal dan disertai penyelesaian dengan cara yang lebih sederhana dan cepat. Namun terlepas dari hal tersebut, hasil belajar peserta didik terhadap materi fisika dengan penyelesaian soal yang membutuhkan rumusan matematis panjang dinilai sudah cukup baik.

Analisis selanjutnya adalah analisis kebutuhan peserta didik. Hasil rata-rata angket kebutuhan peserta didik terkait buku ajar yang digunakan dalam pembelajaran bertujuan untuk mengetahui permasalahan peserta didik serta apa yang dibutuhkan oleh peserta didik dalam rangka mencapai tujuan pembelajaran. Hasil angket analisis kebutuhan peserta didik yang diberikan kepada 33 orang kelas XII MIPA 6 di SMAN 2 Jember adalah sebagaimana pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Hasil angket analisis kebutuhan peserta didik

Kegiatan	Pernyataan	Hasil
Angket analisis kebutuhan peserta didik	1. Respon peserta didik terkait buku ajar yang digunakan dalam pembelajaran materi rangkaian arus bolak-balik	a. 7 orang peserta didik (21%) menyatakan bahwa buku ajar yang digunakan sudah mampu memberikan kemudahan dalam memahami materi fisika khususnya dalam penyelesaian soal b. 26 orang peserta didik (79%) menyatakan bahwa materi pada buku yang digunakan terlalu rumit dan sulit difahami serta kurangnya pembahasan pada contoh soal. Selain itu, terlalu banyak persamaan sehingga rumit dalam penyelesaiannya.
	2. Buku ajar yang digunakan sudah dilengkapi dengan jenis soal yang berbeda-beda	a. 7 orang peserta didik (21%) menyatakan bahwa peserta didik sudah pernah menggunakan buku ajar yang dilengkapi dengan berbagai persoalan kombinasi b. 26 orang peserta didik (79%) menyatakan bahwa peserta didik tidak pernah menggunakan buku ajar yang dilengkapi dengan berbagai persoalan kombinasi

Kegiatan	Pernyataan	Hasil
3.	Kesulitan peserta didik dalam menggunakan buku ajar yang diberikan sekolah	<p>a. 23 orang peserta didik (70%) menyatakan bahwa mengalami kendala yaitu kurang memahami isi materi di buku</p> <p>b. 23 orang peserta didik (70%) menyatakan bahwa mengalami kendala yaitu banyak latihan soal tapi sedikit pembahasan/cara penyelesaian</p> <p>c. 10 orang peserta didik (30%) menyatakan bahwa mengalami kendala yaitu istilah di dalam buku terlalu sulit</p> <p>d. 15 orang peserta didik (45%) menyatakan bahwa mengalami kendala yaitu jenis soal pada latihan soal berbeda dengan contoh soal</p> <p>e. 2 orang peserta didik (6%) menyatakan bahwa mengalami kendala yaitu Materi yang ada pada buku tidak sesuai dengan soal yang diberikan</p> <p>f. 14 orang peserta didik (42%) menyatakan bahwa mengalami kendala yaitu terlalu banyak rumusan matematis yang panjang</p>
4.	Tanggapan peserta didik terhadap penyusunan buku yang dilengkapi berbagai jenis soal dan penyelesaiannya dengan cara yang lebih sederhana	<p>a. 12 peserta didik (36%) menyatakan bahwa setuju jika akan disusun buku ajar yang berisi materi yang dilengkapi dengan contoh soal dan penyelesaiannya dengan cara yang lebih mudah</p> <p>b. 21 orang peserta didik (64%) menyatakan bahwa sangat setuju jika akan disusun buku ajar yang berisi materi yang dilengkapi dengan contoh soal dan penyelesaiannya dengan cara yang lebih mudah Sehingga 100% menyatakan peresetujuannya apabila akan disusun buku ajar yang berisi materi yang dilengkapi dengan contoh soal dan penyelesaiannya dengan cara yang lebih mudah</p>

Berdasarkan tabel 4.1 menunjukkan 26 orang peserta menyatakan bahwa materi pada buku yang digunakan terlalu rumit dan sulit difahami serta kurangnya

pembahasan pada contoh soal. Selain itu, terlalu banyak persamaan sehingga rumit dalam penyelesaiannya. Lebih lanjut semua peserta didik setuju apabila disusun buku ajar yang berisi materi yang dilengkapi dengan contoh soal dan penyelesaiannya dengan cara yang lebih mudah.

Tahap analisis kedua adalah analisis karakteristik peserta didik. Analisis karakteristik peserta didik dilakukan untuk mengetahui karakteristik peserta didik dari aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik. Ketiga aspek tersebut secara detail diperoleh dari hasil wawancara, dimana diperoleh hasil bahwa dari segi aspek kognitif dinilai cukup baik, namun terkadang terdapat beberapa siswa kurang teliti dalam mengerjakan soal dan mengalami kesulitan dalam pengaplikasian rumus didalam soal. Dari segi afektif sebagian cenderung aktif dalam pembelajaran. Dari segi psikomotorik siswa cukup terampil dalam pembelajaran. Menurut guru fisika kelas XII di SMAN 2 Jember,

“Kalau segi kognitif secara keseluruhan sudah cukup baik, walaupun juga ada beberapa yang kurang teliti dan terkendala dalam menggunakan rumus di dalam menyelesaikan soal. Dari segi afektif keseluruhan cenderung aktif dan sudah terampil dalam pembelajaran (Wawancara, I, 12 November 2022)”.

Selain data hasil wawancara, analisis karakteristik peserta didik juga diperoleh dari hasil angket yang memperoleh data bahwasannya dari segi gaya belajarnya, peserta didik memiliki kebiasaan yang berbeda-beda, 9 orang peserta didik menyatakan bahwa belajar dengan cara mempelajari materi dengan cara memahami isi materi, 14 orang peserta didik menyatakan bahwa mempelajari materi dengan cara membaca berulang-ulang, 10 orang peserta didik mempelajari materi dengan cara menghafalkan rumus, 9 orang peserta didik mempelajari materi dengan cara menyelesaikan soal-soal, dan hanya 1 peserta didik yang mempelajari materi dengan cara mendengarkan penjelasan guru.

Berdasarkan hasil analisis karakteristik peserta didik dapat diketahui bahwa sebagian besar peserta didik mengandalkan cara belajar dengan dirinya sendiri. Hal ini dapat dilihat dari hasil angket tersebut bahwasannya belajar dengan mendengarkan penjelasan guru hanya hanya terdapat 1 orang peserta didik. Maka dari itu, perlu dikembangkan buku ajar dengan materi lengkap, disusun sistematis

dan disertai penyelesaian soal dengan langkah-langkah yang lebih mudah agar peserta didik dapat belajar secara mandiri untuk meningkatkan pemahamannya.

Selanjutnya adalah tahap analisis kurikulum. Tujuan dari analisis kurikulum adalah untuk mengetahui materi yang relevan sehingga pengembangan buku ajar dapat mendorong Peserta Didik agar dapat meningkatkan kemampuannya terhadap proses penyelesaian persoalan arus bolak-balik di berbagai kasus. Analisis kurikulum dilakukan dengan mengidentifikasi karakteristik materi dan tujuan pembelajaran. Analisis karakteristik materi dilakukan untuk menentukan materi yang digunakan dalam pengembangan produk. Karakteristik materi diperoleh dari studi literatur dari jurnal dan buku teks pelajaran.

Peneliti memilih rangkaian arus bolak-balik dalam penelitian ini dikarenakan arus bolak-balik merupakan materi yang memiliki banyak persamaan matematis yang rumit, sehingga guru dituntut untuk dapat memberikan contoh soal dengan kasus yang berbeda-beda serta aplikasinya dalam kehidupan. Akan tetapi, terkadang guru hanya memberikan pertanyaan sebatas konsep yang masih sebatas pada beberapa kasus saja. Hal tersebut membuat Peserta Didik kurang mampu dalam memecahkan suatu persoalan serta latihan soal yang lebih mendalam. Maka dari itu, disusunlah suatu buku ajar mengenai arus bolak-balik yang dilengkapi dengan berbagai contoh aplikasi persoalan khususnya rangkaian RL, RC, dan RLC seri serta kombinasi.

Setelah menganalisis materi pembelajaran selanjutnya adalah mengidentifikasi tujuan pembelajaran. Mengidentifikasi tujuan pembelajaran harus disesuaikan dengan kompetensi inti, kompetensi dasar, dan indikator materi rangkaian arus bolak-balik (AC). Adapun pemaparan KI, dan KD adalah sebagaimana tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

Kompetensi Inti	Kompetensi Dasar
KI-1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianut.	
KI-2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, santun, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), bertanggung jawab, responsif,	

Kompetensi Inti	Kompetensi Dasar
dan pro-aktif dalam berinteraksi secara efektif sesuai dengan perkembangan anak di lingkungan, keluarga, sekolah, masyarakat dan lingkungan alam sekitar, bangsa, negara, kawasan regional, dan kawasan internasional.	
KI-3 : Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.	3.5 Menganalisis rangkaian arus bolak-balik (AC) serta penerapan-nya
KI-4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.	

(Permendikbud, 2021)

Merancang tujuan pembelajaran juga harus disesuaikan dengan indikator dan tujuan pembelajaran yang digunakan sebagai pedoman untuk melaksanakan kegiatan pembelajaran. Adapun pemaparan indikator dan tujuan pembelajaran adalah sebagaimana tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Indikator dan Tujuan Pembelajaran

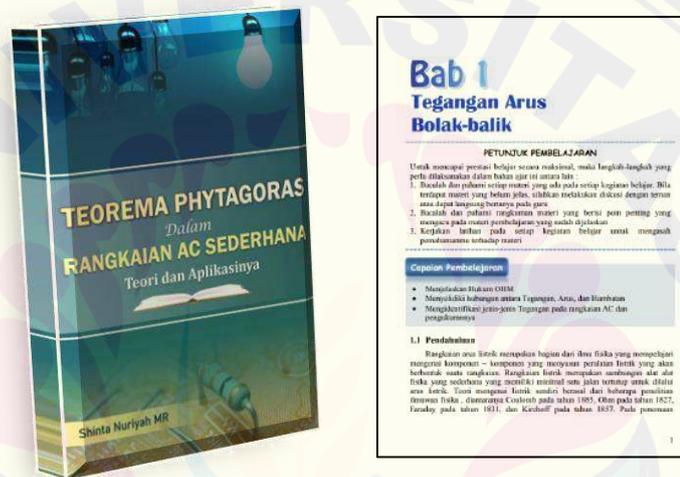
Indikator	Tujuan Pembelajaran
3.5.1 Mengidentifikasi sumber arus bolak-balik	a. Peserta didik dapat menjelaskan arus dan tegangan serta penerapan dari

-
- | | |
|---|---|
| <p>3.5.2 Memahami Kuat Arus dan Tegangan AC dinyatakan dalam Fasor</p> <p>3.5.3 Mengidentifikasi Tegangan dan Arus Bolak-balik (AC)</p> <p>3.5.4 Memahami Rangkaian Resistif, Induktif, dan Kapasitif Murni</p> <p>3.5.5 Mengidentifikasi Rangkaian Seri R, L, dan C</p> <p>3.5.6 Mengidentifikasi rangkaian arus bolak-balik (AC) serta penerapannya</p> | <p>rangkaian arus bolak-balik dengan tepat melalui diskusi.</p> <p>b. Peserta didik dapat menganalisis grafik dan tegangan pada rangkaian arus bolak balik dengan tepat melalui diskusi.</p> <p>c. Peserta didik dapat menentukan arus listrik pada rangkaian RL dan RLC melalui Teorema Phytagoras dengan benar dan tepat.</p> <p>d. Peserta didik dapat menentukan impedansi pada rangkaian RC dan RLC melalui Teorema Phytagoras dengan benar dan tepat.</p> <p>e. Peserta didik dapat menentukan tegangan resistif dan tegangan induktif pada rangkaian RLC melalui Teorema Phytagoras dengan benar dan tepat.</p> <p>f. Peserta didik dapat menentukan nilai reaktansi kapasitif pada rangkaian RLC melalui Teorema Phytagoras dengan benar dan tepat.</p> <p>g. Peserta didik dapat menentukan daya pada rangkaian RLC melalui Teorema Phytagoras dengan benar dan tepat.</p> <p>h. Peserta didik dapat menentukan impedansi rangkaian seri RLC melalui Teorema Phytagoras dengan benar dan tepat.</p> <p>i. Peserta didik dapat mempresentasikan hasil diskusi mengenai penerapan dari rangkaian arus bolak-balik serta prinsip kerjanya</p> |
|---|---|
-

Berdasarkan analisis dan pemaparan hasil wawancara dapat diketahui bahwa pada pembelajaran fisika khususnya materi rangkaian arus bolak-balik dibutuhkan suatu pengembangan buku ajar dengan materi yang lengkap dan disertai dengan contoh soal dan penyelesaiannya dengan cara yang lebih mudah untuk mempermudah peserta didik dalam menyelesaikan soal. Materi yang dipilih pada pengembangan buku ajar adalah rangkaian arus bolak-balik, hal ini dikarenakan pada materi ini mengandung banyak persamaan matematis yang rumit.

4.4.2 Design (Perancangan)

Tahap ini merupakan tahap perencanaan awal untuk membuat bahan ajar yang terdiri dari memilih jenis bahan ajar, mendesain cover dan layout buku ajar serta merancang draf materi pembelajaran. Tahap pemilihan jenis bahan ajar disesuaikan dengan karakteristik peserta, karakteristik materi, dan tujuan pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis maka dipilihlah bahan ajar berupa buku ajar. Pada tahap perancangan juga dibuat rencana desain pada tata letak naskah serta *layout* desain buku ajar. Adapun *layout* desain buku ajar dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Desain cover dan *layout* buku ajar

Hasil perancangan Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu pendahuluan, isi, dan penutup. Tiap bagian tersebut dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Rancangan Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras

No	Komponen Buku Ajar	Rancangan Buku Ajar
1.	Pendahuluan	a. Cover buku ajar b. Kata Pengantar c. Prakata d. Daftar Isi e. Daftar Tabel f. Daftar Gambar
2.	Isi	a. Materi pada setiap bab

No	Komponen Buku Ajar	Rancangan Buku Ajar
		1) Bab 1 : Tegangan Arus Bolak-balik 2) Bab 2 : Arus Listrik Bolak-balik 3) Bab 3 : Hambatan pada Rangkaian Arus Bolak-balik 4) Bab 4 : Daya Arus Bolak-balik 5) Bab 5 : Rangkaian Arus Bolak-balik 6) Bab 6 : Teorema Phytagoras dalam Rangkaian RLC Sederhana
		b. Bagian pada setiap bab <ol style="list-style-type: none"> 1) Petunjuk Pembelajaran 2) Capaian Pembelajaran 3) Isi materi 4) Rangkuman 5) Contoh soal dan pembahasan 6) Latihan soal
3.	Penutup	a. Uji kompetensi 1 b. Uji kompetensi 2 c. Daftar Pustaka d. Glosarium e. Indeks f. Biografi Penulis

Berdasarkan tabel 4.4 menunjukkan bahwa rancangan Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras telah dilengkapi dengan berbagai contoh soal dan pembahasan yang disertai dengan cara yang lebih sederhana yaitu pada bab 6 Teorema Phytagoras dalam Rangkaian RLC Sederhana.

4.4.3 *Development* (Pengembangan)

Pada tahap penelitian *Development* (pengembangan) dilakukan kegiatan validasi kepada tiga validator yang meliputi dua validasi ahli oleh dosen Pendidikan Fisika Universitas Jember dan satu validasi pengguna oleh guru fisika SMAN 2 Jember yang terdiri dari empat aspek, sebagaimana penelitian oleh Noprinda dan Soleh (2019) yaitu aspek kelayakan isi, kelayakan bahasan, kelayakan penyajian, dan kelayakan kegrafikan dengan indikator tertentu sesuai dengan Badan tandar Nasional Pendidikan. Tahap validasi dilakukan dengan memberikan lembar validasi dengan 5 skala yaitu skor (5) sangat valid, skor (4) valid, skor (3) cukup valid, skor (2) kurang valid dan skor (1) tidak valid. Adapun

hasil validasi Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras adalah sebagaimana tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Hasil Validasi ahli 1 terhadap Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras

Aspek	Validator 1		Validator 2		Validator 3		Rata-rata Nilai Setiap Aspek	Kategori
	Skor	Nilai	Skor	Nilai	Skor	Nilai		
Kelayakan Isi	81	90	78	86,6	85	94,4	90,4	Sangat Valid
Kelayakan Bahasa	44	88	44	88	46	92	89,3	Sangat Valid
Kelayakan Penyajian	58	89,2	52	80	61	93,8	87,6	Sangat Valid
Kelayakan Kefrafikan	107	89,2	107	89,2	109	90,8	89,7	Sangat Valid
Rerata Nilai		89,1		85,95		92,75	89,2	Sangat Valid
Kriteria		Sangat Valid		Sangat Valid		Sangat Valid		

Keterangan : Jumlah butir penilaian dari semua aspek sebanyak 48 butir dengan rincian kelayakan isi (18 butir), kelayakan bahasa (10 butir), kelayakan penyajian (13 butir), dan kelayakan kegrafikan (24 butir) dengan skor maksimum = 5.

Aspek penilaian dari validator 1 terdiri dari empat aspek penilaian yaitu kelayakan isi, kelayakan bahasa, kelayakan penyajian, dan kelayakan kegrafikan dengan jumlah keseluruhan adalah 48 butir pertanyaan. Dari tabel 4.5 diatas dapat diketahui bahwa memperoleh nilai dari validator 1 yaitu pada aspek isi sebesar 90, kelayakan bahasa 88, kelayakan penyajian 89,2 dan kelayakan kegrafikan 89,2. Sehingga diperoleh rerata nilai validasi oleh validator 1 adalah sebesar 89,1. Nilai rata-rata tersebut berada pada rentang nilai $80\% < p \leq 100\%$, maka sesuai dengan kriteria validitas adalah berada pada kriteria sangat valid.

Aspek penilaian dari validator 2 terdiri dari empat aspek penilaian yaitu kelayakan isi, kelayakan bahasa, kelayakan penyajian, dan kelayakan kegrafikan dengan jumlah keseluruhan adalah 48 butir pertanyaan. Dari tabel 4.5 diatas dapat diketahui bahwa memperoleh nilai dari validator 2 yaitu pada aspek isi sebesar 86,6, kelayakan bahasa 88, kelayakan penyajian 80 dan kelayakan kegrafikan 89,2. Sehingga diperoleh rerata nilai validasi oleh validator 2 adalah sebesar

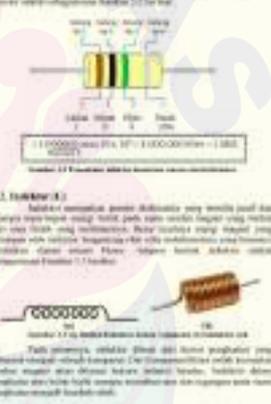
85,95. Nilai rata-rata tersebut berada pada rentang nilai $80\% < p \leq 100\%$, maka sesuai dengan kriteria validitas adalah berada pada kriteria sangat valid.

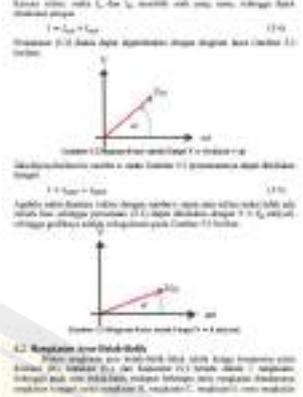
Aspek penilaian dari validator 3 (pengguna) terdiri dari empat aspek penilaian yaitu kelayakan isi, kelayakan bahasa, kelayakan penyajian, dan kelayakan kegrafikan dengan jumlah keseluruhan adalah 48 butir pertanyaan. Dari tabel 4.5 diatas dapat diketahui bahwa memperoleh nilai dari validator 3 (pengguna) yaitu sebesar 92,75. Nilai rata-rata tersebut berada pada rentang nilai $80\% < p \leq 100\%$, maka sesuai dengan kriteria validitas adalah berada pada kriteria sangat valid. Berdasarkan hasil validasi dari ketiga validator pada keempat aspek telah memenuhi standar kelayakan, maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai dengan penyelesaian soal menggunakan teorema Phytagoras sangat valid dan dapat diterapkan dalam proses pembelajaran.

Pada tahap *Development* (Pengembangan) tidak hanya diperoleh hasil validasi berupa data kuantitatif saja tetapi juga diperoleh data kualitatif berupa saran dan komentar yang dapat digunakan untuk perbaikan Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras yang sedang dikembangkan. saran dan komentar diperoleh dari validator 2 sebagaimana tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Saran dan komentar Validator beserta hasil revisi

Saran/Komentar	Hasil Revisi
Penyelesaian di bab 6 terkait cara cepat dibagian contoh soal terlalu panjang dan terkesan rumit	Menyederhanakan penyelesaian contoh soal di bab 6 dengan menghapus cara konvensional.
 	
Pada setiap bab belum dicantumkan tujuan pembelajaran dan capaian pembelajaran.	Pada setiap awal bab diberi tujuan pembelajaran dan capaian

Saran/Komentar	Hasil Revisi
<p>Selain itu <i>design</i> pada kepala bab masih belum menarik.</p>	<p>pembelajaran serta pada kepala bab <i>design</i> diperbaiki</p>
	
<p>Di bagian pembahasan resistor gambar masih kurang menjelaskan bagaimana cara membaca resistor yang benar. Sebaiknya gambar dispesifikkan</p>	<p>Diberi gambar yang bisa menjelaskan pembacaan resistor dengan lebih detail pada setiap warna cincinnya.</p>
	
<p>Penggambaran fasor masih terdapat kesalahan yaitu arah fasor eharusnya berlawanan dengan arah jarum jam, selain itu pada gambar juga masih belum dituliskan komponen apa yang ada pada sumbu-x dan sumbu-y</p>	<p>Gambar fasor diperbaiki berdasarkan arahnya dan dilengkapi komponen pada sumbu-x dan sumbu-y</p>

Saran/Komentar	Hasil Revisi
	

Berdasarkan saran dan komentar yang ada pada tabel 4.6 menunjukkan bahwasannya Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras masih perlu direvisi di beberapa bagian pada buku ajar. Hal ini merupakan bagian evaluasi pada tahap *development*. Hasil dari saran dan komentar tersebut menjadi masukan bagi peneliti untuk melakukan perbaikan agar buku ajar yang dikembangkan menjadi lebih baik.

4.4.4 Implementation (Implementasi)

Tahap setelah *development* adalah tahap *implementation*. Setelah buku ajar divalidasi oleh 3 validator dan dinyatakan valid pada tahap *development*. Maka selanjutnya adalah melakukan tahap implementasi buku ajar pada pembelajaran. Tahap implementasi dilakukan secara terbatas di SMAN 2 Jember tepatnya di kelas XII MIPA 6 sebagaimana Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Implementasi Buku Ajar

Pada saat proses pembelajaran, peserta didik diberi *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui peningkatan hasil *pretest* dan *posttest* sehingga diketahui

tingkat keefektifan buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras dalam pembelajaran. Setelah itu melakukan penyebaran angket respon peserta didik untuk memperoleh tanggapan dan penilaian peserta didik terhadap buku ajar yang dikembangkan. Pada soal *pretest* peserta didik diarahkan untuk mengerjakan soal dengan menggunakan metode konvensional, sedangkan pada soal *posttest* peserta didik diarahkan untuk menyelesaikan soal dengan menggunakan teorema Phytagoras. Adapun hasil nilai *pretest* dan *posttest* dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Hasil *pretest* dan *posttest* pada uji coba terbatas

Jumlah Siswa	Rata-rata <i>Pretest</i>	Rata-rata <i>Posttest</i>	Selisih Rata-rata	Rata-rata <i>N-Gain</i> (%)	Kategori
33	47.58	90.61	43.03	83.46	Tinggi

Berdasarkan hasil pada tabel 4.7 menggunakan *N-Gain* menunjukkan bahwa terjadi peningkatan hasil belajar siswa yang dapat dilihat dari perbedaan rata-rata nilai *pretest* dan rata-rata nilai *posttest*. Hasil rata-rata *pretest* (menggunakan penyelesaian konvensional) adalah 47.58 sedangkan rata-rata nilai *posttest* (menggunakan teorema Phytagoras) adalah 90.61 dengan selisih sebesar 43.03. mengacu pada kriteria *Normalized gain* menunjukkan bahwa hasil belajar peserta didik sebesar 83.46% sehingga berdasarkan kriteria praktikalitas menurut Riduwan (2015) nilai *N-Gain* berada pada rentang $g \geq 70\%$, sehingga nilai tersebut menurut Fathia *et al* (2019) berada pada kategori tinggi.

Tahap selanjutnya adalah tahap mengumpulkan respon peserta didik. Tahap ini dilakukan dengan penyebaran angket respon peserta didik terhadap buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras pada uji terbatas dan dapat dilihat sebagaimana tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8 Hasil Respon Peserta Didik terhadap buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras

No.	Aspek	Persentase Per Aspek	Rata-rata Persentase (%)	Kategori
1.	Kemudahan Penggunaan	83	80,3	Sangat Positif
2.	Daya Tarik	75		
3.	Efisiensi	83		

Hasil angket respon peserta didik sebagaimana pada tabel 4.8 diatas diperoleh persentase pada aspek kemudahan penggunaan sebesar 83. Selanjutnya pada aspek kedua yaitu aspek daya tarik memperoleh nilai 75. Aspek terakhir adalah aspek efisiensi buku ajar, aspek ini memperoleh nilai yaitu 83. Berdasarkan hasil dari ketiga aspek praktikalitas, maka diperoleh hasil angket praktikalitas peserta didik mendapatkan rata-rata 80,3%. Hasil persentase rata-rata aspek respon kemudian disesuaikan dengan indikator menurut Riduwan (2015). Indikator dengan rata-rata persentase 80,3% berada pada rentang $80\% < p \leq 100\%$, sehingga dapat disimpulkan bahwa Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras dikategorikan sangat positif.

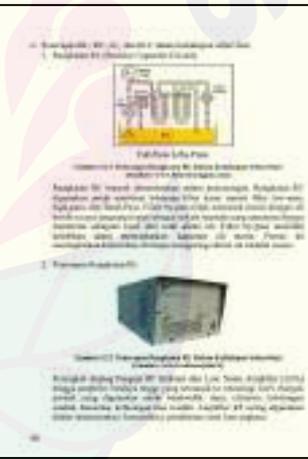
4.4.5 *Evaluation* (Evaluasi)

Tahap evaluasi dilakukan secara formatif, yaitu dilakukan pada setiap tahapan dalam prosedur ADDIE selesai yaitu *Analyse, Design, Development, dan Implementation*. Pada tahap *analyse* dilakukan evaluasi karena terdapat data yang masih kurang mengenai kebutuhan guru, sehingga analisis dilengkapi dengan hasil wawancara. Melalui tahap wawancara dapat diketahui apa saja permasalahan yang dialami guru dan peserta didik dalam pembelajaran, sehingga peneliti dapat mendapatkan solusi mengenai permasalahan yang dihadapi. Menurut guru fisika kelas XII di SMAN 2 Jember,

“Kebanyakan peserta didik itu cenderung tidak suka kalau rumus yang panjang-panjang. Selain itu, menurut saya tampilan buku ajar yang kurang menarik juga kurang memotivasi peserta didik untuk belajar (Wawancara, I, 12 November 2022)”.

Pada tahap *design* dilakukan evaluasi/perbaikan yaitu pada *design* cover dan layout buku ajar. Secara umum, rancangan draf beserta *outline* buku ajar dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.9 Hasil evaluasi *draft* dan *outline* Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras

Rancangan Buku Ajar Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana Teori dan Aplikasinya		
No	Draft	Outline
1.		
2.		

Tabel 4.9 menunjukkan adanya tahap evaluasi pada tahapan *design*, pada tabel tersebut rancangan draf merupakan rancangan yang dibuat oleh peneliti sebelum dilaksanakannya seminar proposal sedangkan *outline* merupakan hasil perbaikan oleh dosen pembimbing dan penguji terhadap Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras setelah dilaksanakannya seminar proposal.

Pada tahap *development* dilakukan evaluasi terhadap saran dan komentar para validator untuk perbaikan buku ajar. Pada tahap ini terdapat beberapa saran dan komentar dari para validator sebagaimana pada tabel 4.6. Saran dan komentar validator meliputi perbaikan pada bab 6 terkait contoh soal dan pembahasan, desain isi pada awal bab, komponen pendukung berupa gambar, dan perbaikan gambar sesuai dengan teori.

Evaluasi pada tahap *implementation* yaitu pada tahap penggunaan buku ajar di lapangan. Pada tahap implementasi terdapat evaluasi yaitu tidak semua peserta didik mendapatkan buku ajar, karena buku ajar masih dicetak dalam jumlah yang terbatas. Hal ini juga dapat menyebabkan peserta didik kurang maksimal dalam menilai buku ajar.

4.2 Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras. Buku ajar yang dikembangkan disusun sesuai dengan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD), indikator pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai selama proses pembelajaran. Hal tersebut sesuai dengan penelitian oleh Magdalena (2020). Sehingga dalam proses pengembangan produk dilakukan tiga jenis uji produk yaitu uji validitas, uji efektivitas, dan uji praktikalitas, sebagaimana pendapat oleh Akker (2013) dalam bukunya yang berjudul *Educational Design Research*. Maka dari itu, terdapat tiga poin pembahasan pada penelitian ini yaitu pembahasan validitas buku ajar, efektivitas buku ajar, dan kepraktikalitasan buku ajar.

4.2.1 Validitas buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras

Buku ajar yang disusun dalam penelitian ini harus melalui tahap validitas sebelum buku ajar diimplementasikan dalam proses pembelajaran. Hal ini agar buku ajar yang disusun sesuai dengan berbagai aspek kelayakan bahan ajar. Maka dari itu buku ajar diujikan validitasnya pada tiga validator yaitu validator ahli oleh dosen Pendidikan Fisika Universitas Jember dan validasi pengguna yaitu guru

fisika SMAN 2 Jember. Dalam uji validitas terdapat empat aspek penilaian yang terdiri dari 22 indikator dan 48 butir penilaian yaitu aspek penyajian yang terdiri dari 4 indikator dan 18 butir penilaian, aspek bahasa yang terdiri dari 5 indikator dan 10 butir penilaian, aspek penyajian yang terdiri dari 4 indikator dan 13 butir penilaian, dan aspek kegrafikan yang terdiri dari 9 indikator dan 24 butir penilaian. Keempat kelayakan tersebut mengacu pada standar kelayakan menurut Badan Standar Nasional Pendidikan yang ditetapkan pada 2016.

Aspek pertama dalam uji validitas adalah aspek kelayakan isi. Aspek penilaian dari ketiga validator terdiri dari empat aspek penilaian yaitu kelayakan isi, kelayakan bahasa, kelayakan penyajian, dan kelayakan kegrafikan dengan jumlah keseluruhan adalah 48 butir pertanyaan. Dari tabel 4.6 diatas dapat diketahui bahwa memperoleh nilai ketiga validator yaitu pada aspek isi sebesar 90,4%. Nilai ini menunjukkan bahwasannya buku ajar yang disusun telah sesuai dengan KI dan KD, memuat materi yang akurat, luas, memenuhi kemuktahiran dan konstektual serta taat pada peraturan perundang-undangan yang berlaku. Hal tersebut telah sesuai dengan standar kelayakan menurut Badan Standar Nasional Pendidikan. Maka dari itu, buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras dinilai layak dari segi isi materi.

Aspek kelayakan isi Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras memperoleh skor dari rentang 4,37 hingga 4,67 pada tiap indikatornya, sehingga diperoleh skor rata-rata 4,52. Perolehan skor rata-rata tersebut kemudian dikonversikan kedalam bentuk persentase sehingga diperoleh persentase sebesar 90,4% yang artinya sesuai dengan kriteria validitas oleh Hodyyanto *et al* (2020) bahwasannya aspek kelayakan isi Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras dikategorikan sangat valid.

Aspek kedua adalah kelayakan bahasa. Pada aspek ini, produk yang dikembangkan memperoleh nilai validasi kelayakan bahasa sebesar 89,3 sehingga buku ajar yang dikembangkan menggunakan bahasa yang sesuai dengan tingkat perkembangan berpikir siswa, mampu memotivasi siswa, lugas, koherensi dan

runtun dalam penulisannya serta sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang benar. Hal tersebut telah sesuai dengan standar kelayakan menurut Badan Standar Nasional Pendidikan. Maka dari itu buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras dinilai layak dari segi bahasa yang digunakan.

Aspek kelayakan bahasa pada buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras memperoleh skor dari rentang 4,33 hingga 4,83 pada tiap indikatornya, sehingga diperoleh skor rata-rata 4,47. Perolehan skor rata-rata tersebut kemudian dikonversikan kedalam bentuk persentase sehingga diperoleh persentase sebesar 89,3% yang artinya sesuai dengan kriteria validitas oleh Hodiyanto *et al* (2020) bahwasannya aspek kelayakan isi Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras dikategorikan sangat valid.

Aspek kelayakan ketiga adalah kelayakan penyajian. Aspek ini memperoleh nilai sebesar 87,6%. Hal ini menunjukkan bahwa buku ajar yang dikembangkan telah disusun menggunakan teknik penyajian yang sesuai, memuat pendukung penyajian, memenuhi penyajian pembelajaran serta memenuhi kelengkapan penyajian. Hal tersebut telah sesuai dengan standar kelayakan menurut Badan Standar Nasional Pendidikan. Maka dari itu buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras dinilai layak dari segi isi penyajiannya.

Aspek kelayakan penyajian Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras memperoleh skor dari rentang 3,67 hingga 4,75 pada tiap indikatornya, sehingga diperoleh skor rata-rata 4,41. Skor indikator terendah adalah pada penyajian pembelajaran, sehingga terdapat sedikit revisi pada bagian ini sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.6 diatas. Perolehan skor rata-rata tersebut kemudian dikonversikan kedalam bentuk persentase sehingga diperoleh persentase sebesar 87,6% yang artinya sesuai dengan kriteria validitas oleh Hodiyanto *et al* (2020) bahwasannya aspek kelayakan penyajian Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai

penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras dikategorikan sangat valid.

Aspek terakhir adalah aspek kelayakan kegrafikan yang memperoleh nilai 89,7%. Hal ini berarti buku ajar yang dikembangkan telah sesuai dengan standar buku ajar, ukuran buku, tata letak cover dan isi, tipografi cover dan isi, ilustrasi, kualitas kertas, kualitas cetakan, dan kualitas penjilidan buku ajar. Sehingga diperoleh rerata nilai validasi oleh ketiga validator adalah sebesar 89,7%. Nilai rata-rata tersebut berada pada rentang nilai $80\% < p \leq 100\%$, maka sesuai dengan kriteria validitas oleh Hodiyanto *et al* (2020) buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras adalah berada pada kriteria sangat valid.

Aspek kelayakan kegrafikan memperoleh skor dari rentang 4,00 hingga 4,67 pada tiap indikatornya, sehingga diperoleh skor rata-rata 4,43. Perolehan skor rata-rata tersebut kemudian dikonversikan kedalam bentuk persentase sehingga diperoleh persentase sebesar 89,7% yang artinya sesuai dengan kriteria validitas oleh Hodiyanto *et al* (2020) bahwasannya aspek kelayakan isi Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras dikategorikan sangat valid.

Hasil rata-rata keempat aspek penilaian validitas Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras memiliki rata-rata nilai 4,46 dari seluruh aspek sehingga jika dikonversikan kedalam bentuk persentase diperoleh persentase sebesar 89,2% yang artinya sesuai dengan kriteria validitas oleh Hodiyanto *et al* (2020) disimpulkan bahwasannya Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras dikategorikan sangat valid. Maka dari itu, buku ajar yang dikembangkan dinyatakan layak untuk digunakan dan diimplementasikan kedalam proses pembelajaran.

4.2.2 Efektivitas buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras

Hasil efektivitas Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras dianalisis dengan menggunakan uji *N-Gain* sehingga diperoleh data secara kuantitatif. Nilai *N-Gain* digunakan untuk mengetahui tingkat efektivitas buku ajar yang dilihat dari peningkatan *pretest* dan *posttest*. *Pretest* dan *posttest* dilakukan dengan durasi, jumlah soal, dan level soal yang sama.

Pada pertemuan pertama peserta didik diberikan penjelasan terkait rangkaian arus bolak-balik dan penyelesaian soal pada rangkaian arus bolak-balik dengan menggunakan cara konvensional pada umumnya, kemudian diakhir pertemuan peserta didik diberikan soal *pretest*. Hasil uji terbatas diperoleh nilai *pretest* untuk skor terendah adalah 30 sedangkan untuk skor tertinggi adalah 70, sehingga untuk data nilai *pretest* masih dikategorikan rendah. *Pretest* dilakukan selama 30 menit dan diberi soal sebanyak 10 butir kepada setiap siswa. Siswa diberi arahan untuk menyelesaikan soal yang diberikan dengan menggunakan cara yang telah diajarkan yaitu dengan cara konvensional. Berdasarkan data yang diperoleh, hanya terdapat 2 siswa yang menjawab semua soal *pretest*, sedangkan yang lain hanya mengerjakan soal sekitar 1-5 soal saja. Dari sini diketahui bahwa siswa masih mengalami kendala dalam menyelesaikan soal-soal rangkaian arus bolak-balik. Maka dari itu diperlukan suatu cara yang lebih sederhana dalam menyelesaikan soal-soal rangkaian arus bolak-balik.

Pada pertemuan kedua peserta didik diberikan penjelasan terkait rangkaian arus bolak-balik serta penyelesaian soal pada rangkaian arus bolak-balik dengan menggunakan cara yang lebih mudah dan sederhana yaitu dengan menggunakan teorema Pythagoras pada buku ajar yang telah disusun. Setelah adanya perlakuan dalam penyelesaian soal rangkaian arus bolak-balik dengan menggunakan teorema Pythagoras, diberikan soal *posttest* untuk mengetahui ada atau tidaknya peningkatan pada hasil belajar peserta didik. Sebagaimana pada *pretest*, *posttest* juga dilakukan selama 30 menit dan diberikan soal sebanyak 10 butir dengan level soal yang sama dengan soal *pretest*. Hasil uji terbatas diperoleh nilai *posttest* 70

untuk skor terendah dan 100 untuk skor tertinggi, sehingga jika dilihat dari nilai *pretest* dan *posttest* diketahui bahwa terdapat peningkatan hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Maka dari itu, dilakukan analisis dengan menggunakan Uji *N-Gain*. Pada uji terbatas yaitu di kelas XII MIPA 6 SMAN 2 Jember diperoleh data peningkatan uji *N-Gain* dikategorikan tinggi dengan skor rata-rata 83,46%. Berdasarkan kriteria efektivitas menurut Fathia *et al* (2019) nilai *N-Gain* tersebut berada pada rentang $g \geq 70\%$, sehingga nilai efektivitas berada pada kategori tinggi. Nilai ini menunjukkan bahwa buku yang dikembangkan dapat dinyatakan efektif untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik, dikarenakan dalam buku ajar dilengkapi dengan penyelesaian soal secara lebih mudah sehingga tidak membutuhkan cara matematis yang panjang dalam penyelesaiannya. Hal ini juga dapat dilihat dari cara pengerjaan *pretest* dan *posttest* peserta didik, bahwasannya kertas pengerjaan yang dibutuhkan peserta didik ketika *pretest* cenderung lebih banyak karena menggunakan cara yang rumit dan panjang, sedangkan pada *posttest* hanya membutuhkan maksimal 1 kertas dalam pengerjaannya.

4.2.3 Respon peserta didik terhadap buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras

Respon peserta didik terhadap buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras didapatkan dari hasil angket respon peserta didik setelah melakukan proses pembelajaran dengan menggunakan buku ajar. Berdasarkan tabel 4.8 diperoleh data bahwa terdapat tiga aspek penilaian yang digunakan untuk mengetahui respon peserta didik terhadap buku ajar yang sedang dikembangkan. Tiga aspek tersebut meliputi aspek kemudahan penggunaan, aspek daya tarik, dan aspek efisiensi buku ajar.

Aspek pertama adalah aspek kemudahan. Pada aspek ini terdapat lima butir penilaian yaitu (1) Buku ajar ini dapat membantu saya memahami materi rangkaian arus bolak-balik, (2) Langkah penyelesaian persoalan pada buku ajar ini mudah untuk diikuti, (3) Bahasa yang digunakan dalam buku ajar ini sederhana dan mudah saya pahami, (4) Contoh soal pada buku ajar ini mudah dipahami dan

sesuai dengan materi yang disajikan, dan (5) Materi dalam buku ajar ini terstruktur. Kelima penilaian tersebut memperoleh rata-rata nilai sebesar 83, sehingga jika disesuaikan dengan indikator menurut Riduwan (2015) Indikator dengan rata-rata persentase 80 berada pada rentang $80\% < p \leq 100\%$. Hal ini menunjukkan bahwasannya buku ajar yang dikembangkan telah mampu membantu siswa dalam memahami materi rangkaian arus bolak-balik karena menjabarkan langkah penyelesaian yang lebih mudah, menggunakan bahasa yang sederhana serta memuat materi yang tersusun secara sistematis. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa pada aspek kemudahan penggunaan buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras dikategorikan sangat positif.

Aspek kedua adalah aspek daya tarik. Pada aspek ini terdapat tiga butir penilaian yaitu (1) Komposisi warna dalam buku ajar ini sesuai, (2) Saya tertarik dengan tampilan buku ajar ini, dan (3) Penyajian gambar / ilustrasi pada buku ajar ini jelas dan mudah saya mengerti. Ketiga penilaian tersebut memperoleh rata-rata nilai sebesar 75, sehingga jika disesuaikan dengan indikator menurut Riduwan (2015) Indikator dengan rata-rata persentase 75 berada pada rentang $61\% < p \leq 80\%$. Hal ini berarti buku ajar yang dikembangkan menggunakan komposisi warna yang sesuai serta penyajian gambar dan ilustrasi yang jelas sehingga meningkatkan ketertarikan peserta didik. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa pada aspek daya tarik penggunaan Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras dikategorikan positif.

Aspek ketiga adalah aspek efisiensi. Pada aspek ini terdapat empat butir penilaian yaitu (1) Buku ajar ini dapat saya gunakan untuk belajar mandiri, (2) Buku ajar mudah dibawa kemana saja, (3) Buku ajar mudah digunakan sewaktu-waktu, dan (4) Buku ajar memungkinkan dalam keadaan baik meskipun dalam jangka waktu yang panjang. Keempat penilaian tersebut memperoleh rata-rata nilai sebesar 83, sehingga jika disesuaikan dengan indikator menurut Riduwan (2015) Indikator dengan rata-rata persentase 83 berada pada rentang $80\% < p \leq 100\%$. Hal ini menunjukkan bahwasannya buku ajar yang dikembangkan memungkinkan untuk digunakan belajar mandiri, mudah dibawa kemana saja

sewaktu-waktu, serta memungkinkan dalam keadaan baik meskipun dalam jangka waktu yang panjang. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa pada aspek efisiensi penggunaan Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras dikategorikan sangat positif.

Hasil rata-rata ketiga aspek penilaian respon peserta didik terhadap Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras memiliki rata-rata nilai 80,3 yang artinya jika disesuaikan dengan indikator menurut Riduwan (2015) Indikator dengan rata-rata persentase 80,3 berada pada rentang $80\% < p \leq 100\%$. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras mendapatkan respon yang sangat positif dari peserta didik.

Kelemahan dalam proses pengembangan buku ajar yaitu tidak semua peserta didik mendapatkan buku ajar karena buku ajar masih dicetak dalam jumlah yang terbatas, sehingga pada proses pembelajaran peserta didik dibentuk menjadi 6 kelompok kecil yang kemudian pada setiap kelompok diberikan 1 buku ajar. Hal ini tentunya membuat peserta didik kurang maksimal dalam menilai buku ajar. Kelemahan selanjutnya adalah buku ajar yang dikembangkan juga masih difokuskan pada penyelesaian soal dengan cara yang lebih sederhana saja, sehingga buku ajar masih belum mampu menjadi solusi bagi peserta didik dengan gaya belajar yang berbeda-beda. Buku ajar yang dikembangkan juga memiliki keterbatasan yaitu teorema Pythagoras dalam penyelesaian soal rangkaian AC hanya bisa digunakan ketika nilai resistor diketahui pada soal rangkaian seri dan bukan rangkaian paralel, sehingga teorema Pythagoras pada rangkaian AC hanya bisa digunakan pada rangkaian seri RL, RC, dan RLC.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data pada hasil penelitian dan pembahasan mengenai pengembangan Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

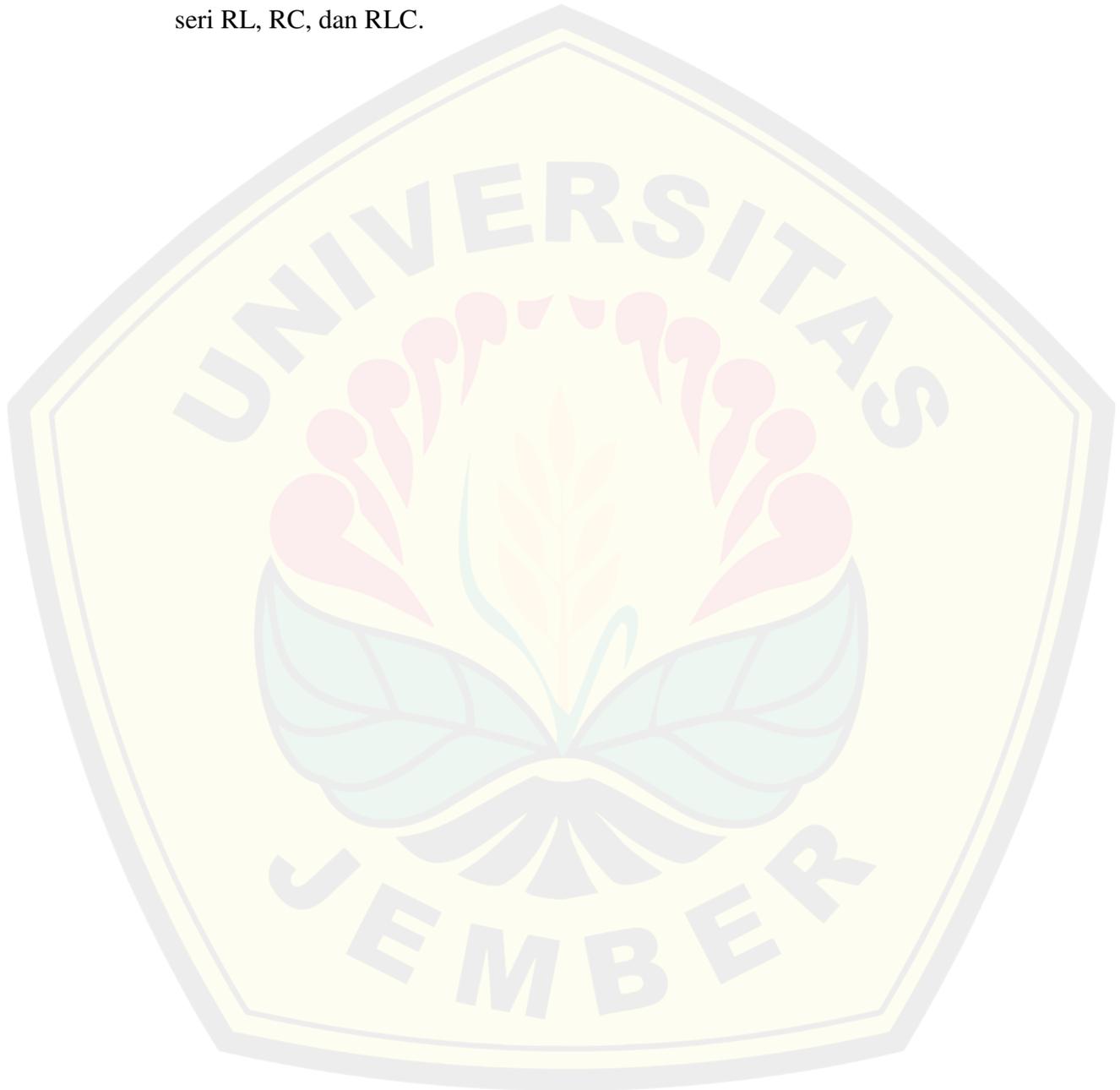
- a. Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras dikategorikan sangat valid oleh validator ahli dan validator pengguna dengan perolehan persentase kevalidan sebesar 89,2%, sehingga produk dapat diimplementasikan pada proses pembelajaran.
- b. Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras memperoleh nilai rata-rata peningkatan *N-Gain* 83,46%, sehingga buku ajar dikategorikan mengalami peningkatan yang tinggi sehingga buku ajar dapat dikategorikan efektif digunakan dalam pembelajaran.
- c. Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras memperoleh rata-rata nilai respon 80,3 sehingga buku ajar memperoleh respon yang sangat positif dari peserta didik

5.2 Saran

Berdasarkan data hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilaksanakan, berikut beberapa saran yang dapat diajukan:

- a. Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras dapat diinovasi menjadi *e-book* agar dapat diakses oleh semua peserta didik, sehingga dalam proses pembelajaran peserta didik dapat menggunakan buku ajar secara individu tanpa berkelompok.
- b. Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras dapat diinovasi dengan menyesuaikan gaya belajar peserta didik yang berbeda-beda. Sehingga buku ajar dapat diimplementasikan dengan lebih maksimal

- c. Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Pythagoras masih memiliki keterbatasan yaitu teorema Pythagoras pada rangkaian AC hanya bisa digunakan ketika nilai resistor diketahui pada soal rangkaian seri dan bukan rangkaian paralel, sehingga teorema Pythagoras pada rangkaian AC hanya bisa digunakan pada rangkaian seri RL, RC, dan RLC.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah. 2022. 4 Macam dan Jenis Kapasitor Beserta Fungsinya Lengkap. <https://rumusrumus.com/jenis-kapasitor/>. [Diakses pada 21 September 2022]
- Abdullah, M. 2017. *Fisika Dasar II*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Agarwal, R. P. 2020. *Pythagorean theorem before and after Pythagoras*. Adv Stud Contemp Math.
- Agcihan, E., dan A. T. Gokce. 2018. Analyzing the types of discrimination in turkish for foreigners books. *Universal Journal of Educational Research*. 6(2):257-264. doi: 10.13189/ujer.2018.060207
- Ahmad, M., D. P. Nasution, dan T. Harahap. 2020. Respon siswa dalam pembelajaran matematika sekolah menengah pertama dengan pendekatan open ended. *Jurnal education and development*. 8(2): 320-327. doi: <https://doi.org/10.37081/ed.v8i2.1633>
- Akbar, S. 2016. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT. Rosdakarya
- Akker, J. V. D., B. Bannan., A. E. Kelly., N. Nieveen, dan T. Plomp. 2013. *Educational Design Research*. Enschede: Netherlands institute for curriculum development.
- Alliyah, R. R., 2021. *Menjadi Guru Profesional dengan menciptakan Bahan Ajar yang Kreatif dan Mengevaluasi Pembelajaran*. Bogor: Universitas Djuanda.
- Anggraini, W., F. Kurniawan., S. Suliawati., dan A. Hasna. 2020. Validitas dan reabilitas instrumen teori pilihan karir holland di indonesia. *Buletin of Counseling and Phychotherapy*. 2(2): 68-73
- Ariani, T. 2019. Efektivitas bahan ajar fisika berbasis cientific materi termodinamika. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika (JIPF)*. 6(1): 45-55.
- Astalini, D. A. Kurniawan., R. Perdana, dan H. Pathoni. 2019. Identifikasi sikap peserta didik terhadap mata pelajaran fisika di sekolah menengah atas negeri 5 kota jambi. *Unnes Physics Education Journal*. 8(1): 34-43. doi: <https://doi.org/10.15294/upej.v8i1.29510>
- Badan Standar Nasional Pendidikan. (2016). Lembar Pedoman Penilaian Ujian Praktik Kejuruan Keahlian Teknik Pemesinan Tahun Pelajaran 2016/2017. Jakarta : BSNP.

- Balai Besar Penjaminan Mutu Pendidikan Jawa Timur. 2020. Tarekat ADDIE Membangun Teknologi Pembelajaran. <https://lmpjtim.kemdikbud.go.id/site/detailpost/tarekat-addie-membangun-teknologi-pembelajaran>. [Diakses 20 September 2022]
- Barlow, M. A. 2016. *The Pythagorean Theorem*. Bloomington: WestBlow Press.
- Belawati, T. 2003. *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Pusat Penerbitan UT.
- Branch, R. M. 2009. *Instructional Design the ADDIE Approach*. New york: Springer.
- Borg, W. R. and M. D. Gall. 1989. *Educational Research: An Introduction. Fifth Edition*. New York and London: Longman
- Cahyadi, R. A. H. 2019. Pengembangan bahan ajar berbasis addie model. *Halaqa: Islamic Education Journal*.3(1): 35-43. doi: <https://doi.org/10.21070/halaqa.v3i1.2124>
- Cahyani, A. F., K. U. Ariawan., dan I. G. Ratnaya. 2018. Pengembangan modul karya rekayasa elektronika praktis berbasis aplikasi *livewere*. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*. 7(1): 39-47. doi: <https://doi.org/10.23887/jjpte.v7i1.20219>
- Danesi, M. 2020. *Phytagoras' Legacy: Mathematics in Ten Great Ideas*. Oxford University Press.
- Dani, A., dan M. Hasanuddin. 2018. Perbaikan faktor daya menggunakan kapasitor sebagai kompensator daya reaktif (studi kasus STT Sinar Husni). *Seminar Nasional Royal (SENAR)*. 1(1): 673-678.
- Defina. 2021. *BIPA dan MKWK Bahasa Indonesia: Penelitian dan Pengembangan Materi Ajar di IPB*. Bogor: IPB Press.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Depdiknas
- Dewi, S. A., E. Susilaningsih., dan T. Sulistyaningsih. 2018. Conceptual understanding analysis through two-tier model diagnostic tests on acid-base materials. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*. 3(3): 160-170. doi: <https://doi.org/10.20961/jkpk.v3i3.21904>
- Fachrudin., R. Ekawati., A. W. Kohar., S. Widadah., I. B. Kusumawati., dan R. Setianingsih. 2019. Ancient china history-based task to support students' geometrical reasoning and mathematical literacy in learning phytagoras. *Journal of Physics: Conference Series*. 1417(1). doi: 10.1088/1742-

6596/1417/1/012042

Fartino, N., Tarmizi., dan M. Syukri. 2020. Kajian perancangan alat perbaikan faktor daya otomatis. *KITEKRO: Jurnal Online Teknik Elektro*. 5(1): 11-18. doi: <https://doi.org/10.24815/kitektro.v5i1.15543>

Fathia, N. F., I. Hanafi, dan M. Rif'an. 2018. Development of microprocessor learning media using zilog z-80 for vocational school students of electronic engineering expert program. *Jurnal Pendidikan Vokasi*. 8(3): 242.

Fitriah, L. 2019. Efektivitas buku ajar fisika dasar i berintegrasi imtak dan kearifan lokal melalui model pengajaran langsung. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*. 7(2): 82-96. doi: <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/bipf>

Giancoli, D. C. 2014. *Fisika Prinsip dan Aplikasi Jilid 1*. Jakarta: Erlangga

Gideon, S., dan K. P. Saragih. 2019. Analisis karakteristik listrik arus searah dan arus bolak-balik. *Journal Ready Star Regional Development Industry & Health Science, Technology and Art of Life*. (2)1: 262-266.

Gola, N., Subiki, dan L. Nuraini. 2022. Profil Respon Siswa Penggunaan E-Modul Fisika Berbasis Android (Andromo). *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 11(2): 53-58. doi: <https://doi.org/10.19184/jpf.v11i2.31558>

Gunada. I. W., S. Ayub., A. Doyan., N. N. P. S. Verawati., dan Hikmawati. 2021. Pengembangan buku ajar sejarah fisika berbasis *higher order thinking skill (hots)*. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi (JPFT)*. 7(1): 59-65. doi: [10.29303/jpft.v7i1.2767](https://doi.org/10.29303/jpft.v7i1.2767)

Hake, dan R. Richard. 2002. Relationship of individual student normalized learning gains in mechanics with gender, high-school physics, and pretest scores on mathematics and spatial visualization. *Physics Education Research Conference*. 1(1). 7-8 Agustus 2002. Boise, Idaho: 1-14

Hakim, R. A., I. Mustika., dan W. Yuliani. 2021. Validitas dan reabilitas angket motivasi berprestasi. *Journal Fokus*. 4(4): 263-268. doi: <http://dx.doi.org/10.22460/fokus.v4i4.7249>

Halliday, D., R. Resnick., dan J. Walker. 2010. *Fisika Dasar Edisi 7*. Jakarta: Erlangga

Harefa, D.2021. *Monograf Penggunaan Model Pembelajaran Meaningful Instructional Design Dalam Pembelajaran Fisika*. Solok: CV Insan Cendikia Mandiri.

- Hasyim, F., dan A. Ramadhan. 2018. Kecukupan kemampuan matematika bagi calon guru fisika. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Integrasinya*. 1(2): 1-6.
- Hendriani, N. 2021. *Bahan Ajar Sosiologi SMA Berbasis Nilai-nilai Keimanan dan Ketakwaan*. Banten: Pascal Books.
- Hendri, S. dan Faradhillah. 2020. Pengembangan lembar kerja siswa listrik dinamis (lks) berbasis inkuiri. *IJIS Edu : Indonesian Journal of Integrated Science Education*. 2(1): 1–6.
- Herandy, G., dan B. Suprianto. 2019. Monitoring biaya dan pengukuran konsumsi daya listrik berbasis arduino mega2560 menggunakan web. *Jurnal Teknik Elektro*. 8(3): 695-702. doi: <https://doi.org/10.26740/jte.v8n3.p%25p>
- Hodiyanto. 2020. Pengembangan media pembelajaran berbasis *micromedia flash* bermuatan *problem posing* terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis. *Jurnal Pendidikan Matematika*. 9(2): 323-334. doi: <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v9i2.652>
- Hudha, M. N., Aji, S. dan Rismawati, A. 2017. Pengembangan modul pembelajaran fisika berbasis problem based learning untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah fisika. *SEJ (Science Education Journal)*. 1(1): 36–51. doi: [10.21070/sej.v1i1.830](https://doi.org/10.21070/sej.v1i1.830).
- Ikhsan, M., dan M. S. Humaisi. (2021). Pemanfaatan media pembelajaran audio visual dalam mengembangkan motivasi belajar siswa pada mata pelajaran IPS terpadu. *JIIPSI: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Sosial Indonesia*. 1(1): 1-12.
- Iqrammullah, A., H. Hasan., dan Syukriyadin. 2020. Perancangan *phasor measurement unit* menggunakan arduino mega 2560 sebagai alat pendeteksi aliran daya pada saluran distribusi tiga fasa. *Kitekro: Jurnal Online Teknik Elektro*. 5(1): 1-10. doi: <https://doi.org/10.24815/kitekro.v5i1.15406>
- Irfan, M., S. D. Panjaitan., dan M. Saleh. 2014. Sistem kendali dan monitoring faktor daya listrik berbasis mikrokontroler dan internet of things (IoT). *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*. 1(1): 1-9.
- Iswara, W., A. Gunawan., dan Dalifa. 2018. Pengaruh bahan ajar muatan lokal mengenal potensi bengkulu terhadap hasil belajar peserta didik. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*. 1(1): 1-7.
- Janny, D. S. B., O. Wuwung., dan J. Mamahit. 2018. Perancangan dan pembuatan *trainer* praktikum dasar elektronika di laboratorium elektronika dan instrumenasi. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*. 7(2). 175-183. doi:

<https://doi.org/10.35793/jtek.7.2.2018.19913>

Jati, M. E., dan T. K. Priyambodo. 2010. *Fisika Dasar: Listrik-Magnet, Optika, Fisika Modern untuk Mahasiswa Ilmu-Ilmu Eksakta & Teknik*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.

Jaya, M.I. 2020. Pengembangan perangkat pembelajaran biologi bermuatan pendidikan karakter dengan setting guided inquiry untuk meningkatkan karakter dan hasil belajar peserta didik SMP. *Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha Program Studi IPA*. 4(1): 1-12.

Khairi, M. H. 2022. Resistor: Pengertian, Rumus dan Jenis-jenis Resistor. <https://www.mahirelektro.com/2020/10/pengertian-resistor-dan-jenis-jenis-resistor.html>. [Diakses pada 20 September 2022]

Khasanah, R. U., B. Supriadi., dan S. H. B. Prastowo. 2019. Aplikasi teorema pythagoras dalam penyelesaian soal- soal relativitas khusus einstein terhadap hasil belajar peserta didik kelas xii sma negeri ambulu. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 8(1): 24–31. doi: <https://doi.org/10.19184/jpf.v8i1.10726>

Kholilah, Y. N., I. K. Mahardika, dan Sutarto. 2016. Kelayakan lembar kerja siswa (lks) berbasis proyek untuk pembelajaran ipa di smp. *Jurnal Pembelajaran dan Pendidikan Sains*. 1(1): 1-8.

Korkmaz, S.D., E.C. Aybek., dan M. Orucu. 2016. Special relativity theorem and pythagoras magic. *Journal IOPscience*. 51(2)

Kurniawan, I. H., dan L. Hayat. 2014. Perancangan dan implementasi alat ukur tegangan, arus dan frekuensi listrik arus bolak-balik satu fasa berbasis personal computer. *Jurnal Techno*. 12(2): 21-31. doi: [10.30595/techno.v15i1.70](https://doi.org/10.30595/techno.v15i1.70)

Magdalena, I., T. Sundari., S. Nurkamilah., Nasrullah., dan D. A. Amalia. 2020. Analisis bahan ajar. *Nusantara : Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*. 2(2): 311–326. doi: <https://doi.org/10.36088/nusantara.v2i2.828>

Makki, I., dan Aflahah. 2019. *Konsep Dasar Belajar dan Pembelajaran*. Pamekasan: Duta Media Publishing.

Maor, A. 2019. *The Pythagorean Theorem*. America: Princeton University Press.

Marasabessy, R., 2021. Teorema pythagoras: aplikasinya terhadap teorema heron dan dimensi tiga,” in prisma. *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 4(1): 743–754.

- Maryamah, I., N. Anriani., dan M. Fathurrohman. 2019. Pengembangan bahan ajar materi pythagoras yang berorientasi pada kompetensi abad 21 untuk guru SMP. *Supremum Journal of Mathematics Education (SJME)*. 3(1):67-77.
- Muthmainnah., Fatmawati., M. Khairani., A. A. Zamista., dan H. Rahmi., S. D. Narpila., I. W. Nasution., M. I. Nasution., N. B., Nugraha., Yusrizal., N. H. Nasution., N. P. Sari. 2022. *Pemanfaatan dan Pengembangan Media Pembelajaran*. Bandung: Media Sains Indonesia.
- Nanda, F. W., F. Kurniawan., dan P. Setiawan. 2020. Analisis ketepatan pengukur tegangan true rms jala-jala listrik berbasis mikrokontroler atmega 328p. *Jurnal AVITEC*. 2(2): 111-127. Doi: <http://dx.doi.org/10.28989/avitec.v2i2.734>
- Nasruddin., D. M. M. Sari., S. A. Makruf., I. P. A. Darmawan., Herman., S. Jumiyati., Y. K. Sinaga., M. E. Sari., S. Yanti., L. Hidayat., M. R. Akbar., dan H. Purwanto. 2022. *Pengembangan Bahan Ajar*. Padang: PT Global Eksekutif Teknologi.
- Nieveen, N. 1999. *Prototype to Reach Product Quality*. London: Kluwer Academic Publisher
- Novelensia, E. T. P., S. Bektiarso, dan Maryani. 2021. Penerapan pembelajaran kooperatif tipe numbered heads together (nht) disertai metode eksperimen dalam pembelajaran fisika di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 3(3): 242-247. doi: <https://doi.org/10.19184/jpf.v3i3.23279>
- Nurafni, A., H. Pujiastuti., dan A. Mutaqin. 2020. Pengembangan bahan ajar trigonometri berbasis kearifan lokal. *Journal of Medives : Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*. 4(1): 71. doi: <https://doi.org/10.31331/medivesveteran.v4i1.978>
- Octariani, D., dan I. H. Rambe. 2018. Pengembangan bahan ajar berbasis project based learning berbantuan software geogebra. *MES: Journal of Mathematics Education and Science*. 4(1): 16–21. doi: <https://doi.org/10.30743/mes.v4i1.864>
- Oktavia, R. 2019. Bahan ajar berbasis science, technology, engineering, mathematics (stem) untuk mendukung pembelajaran ipa terpadu. *Jurnal SEMESTA Pendidikan IPA*. 2(1): 32–36.
- Okun, L. B. 2008. *The theory of relativity and the Pythagoras theorem*. Physics – Uspheki.

- Overduin., dan R. C. Henry. 2020. *Physics and the pythagorean theorem*. ArXiv Prepr.
- Permendikbud. 2021. *Standar Nasional Pendidikan*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2021. Jakarta.
- Plomp, T., dan N. Nieveen. 2010. *Educational design research*. Enschede: SLO Netherlands institute for curriculum development.
- Prabowo, A., Y. Rahmawati., dan R. P. Anggoro. 2019. Android based teaching material for statistics integrated with social media whatsapp. *International Journal on Emerging Mathematics Education*. 3(1): 93-104. doi: <http://dx.doi.org/10.12928/ijeme.v3i1.11961>
- Prastowo, A. 2013. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Benny, A. P. 2019. *Model Desain Sistem Pembelajaran*. Jakarta: PT Dian Rakyat.
- Ramah, S., dan M. Rohman. 2018. Analisis buku ajar bahasa arab madrasah aliyah kurikulum 2013. *Arabiyatuna: Jurnal bahasa Arab*. 2(2): 141-159.
- Rangga, A. 2020. Rangkuman Materi Induktor Terlengkap. <https://cerdika.com/induktor/>. [Diakses pada 19 September 2022].
- Raqha. 2020. Menghitung Nilai Resistor pada Rangkaian Seri dan Paralel. <https://www.raqha.com/2019/03/menghitung-nilai-resistor-pada.html>. [Diakses pada 20 September 2022]
- Rasagama, I. G. 2019. Pengembangan modul praktikum osiloskop untuk meningkatkan pemahaman konsep arus bolak-balik mahasiswa politeknik negeri bandung. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*. 5(1): 134-143. doi: <http://dx.doi.org/10.29303/jpft.v5i1.1159>
- Riduwan. 2015. *Dasar-dasar Statistik*. Bandung: CV. Alfabeta
- Rijal, A. 2022. *Mengembangkan e-Learning Mata Kuliah Pembelajaran Matematika SD Berbasis Aplikasi Moodle Program Studi PGSD*. Aceh: Syiah Kuala University Press
- Samsu. 2017. *Metode Penelitian Teori dan Aplikasi Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, Mixed Methods, serta Research & Development*. Jakarta: Pusat Studi Agama dan Kemasyarakatan (PUSAKA)
- Sasmita. S., R. Medrianti, dan D. Hamdani. 2021. Pengembangan e-modul berbasis process oriented guided inquiry learning materi rangkaian arus

bolak-balik (AC) untuk melatih kemampuan berfikir kritis peserta didik SMA. *DIKSAINS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains*. 2(2): 1-19.

Simanjutak, S. D., dan Imelda. 2018. Respon siswa terhadap pembelajaran matematika realistik dengan konteks budaya batak toba. *MES (Journal of Mathematics Education and Science)*. 4(1); 81-88.

Simarmata, R. K. 2022. *Pengembangan Bahan Ajar dan Media Pendidikan SD*. Tasikmalaya: Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia.

Sitepu, J. 2018. Kode Warna Resistor Seperti Resistor 1k dan Resistor 100k dan Cara Menghitung nya. <https://mikroavr.com/kode-warna-resistor/>. [Diakses pada 20 September 2022]

Soedaryono. 2018. *Dasar - Dasar Fisika: Konsep, Rumus & Evaluasi Mandiri*. Depok: PT RajaGrafindo Persada

Soedoyo, P. 1998. *Azas-Azas Ilmu Fisika Jilid 2*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Sparks. 2008. *The Pythagorean Theorem*. Bloomingt: Indiana AuthorHouse.

Suardi, M. 2018. *Belajar & Pembelajaran*. Yogyakarta: Deepublish.

Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Dan Pengembangan Research and Development*. Bandung: CV. Alfabeta

Sulthon, M. 2021. *Metode Penelitian Pendidikan Penuntun Teori dan Praktik Penelitian Bagi Calon Guru, Guru, dan Praktisi Pendidikan*. Jember : Lembaga Pengembangan Manajemen da Profesi Kependidikan.

Supriadi, B., A. Harijanto., T. Widyawati., N. Alisia., M. M. Arifin., dan A. M. K Fikri. 2019. Phytagoras method to complete einstein special relativity issues. *Journal of Physics: Conference Series*. 1211(1).

Supriadi, B., S. Bektiarso., A. F. Damasaro., P. I. Ramadhani., T. R. Febrianti., dan Libna. 2022. Respon peserta didik terhadap teorema phytagoras sebagai alternatif penyelesaian soal energi relativistik. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*. 8(1): 128–133. doi: <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i1.8582>

Surahman., M. Rachmat., dan Supardi. 2016. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia

Syahfitri, D., dan M. A. Muis. 2020. Efektifitas pembelajaran menggunakan

media e-learning (ciso webex). *Akademika: Jurnal Keagamaan dan Pendidikan*. 16(1): 14-24.

Tegeh. I. M., I. N. Jampel, dan K. Pudjawan. 2014. *Model Penelitian Pengembangan*. Yogyakarta: Graha Ilmu

Tipler, A. P., 1991. *Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

Unaenah. E., R. O. Prabandani., E. S. Rini., S. S. Handayani., A. A. Putri., D. A. Suherdi., dan S. N. Fазiah. 2020. Pengembangan bahan ajar bangun ruang kelas VI SD. *PENSA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*. 2(1): 99-116. doi: <https://doi.org/10.36088/pensa.v2i1.831>

Wahyuni, S., dan J. Handhika. 2019. Profil kesulitan belajar pokok bahasan listrik dinamis peserta didik SMK. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika*. 13 Desember 2019. Padang: Universitas Negeri Padang.

Yasu. R. M., dan C. F. Hadi. 2021. Pengaruh tegangan terhadap besar kuat arus listrik pada persamaan hukum ohm. *Journal Zetroem*. 3(1): 34-36

Yolanda, Y., dan M. Imaduddin. 2021. Efektivitas Pembelajaran Dan Respon Siswa Terhadap Penggunaan Buku Ajar Fisika Termodinamika Berbasis Kontekstual. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*. 2(1): 7-16. doi: <http://dx.doi.org/10.31851/luminous.v2i1.5190>

Yulia, E., Asrizal., dan Ramli. 2018. Pengaruh bahan ajar IPA terpadu tema gelombang dalam kehidupan bermuatan literasi era digital terhadap hasil belajar peserta didik kelas VIII SMP Negeri 8 Padang. *Journal Pillar of Physics Education*. 11(2): 113-120. doi: <http://dx.doi.org/10.24036/3301171074>

Yuniarti, M., Hanifah., dan A. Siagian. 2021. Analisis tingkat kognitif soal buku teks matematika peminatan kelas XI terbitan mediastama materi irisan kerucut dan polinomial berdasarkan taksonomi bloom. *FARABI: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*. 4(2): 89-101. doi: <https://doi.org/10.47662/farabi.v4i2.156>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Matriks Penelitian

Judul	Rumusan masalah	Variabel	Sumber data	Metode penelitian
Pengembangan Buku Ajar Rangkaian Arus Bolak-Balik Disertai Penyelesaian Soal dengan Menggunakan Teorema Phytagoras	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bagaimana validitas buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras? 2. Bagaimana efektivitas buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras ? 3. Bagaimana praktikalitas buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras ? 	<p>Variabel bebas : Buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras</p> <p>Variabel terikat :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Validitas buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras - Efektivitas buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan 	<ul style="list-style-type: none"> - Angket analisis kebutuhan guru dan peserta didik - Wawancara - Studi Kepustakaan - Lembar Validasi - Tes - Angket Praktikalitas Peserta Didik - Dokumentasi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jenis Penelitian: Penelitian pengembangan (<i>Research & Development</i>) 2. Teknik pengambilan data: <ol style="list-style-type: none"> a. Wawancara b. Penyebaran angket kebutuhan c. Studi kepustakaan d. Validasi e. Tes f. Penyebaran angket praktikalitas g. Dokumentasi 3. Metode analisis data

		<p>teorema Phytagoras</p> <ul style="list-style-type: none"> - Praktikalitas buku ajar rangkaian arus bolak-balik disertai penyelesaian soal dengan menggunakan teorema Phytagoras 	<p>menggunakan tiga jenis analisis yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Analisis validitas buku ajar b. Analisis efektivitas buku ajar c. Analisis praktikalitas buku ajar
--	--	---	---

Lampiran 2. Hasil Angket Analisis Kebutuhan

a. Hasil Angket Kebutuhan Guru

ANGKET ANALISIS KEBUTUHAN GURU

Nama : ISAAC W. S.Pd
 NIP : 196403211981031012
 Instansi : SMA N. 2 JEMBER

<p>1. Apakah Bapak/Ibu dalam kegiatan pembelajaran menggunakan buku ajar ?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak</p> <p>2. Buku ajar apakah yang Bapak/Ibu gunakan dalam pembelajaran rangkaian area bolak-balik ?</p> <p>a. Buku Guru dari Kemendikbud <input checked="" type="checkbox"/> Buku Ajar Penerbit Erlangga c. Buku Ajar Penerbit BSE <input checked="" type="checkbox"/> Buku Ajar Penerbit lain</p> <p>Jika ada buku ajar dengan penerbit lain yang Bapak/Ibu gunakan, tuliskan dibawah ini <u>PENGABDI INTYAH PARIWARA</u></p> <p>3. Apakah buku paket yang Bapak/Ibu gunakan banyak memberikan kemudahan pada siswa untuk memahami materi fakta khususnya dalam menyelesaikan persoalan?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak</p> <p>Jika Bapak/Ibu memilih "Ya" silahkan tulis kekurangan/kelemahan pada buku tersebut <u>tidak ada alasan pejelasan Rums: terlalu panjang</u></p> <p>Jika memilih "Tidak" tuliskan alasannya dibawah ini</p> <p>4. Apakah di sekolah tempat Bapak/Ibu mengajar pernah dibuat buku ajar yang mampu memberikan persoalan dengan berbagai kombinasi soal sehingga mampu mengoptimalkan kerja otak siswa khususnya pada materi rangkaian area bolak-balik? (misalnya buku</p>	<p>penyelesaian soal)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak</p> <p>5. Tuliskan saran atau masukan Bapak/Ibu tentang buku ajar yang Bapak/Ibu inginkan dan sebenarnya diusun seperti apa agar siswa mudah memahami materi pembelajaran serta dapat menyelesaikan persoalan dengan berbagai kombinasi serta menghabiskan waktu yang lebih efisien</p> <p><u>- Sederhana -</u> <u>- cara: soal dan yg mudah dgn. pelaj</u> <u>cepat.</u></p> <p>6. Apakah Bapak/Ibu pernah menggunakan cara tepat dalam penyelesaian soal rangkaian area bolak-balik?</p> <p>a. Pernah <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Pernah</p> <p>7. Apakah Bapak/Ibu pernah mengembangkan buku ajar yang dilengkapi dengan berbagai soal kombinasi serta dilengkapi dengan cara tepat ?</p> <p>a. Pernah <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Pernah</p> <p>8. Apakah Bapak/Ibu mengalami kesulitan dalam menjelaskan cara penyelesaian soal dengan narasi yang terlalu panjang kepada peserta didik?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak</p> <p>Jika jawaban "Ya" silahkan tulis kendala apa yang Bapak/Ibu alami</p> <p>9. Bagaimana hasil belajar siswa terhadap materi fakta dengan penyelesaian soal yang membutuhkan narasi matematika yang panjang ?</p> <p>a. Baik <input checked="" type="checkbox"/> Cukup c. Kurang</p>
---	--

b. Hasil Angket Kebutuhan Peserta Didik

ANGKET ANALISIS KEBUTUHAN PESERTA DIDIK

Nama : Egi Smita Smita
 No. Absen : 5
 Sekolah : SMP 2 Jember

<p>1. Apakah anda memanfaatkan buku ajar dalam proses pembelajaran? <input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak</p> <p>2. Dari mana buku ajar yang anda gunakan saat ini di sekolah (boleh lebih dari satu) a. Buku Paket dari Kemendikbud b. Buku Ajar Penerbit Erlangga c. Buku Ajar Penerbit ISI <input checked="" type="checkbox"/> Buku Ajar Penerbit lain Jika ada buku ajar dengan penerbit lain silahkan tuliskan dibawah ini <u>Buku Intan Pariwara</u></p> <p>3. Apakah buku buku ajar /buku paket yang anda gunakan sudah mampu memberikan kemudahan dalam memahami materi matematika khususnya dalam menyelesaikan persoalan? a. Ya <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Jika "Ya" silahkan tulis keterangan/kemudahan pada buku tersebut Jika memilih "tidak" jelaskan alasannya dibawah ini <u>Setelah membaca rumus cukup langsung dan langsung dapat kerjakan</u> <u>temp!</u></p> <p>4. Apakah selama sekolah anda pernah menggunakan buku ajar yang dilengkapi dengan persoalan kompleks sehingga mampu mengoptimalkan kerja otak anda khususnya pada materi rangkaian arus bolak-balik? (misalnya buku penyelesaian soal) a. Ya <input checked="" type="checkbox"/> Tidak</p>	<p>5. Halapernakah cara anda dalam memahami materi rangkaian arus bolak-balik khususnya dalam menyelesaikan soal-soalnya? a. Memahami lo <input checked="" type="checkbox"/> Membaca Berulang-ulang <input checked="" type="checkbox"/> Menghafal Rumus <input checked="" type="checkbox"/> Menyelesaikan Persoalan Jika ada cara lain tuliskan disini 6. Menurut anda kesulitan apa yang anda alami ketika menggunakan buku ajar yang diberikan oleh sekolah? (boleh lebih dari satu) <input checked="" type="checkbox"/> Kurang memahami materi pembelajarannya <input checked="" type="checkbox"/> Banyak terdapat latihan soal tetapi tidak ada contoh penyelesaiannya <input checked="" type="checkbox"/> Banyak istilah-istilah sulit <input checked="" type="checkbox"/> Soal latihan berbeda dengan contoh soal <input checked="" type="checkbox"/> Materi yang dikandung tidak sesuai dengan soal yang diberikan <input checked="" type="checkbox"/> Terlalu banyak rumusan matematis yang panjang dan rumit 7. Apakah anda setuju apabila akan disusun buku ajar yang berisi materi lengkap dan berbagai contoh soal beserta penyelesaiannya dengan menggunakan cara yang lebih sederhana dan mudah sehingga tidak membebani rumusan matematis yang panjang? a. Setuju b. Tidak Setuju <input checked="" type="checkbox"/> Sangat Setuju Jelaskan alasan anda <u>Mudah dengan adanya contoh soal juga memberikan gambaran pd foto</u> <u>untuk mengerjakan soal sebenarnya</u></p>
---	---

.....

.....

.....

8. Tuliskan saran-saran anda tentang buku ajar yang anda inginkan agar anda mudah dalam memahami materi pembelajaran dan mudah dalam menyelesaikan persoalan

Diberikan rumus, penjelasan dan contoh soal dengan hasil & mudah dipahami

ada latihan-latihan untuk mempermudah memahami. Seri-soal yg terdapat dalam buku ajar tidak jauh berbeda dengan materi yang diajarkan

.....

.....

.....

.....

.....

c. Tabel Hasil Angket Peserta Didik

Kegiatan	Pernyataan	Hasil
Angket analisis kebutuhan peserta didik	1. Buku ajar yang digunakan oleh peserta didik dalam pembelajaran materi rangkaian arus bolak-balik	a. 91% Intan Pariwara b. 3% Kemendikbud dan BSE c. 6% Erlangga
	2. Respon peserta didik terkait buku ajar yang digunakan dalam pembelajaran materi rangkaian arus bolak-balik	a. 21 % dari peserta didik (N=33) menyatakan bahwa buku ajar yang digunakan sudah mampu memberikan kemudahan dalam memahami materi fisika khususnya dalam penyelesaian soal b. 79% dari peserta didik (N=33) menyatakan bahwa materi pada buku yang digunakan terlalu rumit dan sulit difahami serta kurangnya pembahasan pada contoh soal. Selain itu, terlalu banyak persamaan sehingga rumit dalam penyelesaiannya.
	3. Buku ajar yang digunakan sudah dilengkapi dengan jenis soal yang berbeda-beda	a. 21% dari peserta didik (N=33) menyatakan bahwa peserta didik sudah pernah menggunakan buku ajar yang dilengkapi dengan berbagai persoalan kombinasi b. 79% dari peserta didik (N=33) menyatakan bahwa peserta didik tidak pernah menggunakan buku ajar yang dilengkapi dengan berbagai persoalan kombinasi

	<p>4. Gaya belajar peserta didik dalam memahami materi rangkaian arus bolak-balik</p>	<p>a. 27% dari peserta didik (N=33) mempelajari materi dengan cara memahami isi materi</p> <p>b. 42% dari peserta didik (N=33) mempelajari materi dengan cara membaca berulang-ulang</p> <p>c. 30% dari peserta didik (N=33) mempelajari materi dengan cara menghafalkan rumus</p> <p>d. 27% dari peserta didik (N=33) mempelajari materi dengan cara menyelesaikan soal-soal</p> <p>e. 3% dari peserta didik (N=33) mempelajari materi dengan cara mendengarkan penjelasan guru (N=33)</p>
	<p>5. Kesulitan peserta didik dalam menggunakan buku ajar yang diberikan sekolah</p>	<p>a. 70% dari peserta didik (N=33) menyatakan bahwa mengalami kendala yaitu kurang memahami isi materi di buku</p> <p>b. 70% dari peserta didik (N=33) menyatakan bahwa mengalami kendala yaitu banyak latihan soal tapi sedikit pembahasan/cara penyelesaian</p> <p>c. 30% dari peserta didik (N=33) menyatakan bahwa mengalami kendala yaitu istilah di dalam buku terlalu sulit</p> <p>d. 45% dari peserta didik (N=33) menyatakan bahwa mengalami kendala yaitu jenis soal pada latihan soal berbeda dengan contoh soal</p> <p>e. 6% dari peserta didik (N=33) menyatakan bahwa mengalami kendala yaitu Materi yang ada pada buku tidak sesuai dengan soal yang diberikan</p> <p>f. 42% dari peserta didik (N=33) menyatakan bahwa mengalami kendala yaitu terlalu banyak rumusan matematis yang panjang</p>

	<p>6. Respon peserta didik terhadap penyusunan buku yang dilengkapi berbagai jenis soal dan penyelesaiannya dengan cara yang lebih sederhana</p>	<p>a. 36% dari peserta didik (N=33) menyatakan bahwa setuju jika akan disusun buku ajar yang berisi materi yang dilengkapi dengan contoh soal dan penyelesaiannya dengan cara yang lebih mudah</p> <p>b. 64% dari peserta didik (N=33) menyatakan bahwa sangat setuju jika akan disusun buku ajar yang berisi materi yang dilengkapi dengan contoh soal dan penyelesaiannya dengan cara yang lebih mudah</p> <p>c. Sehingga 100% menyatakan peresetujuannya apabila akan disusun buku ajar yang berisi materi yang dilengkapi dengan contoh soal dan penyelesaiannya dengan cara yang lebih mudah</p>
--	--	---

Lampiran 3. Hasil Validasi oleh Validator

a. Validasi oleh Validator 1 (Ahli)

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI

3. Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

IDENTITAS
 Nama : Dr. Bambang Supriadi, M.Pd., M.T.E
 NIP : 19650310 1995 02 001
 Instansi : Universitas Jember

Judul Bahan Ajar : Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana; Teori dan Aplikasinya
 Materi Pelajaran : Fisika
 Materi Pokok : Arus Listrik Bolak-balik
 Saranan : Peserta Didik Kelas XII IPA Semester I
 Penyusun : Shinta Nuryah Mubtobiyah Royani
 Hari/Tanggal : Kamis, 10 November 2022

Dengan hormat,
 Sebtiangon telah diikutinya Bahan Ajar dengan judul "Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana; Teori dan Aplikasinya", maka melalui instrumen ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap bahan ajar yang telah dibuat tersebut. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai mata rali validasi bahan ajar serta masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar tersebut. Sehingga diketahui kelayakan dari bahan ajar yang telah dibuat. Aspek penilaian bahan ajar ini diadaptasi dari komponen penilaian kelayakan isi dan kelayakan bahasa bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP).

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

1. Bapak/Ibu kami mohon memberikan tanda check list (✓) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan kewenangan sebagai berikut.
 Skor 5 : Sangat Valid
 Skor 4 : Valid
 Skor 3 : Cukup Valid
 Skor 2 : Kurang Valid
 Skor 1 : Tidak Valid

2. Bapak/Ibu kami mohon memberikan penilaian berdasarkan deskripsi butir penilaian yang sudah ditetapkan.

A. ASPEK KELAYAKAN ISI

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian				
		1 TV	2 KV	3 CV	4 V	5 SV
A. Cakupan Materi	1. Kesesuaian materi dengan KI, KD, dan indikator				✓	
	2. Kebenaran substansi materi					✓
	3. Kejelasan tujuan pembelajaran				✓	
	4. Keluasan materi sesuai dengan tingkat pembelajaran				✓	
	5. Keluasan materi sesuai dengan tingkat pembelajaran					✓
B. Akurasi Materi	6. Konsistensi konsep, prinsip, definisi yang disajikan dalam buku ajar					✓
	7. Konsistensi gambar, diagram, dan diagram yang disajikan dalam buku ajar					✓
	8. Konsistensi fakta dan data yang disajikan dalam buku ajar					✓
	9. Keakuratan contoh yang disajikan dalam buku ajar					✓
	10. Keakuratan soal yang disajikan dalam buku ajar					✓
	11. Konsistensi notasi, simbol, dan lambang yang					✓

C. Konsistensi dan konektivitas

12. Kemudahan akses peserta yang disajikan dalam buku ajar					✓
13. Kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan saat ini					✓
14. Keterkaitan/terintegrasi antar bab					✓
15. Urutan dalam buku ajar menyajikan konsep-konsep kumulatif dari bab/bab yang selanjutnya					✓

D. Kesesuaian pada bahasa dan penyediaan uraian

16. Buku ajar rangkaian arus bolak-balik dengan menggunakan teorema Pythagoras memberikan informasi yang menarik					✓
17. Foto di dalam buku ajar rangkaian arus bolak-balik dengan menggunakan teorema Pythagoras mampu memvisualisasikan dengan gaya belajar siswa yang berbeda-beda					✓
18. Buku ajar rangkaian arus bolak-balik dengan menggunakan teorema Pythagoras mampu memberikan metode yang lebih mudah namun tetap sesuai dengan materi yang disajikan					✓

Jumlah Skor Aspek Kelayakan Isi (n)	31
Jumlah Skor Maksimal (N)	50
Hasil Penilaian Kelayakan Isi (P%)	62

(Sumber: BSNP, 2016)

Komentar dan Saran

.....

.....

.....

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA

Judul Bahan Ajar : Teori dan Aplikasi dalam Rangkaian AC Sederhana, Teori dan Aplikasinya
 Materi Pelajaran : Elektronika
 Materi Pokok : Aran Listrik, Bekal-bekal
 Saasana : Pointa Diak Kelas XII IPA Semester I
 Penerbit : Buku Nelayak Mulakabijah Riyani
 Hari/Tanggal : Kamis, 12 Desember 2023

Dengan hormat,

Selengkapnya telah ditanya Bahan Ajar dengan Judul "Teori dan Aplikasi dalam Rangkaian AC Sederhana, Teori dan Aplikasinya", maka melalui instrumen ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap bahan ajar yang telah dibuat tersebut. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai salah satu validasi bahan ajar serta masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar tersebut. Sehingga diberikan kelayakan dari bahan ajar yang telah dibuat. Aspek penilaian bahan ajar ini diadopsi dari komponen penilaian kelayakan penyajian dan kelayakan kepraktisan bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP).

PETUNJUK PENGISIAN ANKET

1. Bapak/Ibu kami mohon memberikan tanda check list (✓) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut.
 Skor 5 : Sangat Valid
 Skor 4 : Valid
 Skor 3 : Cukup Valid
 Skor 2 : Kurang Valid
 Skor 1 : Tidak Valid

2. Bapak/Ibu kami mohon memberikan penilaian berdasarkan deskripsi butir penilaian yang sudah diisikan.

3. Sebelum melakukan penilaian, Bapak/ Ibu kami mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

IDENTITAS
 Nama : Dr. Bambang Supriadi, M.Sc., M.T., E
 NIP : 1968012199302001
 Instansi : Universitas Jember

A. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian				
		1 TV	2 KV	3 UV	4 V	5 SV
A. Teknik Penyajian	1. Konsistensi sistematis sajian dalam bab				✓	
	2. Kelogisan penyajian dan keterkaitan konsep				✓	
B. Pendukung Penyajian Materi	3. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dan materi					✓
	4. Pembangkit motivasi belajar pada awal bab					✓
	5. Ketepatan pemilihan dan penulisan rujukan/sumber acuan untuk teks, tabel, dan gambar				✓	
	6. Ketepatan penomoran dan penulisan tabel/gambar				✓	
C. Penyajian Pembelajaran	7. Keseriusan peserta didik					✓
D. Kelengkapan penyajian	8. Kelengkapan komponen kata pengantar					✓
	9. Kejelasan penyajian pengantar buku ajar					✓
	10. Kesesuaian pengisian pada glossary				✓	
	11. Kemutakhiran daftar pustaka				✓	
	12. Kejelasan ringkasan					✓
	13. Ketepatan evaluasi yang					✓

	sesuai dengan jumlah pembelajaran			<input checked="" type="checkbox"/>
Jumlah Skor Aspek Kelengkapan Isi (a)		58		
Jumlah Skor Maksimal (N)		60		
Hasil Penilaian Kelengkapan Isi (P%)		96,67		

(Sumber: BSNP, 2016)

Komentar dan Saran

.....

Kelayakan

Bahan Ajar Belum Dapat Digunakan	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Besar	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Sedang	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Kecil	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Tanpa Revisi	<input checked="" type="checkbox"/>

Jember, 10-11-2022

Abi Muzri

(Signature)
 Dra. Bambang S. M.Sc., M.P.
 NIP. 1963071819930021001

B. ASPEK KELAYAKAN BAHASA

Indikator Profilaksi	Basis Profilaksi	Penilaian				
		1 TV	2 KV	3 CV	4 M	5 SV
A. Kemampuan dengan perkembangan pribadi didik	1. Kemampuan dengan tingkat perkembangan bahasa siswa					<input checked="" type="checkbox"/>
	2. Kemampuan dengan tingkat perkembangan emosional siswa				<input checked="" type="checkbox"/>	
B. Kemampuan Menilai	3. Kemampuan memotivasi siswa untuk menerima pesan				<input checked="" type="checkbox"/>	
	4. Kemampuan memotivasi siswa untuk menyelesaikan persoalan				<input checked="" type="checkbox"/>	
C. Kelengkapan	5. Kejelasan struktur bahasa				<input checked="" type="checkbox"/>	
	6. Kelengkapan istilah				<input checked="" type="checkbox"/>	
D. Keterbacaan dan Kesesuaian alat tulis	7. Keterbacaan antara subbab/subparagraf/paragraf				<input checked="" type="checkbox"/>	
	8. Kesesuaian format antara subbab/subparagraf/paragraf				<input checked="" type="checkbox"/>	
E. Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang benar	9. Kesesuaian tata bahasa				<input checked="" type="checkbox"/>	
	10. Kelengkapan ejaan				<input checked="" type="checkbox"/>	
Jumlah Skor Aspek Kelengkapan Isi (a)		58				
Jumlah Skor Maksimal (N)		60				
Hasil Penilaian Kelengkapan Isi (P%)		96,67				

(Sumber: BSNP, 2016)

Komentar dan Saran

.....

.....

Kelayakan

Bahan Ajar Belum Dapat Digunakan	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Besar	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Sedang	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Kecil	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Tanpa Revisi	<input checked="" type="checkbox"/>

Jember, 10-11-2022

Abi Muzri

(Signature)
 Dra. Bambang S. M.Sc., M.P.
 NIP. 1963071819930021001

B. ASPEK KELAYAKAN KEGRAFIKAN

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian					
		1 TV	2 KV	3 CV	4 V	5 SV	
A. Ukuran buku ajar	1. Kesesuaian buku ajar dengan standar buku ajar					✓	
	2. Kesesuaian tata letak dengan ukuran buku ajar					✓	
B. Tata letak cover buku ajar	3. Terpilih tata letak cover pada muka buku ajar (cover) harmonis dan memberikan kesan lain yang baik				✓		
	4. Menempikan garis pandang yang baik				✓		
	5. Komposisi unsur tata letak (judul, pengarang, ilustrasi, dll) seimbang dan sesuai dengan letak itu				✓		
	6. Warna tata letak harmonis dan sempurna fasos					✓	
	7. Ukuran unsur tata letak proporsional				✓		
	C. Tipografi cover buku ajar	8. Menempikan kontras yang baik				✓	
		9. Ukuran huruf proporsional dengan ukuran buku ajar				✓	
D. Ilustrasi cover buku ajar	10. Ilustrasi dapat menggambarkan isi/isi buku ajar				✓		
E. Tata letak isi buku ajar	11. Penentuan arah paragraf jelas					✓	
	12. Tata letak baik gambar maupun materi dan fitur pendukung lainnya				✓		
	13. Jarak antar ilustrasi dan teks sesuai					✓	
	14. Kesesuaian bentuk, warna					✓	

	dan ukuran tata letak								
	15. Penempatan dan penempatan judul kali dan sub-judul								✓
	16. Penempatan dan penempatan angka halaman								✓
	17. Penempatan dan penempatan ilustrasi dan gambar								✓
	18. Penempatan ruang putih								✓
	19. Penempatan judul, sub-judul, ilustrasi dan kesesuaian gambar tidak mengganggu penulisan								✓
F. Tipografi isi buku ajar	20. Kesesuaian dan kejelasan huruf yang digunakan dalam buku ajar								✓
	21. Penggunaan variasi huruf (bold, italic, all caps, small caps, italic, huruf besar)								✓
G. Kualitas kertas buku ajar	22. Kertas yang digunakan memenuhi standar buku ajar								✓
H. Kualitas cetakan buku ajar	23. Cetakan buku ajar baik								✓
I. Kualitas pengikatan buku ajar	24. Pengikatan buku ajar sesuai dengan buku ajar pada umumnya								✓
Jumlah Skor Aspek Kelayakan Isi (n)								30	
Jumlah Skor Maksimum (N)								120	
Nilai Penilaian Kelayakan Isi (PI%)								25%	

(Sumber: ISNP, 2018)

Komentar dan saran

Kesimpulan

Buku Ajar Belum Dapat Digunakan	
Buku Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Besar	
Buku Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Sedang	
Buku Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Kecil	
Buku Ajar Dapat Digunakan Tanpa Revisi	

Jember, ... 2022

Ali Mada

Dr. Bambang S. MS, M. Sc, M. Ed
NIP. 19611111 19611111

b. Validasi oleh Validator 2 (Ahli)

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA

Judul Bahan Ajar : Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana; Teori dan Aplikasinya
 Materi Pelajaran : Listrik
 Materi Pokok : Arus Listrik Bolak-balik
 Sasaran : Peserta Didik Kelas XII IPA Semester I
 Penguasaan : Sistem Neriyah Mubalighah Riyani
 Hari/Tanggal : Jember, 11 November 2022

Dengan hormat,
 Sebaimana telah disampaikan Bahan Ajar dengan judul "Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana; Teori dan Aplikasinya", maka melalui instrumen ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap bahan ajar yang telah dibuat tersebut. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai matrik validasi bahan ajar serta masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar tersebut. Sehingga diotomat kelayakan dari bahan ajar yang telah disusun. Aspek penilaian bahan ajar ini disusupi dari komponen penilaian kelayakan penyajian dan kelayakan kegrafikan bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP)

PETUNJUK PENGISIAN ANGGKET

1. Bapak/Ibu kami mohon memberikan tanda check list (✓) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut.
 Skor 5 : Sangat Valid
 Skor 4 : Valid
 Skor 3 : Cukup Valid
 Skor 2 : Kurang Valid
 Skor 1 : Tidak Valid

2. Bapak/Ibu kami mohon memberikan penilaian berdasarkan deskripsi butir penilaian yang sudah diisikan.

3. Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

IDENTITAS
 Nama : Dr. Mariani, M.M., M.T.S
 NIP : 1949091198020002
 Instansi : Universitas Jember

A. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian				
		1	2	3	4	5
		TV	KV	CV	V	SV
A. Teknik Penyajian	1. Konsistensi dan estetika sajian dalam bab				✓	
	2. Kelengkapan penyajian dan kerentanan konsep				✓	
B. Pendukung Penyajian Materi	3. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dan materi					✓
	4. Pembangkit motivasi belajar pada awal bab				✓	
	5. Ketepatan penulisan dan pemilihan rujukan/ sumber sesuai teks, table, dan gambar				✓	
	6. Kelengkapan penomoran dan penamaan table/gambar				✓	
C. Penyajian Pembelajaran	7. Keterlibatan peserta didik			✓		
D. Kelengkapan penyajian	8. Kelengkapan komponen lain pengantar					✓
	9. Kejelasan petunjuk penggunaan bahan ajar					✓
	10. Kesesuaian pengertian pada penjelasan					✓
	11. Kesesuaian bahasa pada penulisan					✓
	12. Kejelasan narasi					✓
	13. Ketepatan evaluasi yang					✓

	sesuai dengan tujuan pembelajaran	
Jumlah Skor Aspek Kelayakan Isi (P)	51	
Jumlah Skor Maksimum (N)	55	
Hasil Penilaian Kelayakan Isi (PIS)	92	

(Sumber: BSNP, 2016)

Komentar dan Saran
 Aspek baik untuk latihan/konsep
 Prati baik untuk aplikasi/ rumus
 Luang menggunakan pythagoras

Kesimpulan

Bahan Ajar Bahan Dapat Digunakan	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Besar	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Sedang	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Kecil	✓
Bahan Ajar Dapat Digunakan Tanpa Revisi	

Jember, 11 November 2022
 Ahli Media
 Dr. Mariani, M.M., M.T.S
 NIP. 1949091198020002

B. ASPEK EFAYARAN/EFERIBILITAS

Indikator Penilaian	Detail Penilaian	Penilaian				
		1 TV	2 KV	3 CV	4 V	5 NV
A. Ukuran buku ajar	1. Kesesuaian buku ajar dengan standar buku ajar 2. kesesuaian tata letak dengan ukuran buku ajar				✓	
B. Tata letak cover buku ajar	3. Tempelan tata letak cover pada muka buku ajar (cover) harmonis dan memberikan kesan menarik yang baik 4. Menampilkan gambar pendukung yang baik 5. Komposisi cover tata letak (judul, pengantar, ilustrasi, dll) seimbang dan selaras dengan letak isi 6. Warna tata letak harmonis dan memperjelas fungsi 7. Ukuran unsur tata letak proporsional				✓	
C. Tipografi cover buku ajar	8. Menampilkan kordek yang baik 9. Ukuran huruf proporsional dengan ukuran buku ajar			✓		
D. Ilustrasi cover buku ajar	10. Ilustrasi dapat menggambarkan informasi buku ajar			✓		
E. Tata letak isi buku ajar	11. Perincian antar paragraph jelas 12. Tata letak baik gambar maupun tabel dan lain sebagainya konsisten 13. Jarak antar baris dan sisi sesuai 14. Kesesuaian bentuk, warna			✓		

	dan ukuran tata letak								
	15. Penempatan dan penempatan judul baik dan subjudul								✓
	16. Penempatan dan penempatan angka halaman								✓
	17. Penempatan dan penempatan ikhtisari dan gambar								✓
	18. Penempatan ruang paragraf								✓
	19. Penempatan judul, subjudul, ilustrasi dan keterangan gambar tidak mengganggu pembahasan								✓
F. Tipografi isi buku ajar	20. Kesesuaian dan kejelasan huruf yang digunakan dalam buku ajar								✓
	21. Penggunaan variasi huruf (bold, italic, underline, small capital, italic, serif, sans)								✓
G. Kualitas kertas buku ajar	22. Kertas yang digunakan memenuhi standar buku ajar								✓
H. Kualitas cetakan buku ajar	23. Cetak buku ajar baik								✓
I. Kualitas penjiplakan buku ajar	24. Penjiplakan buku ajar sesuai dengan buku ajar pada umumnya								✓
Jumlah Skor Aspek Kelengkapan Isi (a)								36	
Jumlah Skor Maksimal (N)								36	
Hasil Penilaian Kelengkapan isi (PP%)								100,0%	

(Sumber: ISNP, 2016)

Komentar dan Saran

.....

.....

.....

Kesimpulan:

Buku Ajar Belum Dapat Digunakan	
Buku Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Besar	
Buku Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Kecil	
Buku Ajar Dapat Digunakan Tanpa Revisi	✓

Jember, 11 Mei 2022

[Signature]
 Dr. Hengki M. S. M. S.
 NIP. 19630717 199403 2000

B. ASPEK KELAYAKAN BAHASA

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian				
		1 TV	2 KV	3 CV	4 V	5 SV
A. Kesediaan dengan perkembangan peserta didik	1. Kesediaan dengan tingkat perkembangan berpikir siswa				✓	
	2. Kesediaan dengan tingkat perkembangan emosional siswa				✓	
B. Kemampuan Motivasi	3. Kemampuan memotivasi siswa untuk menerima pesan				✓	
	4. Kemampuan memotivasi siswa untuk menyelesaikan masalah				✓	
C. Kelogasan	5. Ketepatan struktur kalimat			✓		
	6. Kebakuan istilah					✓
D. Kohesi dan Koherensi antar pikir	7. Ketepatan antar subbab/kalimat/diagra					✓
	8. Ketepatan makna dalam subbab/kalimat/diagra				✓	
E. Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang benar	9. Ketepatan tata bahasa				✓	
	10. Ketepatan ejaan					✓
Jumlah Skor Aspek Kelayakan Isi (a)		94				
Jumlah Skor Maksimal (N)		95				
Hasil Penilaian Kelayakan Isi (P%)		98				

(Sumber: BSNP, 2016)

Komentar dan Saran

.....

Kesimpulan

Bahan Ajar Belum Dapat Digunakan	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Besar	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Sederang	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Kecil	✓
Bahan Ajar Dapat Digunakan Tanpa Revisi	

Jember, 11 - 11 - 2022

AMMAsari
 NIP. 19630901 1954 20 1 0
 NIP. 090901-1954-20-1-0

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI

Judul Bahan Ajar : Teorema Pythagoras dalam Bangkai AC Sederhana; Teori dan Aplikasinya
 Materi Pokok : Trikotomi
 Materi Pokok : Area Lantai Balok-balok
 Sasaran : Peserta Didik Kelas XII IPA Semester I
 Penyusun : Sinta Nurrahmah Mubandah Rizki
 Hari/Tanggal : 11/11/2022, 11 November 2022

Dengan hormat,

Selamat pagi. Sebagai dosen saya mohon Bapak/Ibu dapat memberikan penilaian terhadap bahan ajar yang telah dibuat tersebut. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai acuan nilai validasi bahan ajar serta masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar tersebut. Sehingga diwujudkan kelayakan dan bahan ajar yang telah dibuat. Aspek penilaian bahan ajar ini diadopsi dari kemampuan penilaian kelayakan isi dan kelayakan bahasa bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP).

PETUNJUK PENGISIAN ANKET

- Bapak/Ibu kami mohon memberikan tanda check list (✓) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut.
 Skor 5 : Sangat Valid
 Skor 4 : Valid
 Skor 3 : Cukup Valid
 Skor 2 : Kurang Valid
 Skor 1 : Tidak Valid
- Bapak/Ibu kami mohon memberikan penilaian berdasarkan deskripsi butir penilaian yang sudah dibagikan.

3. Sebelum melakukan penilaian, Bapak/ Ibu kami mohon mengiti identitas secara lengkap terlebit di bawah.

IDENTITAS

Nama :
 NIP :
 Instansi :

A. ASPEK KELAYAKAN ISI

Indikator Penilaian	Basis Penilaian	Penilaian				
		1 TV	2 KV	3 CV	4 V	5 SV
A. Cakupan Materi	1. Kesesuaian materi dengan KI, KD, dan indikator					✓
	2. Kebaruan substansi materi					✓
	3. Kejelasan tujuan pembelajaran					✓
	4. Keluasan materi sesuai dengan tujuan pembelajaran					✓
	5. Kedalaman materi sesuai dengan tujuan pembelajaran					✓
B. Akurasi Materi	6. Keakuratan konsep, prinsip, definisi yang disajikan dalam buku ajar					✓
	7. Keakuratan gambar, ilustrasi, dan diagram yang disajikan dalam buku ajar					✓
	8. Keakuratan fakta dan data yang disajikan dalam buku ajar					✓
	9. Keakuratan contoh yang disajikan dalam buku ajar					✓
	10. Keakuratan soal yang disajikan dalam buku ajar					✓
	11. Keakuratan rumus, simbol, dan lambang yang					✓

C. Ketepatan dan komprehensif	Indikator	Penilaian				
		1	2	3	4	5
C. Ketepatan dan komprehensif	12. Keseluruhan acuan pustaka yang disajikan dalam buku ajar					✓
	13. Kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan saat ini					✓
	14. Keterkaitan/kesesuaian fitur					✓
	15. Urutan dalam buku ajar menyajikan contoh-contoh konkret dari lingkungan sekitar					✓
	16. Buku ajar menyajikan arus bolak-balik dengan menggunakan teorema Pythagoras memberikan informasi yang menarik					✓
D. Ketepatan pada bahan dan perbandingan	17. Fitur di dalam buku ajar menyajikan arus bolak-balik dengan menggunakan teorema Pythagoras mampu menyesuaikan dengan gaya belajar siswa yang berbeda-beda					✓
	18. Buku ajar menyajikan arus bolak-balik dengan menggunakan teorema Pythagoras mampu memberikan metode yang lebih mudah namun tetap sesuai dengan materi yang disajikan					✓
Jumlah Skor Aspek Kelayakan Isi (N)		5				
Jumlah Skor Maksimal (N)		5				
Hasil Penilaian Kelayakan Isi (P%)		100				

(Sumber: BSNP, 2016)

Komentar dan Saran

.....

.....

Kesimpulan

Bahan Ajar Belum Dapat Digunakan	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Besar	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Sedang	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Kecil	✓
Bahan Ajar Dapat Digunakan Tanpa Revisi	

Jember, 11 - 11 - 2022

Abdi Materi

 NIP. 194101011010201000

c. Validasi oleh Validator 3 (Pengguna)

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI

Judul Bahan Ajar : Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana, Teori dan Aplikasinya
 Materi Pelajaran : Fisika
 Materi Pokok : Arus Listrik Bolak-balik
 Sasaran : Peserta Didik Kelas XII IPA Semester I
 Pemyaran : Shinta Nuriah Mubtobiyah Riyani
 Hari/Tanggal : Sabtu, 6 November 2022

Dengan hormat,

Sehubungan telah dinasarnya Bahan Ajar dengan judul "Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana: Teori dan Aplikasinya", maka melalui instrumen ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap bahan ajar yang telah dibuat tersebut. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai suatu nilai validasi bahan ajar serta masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar tersebut. Sehingga diketahui kelayakan dari bahan ajar yang telah disusun. Aspek penilaian bahan ajar ini diadaptasi dari komponen penilaian kelayakan isi dan kebermanfaatan bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP).

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

- Bapak/Ibu kami mohon memberikan tanda check list (✓) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan ketetapan sebagai berikut.
 Skor 5 : Sangat Valid
 Skor 4 : Valid
 Skor 3 : Cukup Valid
 Skor 2 : Kurang Valid
 Skor 1 : Tidak Valid
- Bapak/Ibu kami mohon memberikan penilaian berdasarkan deskripsi butir penilaian yang sudah disiapkan.

1. Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

IDENTITAS

Nama : Yvonne, S.Pd
 NIP : 197405251-1987031003
 Instansi : UNJ - 2 Jember

A. ASPEK KELAYAKAN ISI

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian				
		1 TV	2 KV	3 CV	4 V	5 SV
A. Cakupan Materi	1. Kesesuaian materi dengan KI, KD, dan indikator					✓
	2. Keberagaman submateri materi					✓
	3. Kejelasan tujuan pembelajaran					✓
	4. Kekayaan materi sesuai dengan beban pembelajaran					✓
B. Akurasi Materi	5. Kedalaman materi sesuai dengan beban pembelajaran					✓
	6. Kesesuaian konsep, prinsip, definisi yang disajikan dalam buku ajar					✓
	7. Kesesuaian gambar, diagram, dan diagram yang disajikan dalam buku ajar					✓
	8. Kecukupan fakta dan data yang disajikan dalam buku ajar					✓
	9. Kecukupan contoh yang disajikan dalam buku ajar					✓
	10. Kecukupan soal yang disajikan dalam buku ajar					✓
	11. Kecukupan contoh, simbol, dan lambang yang					✓

C. Keakuratan dan keabsahan	12. Kecukupan acuan pustaka yang disajikan dalam buku ajar					✓
	13. Kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan saat ini					✓
	14. Keabsahan/fotokopianan file					✓
D. Kejelasan pada bahasa dan penulisan	15. Urutan dalam buku ajar menyajikan contoh-contoh konkret dari lingkungan sekitar					✓
	16. Buku ajar menyajikan cara bolak-balik dengan menggunakan teorema Pythagoras memberikan informasi yang menarik					✓
	17. Fitur di dalam buku ajar rangkaian arus bolak-balik dengan menggunakan teorema Pythagoras mampu menyajikan dengan gaya belajar siswa yang berbeda-beda					✓
	18. Buku ajar menyajikan cara bolak-balik dengan menggunakan teorema Pythagoras mampu memberikan metode yang lebih mudah namun tetap sesuai dengan materi yang disajikan					✓
Jumlah Skor Aspek Kelayakan Isi (n)		35				
Jumlah Skor Maksimum (N)		35				
Hasil Penilaian Kebermanfaatan Isi (P%)		100%				

(Sumber: BSNP, 2018)

Komentar dan Saran

B. ASPEK KELAYAKAN BAHASA

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian				
		1 TY	2 KV	3 CV	4 V	5 KV
A. Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik	1. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan berpikir siswa					✓
	2. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan emosional siswa				✓	
B. Kemampuan Motivasi	3. Kemampuan memotivasi siswa untuk merespon pesan					✓
	4. Kemampuan memotivasi siswa untuk melaksanakan penyelesaian				✓	
C. Kelengkapan	5. Kecepatan struktur kalimat				✓	
	6. Kebiasaan intiluh				✓	
D. Keberesan dan Konsistensialar pikir	7. Keterkaitan antara subbab/kalimat/paragraf				✓	
	8. Konsistensi makna dalam subbab/kalimat/paragraf				✓	
E. Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang benar	9. Ketepatan tata bahasa					✓
	10. Kemudahan ajian					✓
Jumlah Skor Aspek Kelayakan (A-E)		30				
Jumlah Skor Maksimal (N)		30				
Basil Penilaian Kelayakan (A-E) (%)		100				

(Sumber: BSNP, 2016)

Kesimpulan

Bahan Ajar Belum Dapat Digunakan	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Besar	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Sedang	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Kecil	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Tanpa Revisi	✓

Jember, 13 - 11 - 2022

Ahli Materi

[Signature]

NIP. 19870911 198103 1012

Kesimpulan

Bahan Ajar Belum Dapat Digunakan	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Besar	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Sedang	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Kecil	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Tanpa Revisi	✓

Jember, 13 - 11 - 2022

Ahli Materi

[Signature]

NIP. 19870911 198103 1012

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA

Judul Bahan Ajar : Teorema Pythagoras dalam Bangkai AC Sederhana; Teori dan Aplikasinya
 Materi Pelajaran : Fisika
 Materi Pokok : Arus Listrik Bolak-balik
 Sasaran : Peserta Didik Kelas XII IPA Semester I
 Penyusun : Shinta Nuriah Mubbiyah Riyani
 Hari/Tanggal : Sabtu, 10 November 2022

Dengan hormat,

Sehubungan telah diserahkan Bahan Ajar dengan judul "Teorema Pythagoras dalam Bangkai AC Sederhana; Teori dan Aplikasinya", maka melalui instrumen ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap bahan ajar yang telah dibuat tersebut. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai salah satu nilai validasi bahan ajar serta masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar tersebut. Sehingga diharapkan kelayakan dari bahan ajar yang telah dibuat. Aspek penilaian bahan ajar ini didasarkan dari komponen penilaian kelayakan penyajian dan kelayakan kegrafikan bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP)

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

- Bapak/Ibu kami mohon memberikan tanda check list (✓) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut.
 Skor 5 : Sangat Valid
 Skor 4 : Valid
 Skor 3 : Cukup Valid
 Skor 2 : Kurang Valid
 Skor 1 : Tidak Valid
- Bapak/Ibu kami mohon memberikan penilaian berdasarkan deskripsi butir penilaian yang sudah disiapkan.

B. ASPEK KELAYAKAN EGRAFIKAN

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian				
		1	2	3	4	5
		TV	KV	CV	V	SV
A. Ukuran buku ajar	1. Kesesuaian buku ajar dengan standar buku ajar					✓
	2. kesesuaian tata letak diagram/akurasi buku ajar					✓
B. Tata letak cover buku ajar	3. Tampilan tata letak siswa pada muka buku ajar (cover) harmonis dan memberikan kesan ilmiah yang baik					✓
	4. Menampilkan gambar pendukung yang baik				✓	
C. Tipografi cover buku ajar	5. Komposisi unsur tata letak (judul, paragraf, formula, dll) seimbang dan terlihat dengan jelas				✓	
	6. Warna tata letak harmonis dan memperhatikan fungsi					✓
D. Estetika cover buku ajar	7. Ukuran unsur tata letak proporsional					✓
	8. Menampilkan layout yang baik				✓	
E. Tata letak isi buku ajar	9. Ukuran huruf proporsional dengan ukuran buku ajar					✓
	10. Format dapat menggambarkan isi/materi buku ajar				✓	
	11. Penempatan unsur paragraf jelas				✓	
	12. Tata letak baik gambar maupun materi dan fitur pendukung konsisten				✓	
	13. Jarak antar huruf dan teks sesuai					✓
	14. Kesesuaian bentuk, warna					✓

	Skor dengan rumus pembelajaran			
Jumlah Skor Aspek Kelayakan Isi (n)			5	
Jumlah Skor Maksimal (N)			5	
Hasil Penilaian Kelayakan Isi (P%)			100	

(Sumber: BSNP, 2018)

Komentar dan Saran

.....

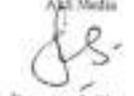
.....

.....

Kesimpulan

Bahan Ajar Belum Dapat Digunakan	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Besar	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Sedang	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Kecil	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Tanpa Revisi	✓

Jember, 17 - 11 - 2022

Ahli Media

 NIP. 014004 15060018

3. Sebelum melakukan penilaian, Bapak/ Ibu kami mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

IDENTITAS

Nama : Wibisono, E. YA
 NIP : 19610421 198001015
 Instansi : Sekolah 2 Jember

A. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

Indikator Penilaian	Basis Penilaian	Penilaian				
		1	2	3	4	5
		TV	KV	CV	V	SV
A. Teknik Penyajian	1. Konsistensi sistematika sajian dalam bab					√
	2. Kelogisan penyajian dan kerontotan konsep				√	
B. Pendukung Penyajian Materi	3. Konsistensi dan ketepatan ilustrasi dan materi					√
	4. Pembangkiti motivasi belajar pada awal bab					√
	5. Ketepatan penilaian dan pemilihan rujukan/sumber acuan untuk teks, table, dan gambar				√	
	6. Ketepatan penomoran dan penataan table/gambar					√
C. Penyajian Pembelajaran	7. Keterlibatan peserta didik				√	
D. Kelengkapan penyajian	8. Kelengkapan komponen kata pengantar					√
	9. Kejelasan penyaji penyusunan buku ajar					√
	10. Keakuratan pengertian pada glossarium					√
	11. Kemutakhiran daftar pustaka					√
	12. Kejelasan rangkuman					√
	13. Ketepatan evaluasi yang					√

	dan ukuran foto cetak					
	15. Penerapan dan penyempitan judul halaman subbab					√
	16. Penerapan dan penyempitan angka halaman					√
	17. Penerapan dan penyempitan format dan gambar					√
	18. Penerapan margin putih					√
	19. Penerapan judul, subjudul, ilustrasi dan keterangan gambar tidak menggunakan penyederhanaan					√
F. Tipografi isi buku ajar	20. Konsistensi dan kejelasan huruf yang digunakan dalam buku ajar					√
	21. Pengapuran varian huruf (bold, italic, all capital, small capital, tidak beraturan)					√
G. Kualitas kerias buku ajar	22. Kerias yang digunakan sesuai/sesuai standar buku ajar					√
H. Kualitas cetakan buku ajar	23. Cetakan buku ajar baik					√
I. Kualitas periklanan buku ajar	24. Periklanan buku ajar sesuai dengan buku ajar pada umumnya					√
Jumlah Skor Aspek Kelayakan Isi (n)		28				
Jumlah Skor Maksimal (N)		35				
Hasil Penilaian Kelayakan Isi (PNSI)		80,6				

(Sumber: BSNP, 2016)

Komentar dan Saran

.....

.....

Kestngalan

Bahan Ajar Belum Dapat Digunakan	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Besar	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Sedang	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Dengan Revisi Kecil	
Bahan Ajar Dapat Digunakan Tanpa Revisi	√

Jember, 15 - 11 - 2022

Aji Maula

(Signature)

Wibisono, E. YA
 NIP. 19610421 198001015

d. Tabel Hasil Validasi

**HASIL VALIDASI AHLI MATERI, AHLI MEDIA, DAN PENGGUNA
BUKU AJAR TEOREMA PHYTAGORAS DALAM RANGKAIAN AC
SEDERHANA: TEORI DAN APLIKASINYA**

Judul Bahan Ajar	: Teorema Phytagoras dalam Rangkaian AC Sederhana; Teori dan Aplikasinya
Materi Pelajaran	: Fisika
Materi Pokok	: Arus Listrik Bolak-balik
Sasaran	: Peserta Didik Kelas XII IPA Semester 1
Penyusun	: Shinta Nuriyah Mahbubiyah Royani

Dengan hormat,

Sehubungan telah disusunnya Bahan Ajar dengan Judul “**Teorema Phytagoras dalam Rangkaian AC Sederhana; Teori dan Aplikasinya**”, maka melalui instrumen ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap bahan ajar yang telah dibuat tersebut. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai suatu nilai validitas bahan ajar serta masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar tersebut. Sehingga diketahui kelayakan dari bahan ajar yang telah disusun. Aspek penilaian bahan ajar ini diadaptasi dari komponen penilaian kelayakan isi dan kelayakan bahasa bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP)

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

1. Bapak/Ibu kami mohon memberikan tanda *check list* (✓) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut.

Skor 5	: Sangat Valid
Skor 4	: Valid
Skor 3	: Cukup Valid
Skor 2	: Kurang Valid
Skor 1	: Tidak Valid

2. Bapak/Ibu kami mohon memberikan penilaian berdasarkan deskripsi butir penilaian yang sudah disiapkan.
3. Sebelum melakukan penilaian, Bapak/ Ibu kami mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

IDENTITAS

Validator 1 (V1)

Nama : Drs. Bambang Supriadi, M.Sc., .

NIP : 190800710199302001

Instansi : Universitas Jember

Validator 2 (V2)

Nama : Drs. Maryani., M.Pd., .

NIP : 196407071989021002

Instansi : Universitas Jember

Validator 3 (V3)

Nama : Ismanto, S.Pd.

NIP : 196409211989031012

Instansi : SMAN 2 Jember

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Validator			Skor Rata-rata	Rata-rata Indikator	Rata-rata Aspek
		V1	V2	V3			
ASPEK KELAYAKAN ISI							
A. Cakupan Materi	1. Kesesuaian materi dengan KI, KD, dan indikator	4	4	5	4.33	4.56	4,52
	2. Kebenaran substansi materi	5	4	5	4.67		
	3. Kejelasan tujuan pembelajaran	4	5	5	4.67		
	4. Keluasan materi sesuai dengan tujuan pembelajaran	4	4	5	4.33		
	5. Kedalaman materi sesuai dengan tujuan	5	4	5	4.67		

	pembelajaran						
B. Akurasi Materi	6. Keakuratan konsep, prinsip, definisi yang disajikan dalam buku ajar	5	4	5	4.67	4.52	
	7. Keakuratan gambar, ilustrasi, dan diagram yang disajikan dalam buku ajar	4	4	5	4.33		
	8. Keakuratan fakta dan data yang disajikan dalam buku ajar	4	4	5	4.33		
	9. Keakuratan contoh yang disajikan dalam buku ajar	5	4	5	4.67		
	10. Keakuratan soal yang disajikan dalam buku ajar	5	4	5	4.67		
	11. Keakuratan notasi, simbol, dan lambang yang disajikan dalam buku ajar	4	5	5	4.67		
	12. Keakuratan acuan pustaka yang disajikan dalam buku ajar	4	5	4	4.33		
C. Kemuktahiran dan konstektual	13. Kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan saat ini	4	4	4	4.37	4.22	
	14. Keterkinian/ketermasaan fitur	4	4	4	4.37		
	15. Uraian dalam buku ajar menyajikan contoh-contoh konkrit dari lingkungan sekitar	5	4	5	4.67		
D. Ketaatan pada hukum dan perundang-undangan	16. Buku ajar rangkaian arus bolak-balik dengan menggunakan teorema Phytagoras memberikan informasi yang menarik	5	5	5	5.00	4.78	
	17. Fitur di dalam buku ajar rangkaian arus bolak-balik dengan menggunakan teorema Phytagoras mampu menyesuaikan dengan gaya belajar siswa yang berbeda-beda	5	5	4	4.67		
	18. Buku ajar rangkaian arus bolak-balik dengan menggunakan teorema Phytagoras mampu	5	5	4	4.67		

	memberikan metode yang lebih mudah namun tetap sesuai dengan materi yang disajikan						
ASPEK KELAYAKAN BAHASA							
E. Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik	19. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan berpikir siswa	5	4	5	4.67	4.33	4.47
	20. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan emosional siswa	4	4	4	4.00		
F. Kemampuan Motivasi	21. Kemampuan memotivasi siswa untuk merespon pesan	4	4	5	4.33	4.67	
	22. Kemampuan memotivasi siswa untuk menyelesaikan persoalan	5	5	5	5.00		
G. Kelugasan	23. Ketepatan struktur kalimat	4	4	5	4.33	4.33	
	24. Kebakuan istilah	4	5	4	4.33		
H. Koherensi dan Keruntutan alur pikir	25. Ketertautan antara subbab/kalimat/alinea	4	5	4	4.33		
	26. Keutuhan makna dalam subbab/kalimat/alinea	4	4	4	4.00		
I. Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang benar	27. Ketepatan tata bahasa	5	4	5	4.67	4.83	
	28. Ketepatan ejaan	5	5	5	5.00		
ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN							
J. Teknik Penyajian	29. Konsistensi sistematika sajian dalam bab	4	4	5	4.33	4.17	
	30. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep	4	4	4	4.00		
K. Pendukung Penyajian Materi	31. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dan materi	5	5	5	5.00	4.75	
	32. Pembangkit motivasi belajar pada awal bab	5	5	5	5.00		
	33. Ketepatan penulisan dan	4	5	4	4.33		
ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN							
ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN							
J. Teknik Penyajian	29. Konsistensi sistematika sajian dalam bab	4	4	5	4.33	4.17	4.30
	30. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep	4	4	4	4.00		
K. Pendukung Penyajian Materi	31. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dan materi	5	5	5	5.00	4.75	
	32. Pembangkit motivasi belajar pada awal bab	5	5	5	5.00		
	33. Ketepatan penulisan dan	4	5	4	4.33		

	pemilihan rujukan/sumber acuan untuk teks, table, dan gambar						
	34. Ketepatan penomoran dan penamaan table/gambar	4	5	5	4.67		
L. Penyajian Pembelajaran	35. Keterlibatan peserta didik	4	4	4	4.00	4,00	
M. Kelengkapan penyajian	36. Kelengkapan komponen kata pengantar	5	5	5	5.00	4.72	
	37. Kejelasan petunjuk penggunaan buku ajar	5	5	5	5.00		
	38. Keakuratan pengertian pada glosarium	4	5	5	4.67		
	39. Kemuktahiran daftar pustaka	4	5	4	4.33		
	40. Kejelasan rangkuman	5	4	5	4.67		
	41. Ketepatan evaluasi yang sesuai dengan tujuan pembelajaran	5	4	5	4.67		
ASPEK KELAYAKAN KEGRAFIKAN							
N. Ukuran buku ajar	1. Kesesuaian buku ajar dengan standar buku ajar	5	4	5	4.67	4.67	
	2. Kesesuaian tata letak dengan ukuran buku ajar	5	4	5	4.67		
O. Tata letak cover buku ajar	3. Tampilan tata letak unsur pada muka buku ajar (cover) harmonis dan memberikan kesan irama yang baik	4	5	5	4.67	4.67	4.43
	4. Menampilkan pusat pandang yang baik	4	5	4	4.33		
	5. Komposisi unsur tata letak (judul, pengarang, ilustrasi, dll) seimbang dan seirama dengan letak isi	4	4	4	4.00		
	6. Warna tata letak harmonis dan memperjelas fungsi	5	4	5	4.67		

	7. Ukuran unsur tata letak proporsional	4	5	5	4.67		
P. Tipografi cover buku ajar	8. Menampilkan kontras yang baik	4	5	4	4.33	4.33	
	9. Ukuran huruf proporsional dengan ukuran buku ajar	4	4	5	4.33		
Q. Ilustrasi cover buku ajar	10. Ilustrasi dapat menggambarkan isi/materi buku ajar	4	4	4	4.00	4.00	
R. Tata letak isi buku ajar	11. Pemisahan antar paragraph jelas	5	5	4	4.67	4.56	
	12. Tata letak baik gambar maupun materi dan fitur pendukung konsisten	4	4	4	4.00		
	13. Jarak antar ilustrasi dan teks sesuai	5	5	5	5.00		
	14. Kesesuaian bentuk, warna dan ukuran tata letak	4	4	5	4.33		
15. Penempatan dan penampilan judul bab dan subbab	5	4	5				
16. Penempatan dan penampilan angka halaman	4	4	5	4.33			
17. Penempatan dan penampilan ilustrasi dan gambar	5	5	5	5.00			
18. Penempatan ruang putih	4	5	4	4.33			
19. Penempatan judul, subjudul, ilustrasi dan keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman	4	5	5	4.67			
S. Tipografi isi buku ajar	20. Kemenarikan dan kejelasan huruf yang digunakan dalam buku ajar	4	4	5	4.33		4.50
	21. Penggunaan variasi huruf (<i>bold, italic, all capital, small capital</i> , tidak berlebihan)	5	5	4	4.67		
T. Kualitas kertas buku ajar	22. Kertas yang digunakan memenuhi standar buku ajar	5	4	4	4.33	4.33	
U. Kualitas	23. Cetakan buku ajar baik	5	4	4	4.33	4.33	

cetakan buku ajar						
V. Kualitas penjilidan buku ajar	24. Penjilidan buku ajar sesuai dengan buku ajar pada umumnya	5	5	4	4.67	4.67
Total Rata-rata Aspek		4.46				
Presentase Aspek Kevalidan (%)		89.2%				



Lampiran 4. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**

Sekolah : SMAN 2 Jember
 Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XII / 1 (GANJIL)
 Materi Pokok : Rangkaian Arus Bolak Balik
 Alokasi waktu : 4JP x 45 menit (2 Pertemuan)

A. KOMPETENSI INTI

- KI – 3 Memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI – 4 Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

B. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR

Materi Pembelajaran	Kompetensi Dasar	Indikator
Rangkaian Arus Bolak Balik	3.5 Menganalisis arus bolak – balik (AC) serta penerapannya.	1. Menganalisis arus dan tegangan bolak – balik. 2. Menentukan arus listrik pada rangkaian RL dan RLC 3. Menentukan impedansi pada rangkaian RC dan RLC 4. Menentukan tegangan resistif dan tegangan induktif pada rangkaian RLC 5. Menentukan nilai reaktansi kapasitif pada rangkaian RLC

		6. Menentukan daya pada rangkaian RLC
	4.5 Mempresentasikan prinsip kerja penerapan rangkaian arus bolak-balik (AC) dalam kehidupan sehari-hari	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mendiskusikan penerapan dari rangkaian arus bolak-balik 2. Mempresentasikan hasil diskusi mengenai penerapan dari rangkaian arus bolak-balik serta prinsip kerjanya

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik dapat menjelaskan arus dan tegangan serta penerapan dari rangkaian arus bolak-balik dengan tepat melalui diskusi.
2. Peserta didik dapat menganalisis grafik dan tegangan pada rangkaian arus bolak-balik dengan tepat melalui diskusi.
3. Peserta didik dapat menentukan arus listrik pada rangkaian RL dan RLC melalui Teorema Pythagoras dengan benar dan tepat.
4. Peserta didik dapat menentukan impedansi pada rangkaian RC dan RLC melalui Teorema Pythagoras dengan benar dan tepat.
5. Peserta didik dapat menentukan tegangan resistif dan tegangan induktif pada rangkaian RLC melalui Teorema Pythagoras dengan benar dan tepat.
6. Peserta didik dapat menentukan nilai reaktansi kapasitif pada rangkaian RLC melalui Teorema Pythagoras dengan benar dan tepat.
7. Peserta didik dapat menentukan daya pada rangkaian RLC melalui Teorema Pythagoras dengan benar dan tepat.
8. Peserta didik dapat menentukan impedansi rangkaian seri RLC melalui Teorema Pythagoras dengan benar dan tepat.
9. Peserta didik dapat mempresentasikan hasil diskusi mengenai penerapan dari rangkaian arus bolak-balik serta prinsip kerjanya

D. MATERI PEMBELAJARAN

1. Tegangan Arus Bolak-balik
2. Arus Listrik Bolak-balik
3. Hambatan Pada Rangkaian Arus Bolak-balik
4. Daya Arus Listrik Bolak-balik
5. Rangkaian Arus Bolak-balik

E. METODE PEMBELAJARAN

1. Pendekatan: *Scientific Approach*
2. Model Pembelajaran: Problem Based Learning
3. Metode: ceramah, diskusi dan tanya jawab

F. MEDIA PEMBELAJARAN

1. Media: PPT, Papan tulis dan spidol

2. Sumber Belajar:

Royani, S. N. M. 2022. *Metode Phytagoras dalam Rangkaian AC Sederhana Teori dan Aplikasinya.*

G. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN**Pertemuan 1**

Kegiatan	Aktifitas Guru	Aktifitas Siswa	Waktu
Pendahuluan	1) Guru memberikan salam pembuka dan meminta salah satu siswa memimpin doa sebelum pembelajaran dimulai 2) Guru melakukan presensi kehadiran siswa 3) Guru memberi apersepsi tentang arus yang bekerja pada suatu alat yang menggunakan listrik 4) Guru menjelaskan mekanisme pelaksanaan pembelajaran sesuai dan tujuan pembelajaran kepada siswa	1) Siswa menjawab salam pembuka yang diucapkan guru dan memimpin doa sebelum pembelajaran dimulai 2) Siswa dipresensi kehadirannya oleh guru 3) Siswa menyimak saat guru memberi apersepsi tentang arus yang bekerja pada suatu alat yang menggunakan listrik 4) Siswa menyimak saat guru menjelaskan mekanisme pelaksanaan pembelajaran sesuai dan tujuan pembelajaran	10 menit
Inti	Orientasi		10 menit
	1) Guru memberikan penjelasan mengenai Bagaimana arus listrik yang digunakan pada peralatan elektronik seperti kipas angin dan radio dan	1) Siswa menyimak ulasan guru mengenai contoh penggunaan rangkaian arus bolak balik dalam kehidupan sehari-hari yang	

	<p>memberikan link video kepada siswa</p> <p>2) Guru memberikan memberi beberapa pertanyaan kepada siswa untuk mengarahkan pembelajaran menuju pembahasan Rangkaian arus bolak balik seri</p>	<p>ditampilkan melalui video berikut https://www.youtube.com/watch?v=oFskTNFVy1Y</p> <p>2) Siswa menjawab beberapa pertanyaan yang diberikan guru yang mengarah ke pembahasan mengenai Rangkaian arus bolak balik seri</p>	
	Organisasi		10 menit
	<p>1) Guru membagi siswa menjadi beberapa Kelompok diskusi</p> <p>2) Guru memberikan kesempatan kepada siswa dalam berdiskusi mengenai permasalahan pada video dan tanya jawab selama proses pengerjaan</p> <p>3) Guru memberi kesempatan siswa dalam berdiskusi, mempresentasikan menanggapi pembelajaran, dan tanya jawab.</p>	<p>1) Siswa berkumpul sesuai dengan kelompok yang telah ditentukan.</p> <p>2) Siswa berdiskusi mengenai permasalahan yang telah diberikan pada video dan siswa mempresentasikannya a didepan kelas.</p> <p>3) Siswa melakukan diskusi, mempresentasikan hasil dan melakukan tanya jawab bersama sama. (Mengkomunikasi)</p>	
	Membimbing Penyelesaian Masalah (Soal)		20 menit
	<p>1) Guru memberikan penjelasan kepada siswa tentang penggunaan metode konvensional dalam menyelesaikan rangkaian seri RC, RL, dan RLC</p>	<p>1) Siswa memperhatikan dan memahami penjelasan guru secara seksama</p>	
	Mengembangkan dan Menyajikan Hasil		35 menit
	<p>1) Guru memberi lembar soal kepada siswa</p>	<p>1) Siswa menerima lembar dan</p>	

	<p>untuk melaksanakan <i>pre test</i></p> <p>2) Guru memberikan kesempatan kepada siswa lainnya untuk menanggapi melalui kegiatan tanya jawab</p> <p>3) Guru mengamati siswa dalam mengerjakan <i>pre test</i> (Mengasosiasi)</p> <p>4) Guru memberikan tanggapan pada hasil <i>pre test</i> siswa</p>	<p>membaca <i>pre test</i> yang diberikan guru.</p> <p>2) Siswa akan bertanya jika kurang jelas dengan permasalahan yang diberikan oleh guru.</p> <p>3) Siswa mengerjakan soal <i>pre test</i> yang diberikan guru.</p> <p>4) Siswa memperhatikan tanggapan guru mengenai hasil test siswa.</p>	
	Evaluasi		3 menit
	<p>1) Guru memberi Rencana Tindak Lanjut atas partisipasi siswa</p> <p>2) Guru menyimpulkan hasil pembelajaran bersama siswa</p> <p>3) Guru memberi apersepsi atas partisipasi siswa</p>	<p>1) Siswa memperhatikan penjelasan Rencana Tindak Lanjut guru.</p> <p>2) Siswa mengevaluasi hasil pembelajaran dengan menyimpulkan materi bersama guru.</p> <p>3) Siswa diberi apersepsi atas partisipasi siswa</p>	
Penutup	<p>1) Guru memberi kesempatan kepada siswa untuk memimpin berdoa sebelum pembelajaran selesai</p> <p>2) Guru menutup pertemuan dengan mengucapkan salam</p>	<p>1) Siswa berdoa bersama dengan dipimpin oleh salah satu siswa</p> <p>2) Siswa Menjawab salam.</p>	2 menit

Pertemuan 2

Kegiatan	Aktifitas Guru	Aktifitas Siswa	Waktu
Pendahuluan	1) Guru memberikan salam pembuka dan meminta salah satu siswa memimpin doa sebelum pembelajaran	1) Siswa menjawab salam pembuka yang diucapkan guru dan memimpin doa sebelum	10 menit

	<p>dimulai</p> <p>2) Guru melakukan presensi kehadiran siswa</p> <p>3) Guru memberi apersepsi tentang arus yang bekerja pada suatu alat yang menggunakan listrik</p> <p>4) Guru menjelaskan mekanisme pelaksanaan pembelajaran sesuai dan tujuan pembelajaran kepada siswa</p>	<p>pembelajaran dimulai</p> <p>2) Siswa dipresensi kehadirannya oleh guru</p> <p>3) Siswa menyimak saat guru memberi apersepsi tentang arus yang bekerja pada suatu alat yang menggunakan listrik</p> <p>4) Siswa menyimak saat guru menjelaskan mekanisme pelaksanaan pembelajaran sesuai dan tujuan pembelajaran</p>	
Inti	Orientasi		10 menit
	<p>1) Guru memberikan penjelasan mengenai Bagaimana arus listrik yang digunakan pada peralatan elektronik seperti kipas angin dan radio dan memberikan link video kepada siswa</p> <p>2) Guru memberikan beberapa pertanyaan kepada siswa untuk mengarahkan pembelajaran menuju pembahasan Rangkaian arus bolak balik</p>	<p>1) Siswa menyimak ulasan guru mengenai contoh penggunaan rangkaian arus bolak balik dalam kehidupan sehari-hari yang ditampilkan melalui video berikut https://www.youtube.com/watch?v=Lck1EaCIBd8</p> <p>2) Siswa menjawab beberapa pertanyaan yang diberikan guru yang mengarah ke pembahasan mengenai Rangkaian arus bolak balik</p>	
	Organisasi		10 menit
	<p>1) Guru membagi siswa menjadi beberapa Kelompok diskusi</p> <p>2) Guru memberikan kesempatan kepada</p>	<p>1) Siswa berkumpul sesuai dengan kelompok yang telah ditentukan.</p> <p>2) Siswa berdiskusi</p>	

	<p>siswa dalam berdiskusi mengenai permasalahan pada video dan tanya jawab selama proses pengerjaan</p> <p>3) Guru memberi kesempatan siswa dalam berdiskusi, mempresentasikan menanggapi pembelajaran, dan tanya jawab.</p>	<p>mengenai permasalahan yang telah diberikan pada video dan siswa mempresentasikannya a didepan kelas.</p> <p>3) Siswa melakukan diskusi, mempresentasiian hasil dan melakukan tanya jawab bersama sama. (Mengkomunikasi)</p>	
	Membimbing Penyelesaian Masalah (Soal)		20 menit
	<p>1) Guru memberi penjelasan kepada siswa tentang metode alternative penyelesaian soal rangkaian seri RL, RC dan RLC</p> <p>2) Guru memberikan contoh soal penyelesaian rangkaian RL, RC, dan RLC menggunakan teorema Phytagoras</p> <p>3) Guru mengarahkan siswa untuk mencoba penggunaan metode phytagoras pada materi rangkaian seri arus bolak balik</p>	<p>1) Siswa memperhatikan dan memahami penjelasan guru mengenai penyelesaian soal rangkaian arus bolak-balik dengan teorema Phytagoras secara seksama.</p> <p>2) Siswa aktif dan tanggap dalam bertanya dan menjawab mengenai pemahaman teorema Phytagoras dalam penyelesaian soal Rangkaian arus bolak balik (Menanya).</p> <p>3) Siswa mencoba penerapan teorema phytagoras penyelesaian rangkaian seri bolak balik</p>	
	Mengembangkan dan Menyajikan Hasil		35 menit
	<p>1) Guru memberi lembar soal kepada siswa untuk melaksanakan <i>post test</i></p> <p>2) Guru memberikan</p>	<p>1) Siswa menerima lembar dan membaca Postest yang diberikan guru.</p> <p>2) Siswa akan bertanya</p>	

	<p>kesempatan kepada siswa lainnya untuk menanggapi melalui kegiatan tanya jawab</p> <p>3) Guru mengamati siswa dalam mengerjakan <i>post test</i> (Mengasosiasi)</p> <p>4) Guru memberikan tanggapan pada hasil <i>post test</i> siswa</p>	<p>jika kurang jelas dengan permasalahan yang diberikan oleh guru.</p> <p>3) Siswa mengerjakan soal Postest yang diberikan guru.</p> <p>4) Siswa memperhatikan tanggapan guru mengenai hasil test siswa.</p>	
	Evaluasi		3 menit
	<p>1) Guru memberi Rencana Tindak Lanjut atas partisipasi siswa</p> <p>2) Guru menyimpulkan hasil pembelajaran bersama siswa</p> <p>3) Guru memberi apersepsi atas partisipasi siswa</p>	<p>1) Siswa memperhatikan penjelasan Rencana Tindak Lanjut guru.</p> <p>2) Siswa mengevaluasi hasil pembelajaran dengan menyimpulkan materi bersama guru.</p> <p>3) Siswa diberi apersepsi atas partisipasi siswa</p>	
Penutup	<p>1) Guru memberi kesempatan kepada siswa untuk memimpin berdoa sebelum pembelajaran selesai</p> <p>2) Guru menutup pertemuan dengan mengucapkan salam</p>	<p>1) Siswa berdoa bersama dengan dipimpin oleh salah satu siswa</p> <p>2) Siswa Menjawab salam.</p>	2 menit

H. TEKNIK PENILAIAN

Jumlah soal = 10 soal, dengan teknik penilaian:

- 1) Jawaban benar = 10
- 2) Jawaban salah = 0
- 3) Jawaban kosong = 0

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\sum \text{Skor yang diperoleh}}{\sum \text{Skor maksimal}} \times 100$$

Jember, 12 November 2022.

Mengetahui,
Guru Mata Pelajaran Fisika



Ismanto, S Pd
NIP. 196409211989031012

Mahasiswa

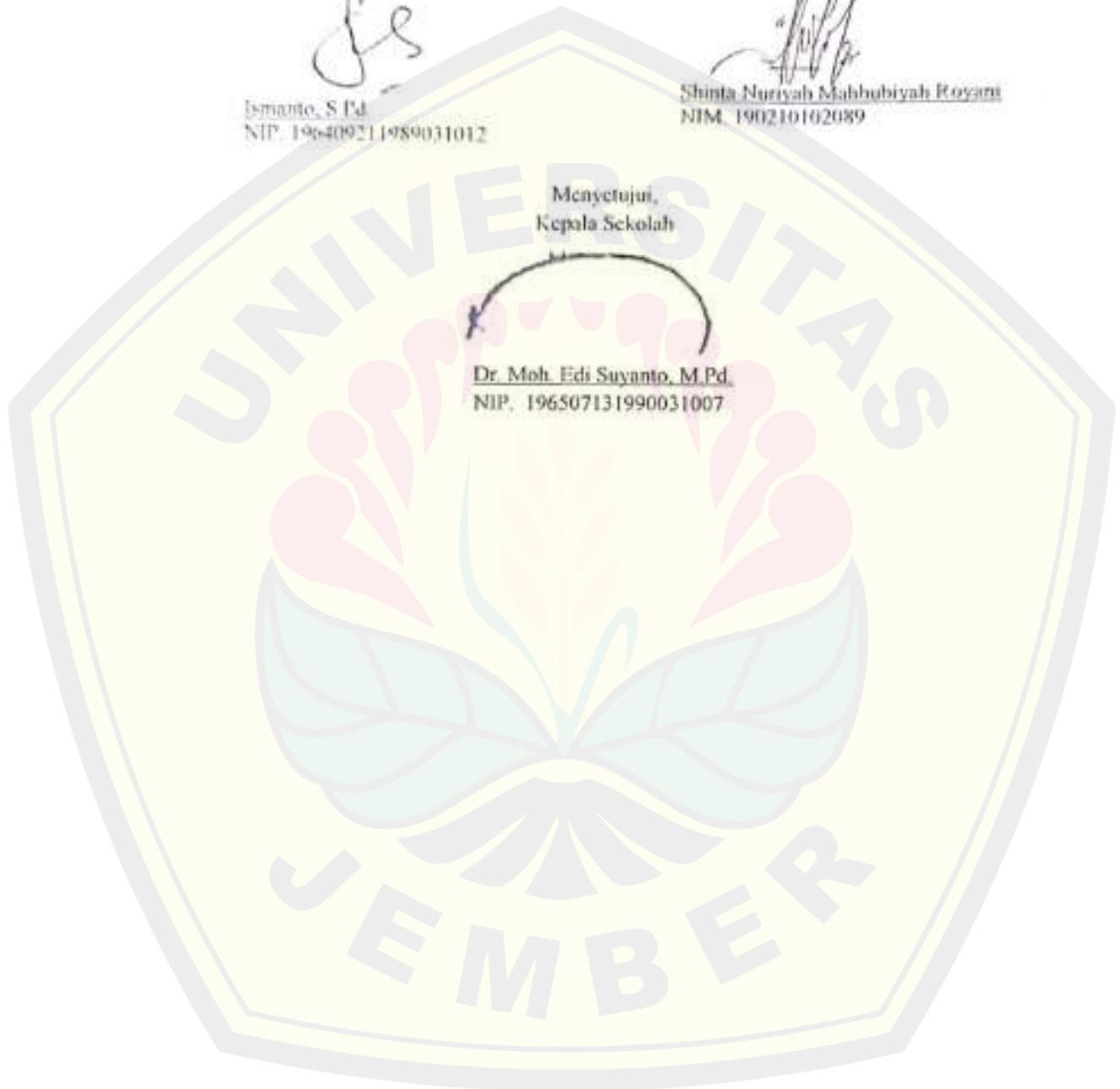


Shinta Nurayah Mahbubiyah Royani
NIM. 190210102089

Menyetujui,
Kepala Sekolah



Dr. Moh. Edi Suyanto, M.Pd.
NIP. 196507131990031007



Lampiran 5. Kisi-kisi dan Rubrik Penilaian *Pretest*

KISI – KISI DAN RUBRIK PENILAIAN *PRETEST*

Nama Sekolah : SMAN 2 Jember

Alokasi Waktu : 30

Mata Pelajaran : Fisika

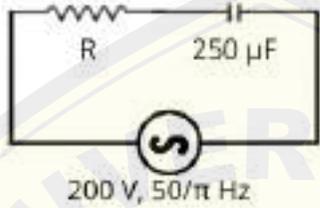
Jumlah Soal : 10

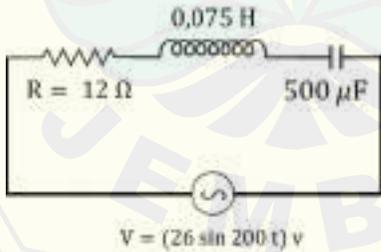
Materi Pokok : Rangkaian Arus Bolak-balik

Bentuk Soal : Pilihan Ganda

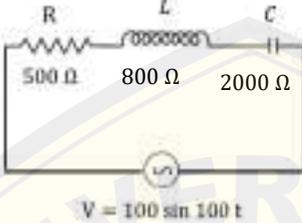
Kelas/Semester : XII/Ganjil

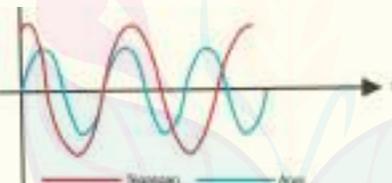
Kompetensi Dasar	Indikator	Indikator Soal	Nomor Soal	Soal	Kunci Jawaban	Kategori Soal	Skor
3.5 Menganalisis rangkaian arus bolak-balik (AC) penerapannya	3.5.1 Mengukur Arus, Tegangan, Hambatan, Daya, dan Impedansi pada rangkaian Arus Bolak-balik	Disajikan persoalan terkait rangkaian RL seri, siswa dapat menghitung tegangan efektif pada rangkaian	1	Susunan RL seri hambatan 60Ω dan induktor dengan reaktansi induktif 60Ω dihubungkan dengan sumber arus bolak-balik, tegangan efektif $200V$. Tegangan efektif pada induktor adalah... A. $100 V$ B. $100\sqrt{2} V$ C. $200 V$ D. $200\sqrt{2} V$ E. $200\sqrt{3} V$	Diketahui : $R = 60\Omega$ $X_L = 60\Omega$ $V_{ef} = 200V$ Jawab : $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ $Z = \sqrt{60^2 + 60^2} = \sqrt{3600 + 3600}$ $Z = 60\sqrt{2}\Omega$ $I = \frac{V}{Z} = \frac{200}{60\sqrt{2}} = \frac{5}{3} \sqrt{2}A$ $V_{ef \text{ Induktor}} = I \times R = \frac{5}{3} \sqrt{2} \times 60$ $V_{ef \text{ Induktor}} = 100\sqrt{2} V$ (B)	C4	10

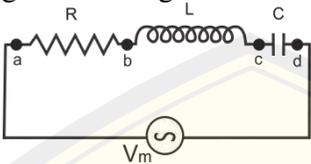
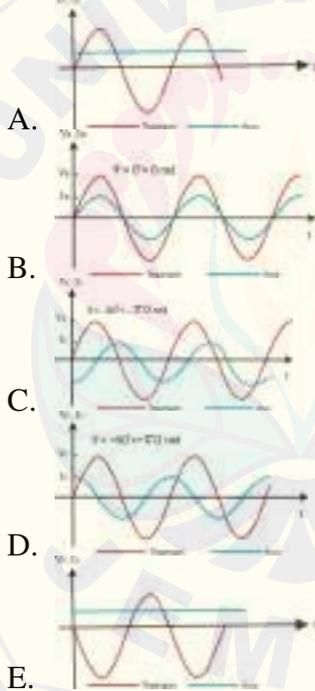
	<p>Disajikan gambar rangkaian RC seri, siswa dapat menghitung nilai resistor pada rangkaian</p>	<p>2</p>	<p>Perhatikan rangkaian listrik berikut ini!</p>  <p>Jika kuat arus dalam rangkaian - 4A maka nilai resistor R pada rangkaian adalah....(<i>Ebtanas 1998</i>)</p> <p>A. 60 Ω B. 50 Ω C. 40 Ω D. 30 Ω E. 20 Ω</p>	<p>Diketahui : $C = 250 \mu\text{F}$ $V_m = 200 \text{ V}$ $\omega = \frac{50}{\pi} \text{ Hz}$ $I_m = -4 \text{ A}$</p> <p>Jawab : $Z_{RC} = \frac{V_m}{I_m} = \frac{200}{4} = 50 \text{ ohm}$ $\omega = 2\pi f = 2\pi \frac{50}{\pi} = 100 \text{ rad/sekon}$ $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{(100)(250 \times 10^{-6})} = 40 \Omega$ $Z_{RL} = \sqrt{R^2 + X_{RC}^2}$ $50 = \sqrt{R^2 + 40^2}$ $50 = \sqrt{R^2 + 40^2}$ $R^2 = 2500 - 1600 = 900$ $R = 30 \Omega \text{ (D)}$</p>	<p>C4</p>	<p>10</p>
	<p>Disajikan persoalan terkait rangkaian RLC seri, siswa dapat menghitung daya yang dibebaskan</p>	<p>3</p>	<p>Rangkaian seri RLC masing – masing besarnya $R=600 \Omega$, $L = 2\text{H}$, dan $C=10\mu\text{F}$ dipasang pada sumber tegangan AC :$V = 100\sqrt{2} \sin 100t$ dalam SI. Daya yang dibebaskan pada rangkaian tersebut adalah...</p> <p>A. 3 watt B. 4 watt</p>	<p>Diketahui : $R = 600 \Omega$ $L = 2 \text{ H}$ $C = 10\mu\text{F}$ $V_m = 100\sqrt{2} \text{ V}$ $\omega = 100$</p>	<p>C4</p>	<p>15</p>

		pada rangkaian		<p>C. 5 watt D. 6 watt E. 8 watt</p>	<p>Jawab :</p> $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{(100)(10^{-5})} = 1000 \Omega$ $X_L = \omega L = (100)2 = 200 \Omega$ $Z_{RLC} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ $Z_{RLC} = \sqrt{600^2 + (200 - 1000)^2}$ $Z_{RLC} = \sqrt{360000 + 640000}$ $Z_{RLC} = \sqrt{1.000.000} = 1000 \Omega$ $I_m = \frac{V_m}{Z_{RLC}} = \frac{100\sqrt{2}}{1000} = 0.1\sqrt{2} A$ $I_{ef} = \frac{0.1\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 0.1$ $P = I_{ef}^2 \times R$ $P = (0,1)^2 600 = 6 \text{ watt (D)}$		
		Disajikan gambar rangkaian RLC seri, siswa dapat menghitung kuat arus maksimum pada rangkaian	4	<p>Perhatikan diagram rangkaian RLC berikut ini!</p>  <p>Kuat arus maksimum dari rangkaian adalah....($1 \mu F = 10^{-6} F$)(UN 2013) A. 1,3 A</p>	<p>Diketahui :</p> $R = 12 \Omega$ $L = 0.075 H$ $C = 500 \mu F$ $V_m = 26 V$ $\omega = 200$ <p>Ditanya : $I_m \dots ?$</p> <p>Jawab :</p> $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{(200)(500 \cdot 10^{-6})} = 10 \Omega$ $X_L = \omega L = (200)0,075 = 15 \Omega$ $Z_{RLC} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$	C4	15

				<p>B. 1,5 A C. 2,0 A D. 2,4 A E. $2\sqrt{2}$ A</p>	$Z_{RLC} = \sqrt{12^2 + (15 - 10)^2}$ $Z_{RLC} = \sqrt{12^2 + (5)^2}$ $Z_{RLC} = \sqrt{144 + 25}$ $Z_{RLC} = 13 \Omega$ $I_m = \frac{V_m}{Z_{RLC}} = \frac{26}{13} = 2 A (C)$		
		Disajikan persoalan terkait rangkaian RLC seri, siswa dapat menghitung tegangan induktif pada rangkaian	5	<p>Perhatikan pesawat penerima radio berikut!</p>  <p>Apabila suatu rangkaian penerima radio tersebut memakai rangkaian R-L-C seri yang dihubungkan dengan tegangan bolak-balik sebesar 1 volt. Jika $R = 500 \text{ ohm}$; $L = 0,4 \text{ mH}$; dan $C = 100 \text{ pF}$ maka pernyataan berikut yang benar adalah ...</p> <p>A. 3 MHz B. 25 MHz C. 20 kHz D. 500 Hz E. 796 Hz</p>	<p>Diketahui : $R = 500 \Omega$ $L = 0.4 \text{ mH}$ $C = 100 \mu F$</p> <p>Jawab :</p> $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ $f = \frac{1}{2(3,14)\sqrt{(4 \times 10^{-4})(10^{-4})}}$ $f = \frac{1}{(6,28)(2 \times 10^{-4})}$ $f = \frac{1}{(6,28)(2 \times 10^{-4})}$ $f = 796 \text{ Hz (E)}$	C3	10

		<p>Disajikan gambar rangkaian RLC seri, siswa dapat menghitung nilai impedansi pada rangkaian</p>	<p>6</p>	<p>Perhatikan gambar rangkaian RLC berikut!.</p>  <p>Besar impedansi pada rangkaian tersebut adalah....</p> <p>A. 1600 Ω B. 1500 Ω C. 1300 Ω D. 800 Ω E. 600 Ω</p>	<p>Diketahui :</p> <p>$R = 500 \Omega$ $X_L = 800 \Omega$ $X_C = 2000 \Omega$ $V_m = 100 \text{ V}$</p> <p>Jawab :</p> $Z_{RLC} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ $Z_{RLC} = \sqrt{500^2 + (800 - 2000)^2}$ $Z_{RLC} = \sqrt{250.000 + 1.440.000^2}$ $Z_{RLC} = \sqrt{1.690.000} = 1300 \Omega \text{ (C)}$	<p>C3</p>	<p>10</p>
		<p>Disajikan persoalan terkait rangkaian RLC seri, siswa dapat menghitung tegangan resistif pada rangkaian</p>	<p>7</p>	<p>Suatu rangkaian RLC seri dihubungkan dengan sumber arus bolak – balik dengan tegangan 100 V. Bila amplitude tegangan $V_R, V_L, \text{ dan } V_C$ sama besar, maka nilai V_R....(UM UGM 2013)</p> <p>A. 33 V B. 50 V C. 67 V D. 87 V E. 100 V</p>	<p>Diketahui :</p> <p>$V_m = 100 \text{ V}$ $V_R = V_L = V_C$</p> <p>Jawab :</p> $V_{max} = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$ <p>Karena $V_L = V_C$; $V_L - V_C = 0$</p> $V_{max} = \sqrt{V_R^2}$ $V_{max} = V_R = 100 \text{ V (E)}$	<p>C3</p>	<p>10</p>
		<p>Disajikan persoalan</p>	<p>8</p>	<p>Susunan seri hambatan 80Ω dan kapasitor dengan reaktansi</p>	<p>Diketahui :</p> <p>$R = 80 \Omega$</p>	<p>C3</p>	<p>10</p>

		terkait rangkaian RC seri, siswa dapat menghitung nilai arus maksimum pada rangkaian		<p>kapasitif 60Ω dihubungkan dengan sumber arus bolak-balik, tegangan efektif $300V$. Nilai arus maksimum pada rangkaian tersebut adalah...</p> <p>A. 2 A B. 3 A C. 5 A D. 7 A E. 9 A</p>	<p>$X_C = 60\Omega$ $V_Z = 300V$</p> <p>Jawab :</p> $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ $Z = \sqrt{80^2 + 60^2}$ $Z = \sqrt{6400 + 3600}$ $Z = 100\Omega$ $I = \frac{V}{Z} = \frac{300}{100} = 3 A \text{ (B)}$		
		Disajikan Grafik hubungan V dan I, siswa dapat mengidentifikasi jenis rangkaian sesuai grafik yang disajikan	9	<p>Perhatikan Grafik hubungan V dan I berikut</p>  <p>Grafik tersebut merupakan grafik pada angkaian</p> <p>A. Rangkaian R B. Rangkaian L C. Rangkaian C D. Rangkaian RLC dengan $X_L = X_C$ E. Rangkaian RLC dengan $X_L < X_C$</p>	<p>Pembahasan:</p> <p>Grafik tersebut merupakan grafik hubungan V dan I pada rangkaian L, sehingga arus bersifat induktif dan berlaku bahwa arus tertinggal sebesar 90° dari tegangan sehingga jawaban yang benar adalah yang B.</p>	C2	5

		<p>Disajikan gambarrangkaian RLC seri, siswa dapat menentukan grafik hubungan V dan I yang sesuai</p>	<p>10</p>	<p>Rangkaian R-L-C disusun sebagaimana rangkaian berikut</p>  <p>Grafik gelombang sinus yang dihasilkan jika $X_L > X_C$ adalah</p> 	<p>Pembahasan: Karena pada rangkaian $X_L > X_C$ maka rangkaian bersifat induktif, sehingga grafik akan mengikuti sifat inductor yaitu arus tertinggal sebesar 90° dari tegangan sehingga jawaban yang benar adalah yang C.</p>	<p>C2</p>	<p>5</p>
--	--	---	-----------	---	---	-----------	----------

Lampiran 6. Kisi-kisi dan Rubrik Penilaian *Posttest*

KISI – KISI DAN RUBRIK PENILAIAN *POSTTEST*

Nama Sekolah : SMAN 2 Jember

Alokasi Waktu : 30

Mata Pelajaran : Fisika

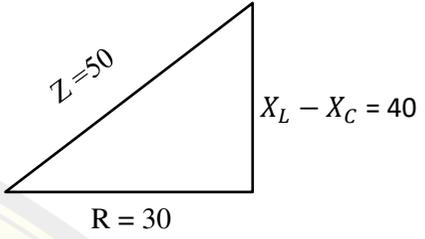
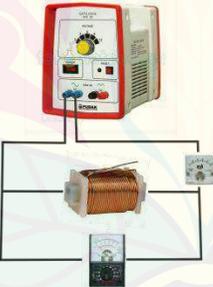
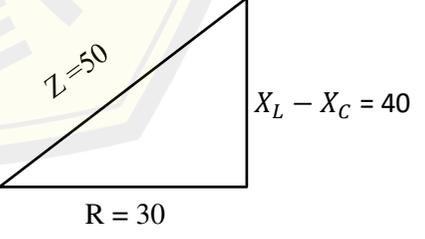
Jumlah Soal : 10

Materi Pokok : Rangkaian Arus Bolak-balik

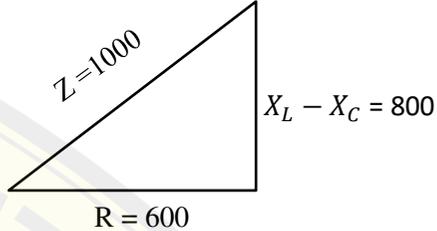
Bentuk Soal : Pilihan Ganda

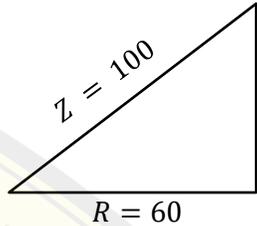
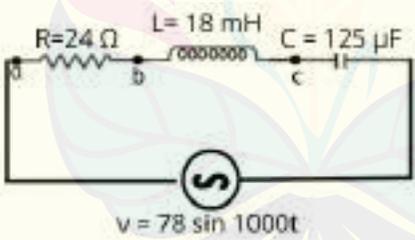
Kelas/Semester : XII/Ganjil

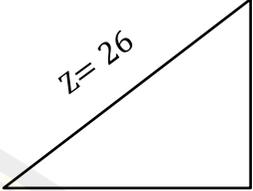
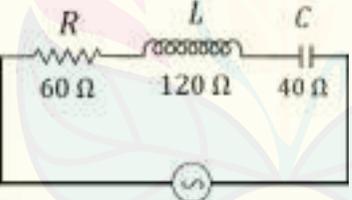
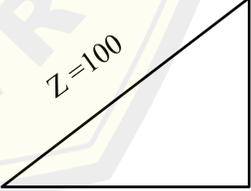
Kompetensi Dasar	Indikator	Indikator Soal	Nomor Soal	Soal	Kunci Jawaban	Kategori Soal	Skor
3.5 Menganalisis rangkaian arus bolak-balik (AC) penerapannya	3.5.1 Mengukur Arus, Tegangan dan Impedansi pada rangkaian Arus Bolak-balik	Disajikan gambar rangkaian RL seri, siswa dapat menghitung arus listrik yang mengalir pada rangkaian	1	<p>Suatu rangkaian R-L dirangkai sebagaimana gambar berikut.</p>  <p>Maka besar nilai arus listrik yang mengalir pada rangkaian adalah ...</p> <p>A. 2A B. $2\sqrt{2}$A C. 4A D. $4\sqrt{2}$A E. 8A</p>	<p>Diketahui : $R = 30\Omega$ $L = 0,4 H$ $V_m = 200 V$ $\omega = 100 \text{ rad/s}$</p> <p>Ditanya : $I_m \dots ?$</p> <p>Jawab :</p> <p>Penyelesaian Metode Phytagoras : $X_L = \omega L = (100)0.4 = 40 \Omega$</p> <p>Triple Phytagoras: 30, 40, 50</p>	C4	10

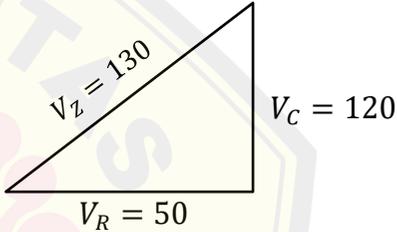
					 $I = \frac{V}{Z_{RL}} = \frac{200}{50} = 4 \text{ A (C)}$		
	<p>Disajikan gambar rangkaian RC seri, siswa dapat menghitung nilai tegangan pada rangkaian</p>	2	<p>Perhatikan rangkaian di bawah ini</p>  <p>Diperoleh bahwa pembacaan amperemeter adalah arus maksimum = 0.2A dan pembacaan voltmeter adalah tegangan maksimum = 10 volt. Apabila kumparan dilepaskan dari rangkaian, kemudian hambatannya diukur dengan ohmmeter maka akan mendapatkan nilai hambatan 30</p>	<p>Diketahui :</p> $I_m = 0,2 \text{ A}$ $V_m = 10 \text{ V}$ $R = 30 \Omega$ <p>Jawab :</p> $Z_{RL} = \frac{V_m}{I_m} = \frac{10}{0.2} = 50 \Omega$ <p>Pembahasan Phytagoras : Triple Phytagoras: 30, 40, 50</p> 	C3	10	

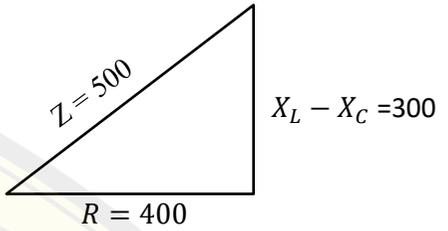
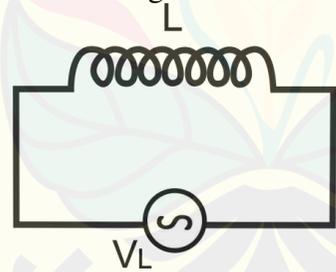
				<p>Ω. Dari semua data yang disebutkan, nilai reaktansi induktif kumparan adalah...</p> <p>A. 20 Ω B. 30 Ω C. 40 Ω D. 50 Ω E. 80 Ω</p>			
		<p>Disajikan persoalan terkait rangkaian RLC seri, siswa dapat menghitung daya pada rangkaian</p>	3	<p>Suatu rangkaian seri RLC dihubungkan dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{3} \sin 100t$ V. Bila $R = 600 \Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10 \mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...</p> <p>A. 6 Watt B. 8 Watt C. 9 Watt D. 12 Watt E. 18 Watt</p>	<p>Diketahui : $R = 600 \Omega$ $L = 2 H$ $C = 10 \mu F$ $V_m = 100\sqrt{3} V$ $\omega = 100$</p> <p>Ditanya : $P \dots ?$</p> <p>Jawab : Penyelesaian Metode Phytagoras : $X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{(100)(10^{-5})} = 1000 \Omega$ $X_L = \omega L = (100)2 = 200 \Omega$</p>	C4	15

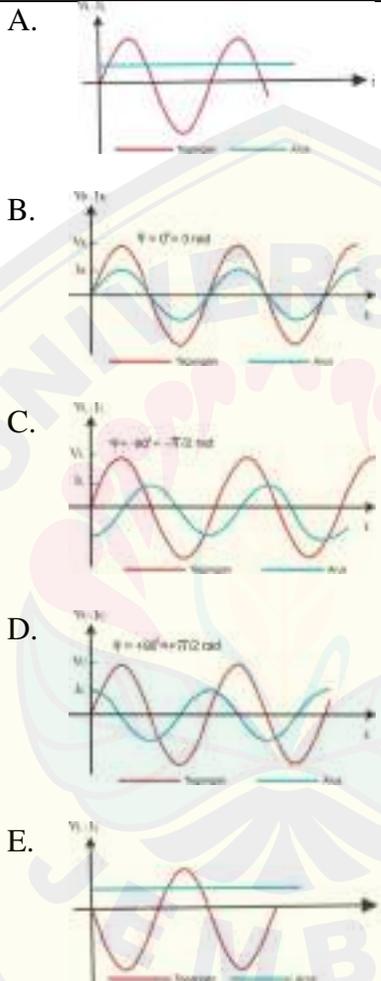
					<p>Triple Phytagoras: 600, 800, 1000</p>  <p> $Z_{RLC} = 1000 \Omega$ $I_m = \frac{V_m}{Z_{RLC}} = \frac{100\sqrt{3}}{1000} = 0.1 \sqrt{3} A$ $I_{ef} = \frac{0.1 \sqrt{3}}{\sqrt{2}}$ $P = I_{ef}^2 \times R$ $P = \left(\frac{0.1 \sqrt{3}}{\sqrt{2}}\right)^2 600$ $P = 9 \text{ Watt (C)}$ </p>		
		<p>Disajikan gambar rangkaian RLC seri, siswa dapat menghitung tegangan maksimum pada rangkaian</p>	4	<p>Suatu Resistor-Induktor-Kapasitor disusun secara seri kemudian dihubungkan pada tegangan arus bolak-balik. Apabila nilai Resistor adalah 60Ω, Reaktansi Induktif 120Ω, dan Reaktansi Kapasitif 40Ω. Maka besar tegangan maksimum yang dibutuhkan agar dihasilkan kuat arus maksimum sebesar 4 A adalah ...</p>	<p>Diketahui :</p> <p> $V_m = 200 V$ $f = 25 \text{ Hz}$ $R = 200 \Omega$ $C = \frac{100}{\pi} \mu F$ </p> <p>Jawab : Penyelesaian Metode Phytagoras:</p>	C4	15

				<p>A. 100 V B. 200 V C. 300 V D. 400 V E. 500 V</p>	<p>Triple Pythagoras: 60, 80, 100</p>  <p>$Z = 100$ $R = 60$ $X_L - X_C = 80$</p> <p>$Z = \sqrt{10.000} = 100 \Omega$ $V_{max} = I_{max} Z = 4.100 = 400 \Omega (D)$</p>		
	Disajikan gambar rangkaian RLC seri, siswa dapat menghitung tegangan induktif pada rangkaian	5	<p>Suatu rangkaian RLC dirangkai seri sebagaimana gambar berikut.</p>  <p>Nilai potensial antara titik b dan c adalah ...</p> <p>A. 14 V B. 24 V C. 34 V D. 44 V E. 54 V</p>	<p>Diketahui : $R = 24 \Omega$ $L = 18 \text{ mH}$ $C = 125 \mu\text{F}$ $\omega = 1000 \text{ V}$ $V_m = 78 \text{ V}$</p> <p>Ditanya : $V_{bc} \dots ?$</p> <p>Jawab : Penyelesaian Metode Pythagoras :</p> <p>$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{(1000)(125 \times 10^{-6})} = 8 \Omega$ $X_L = \omega L = (1000)(0,018) = 18 \Omega$</p> <p>Triple Pythagoras : 10, 24, 26</p> <p>$Z_{RLC} = 26 \Omega$</p>	C4	10	

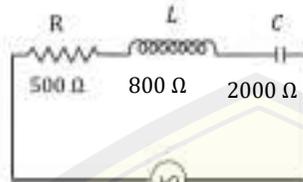
					 $Z = 26$ $R = 24$ $X_L - X_C = 10$ $I_m = \frac{V_m}{Z_{RLC}} = \frac{78}{26} = 3A$ $V_L = I_m X_L = (3)(18) = 54 V (E)$		
	Disajikan gambar rangkaian RLC seri, siswa dapat menghitung nilai impedansi pada rangkaian	6	<p>Perhatikan gambar rangkaian listrik berikut!</p>  <p>Jika tegangan maksimum sumber arus bolak – balik 200 volt, maka besar impedansi pada rangkaian adalah...Ω</p> <p>A. 80 B. 100 C. 220 D. 250 E. 260</p>	<p>Diketahui :</p> $R = 60 \Omega$ $X_L = 120 \Omega$ $X_C = 40 \Omega$ $V_m = 200 V$ <p>Jawab :</p> <p>Penyelesaian Metode Phytagoras: Triple Phytagoras: 60, 80, 100</p>  $Z = 100$ $R = 60$ $X_L - X_C = 80$ <p>Z = 100 Ω (B)</p>	C3	10	

		<p>Disajikan persoalan terkait rangkaian RC seri, siswa dapat menghitung tegangan total pada rangkaian</p>	<p>7</p>	<p>Pada rangkaian seri RC, jika tegangan resistif dan tegangan kapasitif masing-masing adalah 50 V dan 120 V, maka tegangan totalnya adalah V</p> <p>A. 50 B. 120 C. 130 D. 169 E. 250</p>	<p>Diketahui : $V_R = 50V$ $V_C = 120V$ Jawab : Penyelesaian Metode Phytagoras: Triple Phytagoras: 50, 120, 130</p>  <p>$V_Z = 130 V (C)$</p>	<p>C3</p>	<p>10</p>
		<p>Disajikan persoalan terkait rangkaian RLC seri, siswa dapat menghitung nilai reaktansi kapasitif pada rangkaian</p>	<p>8</p>	<p>Rangkaian resistor-induktor-kapasitor disusun seri dengan resistensi $R = 400\Omega$, reaktansi induktif $= 500 \Omega$ dan impedansi rangkaian $Z = 500\Omega$. Berapa nilai reaktansi kapasitif dari kapasitor? (<i>UM UGM 2015</i>)</p> <p>A. 200Ω B. 300Ω C. 400Ω D. 500Ω E. 600Ω</p>	<p>Diketahui : $R = 400 \Omega$ $X_L = 500 \Omega$ $Z = 500 \Omega$ $V_m = 100\sqrt{2} V$ $\omega = 100$ Jawab :</p>	<p>C3</p>	<p>10</p>

					<p>Penyelesaian Metode Phytagoras :</p>  <p>Triple Phytagoras: 300, 400, 500</p> $X_L - X_C = 300$ $500 - X_C = 300$ $X_C = 200\Omega (A)$		
	Disajikan Gambar rangkaian L, siswa dapat menentukan grafik hubungan V dan I sesuai dengan gambar rangkaian yang disajikan	9	<p>Perhatikan rangkaian berikut</p>  <p>Grafik hubungan V dan I yang benar pada rangkaian tersebut adalah</p>	<p>Pembahasan:</p> <p>Karena pada rangkaian L arus bersifat induktif, maka berlaku bahwa arus tertinggal sebesar 90° dari tegangan sehingga jawaban yang benar adalah yang C.</p>	C2	5	

			<p>10</p>	<p>Rangkaian R-L-C dengan $X_C > X_L$ dan disusun sebagaimana rangkaian berikut</p> 	<p>Pembahasan: Karena pada rangkaian $X_L > X_C$ maka rangkaian bersifat induktif, sehingga grafik akan mengikuti sifat inductor yaitu arus tertinggal sebesar 90° dari tegangan sehingga</p>	<p>C2</p>	<p>5</p>
	<p>Disajikan gambar rangkaian RLC seri, siswa dapat</p>						

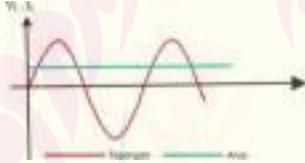
menentukan grafik hubungan V dan I yang sesuai dengan gambar yang disajikan



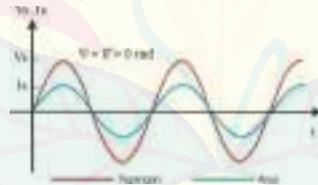
$V = 100 \sin 100 t$

Grafik gelombang sinus yang dihasilkan pada rangkaian diatas adalah adalah...

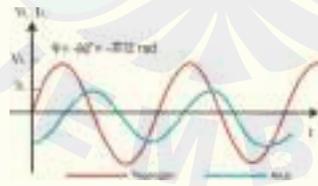
A.



B.



C.



jawaban yang benar adalah yang D.

				<p>D.</p> <p>E.</p>		
--	--	--	--	---------------------	--	--

Lampiran 7. Lembar Soal *Pretest* dan Hasil *Pretest* Peserta Didik

A. Lembar Soal *Pretest* Peserta Didik

SOAL *PRETEST* RANGKAIAN ARUS BOLAK-BALIK

Nama :	Skor
No. Absen :	
Kelas :	
Sekolah :	

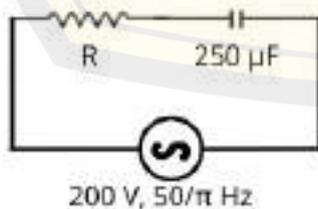
Petunjuk Pengerjaan Soal

1. Berdoalah sebelum mengerjakan soal!
2. Soal terdiri dari 10 soal pilihan ganda
3. Bacalah dengan teliti setiap butir soal!
4. Pilihlah jawaban yang anda anggap paling tepat
5. Periksa kembali pekerjaan anda sebelum diserahkan kepada pengawas ujian
6. Waktu untuk mengerjakan soal yaitu 30 menit

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan memberikan tanda silang (X) pada jawaban yang paling tepat!

1. Susunan RL seri dengan nilai hambatan 60Ω dan nilai reaktansi induktif 60Ω dihubungkan dengan sumber arus bolak-balik yang memiliki tegangan efektif $200V$. Maka nilai tegangan efektif pada induktor adalah...
 - A. $100 V$
 - B. $100\sqrt{2} V$
 - C. $200 V$
 - D. $200\sqrt{2} V$
 - E. $200\sqrt{3} V$

2. Perhatikan rangkaian listrik berikut ini!



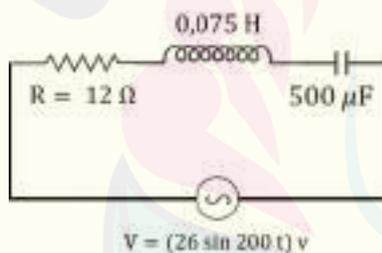
Jika kuat arus dalam rangkaian 4A maka nilai resistor R pada rangkaian adalah....

- A. 60 Ω
- B. 50 Ω
- C. 40 Ω
- D. 30 Ω
- E. 20 Ω

3. Rangkaian seri RLC masing – masing besarnya $R=600 \Omega$, $L = 2H$, dan $C=10\mu F$ dipasang pada sumber tegangan AC dengan $V = 100\sqrt{2} \sin 100t$. Besar daya yang dibebaskan pada rangkaian tersebut adalah...

- A. 3 Watt
- B. 4 Watt
- C. 5 Watt
- D. 6 Watt
- E. 8 Watt

4. Perhatikan diagram rangkaian RLC berikut ini!



Kuat arus maksimum dari rangkaian adalah....($1 \mu F = 10^{-6} F$)

- A. 1,3 A
- B. 1,5 A
- C. 2,0 A
- D. 2,4 A
- E. $2\sqrt{2}$ A

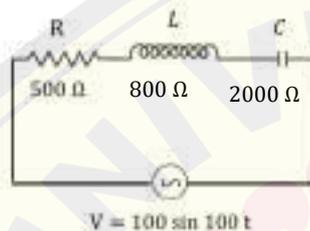
5. Perhatikan pesawat penerima radio berikut!



Apabila suatu rangkaian penerima radio tersebut memakai rangkaian R-L-C seri yang dihubungkan dengan tegangan bolak-balik sebesar 1 volt. Jika $R = 500 \text{ ohm}$; $L = 0,4 \text{ mH}$; dan $C = 100 \text{ pF}$ maka besar frekuensi resonansi rangkaian penerima radio tersebut adalah ...

- A. 3 MHz
- B. 25 MHz
- C. 20 kHz
- D. 500 Hz
- E. 796 Hz

6. Perhatikan gambar rangkaian RLC berikut!

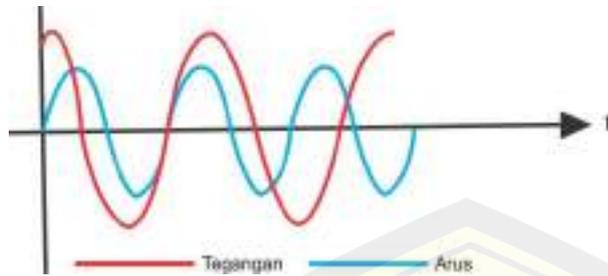


Besar impedansi pada rangkaian tersebut adalah....

- A. 1600Ω
 - B. 1500Ω
 - C. 1300Ω
 - D. 800Ω
 - E. 600Ω
7. Suatu rangkaian RLC seri dihubungkan dengan sumber arus bolak – balik dengan tegangan 100 V. Apabila besar amplitudo tegangan V_R , V_L , dan V_C sama besar, maka nilai V_R adalah....
- A. 33 V
 - B. 50 V
 - C. 67 V
 - D. 87 V
 - E. 100 V
8. Susunan seri hambatan 80Ω dan kapasitor dengan reaktansi kapasitif 60Ω dihubungkan dengan sumber arus bolak-balik yang memiliki tegangan efektif 300 V. Nilai arus maksimum pada rangkaian tersebut adalah...
- A. 2 A
 - B. 3 A
 - C. 5 A
 - D. 7 A

E. 9 A

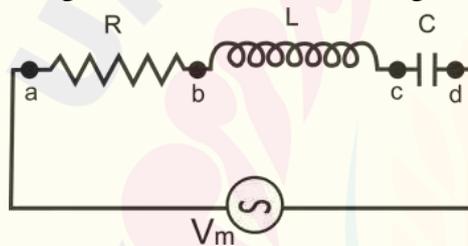
9. Perhatikan Grafik hubungan V dan I berikut



Grafik tersebut merupakan grafik pada rangkaian

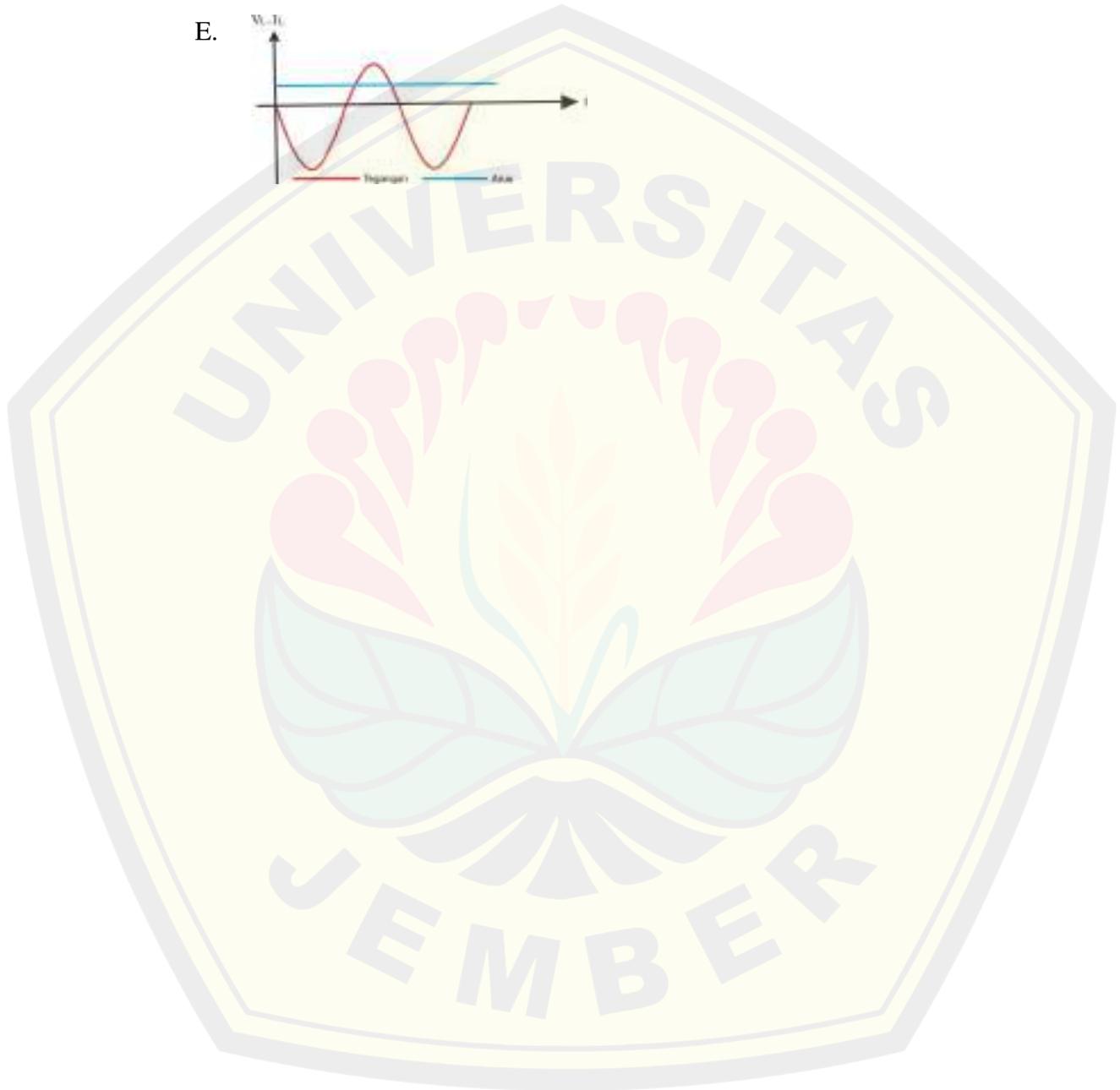
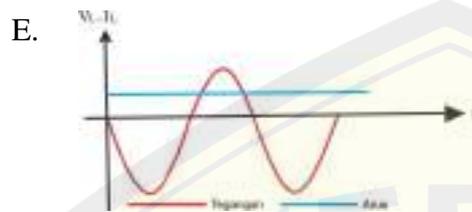
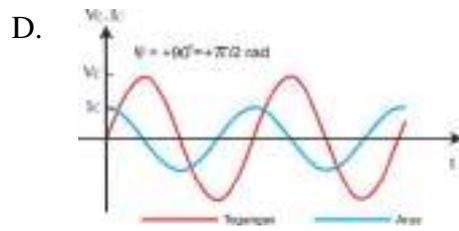
- A. Rangkaian R
- B. Rangkaian L
- C. Rangkaian C
- D. Rangkaian RLC dengan $X_L = X_C$
- E. Rangkaian RLC dengan $X_L < X_C$

10. Rangkaian R-L-C disusun sebagaimana rangkaian berikut



Grafik gelombang sinus yang dihasilkan jika $X_L > X_C$ adalah

- A.
- B.
- C.



B. Hasil *Pretest* Peserta Didik

SOAL PRETEST RANGKAIAN ARUS BOLAK-BALIK

Nama: CAHAYANIRI ELTI RI SURIPYANTINI
 No. Absen: 10
 Kelas: XI IPS 1
 Sekolah: SMA N 2 JEMBER

Skor: 10

Petunjuk Pengisian Soal

- Berilah jawaban sebelum mengerjakan soal!
- Soal terdiri dari 10 soal pilihan ganda.
- Dacalah dengan teliti setiap butir soal!
- Pilihlah jawaban yang anda anggap paling tepat.
- Periksa kembali jawaban anda sebelum diserahkan kepada pengawas ujian.
- Waktu untuk mengerjakan soal yaitu 30 menit.

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan memberikan tanda silang (X) pada jawaban yang paling tepat!

10. 1. Sebuah RL seri dengan nilai hambatan 400 dan nilai reaktansi induktif 400 dihubungkan dengan sumber arus bolak-balik yang memiliki tegangan efektif 200V. Maka nilai tegangan efektif pada induktor adalah ...
 A. 400 V
 B. $100\sqrt{2}$ V
 C. 200 V
 D. $300\sqrt{2}$ V
 E. $300\sqrt{3}$ V

ii) 2. Perhatikan rangkaian RLC berikut ini!

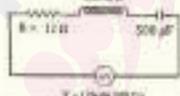


100 V, 50π rad/s

Nilai arus rms dalam rangkaian RA, maka nilai reaktansi R pada rangkaian adalah ...
 A. 40 Ω
 B. 30 Ω
 C. 40 Ω
 D. 30 Ω
 E. 20 Ω

3. Rangkaian seri RLC resonansi - iwing besarnya $R=400 \Omega$, $L=2H$, dan $C=10\mu F$ dipasang pada sumber tegangan AC dengan $V=100\sqrt{2} \sin(100\pi t)$. Besar daya yang dibutuhkan pada rangkaian tersebut adalah.
 A. 3 Watt
 B. 4 Watt
 C. 5 Watt
 D. 6 Watt
 E. 8 Watt

4. Perhatikan diagram rangkaian RLC berikut ini!



10

Kuat arus maksimum dari rangkaian adalah ... ($\mu F = 10^{-6}F$)
 A. 1,2 A
 B. 1,5 A
 C. 2,0 A
 D. 2,4 A
 E. $2\sqrt{2}$ A

5. Perhatikan pesawat penerima radio berikut!



Apabila suatu rangkaian penerima radio tersebut memiliki rangkaian R-L-C seri yang dihubungkan dengan tegangan bolak-balik sebesar 1 volt, jika $R=500 \text{ ohm}$, $L=0,4 \text{ mH}$, dan $C=10\mu F$ maka besar frekuensi resonansi rangkaian penerima radio tersebut adalah
 A. 3 MHz
 B. 23 MHz
 C. 20 kHz
 D. 500 Hz
 E. 700 Hz

6. Perhatikan gambar rangkaian RLC berikut.



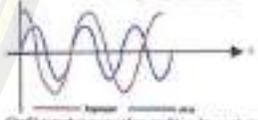
100 V, 100π rad/s

Besar impedansi pada rangkaian tersebut adalah ...
 A. 1500 Ω
 B. 1300 Ω
 C. 1380 Ω
 D. 800 Ω
 E. 600 Ω

7. Suatu rangkaian RLC seri dihubungkan dengan sumber arus bolak-balik dengan tegangan 100 V. Apabila besar amplitudo tegangan V_R , V_L , dan V_C sama besar, maka nilai V_C adalah ...
 A. 33 V
 B. 30 V
 C. 40 V
 D. 31 V
 E. 100 V

8. Sebuah seri hambatan 400 dan kapasitor dengan reaktansi kapatif 400 dihubungkan dengan sumber arus bolak-balik yang memiliki tegangan efektif 200V. Maka arus maksimum pada rangkaian tersebut adalah ...
 A. 2 A
 B. 3 A
 C. 5 A
 D. 7 A
 E. 9 A

9. Perhatikan Grafik tegangan V dan I berikut!

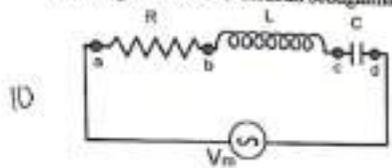


10

Grafik tersebut merupakan grafik pada rangkaian
 A. Rangkaian R
 B. Rangkaian L
 C. Rangkaian C

- C. Rangkaian C
- D. Rangkaian RLC dengan $X_L = X_C$
- E. Rangkaian RLC dengan $X_L < X_C$

10. Rangkaian R-L-C disusun sebagaimana rangkaian berikut



10

Grafik gelombang sinus yang dihasilkan jika $X_L > X_C$ adalah

- A.
- B.
- C.
- D.
- E.

CAHYANING PUTRI B
06
XII MIPA-6

1. Diket: R = 10 Ω
 $X_L = 10 \sqrt{2}$
 Tegangan = 100 V
 $I_{maks} = \frac{V}{Z}$
 $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
 $Z = \sqrt{10^2 + (10\sqrt{2} - 10)^2}$
 $Z = \sqrt{100 + 100}$
 $Z = 10\sqrt{2}$
 $I_{maks} = \frac{100}{10\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} = 5\sqrt{2}$ (B)

2. Diket: $V = 200$ V
 $C = 20 \mu F$
 $f = 50$ Hz
 $X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 20 \cdot 10^{-6}} = 159,15 \Omega$
 $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{10^2 + 159,15^2} = 160 \Omega$
 $I_{maks} = \frac{V}{Z} = \frac{200}{160} = 1,25$ A
 $P = I^2 R = (1,25)^2 \cdot 10 = 15,625$ W

SOAL PRETEST RANGKAIAN ARUS BOLAK-BALIK

Nama: Andri Setiawan Skor: 0
 No. Absen: 2
 Kelas: sa PISA 2
 Sekolah: SMPN 2 JEMBER

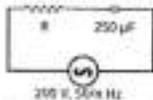
Petunjuk Pengerjaan Soal

- Besuklah sebelum mengerjakan soal!
- Soal terdiri dari 10 soal pilihan ganda
- Bacalah dengan teliti setiap butir soal!
- Pilihlah jawaban yang anda anggap paling tepat.
- Periksa kembali pekerjaan anda sebelum diserahkan kepada pengawas ujian
- Waktu untuk mengerjakan soal yaitu 10 menit!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan memberikan tanda silang (X) pada jawaban yang paling tepat!

- Sistem RL seri dengan nilai hambatan 60Ω dan nilai reaktansi induktif 80Ω dihubungkan dengan sumber arus bolak-balik yang memiliki tegangan efektif 200V. Maka nilai tegangan efektif pada induktor adalah...
 A. 100 V
 B. $100\sqrt{2}$ V
 C. 200 V
 D. $200\sqrt{2}$ V
 E. $200\sqrt{3}$ V

- Perhatikan rangkaian listrik berikut ini!



Jika kuat arus dalam rangkaian 4A maka nilai resistor R pada rangkaian adalah...

- 60 Ω
- 50 Ω
- 40 Ω
- 30 Ω
- 20 Ω

- Rangkaian seri RLC resonansi – masing besarnya $R=600\ \Omega$, $L=2H$ dan $C=10\ \mu F$ dipasang pada sumber tegangan AC dengan $V=100\sqrt{2}\ \text{sin}100t$. Besar daya yang dibebankan pada rangkaian tersebut adalah...

- 3 Watt
- 4 Watt
- 5 Watt
- 6 Watt
- 8 Watt

- Perhatikan diagram rangkaian RLC berikut ini!



Kuat arus maksimum dari rangkaian adalah... ($1\ \mu F = 10^{-6} F$)

- 1,3 A
- 1,5 A
- 2,0 A
- 2,4 A
- $2\sqrt{2}$ A

- Perhatikan pesawat pemertama radio berikut!



Apabila suatu rangkaian pemertama radio tersebut memiliki rangkaian R-L-C seri yang dihubungkan dengan tegangan bolak-balik sebesar 1 volt. Jika $R=500\ \text{ohm}$; $L=0,4\ \text{mH}$; dan $C=100\ \mu F$ maka besar frekuensi resonansi rangkaian pemertama radio tersebut adalah...

- 3 MHz
- 25 MHz
- 20 kHz
- 500 Hz
- 796 Hz

- Perhatikan gambar rangkaian RLC berikut.



Besar impedansi pada rangkaian tersebut adalah...

- 600 Ω
- 1500 Ω
- 1300 Ω
- 800 Ω
- 400 Ω

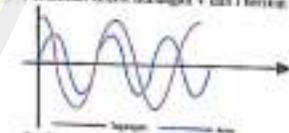
- Suatu rangkaian RLC seri dihubungkan dengan sumber arus bolak – balik dengan tegangan 100 V. Apabila besar amplitudo tegangan V_R , V_L dan V_C sama besar, maka nilai V_C adalah...

- 35 V
- 50 V
- 67 V
- 87 V
- 100 V

- Suatu seri hambatan 80Ω dan kapasitor dengan reaktansi kapasitif 60Ω dihubungkan dengan sumber arus bolak-balik yang memiliki tegangan efektif 300 V. Nilai arus maksimum pada rangkaian tersebut adalah...

- 2 A
- 3 A
- 5 A
- 7 A
- 9 A

- Perhatikan Grafik hubungan V dan I berikut.

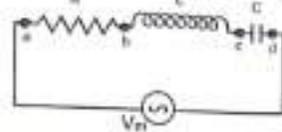


Grafik tersebut merupakan grafik pada rangkaian

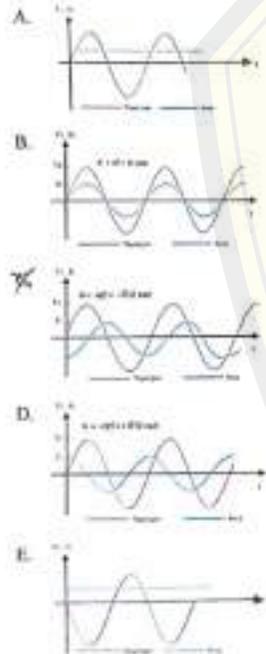
- Rangkaian R
- Rangkaian L

- C. Rangkaian C
- D. Rangkaian RLC dengan $X_L = X_C$
- E. Rangkaian RLC dengan $X_L < X_C$

10. Rangkaian R-L-C disusun sebagaimana rangkaian berikut



Grafik gelombang sinus yang dihasilkan jika $X_L > X_C$ adalah



$\phi = 60^\circ$
 $V_m = 200\text{ V}$
 $V = I \cdot Z$
 $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
 $R = 60\ \Omega$
 $L = 2\text{ mH}$
 $C = 10 \cdot 10^{-6} = 10^{-5}\text{ F}$
 $\omega = 100$
 $V_{\text{maks}} = 100\sqrt{2}$
 $Z = \sqrt{60^2 + (100 \cdot 2 \cdot 10^{-3} - 100 \cdot 10^{-5})^2}$
 $= \sqrt{60^2 + (0.2 - 0.001)^2}$
 $= \sqrt{60^2 + 0.0001}$
 $\approx 60\ \Omega$
 $I = \frac{V_m}{Z} = \frac{100\sqrt{2}}{60}$
 $\approx 2.31\text{ A}$

$\phi = 50^\circ$
 $L = 20 \cdot 10^{-3}\text{ H}$
 $C = 200 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10^{-4}\text{ F}$
 $\omega = 50$
 $V = 200$
 $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
 $= \sqrt{60^2 + (50 \cdot 20 \cdot 10^{-3} - 50 \cdot 2 \cdot 10^{-4})^2}$
 $= \sqrt{60^2 + (1 - 0.1)^2}$
 $= \sqrt{60^2 + 0.81}$
 $\approx 60\ \Omega$
 $I = \frac{V_m}{Z} = \frac{200}{60}$
 $\approx 3.33\text{ A}$

Anda selesai 12.50 menit

Lampiran 8. Lembar Soal *Posttest* dan Hasil *Posttest* Peserta DidikA. Lembar *Posttest* Peserta Didik**SOAL *POSTEST* RANGKAIAN ARUS BOLAK-BALIK**

Nama :

No. Absen :

Kelas :

Sekolah :

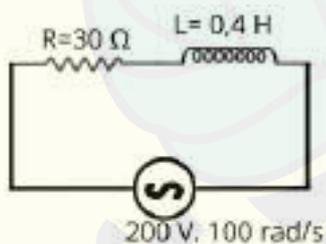
Skor

Petunjuk Pengerjaan Soal

1. Berdoalah sebelum mengerjakan soal!
2. Soal terdiri dari 10 soal pilihan ganda
3. Bacalah dengan teliti setiap butir soal!
4. Kerjakan dengan menggunakan Teorema Phytagoras!
5. Pilihlah jawaban yang anda anggap paling tepat
6. Periksa kembali pekerjaan anda sebelum diserahkan kepada pengawas ujian
7. Waktu untuk mengerjakan soal yaitu 30 menit

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan memberikan tanda silang (X) pada jawaban yang paling tepat!

1. Suatu rangkaian R-L dirangkai sebagaimana gambar berikut.



Maka besar nilai arus listrik yang mengalir pada rangkaian adalah ...

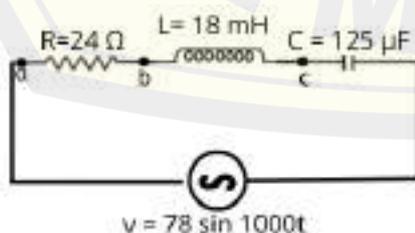
- A. 2A
- B. $2\sqrt{2}A$
- C. 4A
- D. $4\sqrt{2}A$
- E. 8A

2. Perhatikan rangkaian berikut!



Diperoleh bahwa data pembacaan pada amperemeter merupakan nilai arus maksimum yaitu 0.2 A dan pembacaan voltmeter adalah tegangan maksimum = 10 V. Apabila kumparan dilepaskan dari rangkaian, kemudian hambatannya diukur dengan ohmmeter maka akan mendapatkan nilai hambatan 30 Ω . Dari semua data yang disebutkan, nilai reaktansi induktif kumparan adalah...

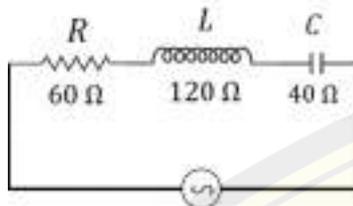
- A. 20 Ω
 B. 30 Ω
 C. 40 Ω
 D. 50 Ω
 E. 80 Ω
3. Suatu rangkaian seri RLC dihubungkan dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{3} \sin 100t$ V. Bila $R = 600 \Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10 \mu\text{F}$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...
- A. 6 Watt
 B. 8 Watt
 C. 9 Watt
 D. 12 Watt
 E. 18 Watt
4. Suatu Resistor-Induktor-Kapasitor disusun secara seri kemudian dihubungkan pada tegangan arus bolak-balik. Apabila nilai Resistor adalah 60 Ω , Reaktansi Induktif 120 Ω , dan Reaktansi Kapasitif 40 Ω . Maka besar tegangan maksimum yang dibutuhkan agar dihasilkan kuat arus maksimum sebesar 4 A adalah ...
- A. 100 V
 B. 200 V
 C. 300 V
 D. 400 V
 E. 500 V
5. Suatu rangkaian RLC dirangkai seri sebagaimana gambar berikut.



Nilai potensial antara titik b dan c adalah ...

- A. 14 V
- B. 24 V
- C. 34 V
- D. 44 V
- E. 54 V

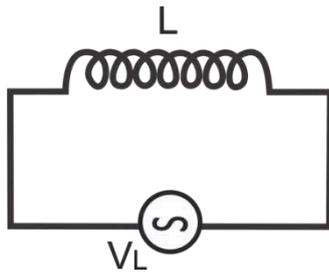
6. Perhatikan gambar rangkaian listrik berikut!



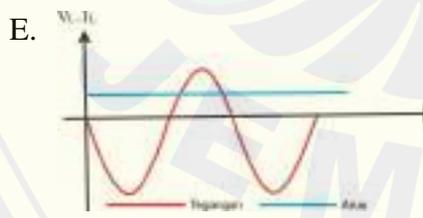
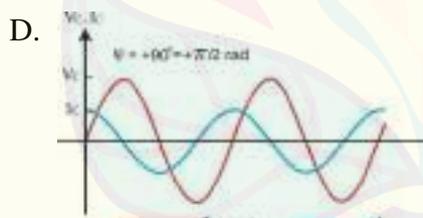
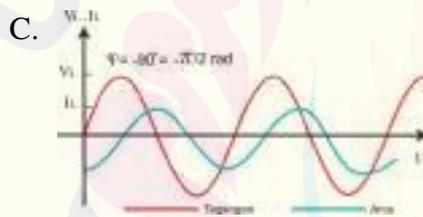
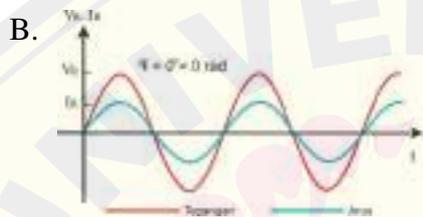
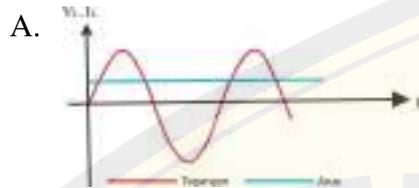
Jika tegangan maksimum sumber arus bolak – balik 200 volt, maka besar impedansi pada rangkaian adalah... Ω

- A. 80
 - B. 100
 - C. 220
 - D. 250
 - E. 260
7. Pada rangkaian seri RC, jika tegangan resistif dan tegangan kapasitif masing-masing adalah 50 V dan 120 V, maka tegangan totalnya adalah V
- A. 50
 - B. 120
 - C. 130
 - D. 169
 - E. 250
8. Rangkaian resistor-induktor-kapasitor disusun seri dengan resistensi $R = 400\Omega$, reaktansi induktif $= 500\Omega$ dan impedansi rangkaian $Z = 500\Omega$. Berapa nilai reaktansi kapasitif dari kapasitor adalah...
- A. 200Ω
 - B. 300Ω
 - C. 400Ω
 - D. 500Ω
 - E. 600Ω

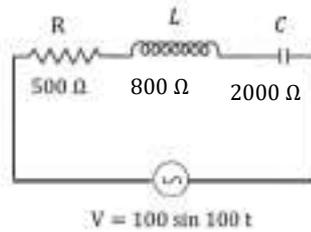
9. Perhatikan Rangkaian Listrik berikut!



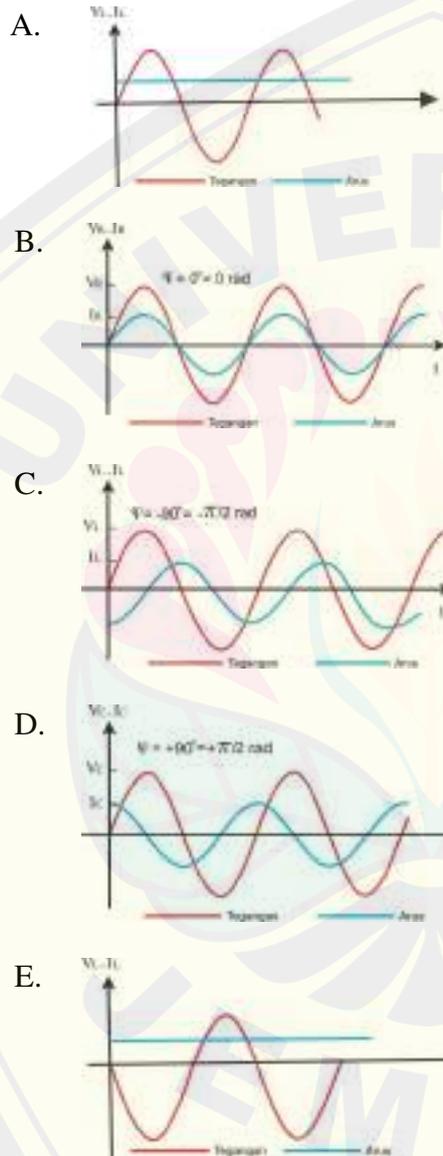
Grafik hubungan V dan I yang benar pada rangkaian tersebut adalah...



10. Rangkaian R-L-C dengan $X_C > X_L$ dan disusun sebagaimana rangkaian berikut



Grafik gelombang sinus yang dihasilkan jika $X_C > X_L$ adalah ...



B. Hasil *Posttest* Peserta Didik

SOAL POSTEST RANGKAIAN ARUS BOLAK-BALIK

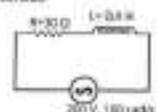
Nama: Wahyuni Nur R. Skor: 70
 No. Absen: 10
 Kelas: Kel. FISIKA 1
 Sekolah: SMAN 2 JEMBER

Petunjuk Pengisian Soal

1. Bacalah seluruh soal dengan saksii
2. Soal terdiri dari 30 soal pilihan ganda
3. Bacalah dengan teliti setiap butir soal
4. Kerjakan dengan menggunakan Toserba Penguasaan
5. Pilihlah jawaban yang anda anggap paling benar
6. Periksa kembali jawaban anda sebelum diserahkan kepada pengawas ujian
7. Waktu untuk mengerjakan soal yaitu 30 menit

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan memberikan tanda silang (X) pada jawaban yang paling tepat

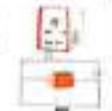
1. Suatu rangkaian R-L dirangsang sebagaimana gambar berikut.



Maka besar nilai arus listrik yang mengalir pada rangkaian adalah...

A. 2 A
 B. $2\sqrt{2}$ A
 C. 4 A
 D. $4\sqrt{2}$ A
 E. 6 A

2. Perhatikan rangkaian berikut



Diperoleh bahwa daya pembiasan pada impedansi merupakan nilai arus maksimum pada 0,2 A. Daya pembiasan...

A. 4 Watt
 B. 8 Watt
 C. 9 Watt
 D. 12 Watt
 E. 18 Watt

3. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

4. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

5. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

6. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

7. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

8. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

9. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

10. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

11. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

12. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

13. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

14. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

15. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

16. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

17. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

18. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

19. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

20. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

21. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

22. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

23. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

24. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

25. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

26. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

27. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

28. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

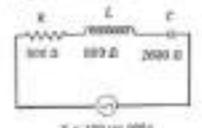
29. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

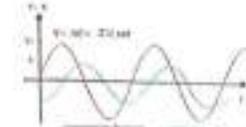
30. Suatu rangkaian seri RLC dirangsang dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2}\sin(100t)$ V. Jika $R = 40\Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10\mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

A. 4 W
 B. 8 W
 C. 12 W
 D. 16 W
 E. 20 W

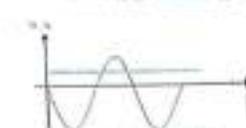
16. Rangkaian R-L-C dengan $X_C > X_L$ dan disusun sebagaimana rangkaian berikut



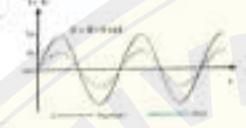
Gratik gelombang sinus yang dihasilkan jika $X_C > X_L$ adalah ...

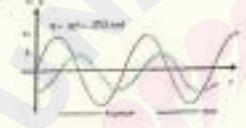
C. 

D. 

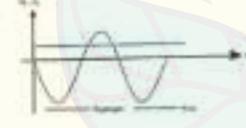
E. 

A. 

B. 

C. 

D. 

E. 

Handwritten calculations for a series R-L-C circuit:

1. $V = 100 \sin 100\pi t$

2. $R = 100 \Omega$, $L = 100 \text{ mH}$, $C = 2000 \mu\text{F}$

3. $\omega = 100\pi \text{ rad/s}$

4. $X_L = \omega L = 100\pi \cdot 0.1 = 10\pi \approx 31.4 \Omega$

5. $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi \cdot 2000 \cdot 10^{-6}} = \frac{1}{0.2\pi} \approx 7.96 \Omega$

6. $X_C < X_L$ (Note: This contradicts the problem statement $X_C > X_L$)

7. $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{100^2 + (31.4 - 7.96)^2} \approx 106 \Omega$

8. $I = \frac{V}{Z} = \frac{100}{106} \approx 0.94 \text{ A}$

9. $V_L = I X_L = 0.94 \cdot 31.4 \approx 29.5 \text{ V}$

10. $V_C = I X_C = 0.94 \cdot 7.96 \approx 7.5 \text{ V}$

11. $V_R = I R = 0.94 \cdot 100 = 94 \text{ V}$

12. $V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2} = \sqrt{94^2 + (29.5 - 7.5)^2} \approx 100 \text{ V}$

13. $\phi = \tan^{-1} \frac{V_L - V_C}{V_R} = \tan^{-1} \frac{29.5 - 7.5}{94} \approx 17^\circ$

14. $i = 0.94 \sin(100\pi t - 17^\circ)$

SOAL POSTEST RANGKAIAN ARUS BOLAK-BALIK

Nama : Aske. Sebesar
 No. Absen : 2
 Kelas : XI. 01001
 Sekolah : SMPN 3 JEMBER

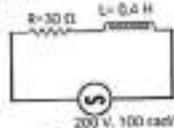


Petunjuk Pengerjaan Soal

- Berdasarkan soal mengerjakan soal!
- Soal terdiri dari 10 soal pilihan ganda
- Bacalah dengan teliti setiap butir soal!
- Kerjakan dengan menggunakan Teorema Pythagoras!
- Pilihlah jawaban yang anda anggap paling tepat!
- Periksa kembali pekerjaan anda sebelum diserahkan kepada pengawas ujian!
- Waktu untuk mengerjakan soal yaitu 30 menit!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan memberikan tanda silang (X) pada jawaban yang paling tepat!

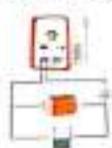
1. Suatu rangkaian R-L dirangkai sebagaimana gambar berikut.



Maka besar nilai arus listrik yang mengalir pada rangkaian adalah ...

- A. 2A
- B. $2\sqrt{2}$ A
- C. 4A
- D. $4\sqrt{2}$ A
- E. 8A

2. Perhatikan rangkaian berikut!



Diperoleh bahwa data pembacaan pada amperemeter merupakan nilai arus maksimum yaitu 0,2 A dan pembacaan

voltmeter adalah tegangan maksimum = 10 V. Apabila kapasitor dilepaskan dari rangkaian, kemudian hambatanya dikur dengan ohmmeter maka akan mendapatkan nilai hambatan 10 Ohm. Dari semua data yang disebutkan, nilai reaktansi induktif kapasitor adalah...

- A. 20 Ohm
- B. 30 Ohm
- C. 40 Ohm
- D. 50 Ohm
- E. 80 Ohm

3. Suatu rangkaian seri RLC dihubungkan dengan sumber tegangan $V = 100\sqrt{2} \sin 100t$ V. Bila $R = 400 \Omega$, $L = 2$ H, dan $C = 10 \mu F$. Daya pada rangkaian tersebut adalah...

- A. 6 Watt
- B. 8 Watt
- C. 9 Watt
- D. 12 Watt
- E. 18 Watt

4. Suatu Rangkaian-Induktor-Kapasitor disusun secara seri kemudian dihubungkan pada tegangan arus bolak-balik. Apabila nilai Resistor adalah 60 Ohm, Reaktansi Induktif 120 Ohm, dan Reaktansi Kapasitif 40 Ohm. Maka besar tegangan maksimum yang dibutuhkan agar dihasilkan kuat arus maksimum sebesar 4 A adalah...

- A. 100 V
- B. 200 V
- C. 300 V
- D. 400 V
- E. 500 V

5. Suatu rangkaian RLC dirangkai seri sebagaimana gambar berikut.



Nilai potensial antara titik b dan c adalah ...

- A. 15 V
- B. 24 V
- C. 34 V
- D. 44 V
- E. 54 V

6. Perhatikan gambar rangkaian listrik berikut!



Jika tegangan maksimum sumber arus bolak-balik 200 volt, maka besar impedansi pada rangkaian adalah ... Ohm

- A. 80
- B. 100
- C. 220
- D. 250
- E. 280

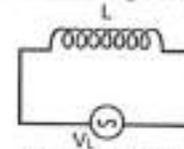
7. Pada rangkaian seri RC, jika tegangan resistif dan tegangan kapasitif masing-masing adalah 30 V dan 120 V, maka tegangan totalnya adalah V

- A. 50
- B. 120
- C. 130
- D. 169
- E. 250

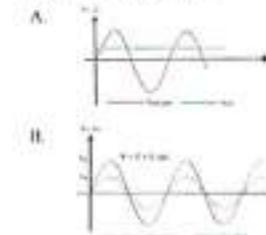
8. Rangkaian resistor-induktor-kapasitor disusun seri dengan resistansi $R = 400 \Omega$, reaktansi induktif = 500 Ohm dan impedansi rangkaian $Z = 500 \Omega$. Berapa nilai reaktansi kapasitif dari kapasitor adalah ...

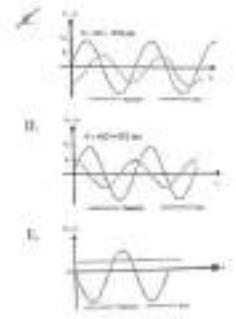
- A. 200 Ohm
- B. 300 Ohm
- C. 400 Ohm
- D. 500 Ohm
- E. 600 Ohm

9. Perhatikan Rangkaian Listrik berikut!



Grafik hubungan V dan I yang benar pada rangkaian tersebut adalah ...





 III. Diagram R-L-C dengan $X_L > X_C$ dan elemen sebagainya yang lain berikut



 Grafik gelombang sinus yang dihasilkan jika $X_L > X_C$ adalah...

Untuk pada part ini akan kita buat...

 Untuk an akan sebagai...

 Untuk bobotnya di dalam...

 Untuk bobotnya dan...

 Untuk bobotnya...

6. $R=10\Omega$
 $L=100\mu H$
 $C=10\mu F$

 Δ

 $\frac{3}{10} \cdot 20 \quad \frac{3}{10} = 100 \mu H$

7. $V_1 = 100V$
 $V_2 = 130V$

 $V_1 = 100$
 $V_2 = 130V$

8. $R=100\Omega$
 $Z=50\Omega$
 $X_L=90\Omega$
 $X_C=?$

 Δ

 500

 $300 = X_C$
 $X_L - X_C = 200$ (A)

3. C

 D

Lampiran 9. Tabel Hasil Uji Efektivitas

No	Nama Siswa	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	Selisih	N-gain	Kriteria N-gain
1	AFD	60	80	20	50	Sedang
2	AS	50	100	50	100	Tinggi
3	AZB	40	80	40	66.7	Sedang
4	APD	60	100	40	100	Tinggi
5	BPNP	40	90	50	83.3	Tinggi
6	CPB	50	70	20	40	Sedang
7	DCAS	50	100	50	100	Tinggi
8	DEA	50	90	40	80	Tinggi
9	EES	70	100	30	100	Tinggi
10	ERD	40	90	50	83.3	Tinggi
11	FAH	50	100	50	100	Tinggi
12	FBS	50	90	40	80	Tinggi
13	KFAP	60	100	40	100	Tinggi
14	EIDY	70	100	30	100	Tinggi
15	LNS	40	70	30	50	Sedang
16	MA	40	80	40	66.7	Sedang
17	MFQ	50	100	50	100	Tinggi

18	MAAF	40	90	50	83.3	Tinggi
19	MAS	Sakit	Sakit	-	-	-
20	MRPN	40	100	60	100	Tinggi
21	MRRY	30	90	40	85.7	Tinggi
22	NNA	30	70	60	57.1	Sedang
23	NKP	30	90	40	85.7	Tinggi
24	NHZ	50	90	50	80	Tinggi
25	RRSK	50	100	40	100	Tinggi
26	RAN	50	90	30	80	Tinggi
27	RASD	70	100	60	100	Tinggi
28	SAAP	30	90	50	85.7	Tinggi
29	TJPS	40	90	40	83.3	Tinggi
30	VAMN	50	90	50	80	Tinggi
31	VNM	50	100	40	100	Tinggi
32	VYP	60	100	30	100	Tinggi
33	WW	40	70	50	50	Sedang
34	ZMN	40	90	20	83.3	Tinggi
Rerata		47.58	90.61	43.03	83.46	Tinggi

Lampiran 10. Hasil Respon Peserta Didik

A. Lembar Hasil Respon Peserta Didik

LEMBAR PRAKTIKALITAS PESERTA DIDIK

Identitas
 Nama : Adha, Gubintan
 No. Absen : 2
 Sekolah : SMN 2 Jember

Ubid Bahan Ajar : Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana, Teori dan Aplikasinya
Materi Pokokan : Listrik
Materi Pokok : Arus Listrik Bolak-balik
Sasaran : Peserta Didik Kelas XII IPA Semester I
Penyusunan : Shinta Nuryah Mulyandita Resmi
Hal/Tanggal : Jawa, 11 Juli 2020, 2020

PETUNJUK PENGISIAN ANGGKOT

- Sebelum melakukan penilaian, telah diketahui Anda siswa terdapat terdapat di dalam
- Sebelum mengisi angket respon ini, pastikan Anda telah membaca dan menggunakan bahan ajar "Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana, Teori dan Aplikasinya"
- Berilah dengan nilai setiap pernyataan dalam angket ini sebelum Anda memberikan penilaian.
- Melalui instrumen ini Anda diminta memberikan penilaian tentang bahan ajar "Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana, Teori dan Aplikasinya" yang akan digunakan sebagai masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar ini
- Anda dimohon memberikan nilai (cek list) pada kolom yang sesuai pada setiap butir pernyataan untuk menilai kualitas tentang bahan ajar "Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana, Teori dan Aplikasinya" dengan ketentuan:

Skor 5 : Sangat Sesuai
 Skor 4 : Sesuai
 Skor 3 : Ragu-Ragu
 Skor 2 : Tidak Sesuai
 Skor 1 : Sangat Tidak Sesuai

Aspek	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
		STS	TS	BK	S	SS
A. Kemudahan Penggunaan	1. Buku ajar ini dapat membantu saya memahami materi rangkaian arus bolak-balik			✓		
	2. Langkah penyusunan percobaan pada buku ajar ini mudah untuk diikuti	✓				
	3. Bahasa yang digunakan dalam buku ajar ini sederhana dan mudah saya pahami			✓		
	4. Contoh soal pada buku ajar ini mudah dipahami dan sesuai dengan materi yang disajikan			✓		
B. Daya Tarik	1. Materi dalam buku ajar ini menarik	✓				
	2. Koreksi/warna dalam buku ajar ini sesuai	✓				
	3. Saya tertarik dengan tampilan buku ajar ini		✓			
C. Efektif	4. Penjelasan gambar / ilustrasi pada buku ajar ini jelas dan mudah saya mengerti		✓			
	5. Buku ajar ini dapat saya gunakan untuk belajar mandiri		✓			
	10. Buku ajar mudah dibawa kemana-mana			✓		
	11. Buku ajar mudah digunakan secara mandiri		✓			
	12. Buku ajar meningkatkan minat belajar buku tersebut dalam jangka waktu yang panjang		✓			

(Sumber: Dimodifikasi dari Akbar, 2006)

Pertanyaan Pendukung

1. Apa kelebihan dari buku ajar Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana: Teori dan Aplikasinya ini?

Kelebihan: sangat informatif dan mudah dipahami

2. Apa kekurangan dari buku ajar Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana: Teori dan Aplikasinya ini?

Kelebihan: sangat informatif dan mudah dipahami

3. Apa yang anda sukai dari buku ajar Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana: Teori dan Aplikasinya ini?

Sangat lengkap dan mudah dipahami

4. Apa yang anda tidak sukai dari buku ajar Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana: Teori dan Aplikasinya ini?

Tidak ada

5. Tuliskan komentar dan saran anda pada buku ini

Sangat bagus



LEMBAR PRAKTICALITAS PESERTA DIDIK

Judul Bahan Ajar : Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana; Teori dan Aplikasinya
 Materi Pelajaran : Fisika
 Materi Pokok : Arus Listrik Bolak-balik
 Sasaran : Peserta Didik Kelas XII IPA Semester 1
 Penyusun : Shinta Nuriyah Mahbubiyah Royani
 Hari/Tanggal : Jumat, 10 November 2023

IDENTITAS
 Nama : KAGAN FERDIA PRIMA PRATIKA
 No. Absen : 15
 Sekolah : SMAN 2 Jember

PETUNJUK PENGISIAN ANKET

- Sebelum melakukan penilaian, isilah identitas Anda secara lengkap terlebih dahulu!
- Sebelum mengisi angket respon ini, pastikan Anda telah membaca dan menggunakan bahan ajar "Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana; Teori dan Aplikasinya"
- Bacalah dengan teliti setiap pertanyaan dalam angket ini sebelum Anda memberikan penilaian.
- Melalui instrumen ini Anda dimohon memberikan penilaian tentang bahan ajar "Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana; Teori dan Aplikasinya" yang akan digunakan sebagai masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar ini
- Anda dimohon memberikan tanda *check list* (✓) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian untuk menilai kualitas tentang bahan ajar "Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana; Teori dan Aplikasinya" dengan keterangan:
 Skor 5 : Sangat Setuju
 Skor 4 : Setuju
 Skor 3 : Ragu-Ragu
 Skor 2 : Tidak Setuju
 Skor 1 : Sangat Tidak Setuju

Aspek	Pernyataan	Penilaian				
		1 STS	2 TS	3 RR	4 S	5 SS
A. Kemudahan Penggunaan	1. Buku ajar ini dapat membantu saya memahami materi rangkaian arus bolak-balik					✓
	2. Langkah penyelesaian persoalan pada buku ajar ini sudah untuk diikuti					✓
	3. Bahasa yang digunakan dalam buku ajar ini sederhana dan mudah saya pahami					✓
	4. Contoh soal pada buku ajar ini sudah dipahami dan sesuai dengan materi yang disajikan					✓
	5. Materi dalam buku ajar ini terstruktur					✓
B. Daya Tarik	6. Komposisi warna dalam buku ajar ini sesuai					✓
	7. Saya tertarik dengan tampilan buku ajar ini					✓
	8. Penyajian gambar / ilustrasi pada buku ajar ini jelas dan mudah saya mengerti					✓
C. Efisiensi	9. Buku ajar ini dapat saya gunakan untuk belajar mandiri				✓	
	10. Buku ajar mudah dibawa kemana saja					✓
	11. Buku ajar mudah digunakan sewaktu-waktu					✓
	12. Buku ajar memangkinikan dalam keadaan baik meskipun dalam jangka waktu yang panjang					✓

(Sumber: Dikomodifikasi dari Akbar, 2016)

Pertanyaan Pendukung:

1. Apa kelebihan dari buku ajar Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana; Teori dan Aplikasinya ini?

Mudah dipahami, ringkas, memiliki cara-cara untuk penyelesaian soal /

2. Apa kekurangan dari buku ajar Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana; Teori dan Aplikasinya ini?

tidak banyak materi

3. Apa yang anda sukai dari buku ajar Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana; Teori dan Aplikasinya ini?

Mudah dipahami, memiliki cara-cara /

4. Apa yang anda tidak sukai dari buku ajar Teorema Pythagoras dalam Rangkaian AC Sederhana; Teori dan Aplikasinya ini?

tidak banyak materi

5. Tuliskan komentar dan saran anda

isi buku sudah bagus dan mudah dipahami, akan tetapi akan lebih bagus jika cover buku dibuat lebih menarik

Tabel Hasil Respon Peserta Didik

No.	Nama	Kode Indikator												Skor	Konversi Skor	Kriteria
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1.	AFD	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	45	75	Positif
2.	AS	3	1	3	2	1	1	2	2	2	3	2	2	24	40	Kurang Positif
3.	AZB	4	4	4	4	5	4	3	4	4	5	5	5	51	85	Sangat Positif
4.	APD	5	5	4	4	4	3	3	4	5	5	5	5	52	86.66	Sangat Positif
5.	BPNP	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	57	95	Sangat Positif
6.	CPB	4	4	4	4	4	3	2	3	4	3	4	2	41	68.33	Positif
7.	DCAS	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48	80	Positif
8.	DEA	4	5	5	4	3	4	4	4	3	4	4	4	48	80	Positif
9.	EES	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	56	93.33	Sangat Positif
10.	ERD	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	51	85	Sangat Positif
11.	FAH	4	5	4	5	5	3	4	4	5	5	5	5	54	90	Sangat Positif
12.	FBS	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	57	95	Sangat Positif
13.	KFAP	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	59	98.33	Sangat Positif
14.	EIDY	4	4	4	5	4	4	3	4	5	4	4	3	48	80	Positif
15.	LNS	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	49	81.66	Sangat Positif
16.	MA	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	57	95	Sangat Positif
17.	MFQ	4	5	5	5	4	4	3	4	4	5	5	3	51	85	Sangat Positif
18.	MAAF	4	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	42	70	Positif
19.	MAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20.	MRPN	4	5	4	5	5	3	4	4	5	5	5	5	54	90	Sangat Positif
21.	MRRY	4	4	4	5	4	4	3	4	1	4	4	4	45	75	Positif
22.	NNA	5	5	4	4	4	3	3	4	4	4	5	4	49	81.66	Sangat Positif
23.	NKP	5	5	5	5	5	4	3	4	5	4	5	5	55	91.66	Sangat Positif
24.	NHZ	5	3	4	5	5	5	4	5	2	5	3	4	50	83.33	Sangat Positif
25.	RRSK	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	4	56	93.33	Sangat Positif

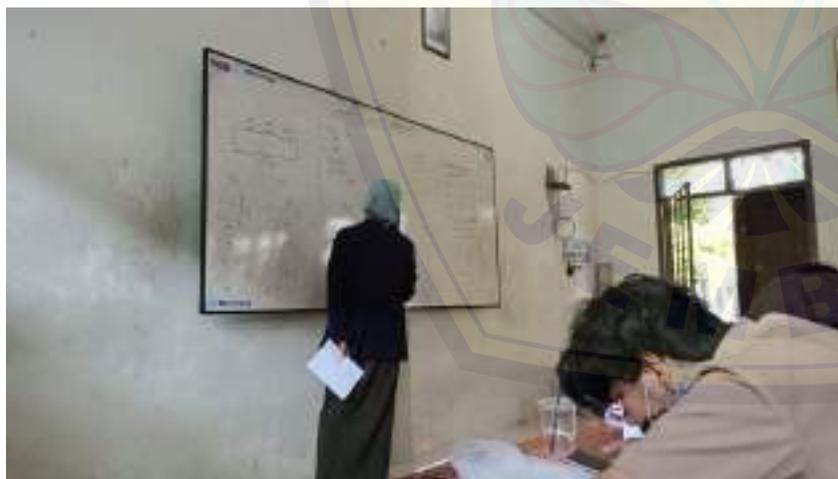
26.	RAN	5	5	4	3	4	4	2	4	5	5	5	3	49	81.66	Sangat Positif
27.	RASD	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	53	88.33	Sangat Positif
28.	SAAP	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	50	83.33	Sangat Positif
29.	TJPS	5	5	5	5	4	4	3	4	4	5	5	3	52	86.66	Sangat Positif
30.	VAMN	5	4	4	5	4	3	3	4	5	5	5	5	52	86.66	Sangat Positif
31.	VNM	5	5	4	4	5	4	3	3	4	4	4	4	49	81.66	Sangat Positif
32.	VYP	3	4	4	4	3	4	4	4	5	5	5	4	49	81.66	Sangat Positif
33.	WW	4	4	4	4	4	5	4	3	4	3	4	4	47	78.33	Positif
34.	ZMN	5	5	4	5	5	3	3	4	5	4	4	4	51	85	Sangat Positif
Total Skor		145	144	141	146	141	126	118	133	136	141	144	136	1651		
Rerata		4.39	4.36	4.27	4.42	4.27	3.82	3.58	4.03	4.12	4.27	4.36	4.12	48.56	80,3	Sangat Positif

Lampiran 11. Dokumentasi Pembelajaran

A. Pertemuan Pertama



B. Pertemuan Kedua



Lampiran 12. Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121
Telepon: (0331)-330224, 334267, 337422, 333147 • Faksimile: 0331-339029
Laman: www.ujember.ac.id

Nomor 20089/UN25.F.5/SP/2022
Hal : Permohonan Izin Penelitian

10 NOV 2022

Yth, Kepala Sekolah
SMAN 2 Jember
di Jember

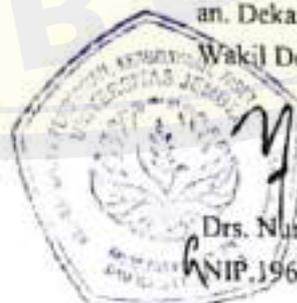
Diberitahukan dengan hormat, bahwa mahasiswa FKIP Universitas Jember di bawah ini:

Nama : Shinta Nuriyah Mahbubiyah Royani
NIM : 190210102089
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Rencana Penelitian : November 2022

Berkenan dengan penyelesaian studinya, mahasiswa tersebut bermaksud melaksanakan penelitian di sekolah yang Saudara pimpin dengan judul "Pengembangan Buku Ajar Rangkaian Arus Bolak-balik Disertai Penyelesaian Soal dengan Menggunakan Teorema Pythagoras". Sehubungan dengan hal tersebut, mohon saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

Demikian permohonan ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik kami sampaikan terimakasih.

an. Dekan
Wakil Dekan I



Drs. Nuriman, Ph.D
NIP. 196506011993021001

Lampiran 13. Surat Selesai Penelitian



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS PENDIDIKAN
SMA NEGERI 2 JEMBER

Alamat : Jl. Jawa No. 16 Telp (0331)321375 Fax. 324811 Kode Pos. 68121 Jember
website : www.sman2jember.sch.id Email: info@sman2jember.sch.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : 421.3 / 591. 2 / 101.6.5.2 / 2022

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr. Moh. Edi Suyanto, M.Pd.
NIP : 19650713 199003 1 007
Pangkat/Gol. : Pembina Utama Muda IV/c
Jabatan : Plt. Kepala SMA Negeri 2 Jember

Menerangkan bahwa :

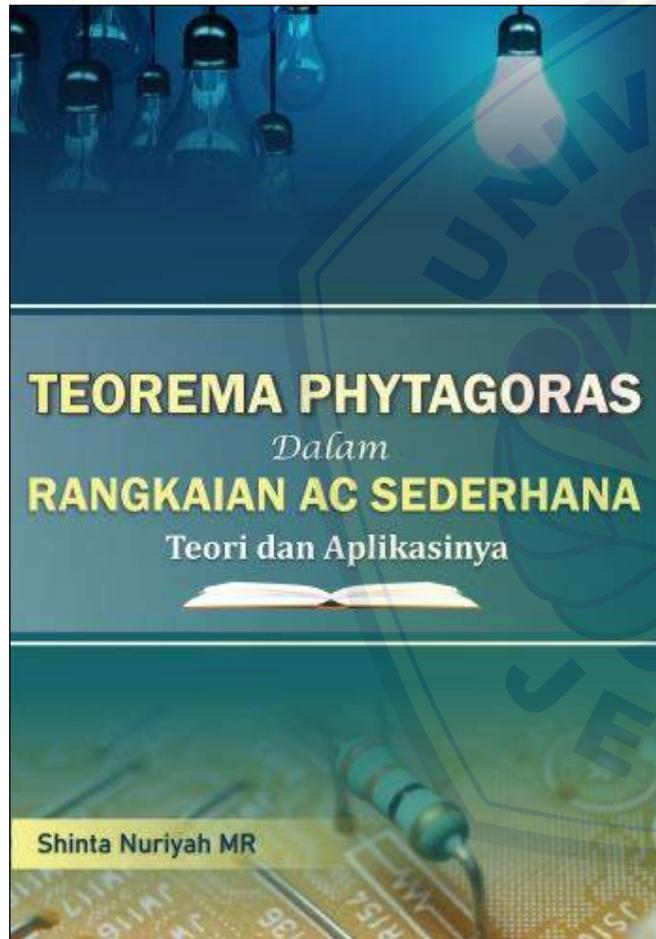
Nama : Shinta Nuriyah Mahbubiyah Royani
NIM : 190210102089
Program Studi : Pendidikan Fisika
Jurusan : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas : Universitas Jember

Yang bersangkutan telah mengadakan penelitian / riset berkenaan dengan penyelesaian tugas studinya dengan judul " Pengembangan Buku Ajar Rangkaian Arus Bolak – Balik Disertai Penyelesaian Soal dengan Menggunakan Teorema Phytagoras " mulai tanggal 14 November sampai dengan 18 November 2022.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jember, 20 November 2022
Kepala Sekolah
Dr. Moh. Edi Suyanto, M.Pd.
NIP. 19650713 199003 1 007

Lampiran 14. Buku Ajar Rangkaian Arus Bolak-Balik Disertai Penyelesaian Soal dengan Menggunakan Teorema Pythagoras



PRAKATA

Buku Teorema Pythagoras dalam Penyelesaian Rangkaian AC Sederhana Teori dan Aplikasinya ini disusun untuk membantu siswa SMA dalam menyelesaikan persoalan terkait rangkaian AC menggunakan Teorema Pythagoras sehingga dapat lebih mudah dan cepat untuk diselesaikan. Pengantar materi disajikan secara rinci dan bertahap mulai dari yang paling dasar hingga yang kompleks dengan bahasa sederhana dan mudah dipahami. Buku ini terdiri dari 6 bab yaitu Tegangan Arus Bolak – Balik, Arus Listrik Bolak – Balik, Hambatan Pada Rangkaian Arus Bolak – Balik, Daya Arus Bolak – Balik, Rangkaian Arus Bolak- Balik, dan Teorema Pythagoras dalam Rangkaian RLC sederhana. Dengan segala kerendahan hati, penulis menerima kritik dan saran dari seluruh pihak. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan buku ini. Semoga buku ajar ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak terutama bagi siswa yang membutuhkan.

Jember, 12 November 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
PRAKATA.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
BAB 1 TEGANGAN ARUS BOLAK-BALIK.....	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Hukum Ohm dalam Tegangan Arus Bolak-balik.....	2
RANGKUMAN.....	7
CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN.....	8
LATIHAN SOAL.....	9
BAB 2 ARUS LISTRIK BOLAK-BALIK.....	11
2.1 Arus Efektif.....	13
2.2 Arus Maksimum.....	15
2.3 Arus Rata-rata.....	15
RANGKUMAN.....	17
CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN.....	18
LATIHAN SOAL.....	19
BAB 3 HAMBATAN PADA RANGKAIAN ARUS BOLAK-BALIK.....	21
3.1 Resistor (R).....	21
3.2 Induktor (L).....	23
3.2.1 GGL Induksi dan Hukum Faraday.....	23
3.2.2 Penerapan Induksi Elektromagnetik.....	24
3.3 Kapasitor (C).....	26
RANGKUMAN.....	28
CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN.....	30
LATIHAN SOAL.....	33
BAB 4 DAYA ARUS BOLAK-BALIK.....	35
4.1 Daya nyata (Active Power).....	35
4.2 Daya semu (Apparent Power).....	37
4.3 Faktor daya (Power Factor).....	38
RANGKUMAN.....	40

Bab 1

Tegangan Arus Bolak-balik

PETUNJUK PEMBELAJARAN

Untuk mencapai prestasi belajar secara maksimal, maka langkah-langkah yang perlu dilaksanakan dalam bahan ajar ini antara lain :

1. Bacalah dan pahami setiap materi yang ada pada setiap kegiatan belajar. Bila terdapat materi yang belum jelas, silahkan melakukan diskusi dengan teman atau dapat langsung bertanya pada guru.
2. Bacalah dan pahami rangkuman materi yang berisi poin penting yang mengacu pada materi pembelajaran yang sudah dijelaskan.
3. Kerjakan latihan pada setiap kegiatan belajar untuk mengasah pemahamanmu terhadap materi.

Capaian Pembelajaran

- Menjelaskan Hukum Ohm
- Menyebutkan hubungan antara Tegangan, Arus, dan Hambatan
- Mengidentifikasi jenis-jenis Tegangan pada rangkaian AC dan penggunaannya

1.1 Pendahuluan

Rangkaian arus listrik merupakan bagian dari ilmu fisika yang mempelajari mengenai komponen – komponen yang menyusun peralatan listrik yang akan membentuk suatu rangkaian. Rangkaian listrik merupakan sambungan alat alat fisika yang sederhana yang memiliki minimal satu jalan tertutup untuk dilalui arus listrik. Teori mengenai listrik sendiri berasal dari beberapa penelitian ilmuwan fisika , diantaranya Coulomb pada tahun 1785, Ohm pada tahun 1827, Faraday pada tahun 1831, dan Kirchhoff pada tahun 1857. Pada pertemuan

RANGKUMAN

Dalam suatu rangkaian, arus listrik yang mengalir akan melewati resistor, sehingga tegangan di antara dua ujung hambatan akan berubah dari keadaan awal dan akan memenuhi hukum Ohm :

$$V = IR$$

Dalam rangkaian arus bolak-balik nilai tegangan dibagi menjadi 3 macam yaitu :

- a. Tegangan maksimum,

$$V_{\text{rms}} = V_{\text{ef}} = \sqrt{(V^2)}$$
- b. Tegangan efektif,

$$V_{\text{ef}} = V_{\text{rms}} \sqrt{2}$$
- c. Tegangan rata-rata,

$$\bar{V} = \frac{2V_{\text{ef}}}{\pi}$$

CONTOH SOAL

1. Suatu rangkaian diukur menggunakan amperemeter mendapatkan angka 5 A. Jika rangkaian tersebut terdapat hambatan sebesar 24 Ω . Tentukan tegangan pada rangkaian tersebut!

Diketahui: $I = 5 \text{ A}$ **Ditanya:** $V = \dots ?$
 $R = 24 \Omega$

Jawab:
 $V = I \cdot R$
 $= 5 \cdot 24$
 $= 120 \text{ volt}$

Jadi tegangan pada rangkaian tersebut adalah 120 volt

2. Jika suatu rangkaian dialiri kuat arus sebesar 8 A dengan hambatan sebesar 30 Ω . Maka berapakah beda potensial pada rangkaian tersebut?

Diketahui: $I = 8 \text{ A}$ **Ditanya:** $V = \dots ?$
 $R = 35 \Omega$

Jawab:
 $V = I \cdot R$
 $= 8 \cdot 20$
 $= 160 \text{ volt}$

Jadi tegangan pada rangkaian tersebut adalah 160 volt

8

LATIHAN SOAL

1. Sebuah rangkaian memiliki kuat arus sebesar 1,5 Ampere. Jika terdapat hambatan pada rangkaian sebesar 20 Ω . Berapakah nilai tegangan rangkaian tersebut?
 a. 15 Volt
 b. 20 Volt
 c. 25 Volt
 d. 30 Volt
 e. 35 Volt

2. Sebuah baterai yang dihubungkan dengan resistor 10 Ω memiliki kuat arus sebesar 3 Ampere. Jika terdapat hambatan dalam baterai sebesar 5 Ω , berapakah nilai tegangan rangkaian tersebut?
 a. 15 Volt
 b. 25 Volt
 c. 35 Volt
 d. 45 Volt
 e. 55 Volt

3. Sebuah baterai yang dihubungkan dengan resistor 5 Ω memiliki kuat arus sebesar 2 Ampere. Jika terdapat hambatan dalam baterai sebesar 0,5 Ω , berapakah nilai tegangan rangkaian tersebut?
 a. 10 Volt
 b. 11 Volt
 c. 12 Volt
 d. 13 Volt
 e. 15 Volt

4. Jika suatu rangkaian memiliki resistor 15 Ω memiliki arus sebesar 2 Ampere. Jika nilai tegangan diubah sehingga arus bernilai 2 kalinya. Berapakah perbandingan tegangan pada rangkaian awal dengan rangkaian akhir?
 a. 2 : 3
 b. 2 : 5
 c. 3 : 2
 d. 1 : 2
 e. 2 : 3

9