



PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING* (PjBL) BERBASIS STEM TERHADAP KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN PENGUASAAN KONSEP FISIKA SISWA DI SMA

SKRIPSI

Oleh:

**Cendy Eka Erlinawati
NIM 160210102103**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING* (PjBL) BERBASIS STEM TERHADAP KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN PENGUASAAN KONSEP FISIKA SISWA DI SMA

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Fisika (S1) serta mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh:

Cendy Eka Erlinawati
NIM 160210102103

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga karya ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua, Ibunda Ernawati dan Ayahanda Asan Ismanto yang senantiasa memberikan do'a, semangat, dan dukungannya disetiap langkah saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak ibu dosen dan bapak ibu guru sejak sekolah dasar sampai perguruan tinggi yang dengan penuh keikhlasan dan kesabaran memberikan do'a, ilmu, dan bimbingan yang bermanfaat bagi saya.
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember khususnya jurusan Pendidikan MIPA Program Studi Pendidikan Fisika yang saya banggakan.

MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(Terjemahan Surat Alam Nasyroh: 6)^{*)}



^{*)}Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: PT. Syaamil Cipta Media.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Cendy Eka Erlinawati

NIM : 160210102103

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Proses Sains Dan Penguasaan Konsep Fisika Siswa Di SMA” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta 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 adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademis jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Januari 2020

Yang menyatakan,

Cendy Eka Erlinawati

NIM 160210102103

SKRIPSI

PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING* (PjBL) BERBASIS STEM TERHADAP KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN PENGUASAAN KONSEP FISIKA SISWA DI SMA

Oleh

**Cendy Eka Erlinawati
160210102103**

Pembimbing

Dosen Pembimbing I

: Drs. Singgih Bektiarso, M.Pd

Dosen Pembimbing II

: Drs. Maryani, M.Pd

PERSETUJUAN

PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING* (PjBL) BERBASIS STEM TERHADAP KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN PENGUASAAN KONSEP FISIKA SISWA DI SMA

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Fisika (S1) dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh

Nama Mahasiswa : Cendy Eka Erlinawati
NIM : 160210102103
Tempat, Tanggal Lahir : Jombang, 25 April 1998
Jurusan/Program : Pendidikan MIPA/Pendidikan Fisika

Disetujui Oleh

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Drs. Singgih Bektiarso, M.Pd

NIP. 19610824 198601 1 001

Drs. Maryani, M.Pd

NIP. 19640707 198902 1 002

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Proses Sains Dan Penguasaan Konsep Fisika Siswa Di SMA” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari, tanggal : Kamis, 23 Januari 2020

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Singgih Bektiarso, M.Pd

NIP. 19610824 198601 1 001

Drs. Maryani, M.Pd

NIP. 19640707 198902 1 002

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Sri Handono Budi Prastowo, M.Si

NIP. 19580318 198503 1 004

Drs. Bambang Supriadi, M.Sc

NIP. 19680710 199302 1 001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph. D.

NIP. 19680802 199303 1 004

RINGKASAN

Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Proses Sains Dan Penguasaan Konsep Fisika Siswa Di SMA; Cendy Eka Erlinawati, 160210102103; 2020; 50 halaman; Program Studi Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Pembelajaran fisika adalah kegiatan pembelajaran yang mana didalamnya terdapat aktivitas guru berinteraksi dengan siswa serta membimbing siswa belajar secara efektif dan efisien melalui aktivitas mendesain, mengembangkan, mengimplementasikan, mengelola, dan mengevaluasi untuk mempelajari proses terjadinya gejala alam yang mencakup materi dan interaksinya. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan keterampilan proses sains siswa dengan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM dan untuk mengetahui ada atau tidak adanya pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap penguasaan konsep fisika siswa di SMA.

Pelaksanaan pembelajaran dalam penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 4 Jember pada tahun ajaran 2019/2020. Populasi pada penelitian ini yaitu siswa kelas XII IPA SMA Negeri 4 Jember yang terdiri dari tujuh kelas. Jenis penelitian ini adalah *true experimental* dengan desain penelitian *post test only control group design*. Sebelum menentukan kelas eksperimen dan kelas kontrol dilakukan uji homogenitas terlebih dahulu untuk mengetahui kemampuan awal siswa. Hasil uji homogenitas ketujuh kelas diperoleh nilai signifikan sebesar 0,309 ($\text{sig} > 0,05$) yang berarti homogen sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan mean yang signifikan terhadap kelas XII IPA 1 sampai XII IPA 7. Selanjutnya, untuk menentukan kelas kontrol dan kelas eksperimen menggunakan metode *cluster random sampling* dengan sistem undian, dan diperoleh kelas XII IPA 3 sebagai kelas eksperimen dan XII IPA 4 sebagai kelas kontrol. Pembelajaran pada kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran

Project Based Learning berbasis STEM sedangkan pada kelas kontrol menggunakan model pembelajaran yang biasa digunakan di sekolah.

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, dokumentasi, dan tes tertulis. Nilai keterampilan proses sains diperoleh berdasarkan hasil observasi ketika kegiatan praktikum yang dilaksanakan sebanyak dua kali. Hasil keterampilan proses sains pada setiap pertemuan berbeda-beda, dari pertemuan pertama yang masuk dalam kategori baik ke pertemuan kedua yang termasuk dalam kategori sangat baik. Persentase nilai rata-rata keseluruhan aspek keterampilan proses sains pada pertemuan pertama sebesar 74,89% dan presentase nilai rata-rata keseluruhan aspek keterampilan proses sains pada pertemuan kedua sebesar 93,12%. Berdasarkan data hasil penelitian diperoleh rata-rata nilai *post-test* penguasaan konsep pada kelas eksperimen sebesar 86,53 sedangkan pada kelas kontrol sebesar 68,17. Selanjutnya berdasarkan hasil uji independent sample t test dengan bantuan SPSS 23, diperoleh nilai signifikan sebesar 0,000 yang berarti lebih kecil dari 0,05 sehingga berdasarkan pedoman dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap penguasaan konsep fisika siswa di SMA.

Berdasarkan keseluruhan hasil analisis data, dapat disimpulkan bahwa kemampuan keterampilan proses sains siswa dalam pembelajaran fisika melalui model *Project Based Learning* berbasis STEM termasuk dalam kriteria baik dan ada pengaruh yang signifikan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap penguasaan konsep fisika siswa di SMA.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi yang berjudul “Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Proses Sains Dan Penguasaan Konsep Fisika Siswa Di SMA” dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini disampaikan terimakasih kepada:

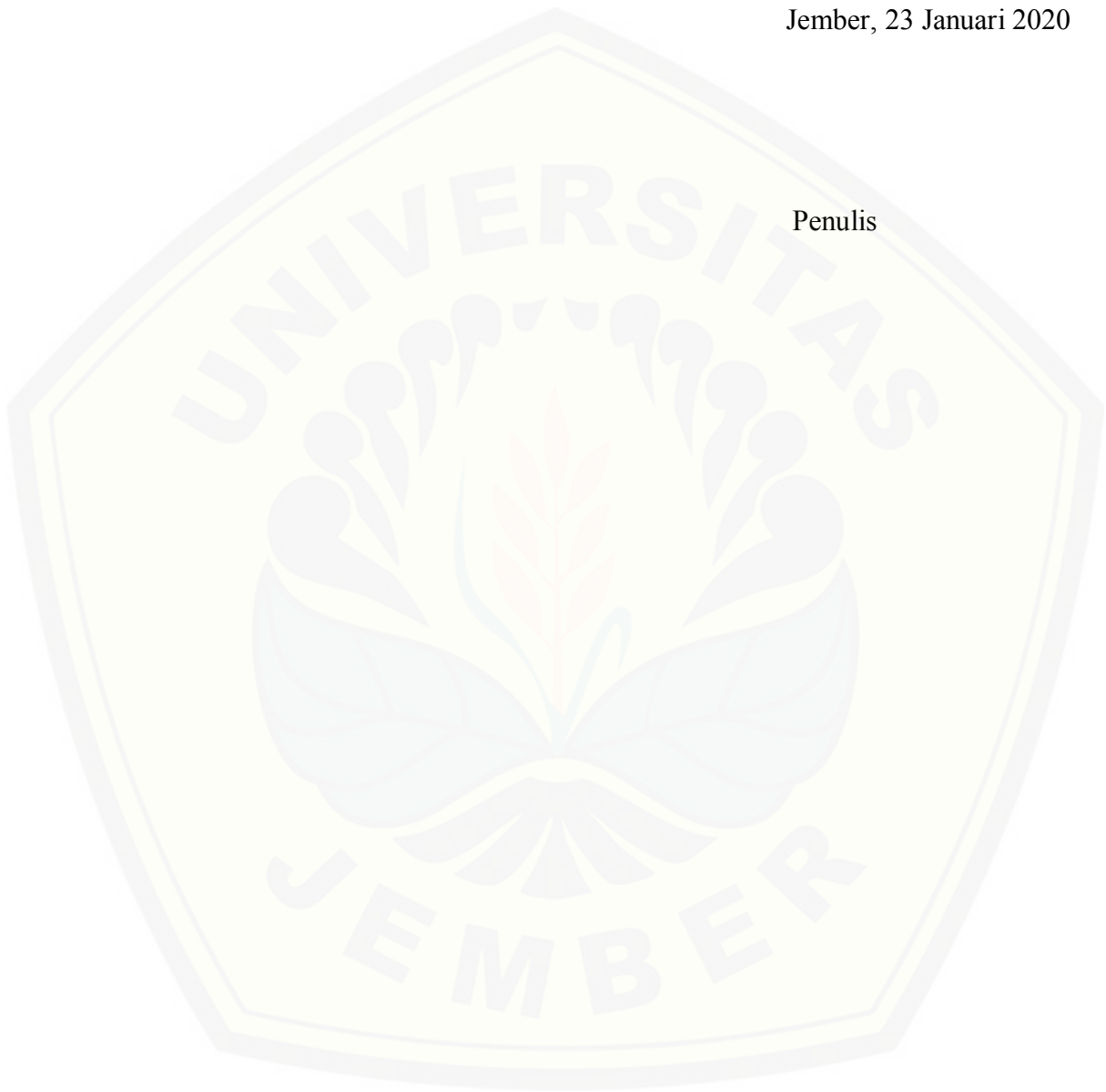
1. Prof. Dr. Dafik, M.Sc. Ph.D., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
3. Drs. Bambang Supriadi, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika;
4. Dr. Supeno, S.Pd, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik;
5. Drs. Singgih Bektiarso, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Drs. Maryani, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Anggota;
6. Dr. Sri Handono Budi Prastowo, M.Si., selaku Dosen Penguji Utama dan Drs. Bambang Supriadi, M.Sc., selaku Dosen Penguji Anggota;
7. Seluruh dosen pendidikan fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah memberikan ilmunya;
8. Dr. Moh. Edi Suyanto, M.Pd., selaku Kepala Sekolah SMAN 4 Jember dan Ibu Dra. Eny Setyowati selaku Guru Fisika SMAN 4 Jember yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian;
9. Kedua orang tua yang senantiasa mendukung serta mendoakan demi terselesaikannya skripsi ini;
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu;

Semoga bantuan, bimbingan, serta motivasi yang diberikan dicatat sebagai amal baik oleh Allah SWT. Besar harapan penulis bila segenap pembaca

memberikan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Harapan terakhir, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Jember, 23 Januari 2020

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUNG.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PERSETUJUAN.....	vii
HALAMAN PENGESAHAN.....	viii
RINGKASAN.....	ix
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pembelajaran Fisika.....	5
2.2 Model Pembelajaran.....	6
2.3 Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL).....	7
2.3.1 Definisi <i>Project Based Learning</i>	7
2.3.2 Karakteristik Model <i>Project Based Learning</i>	9
2.3.3 Sintakmatik Model <i>Project Based Learning</i>	10
2.4 Pembelajaran berbasis <i>science, technology, engineering</i> mathematics (STEM).....	11
2.4.1 Pembelajaran STEM.....	11
2.4.2 Definisi Literasi STEM.....	14
2.5 <i>Project Based Learning</i> berbasis <i>science, technology,</i> <i>engineering, mathematics</i> (STEM).....	15
2.6 Keterampilan Proses Sains Siswa.....	17
2.7 Penguasaan Konsep Siswa.....	21
2.8 Induksi Elektromagnetik.....	22
2.8.1 Hukum Faraday.....	22
2.8.2 Ggl Induksi dan Hukum Faraday.....	25
2.8.3 Hukum Lenz.....	26
2.8.4 Fluks Magnetik.....	26
2.9 Hipotesis Penelitian.....	27

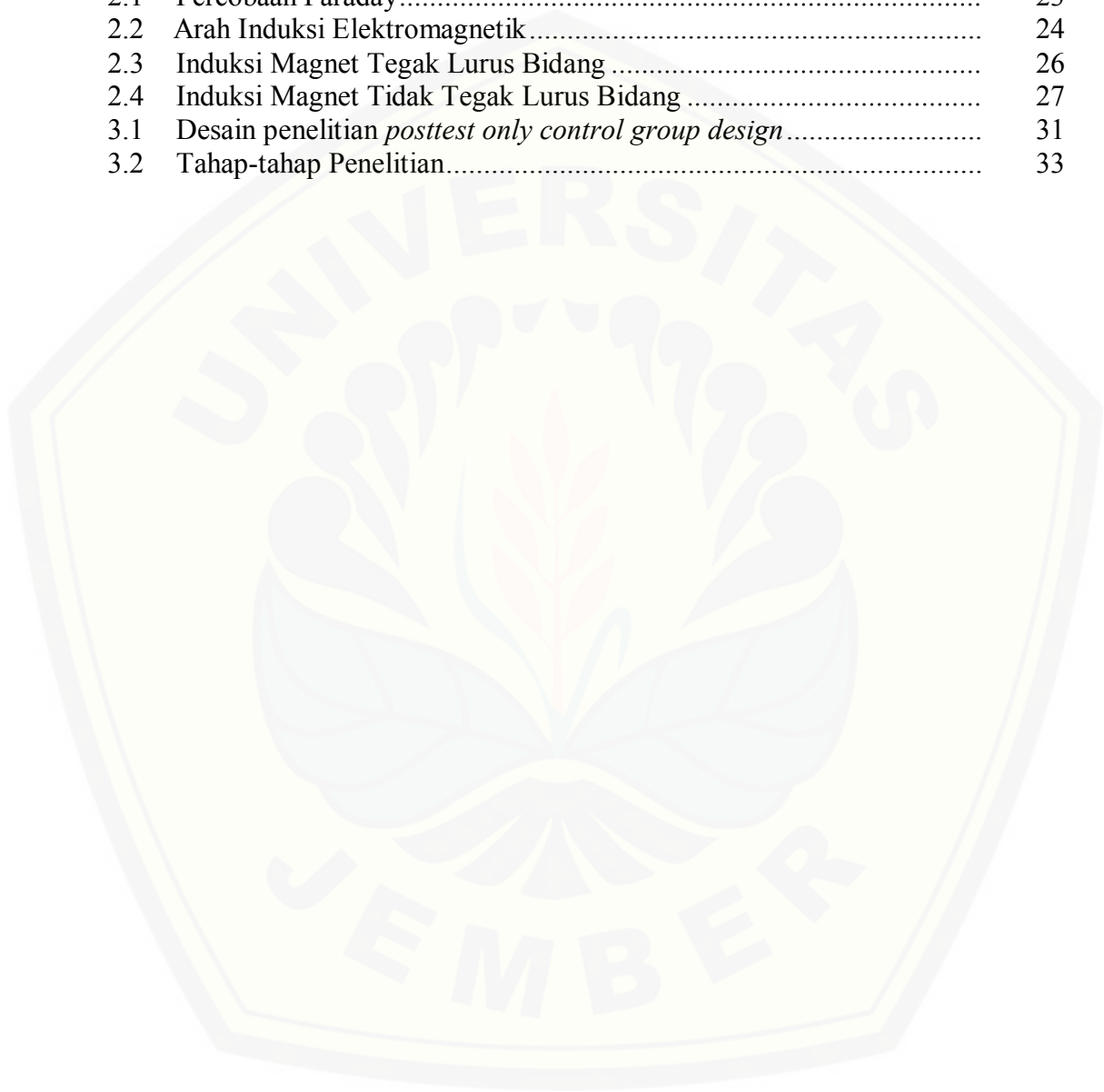
BAB 3. METODE PENELITIAN	28
3.1 Jenis Penelitian	28
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian	29
3.3.1 Populasi penelitian	29
3.3.2 Sampel Penelitian.....	29
3.4 Devinisi Operasional	30
3.4.1 Variabel Penelitian.....	30
3.4.2 Devinisi Operasional Variabel.....	30
3.5 Desain Penelitian	31
3.6 Prosedur Penelitian	32
3.7 Teknik Pengumpulan Data	34
3.7.1 Observasi.....	34
3.7.2 Dokumentasi.....	34
3.7.3 Tes Tertulis.....	35
3.8 Teknik Analisis Data	35
3.8.1 Uji Pengaruh <i>Model Project Based Learning</i> (PjBL) berbasis <i>Scientific, Technology, Engineering,</i> <i>Mathematics</i> (STEM) terhadap Keterampilan Proses Sains	35
3.8.2 Uji Pengaruh <i>Model Project Based Learning</i> (PjBL) berbasis <i>Scientific, Technology, Engineering,</i> <i>Mathematics</i> (STEM) terhadap Penguasaan Konsep.....	36
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Hasil Penelitian	39
4.1.1 Hasil Keterampilan Proses Sains	39
4.1.2 Hasil Pengaruh <i>Model Project Based Learning</i> berbasis STEM terhadap Penguasaan Konsep	41
4.2 Pembahasan	44
4.2.1 Pembahasan Keterampilan Proses Sains.....	44
4.2.2 Pembahasan Penguasaan Konsep	46
BAB 5. KESIMPULAN	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Sintakmatik Model PjBL	10
2.2 Definisi Elemen STEM	14
2.3 Langkah Pembelajaran PjBL berbasis STEM	16
2.4 Indikator KPS.....	20
3.1 Kriteria Keterampilan Proses Sains Siswa	36
4.1 Nilai rata-rata tiap aspek KPS praktikum pertama.....	40
4.2 Nilai rata-rata tiap aspek KPS praktikum kedua.....	40
4.3 Rekapitulasi nilai rata-rata tiap aspek keterampilan proses sains	40
4.4 Ringkasan hasil <i>post-test</i> penguasaan konsep siswa.....	41
4.5 Hasil uji normalitas data penguasaan konsep	42
4.6 Hasil analisis data penguasaan konsep siswa	43

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Percobaan Faraday.....	23
2.2 Arah Induksi Elektromagnetik.....	24
2.3 Induksi Magnet Tegak Lurus Bidang	26
2.4 Induksi Magnet Tidak Tegak Lurus Bidang	27
3.1 Desain penelitian <i>posttest only control group design</i>	31
3.2 Tahap-tahap Penelitian.....	33



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Matrik Penelitian	55
B. Silabus Mata Pelajaran Fisika	58
C. RPP Penelitian	61
D. Lembar Kerja Siswa	73
E. Lembar Penilaian Keterampilan Proses Sains	85
F. Kisi-Kisi Soal <i>Post-Test</i>	91
G. Uji Homogenitas	95
H. Hasil Keterampilan Proses Sains	98
H.1 Hasil Keterampilan Proses Sains Pada Praktikum Ke 1	98
H.2 Hasil Keterampilan Proses Sains Pada Praktikum Ke 2	101
I. Uji Normalitas dan Uji T <i>Post-Test</i> Penguasaan Konsep	106
I.1 Hasil <i>Post-Test</i> Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	106
I.2 Uji Normalitas dan Uji T (<i>Independent Sample T-Test</i>)	107
J. Dokumentasi Hasil Lembar Kerja Siswa dan <i>Post-Test</i>	112
J.1 Dokumentasi Hasil Lembar Kerja Siswa	112
J.2 Dokumentasi Hasil <i>Post-Test</i>	125
K. Foto Kegiatan Penelitian	130
L. Surat Penelitian	133

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembelajaran fisika adalah pembelajaran sains sehingga dalam pembelajarannya harus mencakup produk, proses, dan sikap ilmiah (Trianto, 2009: 137). Dalam belajar fisika siswa tidak hanya dituntut untuk memahami teori, konsep, maupun hukum-hukum fisika, tetapi juga diharapkan dapat memahami bagaimana proses terjadinya suatu gejala fisis yang terjadi. Permasalahan yang terdapat dalam proses pembelajaran fisika saat ini yaitu rendahnya kualitas pembelajaran sehingga tidak menutup kemungkinan bahwa hasil belajar siswa juga rendah. Hal ini dibuktikan dengan nilai Ujian Nasional fisika yang diperoleh setiap tahunnya cenderung lebih rendah dibanding mata pelajaran Ujian Nasional lainnya.

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan peneliti di SMA Negeri 4 Jember diketahui bahwa hasil Ujian Nasional fisika di sekolah tersebut masih cenderung lebih rendah dibanding hasil Ujian Nasional mata pelajaran lainnya seperti kimia, biologi, dan matematika. Data yang dilansir dari situs kemdikbud pada tahun 2017 menunjukkan nilai rata-rata Ujian Nasional fisika SMA Negeri 4 Jember sebesar 51,67 sedangkan nilai rata-rata Ujian Nasional mata pelajaran kimia, biologi, dan matematika sebesar 65,83; 69,44 dan 50,41. Tahun 2018 nilai rata-rata Ujian Nasional fisika yang diperoleh mengalami penurunan yaitu 46,09 sedangkan nilai rata-rata Ujian Nasional mata pelajaran kimia, biologi, dan matematika mengalami peningkatan yaitu 63,28; 74,67 dan 55,29. Pada tahun 2019 nilai rata-rata Ujian Nasional fisika yang diperoleh mengalami peningkatan yaitu 51,44 namun hasil yang diperoleh tetap lebih rendah dibanding nilai rata-rata Ujian Nasional mata pelajaran lainnya.

Goeke (dalam Li & Tsai, 2017) menyatakan bahwa pembelajaran yang terjadi di sekolah saat ini cenderung pasif. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Roestiyah (2012) bahwa umumnya sekolah menerapkan metode ceramah dalam proses pembelajaran sehingga tidak ada interaksi aktif antara siswa dan guru karena siswa hanya sekedar memperoleh suatu informasi dari penjelasan guru.

Oleh karena itu, guru dituntut mampu membuat pembelajaran yang lebih menarik agar siswa tertarik untuk mengikuti pelajaran.

Pembelajaran fisika sebagai proses dapat dilakukan dengan menggunakan metode observasi dan eksperimen dimana metode tersebut dalam pelaksanaannya membutuhkan keterampilan proses sains. Dahar (1996) mengatakan bahwa “keterampilan proses sains (KPS) adalah kemampuan siswa untuk menerapkan metode ilmiah dalam memahami, mengembangkan dan menemukan ilmu pengetahuan”. Rendahnya keterampilan proses sains siswa dinyatakan oleh Wahyudi & Supardi (2013) yang dapat terlihat dari kurang mampunya siswa dalam merumuskan hipotesis, merancang percobaan, dan siswa kurang dapat bekerja sama dalam kelompoknya. Untuk meningkatkan keterampilan proses sains, diperlukan suatu model pembelajaran yang membuat siswa aktif dan dapat berkreasi. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Dewi (2015: 14), *Project Based Learning* dapat membantu siswa untuk berkolaborasi dengan teman; bekerja sama dalam menyelesaikan proyek yang dikerjakan; memahami, menyalurkan ide-ide yang dimiliki; mengatur manajemen waktu yang baik untuk penyelesaian proyek; menjadi jembatan dalam membantu siswa untuk memahami secara mendalam dan aplikatif materi yang diajarkan. Hasil penelitian Kusumaningrum dan D. Djukri (2016) mengemukakan mengenai pengembangan perangkat pembelajaran model *Project Based Learning* (PjBL), diperoleh hasil bahwa skor rata-rata *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol. Pada kelas eksperimen, rata-rata *pretest* dan *posttest* keterampilan proses sains kelas eksperimen sebesar 77,88 sedangkan pada kelas kontrol sebesar 69,23. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa model *Project Based Learning* (PjBL) berpengaruh terhadap keterampilan proses sains siswa sehingga model pembelajaran ini tepat untuk digunakan dalam pembelajaran fisika.

Konsep merupakan suatu pondasi pembangunan dalam berpikir. Soedjadi (2000), mengartikan konsep adalah satuan arti yang mewakili beberapa objek yang memiliki ciri-ciri yang sama. Penguasaan konsep sangat penting untuk dikuasai agar siswa memiliki pondasi pembangunan berpikir yang kuat. Hasil

penelitian Suranti *et al* (2016), diketahui bahwa model pembelajaran *Project Based Learning* berbantuan media virtual dapat meningkatkan penguasaan konsep siswa. Pembelajaran dengan menggunakan model *Project Based Learning* berbantuan media dapat memicu keaktifan siswa. Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *Project Based Learning* berpengaruh terhadap penguasaan konsep siswa. Selain itu, pembelajaran saat ini juga perlu mengikuti perkembangan zaman di era kemajuan IPTEK dengan mengintegrasikan *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) guna membangun keterampilan abad 21.

Berdasarkan uraian di atas, terdapat celah penelitian yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang ada. Berdasarkan penelitian sebelumnya, model *Project Based Learning* (PjBL) yang dipadukan dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) cocok digunakan dalam pembelajaran fisika karena dapat membuat siswa aktif serta mengeksplor kemampuan yang dimiliki dalam kegiatan pembelajaran. Oleh karena itu, peneliti akan melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Proses Sains Dan Penguasaan Konsep Fisika Siswa Di SMA”.

1.2 Rumusan Masalah

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

- a. Bagaimana kategori kemampuan keterampilan proses sains siswa SMA dalam pembelajaran fisika melalui model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM)?
- b. Apakah model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) berpengaruh signifikan terhadap penguasaan konsep fisika siswa untuk materi induksi elektromagnetik di SMA ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mendeskripsikan kemampuan keterampilan proses sains siswa SMA dalam pembelajaran fisika melalui model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM)
- b. Mengkaji pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) terhadap penguasaan konsep siswa untuk materi induksi elektromagnetik di SMA

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagi guru, dapat digunakan sebagai perbaikan dalam proses kegiatan mengajar sehingga hasil pembelajaran sesuai dengan yang diharapkan.
- b. Bagi peserta didik, pembelajaran dengan model *Project Based Learning* (PjBL) disertai pendekatan *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) dapat membantu meningkatkan keterampilan proses sains serta meningkatkan penguasaan konsep fisika.
- c. Bagi peneliti, untuk menyelesaikan tugas akhir serta dapat dijadikan bekal ketika terjun ke dunia pendidikan nantinya.
- d. Bagi peneliti lain, dapat digunakan sebagai bahan untuk menambah wawasan terkait model pembelajaran yang akan dikembangkan lebih lanjut.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembelajaran Fisika

Pembelajaran adalah suatu proses interaksi antara peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar (UU No. 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional). Pengertian lain dari pembelajaran adalah upaya yang dilaksanakan secara sistematis yang dilakukan oleh pendidik dalam mewujudkan kegiatan pembelajaran agar berjalan secara efektif dan efisien dimana kegiatan pembelajaran dimulai dari perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi (Aqib, 2013: 66).

Fisika adalah suatu ilmu yang ditunjukkan untuk mempelajari terjadinya suatu gejala alam yang mencakup komponen materi dan interaksinya, fisika dibangun dari hukum teori, konsep, dan aplikasinya (Sumaji, 1998: 21). Fisika merupakan proses dan produk (Dahar, 1986: 1). Oleh sebab itu belajar fisika tidak hanya sekedar menghafal produk fisika berupa fakta, konsep, teori maupun hukum, tetapi juga melakukan kegiatan pengulangan pengkajian seperti yang dilakukan para fisikawan dengan melakukan proses ilmiah sehingga akan terbentuk sikap ilmiah (Sutarto dan Indrawati dalam Astutik, 2018). Pengertian lain dari fisika adalah merupakan disiplin ilmu yang mempelajari tentang gejala alam serta menerangkan bagaimana gejala tersebut terjadi (Bektiarso, 2000). Jadi, fisika merupakan ilmu yang mempelajari tentang gejala alam yang memungkinkan penelitian dengan percobaan dan menerangkan bagaimana gejala tersebut terjadi dengan gambaran menurut pemikiran manusia secara matematis. Fisika sebagai proses meliputi keterampilan sikap, sedangkan fisika sebagai produk meliputi sekumpulan pengetahuan yang terdiri dari fakta-fakta, konsep, dan prinsip.

Pembelajaran fisika adalah salah satu pembelajaran sains sehingga dalam kegiatan pembelajarannya harus meliputi proses, sikap ilmiah, dan produk. Salah satu kunci pembelajaran fisika adalah kegiatan pembelajaran harus melibatkan siswa secara aktif untuk berinteraksi dengan objek yang konkret (Koes, 2003:3). Karakteristik dari pembelajaran fisika adalah melalui metode ilmiah yang menjadi

ciri khas seorang ilmuwan saat mencoba untuk mencapai makna dan hubungan proses yang menekankan pada produk dan sikap (Wicaksono *et al*, 2017). Pembelajaran dengan pengembangan pengalaman langsung dan kondisi nyata akan menghasilkan pengetahuan yang mudah diingat dan bertahan lama tersimpan di dalam pikiran (Santoso, 2007:160).

Dari uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran fisika adalah kegiatan pembelajaran yang mana didalamnya terdapat aktivitas guru berinteraksi dengan siswa serta membimbing siswa belajar secara efektif dan efisien melalui aktivitas mendesain, mengembangkan, mengimplementasikan, mengelola, dan mengevaluasi untuk mempelajari proses terjadinya gejala alam yang mencakup materi dan interaksinya.

2.2 Model Pembelajaran

Model pembelajaran adalah suatu perencanaan yang digunakan sebagai pedoman dalam merencanakan kegiatan pembelajaran di kelas (Trianto, 2007:1). Pengertian lain dari model pembelajaran ialah suatu pola atau rencana yang dapat digunakan untuk membentuk suatu kurikulum, memilih bahan ajar, dan membimbing tindakan guru (Joyce dan Weil, 1980: 3). Model pembelajaran mengacu pada pendekatan yang akan digunakan, yang mencakup tujuan pembelajaran, tahap-tahap kegiatan pembelajaran, lingkungan pembelajaran, pengelolaan kelas (Arends dalam Trianto, 2010: 51).

Setiap model pembelajaran akan berangkat dari tujuan dan asumsi. Selain itu, setiap model pembelajaran yang juga harus memiliki lima unsur karakteristik model, antara lain: sintakmatik (tahap-tahap kegiatan yang harus dilakukan untuk mempersiapkan dan melaksanakan pengembangan model), sistem sosial (situasi dan norma yang berlaku dalam model pembelajaran), prinsip reaksi (pola yang harus dilakukan guru dalam proses pembelajaran sesuai dengan pelaksanaan model), sistem pendukung (segala sarana, alat dan bahan yang diperlukan untuk mendukung pelaksanaan model pembelajaran), dampak intruksional (hasil belajar yang diperoleh langsung dengan mengarahkan para siswa pada tujuan yang diharapkan), dan dampak pengiring (hasil belajar lainnya yang dihasilkan melalui

proses pembelajaran sebagai akibat terciptanya suasana belajar yang dialami langsung oleh siswa tanpa pengarahan dari guru) (Joyce *et al* dalam Sutarto dan Indrawati, 2013: 22).

Berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran adalah suatu perencanaan yang mengacu pada pendekatan yang akan digunakan, yang mencakup tujuan pembelajaran, tahap-tahap kegiatan pembelajaran, lingkungan pembelajaran, serta pengelolaan kelas yang digunakan sebagai pedoman dalam merencanakan kegiatan pembelajaran di kelas.

2.3 Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL)

2.3.1 Definisi *Project Based Learning* (PjBL)

Project based learning adalah salah satu model pembelajaran yang mengorganisasi kelas dalam sebuah proyek (Thomas, 2000: 1). *Project based learning* (PjBL) merupakan strategi pembelajaran dimana siswa harus membangun sendiri pengetahuan konten mereka dan mendemonstrasikan pemahaman baru yang diperoleh melalui berbagai bentuk representasi (NYC Departement of Education, 2009: 8). Berdasarkan beberapa pengertian diatas, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) adalah suatu model pembelajaran yang menekankan pada pembelajaran kontekstual melalui kegiatan-kegiatan yang kompleks seperti memberi kebebasan kepada peserta didik untuk mengeksplorasi aktivitas belajar, mengerjakan proyek secara kolaboratif, dan akhirnya dapat menghasilkan suatu produk dari proyek yang telah dikerjakannya.

Model *project based learning* dalam kegiatan pembelajarannya tidak lagi berpusat pada guru, melainkan berpusat pada siswa (*student center learning*) sehingga siswa dituntut untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran. Kemandirian siswa untuk menyelesaikan tugas yang dihadapinya merupakan tujuan dari PjBL. Selain itu, tujuan *project based learning* adalah meningkatkan motivasi belajar, kerjasama tim, keterampilan kolaborasi dalam pencapaian kemampuan akademik level tinggi yang dibutuhkan pada abad 21 (Cole dan Wasburn dalam Moses, 2010: 35).

Kegiatan belajar yang melibatkan proyek tidak semuanya dapat dikatakan sebagai model PjBL. Terdapat beberapa kriteria yang harus dimiliki untuk dapat menentukan bahwa kegiatan pembelajaran tersebut merupakan bentuk PjBL. Kriteria pembelajaran PjBL adalah sentralitas, mengarahkan pertanyaan, penyelidikan konstruktivisme, otonomi, dan realitas. Kriteria pembelajaran project based learning (Thomas, 2000: 3-5) dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. *The Project are central, not peripheral to the curriculum.* Kriteria ini memiliki dua akibat wajar. Pertama, proyek adalah kurikulum yang merupakan inti strategi mengajar, siswa aktif memikirkan sesuatu dan belajar konsep inti materi melalui proyek. Kedua, keterpusatan yang berarti jika kegiatan belajar siswa di luar kurikulum, maka kegiatan belajar tersebut tidak termasuk kategori PjBL.
- b. Proyek PjBL difokuskan pada pertanyaan atau masalah yang mendorong siswa agar mempelajari konsep-konsep dan pokok dari mata pelajaran. Proyek biasanya dilakukan dengan pemberian pertanyaan-pertanyaan dimana jawabannya belum bisa dipastikan (*ill-defined problem*).
- c. Proyek melibatkan siswa pada penyelidikan konstruktivisme. Penyelidikan dapat berupa suatu perancangan proses, pengambilan keputusan, penemuan dan pemecahan masalah, penemuan atau proses pengembangan model. Kegiatan inti dari proyek harus melibatkan transformasi dan konstruksi dari pengetahuan siswa yang mencakup pengetahuan atau keterampilan baru. Jika kegiatan inti dari proyek tidak merepresentasikan tingkat kesulitan bagi siswa atau dapat dilakukan dengan penerapan keterampilan yang siap dipelajari maka proyek tersebut bukan proyek PjBL.
- d. *Project are student-driven to some significant degree.* Inti proyek tidak berpusat pada guru. PjBL lebih mengutamakan kemandirian, pilihan, waktu kerja yang tidak bersifat kaku, serta tanggung jawab siswa dari proyek dan pembelajaran tradisional.
- e. Proyek adalah realitas, tidak *school-like*. Karakteristik proyek memberi keotentikan pada siswa. Karakteristik ini bisa meliputi topik, tugas,

peranan siswa, konteks dimana kerja proyek dilaksanakan, produk akhir, atau kriteria dimana produk atau hasil kerja dinilai.

2.3.2 Karakteristik Model *Project Based Learning*

Setiap model pembelajaran pasti memiliki suatu karakteristik. *Project Based Learning* mempunyai karakteristik yang membedakannya dengan model lain. Buck Institute for Education (dalam Wena, 2010:145) menyebutkan karakteristik model pembelajaran berbasis proyek adalah sebagai berikut:

- a. Siswa membuat keputusan dan kerangka kerja
- b. Terdapat masalah dimana pemecahannya tidak ditentukan sebelumnya
- c. Siswa sebagai perancang proses untuk mencapai hasil
- d. Siswa bertanggung jawab mendapatkan dan mengelola informasi yang dikumpulkan
- e. Melakukan evaluasi secara kontinu
- f. Siswa secara teratur melihat kembali apa yang mereka kerjakan
- g. Hasil akhir berupa produk yang kemudian dievaluasi kualitasnya
- h. Kelas memiliki atmosfer yang memberi toleransi kesalahan serta perubahan

Sani (2014: 173-174) dalam bukunya juga menyebutkan karakteristik dari model *Project Based Learning*, antara lain sebagai berikut:

1. Mengarahkan peserta didik untuk menginvestigasi ide dan pertanyaan yang penting
2. Termasuk proses inkuiri
3. Terkait dengan kebutuhan dan minat peserta didik
4. Berpusat pada peserta didik dimana peserta didik nantinya akan membuat produk dan presentasi secara mandiri
5. Menggunakan keterampilan berpikir kreatif, kritis, mencari informasi guna melakukan investigasi, menarik suatu kesimpulan, dan menghasilkan suatu produk.
6. Terkait dengan permasalahan yang ada di dunia nyata

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *project based learning* merupakan model pembelajaran yang memiliki ciri pada

proses pembelajaran siswa diberi suatu proyek untuk menyelesaikan suatu masalah berdasarkan pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki oleh siswa.

Dewi (2015: 14) dalam penelitiannya memperoleh hasil bahwa model *project based learning* dapat membantu siswa untuk bekerja sama dan berbagi tugas dalam menyelesaikan proyek yang dikerjakan; menyalurkan ide-ide yang dimiliki; menjadi jembatan dalam membantu siswa untuk memahami secara mendalam dan aplikatif terhadap materi yang diajarkan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Suranti *et al* (2016) yang menyimpulkan bahwa model *project based learning* berbantuan media virtual memiliki pengaruh terhadap penguasaan konsep pada setiap materi yang diajarkan dan pada aspek kognitif. Hasil penelitian lain oleh Oktadivani *et al.* (2016) menyatakan bahwa keterampilan proses sains selama mengikuti pembelajaran fisika menggunakan model *project based learning* termasuk dalam kategori sangat baik karena rangkaian kegiatan pembelajaran dengan model *project based learning* sangat mendorong siswa untuk aktif serta terampil dalam kegiatan pembelajaran dimana siswa memahami sendiri pengetahuannya melalui kegiatan mendesain rancangan proyek dan dalam pelaksanaannya siswa dapat membangun pengetahuannya melalui pengalaman bereksperimen secara nyata dengan kelompok.

2.3.3 Sintakmatik Model *Project Based Learning*

George Lucas Educational Foundation (dalam Kettler, 2018) menjelaskan bahwa model pembelajaran *project based learning* terdiri dari 6 langkah, yaitu dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Sintakmatik model PjBL

Fase	Keterangan
Membuat pertanyaan esensial	<ul style="list-style-type: none"> a. Pertanyaan terbuka dan menarik b. Melibatkan siswa dan memotivasi pekerjaan mereka di proyek (<i>Apersepsi</i>) c. Otentik dan terhubung dengan minat siswa d. Terhubung dengan standar dalam disiplin
Merancang Rencana untuk Proyek	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengartikulasikan standar dalam disiplin dengan jelas b. Menjelaskan hasil proyek (produk/kinerja) c. Mengembangkan kegiatan yang akan membantu siswa untuk mengembangkan keterampilan yang diperlukan untuk

	menyelesaikan hasil proyek d. Memilih dan mendapatkan sumber daya yang memadai untuk digunakan siswa
Mengembangkan Jadwal	a. Menentukan jumlah total waktu yang diberikan untuk proyek b. Memutuskan apakah setiap hari didedikasikan untuk proyek atau jika proyek itu satu atau dua hari seminggu dikombinasikan dengan instruksi lain c. Menetapkan tolok ukur untuk kemajuan siswa d. Memberikan alat kepada siswa untuk belajar mengatur waktu mereka sendiri
Memfasilitasi dan Memantau Pekerjaan Siswa	a. Mengajarkan pelajaran singkat tentang topik atau keterampilan kritis b. Mengkonsultasikan dengan kelompok jika diperlukan untuk menghindari kesalahpahaman c. Menjelaskan dan membagikan beberapa sumber daya yang bermanfaat d. Memantau kepatuhan kelompok ke tolok ukur terjadwal
Menilai hasil siswa	a. Memberikan pedoman penilaian yang jelas di awal b. Mengembangkan dan menggunakan rubrik untuk tugas akhir c. Mengembangkan dan menggunakan rubrik untuk menilai keterampilan kerja seperti kolaborasi, komunikasi, dan penggunaan sumber daya
Evaluasi pengalaman	a. Memberikan waktu bagi siswa untuk merenungkan apa yang mereka pelajari b. Meminta umpan balik dari siswa (tertulis dan lisan) c. Mengevaluasi secara pribadi cara-cara meningkatkan proyek untuk implementasi selanjutnya (sumber daya, jadwal, pelajaran singkat, dll)

2.4 Pembelajaran Berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM)

2.4.1 Pembelajaran STEM

Abad 21 merupakan abad perkembangan teknologi yang sangat pesat di berbagai negara di belahan dunia. Reformasi di dunia pendidikan telah dilakukan oleh beberapa negara maju, seperti Amerika Serikat. Mereka mengembangkan suatu pendidikan yang digunakan sebagai solusi untuk menghadapi tantangan di abad 21 ini. Amerika Serikat merupakan negara pertama yang mengembangkan

pendidikan *science, technology, engineering, and mathematics* (STEM) (Bybee, 2013). Pendidikan STEM merupakan suatu pendekatan interdisipliner dimana konsep akademik digabungkan dengan pelajaran atau permasalahan yang ada pada dunia nyata sehingga siswa dapat menerapkan sains, teknologi, engineering, dan matematika dalam konteks yang membuat hubungan antara sekolah, masyarakat, pekerjaan, dan perusahaan global sehingga akan muncul kemampuan untuk bersaing dalam ekonomi baru (Tsupros, 2009). STEM dalam pengaplikasiannya bertujuan untuk mengembangkan pemikiran, penalaran, kerja tim, investigasi, serta keterampilan kreatif yang dapat digunakan oleh siswa dalam semua bidang yang ada di kehidupan mereka (Jolly, 2014).

STEM memiliki enam karakteristik khusus yang membedakannya dengan pendekatan lain, yaitu:

- a. Pelajaran STEM fokus pada permasalahan yang ada di dunia nyata serta mencari solusi untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.
- b. Pelajaran STEM dipandu oleh proses desain teknik dimana desain tersebut berasal dari pemikiran siswa sendiri dalam mengembangkan solusi untuk mengatasi permasalahan.
- c. Pelajaran STEM melibatkan siswa dalam kerja tim yang produktif.
- d. Pelajaran STEM membawa siswa ke dalam inkuiri langsung dan eksplorasi terbuka. Artinya, dalam pelajaran STEM kegiatan pembelajaran bersifat terbuka dan ada batasan. Pekerjaan siswa bersifat langsung dan kolaboratif serta keputusan tentang solusi dihasilkan oleh siswa. Siswa berkomunikasi untuk berbagi ide dan mendesain ulang prototipe mereka sesuai kebutuhan. Mereka mengendalikan ide-ide mereka sendiri dan merancang penyelidikan mereka sendiri.
- e. Pelajaran STEM mengintegrasikan konten matematika dan sains sehingga siswa menyadari bahwa sains dan matematika bukanlah mata pelajaran yang terisolasi, melainkan bekerja sama untuk menyelesaikan masalah.
- f. Pelajaran STEM memungkinkan adanya jawaban benar dan membingkai ulang kegagalan sebagai bagian penting dari pembelajaran. Kelas STEM

menawarkan beragam kemungkinan untuk solusi kreatif. Ketika merancang dan menguji prototipe, tim mungkin akan mengalami kegagalan dalam menyelesaikan masalah. Dalam STEM, kejadian tersebut dianggap sebagai langkah positif dalam menemukan dan merancang solusi sehingga siswa diharapkan belajar dari kesalahan dan mencoba lagi

(Jolly, 2014)

Bybee (2013) tujuan dari pendidikan STEM adalah untuk mengembangkan literasi STEM yang mengacu pada individu sebagai berikut:

1. Pengetahuan, sikap, dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam situasi kehidupan mengenai isu-isu STEM, menjelaskan suatu hal secara alamiah dan terancang, serta menarik kesimpulan.
2. Pemahaman individu mengenai karakteristik disiplin ilmu sebagai bentuk penyelidikan, pengetahuan, dan desain ilmu STEM.
3. Kesiediaan individu untuk terlibat dalam isu-isu STEM dan terikat pada ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, dan matematika sebagai manusia yang konstruktif, dan reflektif.
4. Kesadaran individu mengenai bagaimana disiplin ilmu STEM membentuk secara materi, intelektual, dan lingkungan budaya.

Bybee (2013) konteks pendidikan dasar dan menengah, pendidikan STEM bertujuan mengembangkan peserta didik yang melek STEM, yang mempunyai:

- (1) pengetahuan, sikap, serta keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam situasinya, menjelaskan fenomena alam, mendesain, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti mengenai isu-isu terkait STEM;
- (2) memahami karakteristik fitur-fitur disiplin STEM sebagai bentuk pengetahuan, penyelidikan, serta desain yang digagas oleh manusia;
- (3) kesadaran bagaimana disiplin-disiplin STEM dapat membentuk lingkungan material, intelektual dan kultural;
- (4) mau terlibat dalam kajian isu-isu terkait STEM (misalnya efisiensi energi, kualitas lingkungan, keterbatasan sumberdaya alam) sebagai warga negara

yang konstruktif, peduli, dan reflektif dengan menggunakan gagasan-gagasan sains, teknologi, engineering dan matematika.

Pendidikan STEM memberikan peluang kepada guru untuk memperlihatkan kepada peserta didik betapa pentingnya konsep, prinsip, dan teknik dari sains, teknologi, engineering, dan matematika digunakan secara terintegrasi dalam pengembangan produk, proses, dan sistem yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Reeve (2013) mengadopsi definisi pendidikan STEM sebagai pendekatan interdisiplin pada pembelajaran dimana di dalamnya peserta didik menggunakan sains, teknologi, engineering, dan matematika dalam konteks nyata yang mengkoneksikan antara sekolah, dunia kerja, dan dunia global sehingga mengembangkan literasi STEM yang memampukan peserta didik bersaing dalam era ekonomi baru yang berbasis pengetahuan.

2.4.2 Definisi Literasi STEM

STEM terdiri dari empat elemen, yaitu *Science, Technology, Engineering, Mathematics*. Definisi dari elemen-elemen STEM dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.2 Definisi Elemen STEM

No.	STEM	Keterangan
1	Sains (<i>Science</i>)	Literasi sains: kemampuan mengidentifikasi informasi ilmiah, kemudian mengaplikasikannya dalam dunia nyata yang juga mempunyai peran dalam mencari solusi.
2	Teknologi (<i>Technology</i>)	Literasi teknologi: keterampilan dalam menggunakan berbagai macam teknologi, belajar mengembangkan teknologi dan menganalisis teknologi dapat mempengaruhi pemikiran siswa dan masyarakat.
3	Teknik (<i>Engineering</i>)	Literasi teknik: kemampuan dalam mengembangkan teknologi melalui proses mendesain atau merancang sesuai kreativitas dengan menggabungkan beberapa disiplin ilmu.
4	Matematika (<i>Mathematics</i>)	Literasi matematika: kemampuan dalam menganalisis serta menyampaikan gagasan, rumusan, menyelesaikan masalah secara matematik dalam pengaplikasiannya.

(Asmuniv, 2015)

Irma (2014) hasil penelitian yang dilakukan menyimpulkan bahwa di Indonesia, STEM pertama kali diimplementasikan pada tahun 2013 yang mana diawali dengan kegiatan pelatihan guru, analisis kurikulum 2013 dan KTSP serta kegiatan pelatihan berbasis STEM. Hasil penelitian lain yang telah dilakukan oleh Setiawaty (2018) menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran STEM memberikan pengaruh yang simultan terhadap keterampilan proses sains siswa dan sikap sains. Menerapkan STEM melalui kegiatan dan keterampilan berbasis proyek berpotensi meningkatkan kualitas pembelajaran. Pangesti *et al*, (2017) hasil penelitian yang dilakukan menyimpulkan bahwa bahan ajar berbasis STEM mampu meningkatkan penguasaan konsep fisika siswa. Hal ini dibuktikan dengan hasil belajar siswa setelah diberikan treatment mengalami peningkatan yang signifikan dan berdasarkan analisis uji gain diperoleh nilai sebesar 0,71. Hake (1999) kriteria dari hasil tersebut menunjukkan pembelajaran yang diterapkan di kelas memiliki keefektifan yang tinggi dalam meningkatkan penguasaan konsep siswa.

2.5 Project Based Learning (PjBL) Berbasis Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM)

Project based learning (PjBL) merupakan model pembelajaran yang disarankan untuk dipraktikkan dalam kurikulum 2013. Pembelajaran PjBL berbasis STEM memiliki langkah yang berbeda dengan pembelajaran PjBL. Karakteristik PjBL dengan PjBL terintegrasi STEM terdapat persamaan, tapi PjBL terintegrasi STEM lebih menekankan pada proses mendesain atau sampai proses membuat prototype. *Design process* adalah suatu pendekatan sistematis dalam mengembangkan solusi dari suatu masalah dengan *well-define outcome* (Capraro *et al*, 2013: 29). Proses pembelajaran *Project based learning* (PjBL) berbasis *science, technology, engineering, mathematics* (STEM) terdiri dari lima langkah dimana setiap langkahnya bertujuan untuk mencapai proses secara spesifik. Langkah-langkah tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.3 Langkah Pembelajaran PjBL berbasis STEM

Tahap Pembelajaran	Pembelajaran PjBL berbasis STEM
Tahap 1: <i>Reflection</i>	Tujuan dari tahap ini adalah membawa siswa ke dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi kepada siswa agar dapat segera melakukan penyelidikan/investigasi. Fase ini juga dimaksudkan untuk menghubungkan apa yang telah diketahui dan apa yang perlu dipelajari.
Tahap 2: <i>Research</i>	Tahap ini adalah bentuk penelitian siswa dimana siswa dituntut agar bisa menggabungkan antara <i>scientific, technology, engineering, mathematics</i> . Guru memberikan materi pelajaran sains, memilih bacaan, atau metode lain untuk mengumpulkan sumber informasi yang relevan untuk dijadikan sumber dalam belajar. Pada tahap ini proses belajar lebih banyak terjadi. Selama fase ini guru lebih aktif dalam membimbing diskusi guna menentukan apakah siswa telah mengembangkan pemahaman konseptual dan relevan berdasarkan proyek.
Tahap 3: <i>Discovery</i>	Tahap ini merupakan tahap penemuan dimana pada umumnya melibatkan proses menjembatani antara research dan informasi yang diketahui dalam penyusunan proyek. Beberapa model STEM <i>project based learning</i> membagi siswa menjadi kelompok kecil untuk menyajikan solusi yang mungkin untuk menyelesaikan masalah, berkolaborasi, dan membangun kerjasama antar teman dalam kelompok. Pada model lain, langkah ini digunakan untuk membangun <i>habit of mind</i> dari proses merancang untuk mendesain.
Tahap 4: <i>Application</i>	Tahap aplikasi ini bertujuan untuk menguji produk atau solusi dalam memecahkan masalah. Siswa menguji produk yang telah dibuatnya sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan sebelumnya.
Tahap 5: <i>Communication</i>	Tahap akhir pada setiap proyek adalah mengkomunikasikan antar teman mengenai produk atau solusi yang telah dibuat. Komunikasi ini dapat disampaikan dengan metode presentasi. Presentasi merupakan langkah yang penting dalam proses pembelajaran untuk mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi maupun kemampuan untuk menerima dan menerapkan umpan balik yang konstruktif. Biasanya penilaian sering dilakukan berdasarkan penyelesaian langkah akhir dari tahap ini.

(Laboy-Rush, 2010: 5)

Hasil penelitian (Afriana *et al*, 2019) menyimpulkan bahwa siswa baik perempuan maupun laki-laki menunjukkan respon positif dan senang terhadap penerapan model pembelajaran PjBL berbasis STEM dalam pembelajaran. Siswa merasa senang bekerja di dalam kelompok sehingga mereka memiliki keinginan agar pembelajaran PjBL berbasis STEM dapat diterapkan kembali pada materi lain dikemudian hari. Siswa berpendapat bahwa pembelajaran dengan model tersebut menarik dan memotivasi serta membantu siswa dalam memahami materi ajar dan membentuk sikap kreatif. Hasil analisis data penelitian lain yang telah dilakukan oleh Ismayani (2016) menyimpulkan bahwa secara umum siswa merasa pembelajaran yang diterapkan bermanfaat bagi mereka. Hal ini disebabkan karena dalam STEM *project-based learning* siswa diajak untuk melakukan pembelajaran

yang bermakna dalam memahami sebuah konsep. Siswa diajak bereksplorasi melalui sebuah kegiatan proyek, sehingga siswa dapat terlibat aktif dalam prosesnya. Pernyataan tersebut diperkuat oleh hasil penelitian Astuti *et al* (2019) yang menyimpulkan bahwa model *Project Based Learning* terintegrasi STEM dapat meningkatkan penguasaan konsep siswa pada materi dengan kategori (tinggi).

2.6 Keterampilan Proses Sains Siswa

Keterampilan proses sains adalah keterampilan yang digunakan oleh peserta didik guna menyelidiki dan membangun suatu konsep ilmu pengetahuan mengenai dunia yang ada di sekitarnya (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2014b:1). Keterampilan proses meliputi dua hal, yaitu keterampilan fisik dan mental yang berproses pada kerja ilmiah yang merupakan suatu pengembangan dari sikap ingin tahu pada setiap anak (Meri, 2015: 212).

Aspek-aspek keterampilan proses sains terdiri dari observasi, klasifikasi, interpretasi, prediksi, mengajukan pertanyaan, berhipotesis, merencanakan konsep, berkomunikasi, serta melaksanakan percobaan (Rustaman, 2005: 86-87).

Keterampilan proses sains dibagi menjadi dua bagian, yaitu keterampilan-keterampilan dasar (*basic skills*) yang terdiri dari enam keterampilan dan keterampilan-keterampilan terintegrasi (*integrated skills*) yang terdiri dari sepuluh keterampilan (Funk dalam Dimiyati dan Mujiono, 2006: 140). Keterampilan proses dasar adalah keterampilan yang menjadi landasan untuk keterampilan proses terintegrasi yang lebih kompleks. Keterampilan proses sains dasar terdiri dari:

a. Mengamati

Merupakan keterampilan proses sains yang paling dasar dalam proses dan memperoleh ilmu pengetahuan sehingga keterampilan mengamati merupakan keterampilan terpenting dalam mengembangkan keterampilan proses lainnya.

b. Mengklasifikasi

Merupakan keterampilan proses untuk menggolongkan/memilah berbagai

jenis/objek berdasarkan sifat-sifat khusus, seperti persamaan; perbedaan; dan kesesuaian dengan berbagai tujuan.

c. Mengkomunikasikan

Merupakan keterampilan dalam menyampaikan ide atau gagasan sehingga memperoleh fakta, konsep, dan ilmu pengetahuan dalam bentuk suara, visual atau suara visual.

d. Mengukur

Merupakan keterampilan yang penting dalam membina observasi kuantitatif, mengklarifikasi, serta membandingkan segala sesuatu disekeliling

e. Memprediksi

Merupakan keterampilan meramalkan dari apa yang akan mungkin terjadi dikemudian hari berdasarkan perkiraan pada pola atau kecenderungan tertentu.

f. Menyimpulkan

Merupakan keterampilan untuk memutuskan keadaan suatu objek atau peristiwa berdasarkan fakta, konsep, dan prinsip yang diketahui.

Sedangkan keterampilan proses terintegrasi adalah keterampilan-keterampilan yang diperlukan dalam melakukan penelitian. Keterampilan proses terintegrasi dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Mengenali variabel

Sebelum melakukan penelitian, seorang peneliti harus mengenal variabel terlebih dahulu. Pengenalan variabel berguna untuk membuat rumusan hipotesis penelitian.

b. Membuat tabel data

Keterampilan membuat tabel data penting dimiliki siswa karena data-data yang terkumpul dari hasil penelitian dapat disusun secara sistematis dan terstruktur menggunakan tabel.

c. Membuat grafik

Merupakan keterampilan mengolah data untuk disajikan dalam bentuk garis-garis atau bidang datar dengan variabel bebas terletak pada sumbu

datar dan variabel hasil terletak pada sumbu vertikal.

- d. Menggambarkan hubungan antar variabel
Merupakan keterampilan mendeskripsikan hubungan antara variabel.
- e. Mengumpulkan dan mengolah data
Merupakan kemampuan dalam mendapatkan informasi atau data dari sumber informasi dengan cara lisan, tertulis, atau pengamatan kemudian mengkaji lebih lanjut baik secara kualitatif maupun kuantitatif sebagai dasar pengujian hipotesis.
- f. Menganalisis penelitian
Merupakan kemampuan menelaah laporan penelitian orang lain untuk meningkatkan kemampuannya dalam mengenali unsur-unsur penelitian.
- g. Menyusun hipotesis
Merupakan kemampuan dalam menyatakan dugaan yang dianggap baik mengenai adanya faktor yang ada dalam suatu masalah. Dalam keterampilan ini akan menghasilkan rumusan dalam bentuk kalimat pernyataan.
- h. Mendefinisikan variabel
Merupakan kemampuan dalam mendeskripsikan variabel beserta atributnya sehingga tidak menimbulkan penafsiran ganda.
- i. Merancang penelitian
Merupakan suatu kegiatan untuk mendeskripsikan variabel-variabel dalam penelitian secara operasional, kemudian dikontrolnya variabel hipotesis yang diuji dan cara mengujinya, serta hasil yang diharapkan dalam penelitian yang akan dilakukan.
- j. Bereksperimen
Merupakan keterampilan dalam mengadakan pengujian terhadap ide-ide yang bersumber dari fakta, konsep, prinsip atau teori dalam ilmu pengetahuan sehingga dapat diperoleh informasi yang menerima ataupun menolak ide-ide tersebut.

(Dimiyati dan Mujiono, 2006: 145-150)

Indikator keterampilan proses sains dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.4 Indikator KPS

Keterampilan Proses Sains	Indikator
Mengamati (Observasi)	1. Menggunakan alat indera sebanyak mungkin 2. Mengumpulkan atau menggunakan fakta yang relevan
Mengelompokkan (Klasifikasi)	1. Mencatat setiap pengamatan secara terpisah 2. Mencari persamaan dan perbedaan 3. Mengontraskan ciri-ciri 4. Membandingkan 5. Mencari dasar penggolongan atau pengelompokan
Menafsirkan (Interpretasi)	1. Menghubungkan hasil-hasil pengamatan yang diperoleh 2. Mencatat setiap pengamatan 3. Menyimpulkan
Meramalkan (Prediksi)	1. Menggunakan pola-pola hasil pengamatan 2. Mengemukakan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum diamati
Mengajukan pertanyaan	1. Bertanya apa, mengapa, atau bagaimana 2. Bertanya untuk meminta penjelasan 3. Mengajukan pertanyaan yang berlatar belakang hipotesis
Berhipotesis	1. Mengetahui bahwa ada lebih dari satu kemungkinan penjelasan dari satu kejadian 2. Menyadari bahwa suatu penjelasan perlu diuji kebenarannya dalam melakukan pemecahan masalah
Merencanakan Percobaan/ Penelitian	1. Menentukan alat, bahan, serta sumber yang akan digunakan 2. Menentukan variabel atau faktor penentu 3. Menentukan apa yang akan diamati, diukur, kemudian Dicatat 4. Menentukan apa yang akan dilaksanakan (berupa langkah kerja)
Menggunakan alat/bahan	1. Memakai alat dan bahan 2. Mengetahui alasan mengapa menggunakan alat dan bahan 3. Mengetahui cara menggunakan alat dan bahan

(Warianto, 2011: 19)

Data keterampilan proses sains didapatkan dari hasil observasi dengan lima aspek keterampilan proses sains, yaitu pengamatan; pelaksanaan penelitian; pengkomunikasian; peramalan; dan penyimpulan. Berdasarkan tabel hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa keterampilan proses sains pada kelas eksperimen berada pada kategori baik sedangkan pada kelas kontrol pada kategori cukup baik (Subekti dan Ariswan, 2016: 258).

Kreativitas bukanlah faktor utama yang mempengaruhi keterampilan proses sains. Keterampilan proses sains siswa dalam pembelajaran dapat

dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal (siswa itu sendiri) dan faktor eksternal (lingkungan siswa, baik lingkungan mikro (keluarga, sekolah, dan teman sebaya) maupun lingkungan makro (masyarakat, kebudayaan)) (Munandar, 2009). Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa keterampilan proses sains dipengaruhi oleh beberapa hal, yakni perbedaan kemampuan siswa secara genetik, kualitas guru, serta perbedaan strategi guru dalam mengajar (Nuh, 2010).

2.7 Penguasaan Konsep Siswa

Konsep adalah suatu landasan berpikir yang diperoleh melalui fakta-fakta dan dapat digunakan untuk memecahkan suatu masalah. Menurut Wollfold dan Nicolish (dalam Juliana, 2009) konsep merupakan kategori yang digunakan untuk mengelompokkan peristiwa, ide, atau obyek yang serupa serta kreasi pikiran untuk mengorganisasi pengalaman.

Penguasaan konsep berdasarkan definisi Bloom (dalam Rustaman et al, 2005) adalah kemampuan menangkap pengertian-pengertian seperti mampu mengungkapkan suatu materi yang disajikan dalam bentuk yang lebih dipahami, mampu memberikan interpretasi serta mampu mengaplikasikannya. Lebih lanjut, Wollfold dan Nicolish (dalam Juliana, 2009) mengemukakan bahwa penguasaan konsep adalah kemampuan siswa yang bukan hanya sekedar memahami tetapi juga dapat mengaplikasikan atau menerapkan konsep yang diberikan dalam memecahkan suatu masalah, bahkan untuk memahami konsep yang baru. Berdasarkan pendapat-pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa penguasaan konsep adalah kemampuan siswa dalam memahami makna pembelajaran serta dapat mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari.

Aunurrahman (2012) dalam bukunya menjelaskan mengenai faktor-faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi proses belajar untuk mencapai pemahaman konsep. Faktor internal yang mempengaruhi pemahaman konsep meliputi karakter siswa, sikap terhadap belajar, motivasi belajar, konsentrasi saat belajar, rasa percaya diri, kebiasaan belajar, kemampuan mengolah bahan belajar serta kemampuan dalam menggali hasil belajar. Faktor eksternal yang

mempengaruhi pemahaman konsep antara lain: sekolah, guru, teman, serta model pembelajaran yang digunakan oleh guru untuk mengajar.

Indikator penguasaan konsep menurut Sanjaya (dalam Silviana, 2011: 50) terdiri dari:

- a. Mampu menyajikan situasi kedalam berbagai cara serta mengetahui perbedaan
- b. Mampu mengklasifikasikan objek-objek berdasarkan terpenuhi atau tidaknya persyaratan yang membentuk konsep
- c. Mampu menghubungkan antara konsep dan prosedur
- d. Mampu memberikan contoh konsep yang dipelajari

Indikator lain dari penguasaan konsep menurut Wirasito (dalam Silviana, 2011: 50) adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui ciri-ciri dari suatu konsep
- b. Dapat menghubungkan konsep satu dengan konsep lainnya
- c. Dapat kembali pada konsep itu dalam berbagai situasi yang dihadapi
- d. Dapat menyelesaikan masalah menggunakan konsep

Berdasarkan uraian di atas mengenai indikator penguasaan konsep menurut para ahli, indikator penguasaan konsep yang digunakan oleh peneliti sebagai pedoman dalam mengukur penguasaan konsep dalam penelitian adalah indikator penguasaan konsep menurut Sanjaya. Sumaya (2004) berpendapat bahwa seseorang dapat dikatakan menguasai konsep bila orang tersebut benar-benar memahami konsep yang dipelajarinya sehingga mampu menjelaskan dengan kata-katanya sendiri sesuai dengan pengetahuan yang dimilikinya tanpa mengubah makna yang ada di dalamnya.

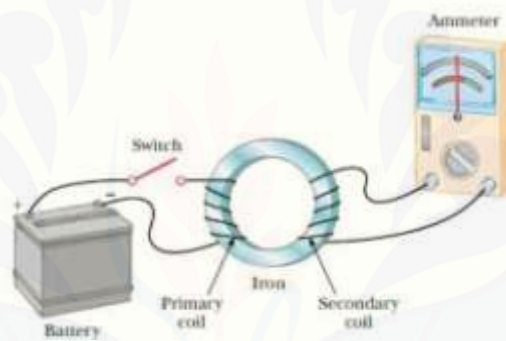
2.8 Induksi Elektromagnetik

2.8.1 Hukum Faraday

Michael Faraday (1791 – 1867) seorang fisikawan asal Inggris melakukan sebuah eksperimen mengenai arus listrik yang terjadi akibat induksi. Eksperimen yang dilakukan oleh Faraday diilustrasikan pada gambar 2.1. Gulungan utama dihubungkan dengan pemetik dan baterai, kemudian kabel tersebut digulungkan

membungkus cincin besi. Arus yang dihasilkan dari gulungan tersebut membentuk suatu medan magnet saat pemetik diaktifkan. Pada gulungan kedua yang digulungkan pada sisi lain, cincin besi dihubungkan ke ammeter. Pada rangkaian tersebut tidak terdapat sumber daya atau baterai. Arus yang terdeteksi pada gulungan kedua terjadi akibat induksi dari luar.

Saat pemetik diaktifkan pada gulungan utama, arus akan mengalir menuju cincin besi sehingga terjadi induksi magnet ke gulungan kedua yang mengakibatkan munculnya arus listrik pada gulungan kedua. Jarum pada ammeter bergerak saat pemetik pada gulungan pertama dimatikan sehingga tidak ada arus yang terjadi pada gulungan kedua dan jarum pada ammeter kembali menunjuk angka nol.



Gambar 2.1 Percobaan Faraday

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan oleh Faraday, dapat disimpulkan bahwa arus listrik dapat diinduksikan dari satu rangkaian ke rangkaian lainnya dengan adanya perubahan medan magnet. Pernyataan tersebut kemudian diketahui sebagai Hukum Induksi Faraday yang berbunyi “ Ggl yang terjadi pada rangkaian sebanding dengan perubahan waktu dari fluks yang terjadi pada rangkaian”. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

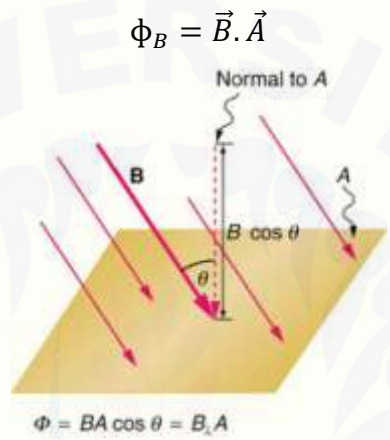
$$\varepsilon = - \frac{d\phi_B}{dt} \dots\dots\dots (1)$$

Jika gulungan pada rangkaian terdiri dari beberapa gulungan berjumlah N pada area yang sama, maka ϕ_B melewati satu gulungan dan ggl akan terinduksi ke tiap-tiap gulungan. Total GGL induksi dalam kumparan merupakan jumlah dari masing-masing GGL induksi individu ini. Apabila kumparan dililitkan secara

rapat sehingga fluks magnet ϕ_B yang sama melalui semua lilitan, maka total GGL yang diinduksikan dalam kumparan merupakan total induksi dari ggl pada gulungan. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi_B}{dt} \dots\dots\dots (2)$$

Jika luas permukaan yang seragam pada setiap luasannya dilalui oleh medan magnet senilai A , maka dapat diketahui fluks magnetik ϕ_B yang terjadi pada gulungan dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:



Gambar 2.2 Arah induksi elektromagnetik
(Sumber : <https://courses.lumenlearning.com>)

Jika induksi magnetik \vec{B} tidak saling tegak lurus dengan bidang \vec{A} , maka fluks magnetik menjadi :

$$\phi_B = BA \cos \theta$$

Sehingga dapat diketahui induksi totalnya dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi_B}{dt} (BA \cos \theta) \dots\dots\dots (3)$$

Dari persamaan di atas, dapat diketahui bahwa besarnya fluks magnetik (B), area yang dilingkupi kumparan (A), dan sudut antara fluks magnetik (B) dan area yang dilingkupi kumparan (A) bisa berubah terhadap waktu (Raymond A. Serway, 2004).

Ada beberapa cara umum untuk mengubah fluks magnet yang melewati kumparan, antara lain: Cara pertama yaitu dengan mengubah magnitudo B dari

medan magnet dalam kumparan; Cara kedua yaitu dengan mengubah baik total luas kumparan atau bagian dari luas tersebut yang terletak didalam medan magnet (misalnya yaitu dengan memperluas kumparan atau menggerakkannya ke dalam atau ke luar dari medan); Cara ketiga yaitu dengan mengubah sudut antara arah medan magnet \vec{B} dan bidang dari kumparan (misalnya yaitu dengan memutar kumparan sehingga medan \vec{B} mula-mula tegak lurus terhadap bidang kumparan lalu kemudian sejajar dengan bidang tersebut) (Halliday, 2010).

2.8.2 Ggl Induksi dan Hukum Faraday

Ggl ialah usaha yang dilakukan per satuan muatan untuk menghasilkan arus induksi (untuk memindahkan elektron induksi yang menyebabkan terjadinya arus). Arus induksi ialah arus yang dihasilkan dalam loop kawat. Proses memproduksi arus dan ggl disebut dengan induksi (Halliday, 2010). Faraday menyadari bahwa ggl dan arus dapat diinduksikan kedalam sebuah loop. Hal tersebut telah dibuktikan oleh Faraday pada kedua percobaannya dengan memberikan suatu variasi terhadap jumlah medan magnet yang melalui loop. Jumlah medan magnet digambarkan dengan bentuk garis medan magnet yang melewati loop. Banyaknya garis-garis medan yang melewati loop tidak mempengaruhi nilai-nilai ggl dan arus induksi. Nilai-nilai ggl dan arus induksi ditentukan oleh laju perubahan jumlah garis medan magnet. Dalam suatu percobaan, garis-garis medan magnet bergerak dari kutub utara menuju kutub selatan magnet. Dengan demikian, saat kutub utara magnet digerakkan mendekati loop, jumlah garis medan yang melewati loop akan meningkat. Peningkatan tersebut menyebabkan elektron-elektron konduksi yang ada di dalam loop bergerak (arus induksi) dan menyediakan energi (ggl induksi) untuk gerakan elektron-elektron tersebut. Ketika magnet berhenti bergerak, maka jumlah garis medan yang melalui loop tidak lagi berubah dan arus induksi serta ggl induksi menghilang (Halliday, 2010).

Hukum Faraday menjelaskan mengenai percobaannya dari tanda negatif dari laju perubahan terhadap waktu dari fluks magnetik yang melewati permukaan, Φ_n sama dengan ggl disekitar lingkaran atau loop yang tertutup serta

dibatasi oleh suatu permukaan. Tanda negatif menentukan arah dari ggl induksi. Telah diketahui bahwa ggl \mathcal{E} merupakan integral garis medan listrik.

2.8.3 Hukum Lenz

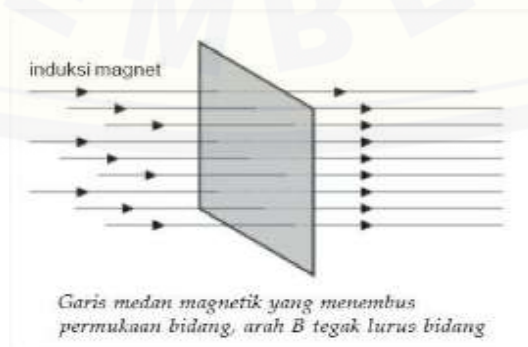
Hukum Faraday menunjukkan bahwa ggl dan perubahan dalam fluks mempunyai tanda yang sebaliknya. Hal ini mendatangkan sebuah penafsiran fisik yang nyata, biasanya dikenal sebagai Hukum Lenz : Arus induksi dalam satu lingkaran berada dalam arah yang menciptakan medan magnet yang menentang perubahan fluks magnetik melalui daerah yang tertutup oleh lingkaran. Artinya, arus induksi cenderung menjaga perubahan fluks magnetik asli melewati loop (Serway, 2010).

H. F. E. Lenz (1804-1864) adalah seorang ilmuwan berasal dari Jerman yang tidak mengetahui pengetahuan mengenai kerja dari Faraday dan Henry. Hukum yang ditemukannya dinamakan dari namanya dan hukum tersebut merupakan peraturan yang sangat berguna untuk memprediksi arus induksi. Hukum Lenz berbunyi : “arah arus yang terinduksi merupakan lawan dari penyebab terjadinya arus tersebut” (Sears, 1976).

Untuk memperoleh pemahaman hukum Lenz, diterapkan dua cara yang berbeda yaitu yang pertama perlawanan terhadap gerakan kutub dan yang kedua perlawanan terhadap perubahan fluks.

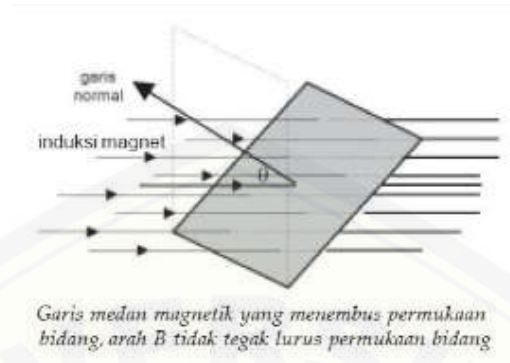
2.8.4 Fluks Magnetik

Fluks magnetik berkaitan dengan jumlah garis medan magnet yang melewati luasan yang telah diketahui. Medan magnet tersebut tegak lurus terhadap luasan yang dibatasi oleh rangkaian sederhana yang terbuat dari lilitan kawat.



Gambar 2.3 Induksi Magnet Tegak Lurus Bidang

(Sumber: <http://dhiniislamiatikarsa.blogspot.com>)



Gambar 2.4 Induksi Magnet Tidak Tegak Lurus Bidang

(Sumber : <http://dhiniislamiatikarsa.blogspot.com>)

Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\Phi_m = \vec{B} \cdot \vec{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana Φ_m adalah fluks magnetik, B adalah medan magnetik, dan A adalah luasan yang dibatasi oleh rangkaianannya. Satuan fluks magnetik adalah weber (Wb) dimana $1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot \text{m}^2 \dots \dots \dots (2)$

Apabila medan magnetik tidak tegak lurus terhadap permukaannya, maka dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Phi_m = \vec{B} \cdot \hat{n}A = BA \cos \theta = \vec{B}_n \vec{A} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana $B_n = \vec{B} \cdot \hat{n}$ merupakan komponen vektor medan magnetik yang normal atau tegak lurus terhadap permukaan (Tipler, 2001).

2.9 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini dirumuskan berdasar rumusan masalah dan tinjauan pustaka yang telah dijelaskan sebelumnya, yaitu sebagai berikut: Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) berpengaruh signifikan terhadap penguasaan konsep siswa dalam pembelajaran fisika untuk materi induksi elektromagnetik di SMA.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Sugiyono (2010:107) dalam bukunya mengartikan bahwa “Metode penelitian eksperimen merupakan metode yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali.” Arikunto (2006:3) dalam bukunya memberikan pengertian lain yaitu “Metode eksperimen merupakan suatu metode yang digunakan untuk mencari hubungan sebab akibat antara dua faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti”. Jenis penelitian yang digunakan termasuk dalam penelitian true eksperimental. Penelitian ini dilakukan dengan memberikan perlakuan kepada kelas eksperimen berupa model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) kemudian dibandingkan dengan kelas kontrol yang tidak diberi perlakuan. Pemberian perlakuan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) yang dilakukan pada kelas eksperimen. Kegiatan pembelajaran pada kelas kontrol tetap menggunakan model pembelajaran yang biasa diterapkan di sekolah. Pengaruh yang diharapkan dari penelitian ini adalah pengaruh terhadap kemampuan proses sains dan penguasaan konsep fisika kelas eksperimen lebih baik dari kelas kontrol.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Peneliti menggunakan teknik *purposive sampling area* dalam menentukan tempat penelitian yaitu teknik dimana daerah yang sengaja dipilih berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tertentu, diantaranya keterbatasan waktu, tenaga, dan dana sehingga tidak dapat mengambil sampel yang luas dan jauh (Arikunto, 2016: 97). Peneliti memilih SMA Negeri 4 Jember yang berlokasi di Jln. Hayam Wuruk, Sempusari, Kec. Kaliwates, Kab. Jember sebagai tempat penelitian. Adapun waktu penelitian akan dilaksanakan pada saat semester ganjil tahun ajaran

2019/2020. Pertimbangan pemilihan sekolah dan kelas penelitian di SMAN 4 Jember tahun ajaran 2019/2020 adalah sebagai berikut :

1. Guru fisika SMAN 4 Jember belum menerapkan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM)
2. Kesiapan sekolah memberikan izin terhadap peneliti untuk melakukan Penelitian

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

3.3.1 Populasi Penelitian

Populasi adalah seluruh subjek penelitian. Menurut Sugiyono (2010: 117), populasi adalah generalisasi yang terdiri dari obyek/subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang dipilih dan ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulan. Populasi dalam penelitian ini adalah kelas XII IPA SMA Negeri 4 Jember pada tahun ajaran 2019/2020.

3.3.2 Sampel Penelitian

Peneliti menggunakan teknik *purposive sampling area* untuk menentukan sampel penelitian. Arikunto (2010: 183) dalam bukunya mengartikan bahwa “*purposive sampling area* adalah teknik yang digunakan untuk menentukan sampel penelitian dengan beberapa pertimbangan tertentu yang memiliki tujuan supaya data yang diperoleh nantinya bisa lebih representatif.” Sampel dalam penelitian ini adalah dua kelas dari tujuh kelas XII IPA SMA Negeri 4 Jember. Uji homogenitas terhadap populasi berdasarkan nilai ulangan harian fisika pada materi sebelumnya dengan uji *one way ANOVA* menggunakan aplikasi SPSS 23 (*Statistical Package for Sosial Science*) dilakukan sebelum menentukan sampel penelitian. Uji homogenitas ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seragam atau tidaknya variasi sampel-sampel yang diambil dari populasi yang sama (Arikunto, 2016: 318). Penentuan sampel dapat dilanjutkan menggunakan metode *cluster random sampling* apabila hasil yang diperoleh homogen, yaitu teknik pengambilan sampel secara acak dari kelompok anggota yang terhimpun dalam kelas. Melalui teknik tersebut akan diperoleh kelas eksperimen dan kelas

kontrol. Namun apabila populasi tidak homogen maka penentuan sampel dilakukan dengan cara memilih kelas yang memiliki nilai rata-rata ulangan harian yang sama atau hampir sama kemudian ditentukan kelas eksperimen dan kelas kontrol.

3.4 Definisi Operasional

3.4.1 Variabel Penelitian

Penelitian ini terdapat beberapa variabel yang digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian. Variabel bebas pada penelitian ini adalah model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM). Variabel terikat pada penelitian ini adalah keterampilan proses sains dan penguasaan konsep siswa.

3.4.2 Definisi Operasional variabel

- a. Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM)

Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) adalah suatu model pembelajaran yang menuntut keaktifan siswa dimana dalam kegiatan pembelajarannya menghubungkan antara sains, teknologi, teknik, dan matematik. Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) terdiri dari lima langkah, yaitu *reflection, research, discovery, application*, dan *communication*.

- b. Keterampilan Proses Sains

Keterampilan proses sains merupakan keseluruhan keterampilan ilmiah yang terarah (baik kognitif maupun psikomotor) yang dapat digunakan untuk menemukan suatu prinsip, teori, konsep, fakta atau bukti. Aspek keterampilan proses sains yang diamati dalam penelitian ini yaitu melakukan eksperimen, menganalisis, mengumpulkan data, mengolah data, mengkomunikasikan, dan menyimpulkan.

c. Penguasaan Konsep

Penguasaan konsep merupakan kemampuan menangkap sesuatu yang dipelajarinya dan mampu mengungkapkan suatu materi yang disajikan dalam bentuk yang lebih dipahami, mampu memberikan interpretasi serta mampu mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari. Penilaian penguasaan konsep melalui tes tulis.

3.5 Desain Penelitian

Desain penelitian adalah rencana dan strategi penyelidikan yang dilakukan guna mendapat jawaban dari pertanyaan atau permasalahan dalam penelitian. Rencana tersebut merupakan skema lengkap dari penelitian, mulai dari penyusunan hipotesis, prosedur penelitian dan pengumpulan data, sampai analisis data (Kerlinger, 1986). Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *posttest only control group design*, seperti pada gambar 3.1 berikut :

R	Eksperimen	X	O ₁
	Kontrol	-	O ₂

Gambar 3.1 Desain penelitian *posttest only control group design*

(Sumber: Sugiyono, 2016)

Keterangan:

R = Random

X = Perlakuan eksperimen yaitu kelas yang diajar dengan menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics*

- = Tidak ada perlakuan

O₁ = Hasil *post test* kelas eksperimen

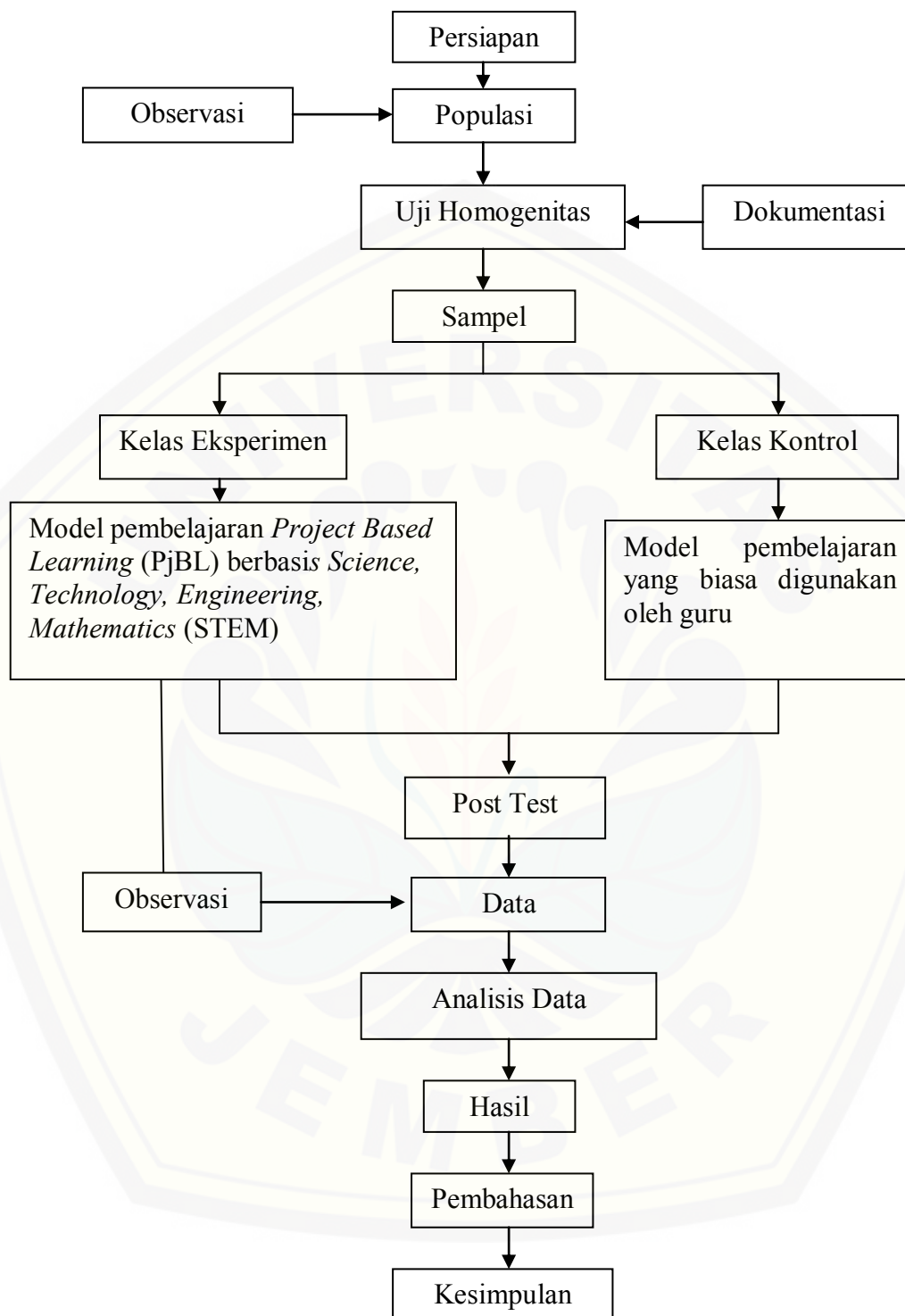
O₂ = Hasil *post test* kelas kontrol

3.6 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan persiapan, meliputi penyusunan proposal dan instrumen penelitian
2. Menentukan populasi dan daerah penelitian menggunakan teknik *purposive sampling area*
3. Melakukan kegiatan observasi ke sekolah
4. Melakukan dokumentasi berupa daftar nama siswa dan hasil ulangan harian fisika kelas XII IPA pada pokok bahasan sebelumnya
5. Melakukan uji homogenitas terhadap nilai ulangan harian fisika pada pokok bahasan sebelumnya untuk mengetahui kelas mana yang memiliki tingkat pemahaman yang setara dengan uji statistik *one way ANOVA*
6. Menentukan sampel penelitian menggunakan metode *cluster random sampling*
7. Melaksanakan proses kegiatan belajar mengajar pada kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) dan kelas kontrol menggunakan model pembelajaran yang biasa digunakan oleh guru
8. Melakukan pengamatan terhadap keterampilan proses sains siswa pada saat kegiatan pembelajaran berlangsung di kelas eksperimen dan kelas kontrol
9. Memberikan *post-test* berupa latihan soal pada kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah melakukan 3 kali pertemuan untuk mengetahui tingkat penguasaan konsep siswa
10. Menganalisis data penelitian menggunakan SPSS
11. Membahas analisis data dan hasil penelitian yang diperoleh
12. Menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan

Prosedur penelitian pengaruh model PjBL berbasis STEM dapat dilihat pada gambar 3.2 di bawah ini:



Gambar 3.2 Tahap-tahap penelitian

3.7 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data digunakan untuk memperoleh sumber-sumber yang relevan dengan tujuan penelitian. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu observasi, dokumentasi, dan tes.

3.7.1 Observasi

Teknik pengumpulan data dengan observasi digunakan bila penelitian berkenaan dengan perilaku manusia, proses kerja, gejala-gejala alam dan bila responden yang diamati tidak terlalu besar (Sugiyono, 2016: 203). Observasi pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keterampilan proses sains siswa selama proses pembelajaran dengan 6 observer. Bentuk instrumen yang digunakan adalah lembar pengamatan observasi yang memuat indikator-indikator keterampilan proses sains yang akan diamati yaitu melakukan eksperimen, menganalisis, mengumpulkan data, mengolah data, mengkomunikasikan, dan membuat kesimpulan.

3.7.2 Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan sebelum pelaksanaan penelitian. Dokumentasi bertujuan untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam melakukan penelitian. Dokumentasi dapat berbentuk teks tertulis, gambar, atau foto (Yusuf, 2014: 391). Instrumen yang digunakan pada metode dokumentasi dalam penelitian ini antara lain:

- 1) Jumlah siswa kelas XII program IPA
- 2) Daftar nama siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol
- 3) Nilai ulangan harian fisika siswa pada pokok bahasan sebelumnya untuk menentukan sampel penelitian melalui uji homogenitas
- 4) Nilai *post-test* penguasaan konsep siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol
- 5) Keterampilan proses sains siswa dari hasil observasi dan penilaian lembar kerja siswa
- 6) Foto kegiatan pembelajaran saat penelitian berlangsung

3.7.3 Tes Tertulis

Tes adalah serangkaian pertanyaan atau latihan yang digunakan untuk mengukur keterampilan pengetahuan, intelegensi, kemampuan atau bakat yang dimiliki oleh individu atau kelompok (Arikunto, 2010: 193). Tes yang akan digunakan dalam penelitian ini ialah tes untuk mengukur penguasaan konsep yang berupa *post-test* yang dilakukan sesudah pembelajaran selesai. Penguasaan konsep siswa pada penelitian ini diperoleh dari aspek kognitif. Tes yang diberikan berupa soal uraian dimana akan diperoleh data penguasaan konsep siswa dalam pembelajaran fisika. Uji penskoran yang digunakan untuk menghitung penguasaan konsep siswa adalah sebagai berikut:

$$\text{Skor} = \frac{\text{skor soal yang dijawab benar}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

(Arifin, 2014)

3.8 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data adalah cara menganalisis data penelitian termasuk alat-alat statistik yang relevan untuk digunakan dalam penelitian (Noor, 2011). Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya pada bab pendahuluan, maka peneliti dapat menentukan teknik analisis data yaitu sebagai berikut:

3.8.1 Model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM terhadap Keterampilan Proses Sains

Teknik analisis data bertujuan untuk mengolah serta menganalisis data hasil penelitian. Penilaian dan kriteria keterampilan proses sains siswa selama diterapkan model *project based learning* berbasis STEM melalui teknik observasi yaitu sebagai berikut :

$$P_{KPS} = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Dimana :

P_{KPS} = presentase keterampilan proses sains

f = jumlah skor setiap indikator keterampilan proses sains yang diperoleh

siswa

N = jumlah skor maksimum tiap indikator keterampilan proses sains

(Modifikasi dari Arikunto, 2007 dalam Juhji, 2016)

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari persamaan diatas, dapat ditentukan kriteria keterampilan proses sains siswa berdasarkan tabel berikut:

Tabel 3.1 Kriteria Keterampilan Proses Sains Siswa

Persentase (%)	Kriteria
≥ 85	Sangat Baik
71 – 84	Baik
56 – 70	Cukup
41 – 55	Kurang
≤ 40	Sangat Kurang

(Modifikasi dari Arikunto, 2007 dalam Juhji, 2016)

3.8.2 Uji Pengaruh Model *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM terhadap Penguasaan Konsep

Penguasaan konsep siswa pada penelitian ini diperoleh dari aspek kognitif yang diwujudkan dalam bentuk *post-test* pada akhir pembelajaran. Teknik analisis data bertujuan untuk mengolah serta menganalisis data penguasaan konsep. Adapun teknik analisis data yang digunakan untuk mengukur penguasaan konsep yaitu sebagai berikut:

1. Uji Normalitas Data

Peneliti menggunakan analisis data uji normalitas untuk mengetahui distribusi kenormalan sampel. Uji normalitas dilakukan menggunakan program SPSS 23 yang diuji dengan *Kolmogorof-Sminov* dimana jika nilai sig. lebih besar dari 0,05 maka data terdistribusi normal, apabila nilai sig. lebih kecil dari 0,05 maka data tidak terdistribusi normal. Jika data telah terdistribusi normal, maka selanjutnya dilakukan uji t dengan menggunakan uji *Independent Sample t-test*. Namun apabila data tidak terdistribusi secara normal, maka dilakukan uji nonparametric test *Mann-Whitney U test*.

2. Uji Hipotesis dengan *Independent Sample t-test*

a. Rumusan Hipotesis Penelitian

“Ada pengaruh yang signifikan pada penguasaan konsep siswa setelah menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) disertai pendekatan *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) dibanding pembelajaran yang biasa digunakan di sekolah”

b. Rumusan Hipotesis Statistik

Hipotesis statistik:

H_0 = penguasaan konsep siswa pada kelas eksperimen tidak berbeda dengan penguasaan konsep siswa pada kelas kontrol ($E = K$)

H_a = penguasaan konsep siswa pada kelas eksperimen lebih baik dari penguasaan konsep siswa pada kelas kontrol ($E > K$)

E = penguasaan konsep siswa kelas eksperimen

K = penguasaan konsep siswa kelas kontrol

c. Kriteria Pengujian Statistik

Kriteria pengujian menurut Priyanto (2012: 83) ialah sebagai berikut:

Jika p (signifikansi) $> 0,05$ maka hipotesis nihil (H_0) diterima dan hipotesis alternatif (H_a) ditolak.

Jika p (signifikansi) $\leq 0,05$ maka hipotesis nihil (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima

d. Uji *t-test*

Peneliti menggunakan analisis data uji Independent Sample *t-test* untuk menguji hipotesis penelitian menggunakan software SPSS 23 dengan uji pihak kanan pada taraf signifikan 5% (0,05). Analisis data juga bisa dilakukan dengan perhitungan manual uji *t-test*. Pengujian dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$t_{tes} = \frac{M_x - M_y}{\sqrt{\left[\frac{\sum x^2 + \sum y^2}{N_x + N_y - 2} \right] \left[\frac{1}{N_x} + \frac{1}{N_y} \right]}}$$

Keterangan:

M_x = skor rata-rata kelas eksperimen

M_y = skor rata-rata kelas kontrol

$\sum x^2$ = jumlah kuadrat deviasi skor kelas eksperimen

$\sum y^2$ = jumlah kuadrat deviasi skor kelas kontrol

N_x = banyaknya sampel pada kelas eksperimen

N_y = banyaknya sampel pada kelas kontrol

(Arikunto, 2016: 394)



BAB 5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a. Kemampuan keterampilan proses sains siswa SMA dalam pembelajaran fisika melalui model *Project Based Learning* berbasis STEM termasuk dalam kriteria baik.
- b. Ada pengaruh yang signifikan model *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap penguasaan konsep siswa dalam pembelajaran fisika di SMA.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang didapat, maka saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

- a. Bagi guru, dalam menerapkan model *Project Based Learning* berbasis STEM harus memperhatikan alokasi waktu dalam setiap fasenya agar proses pembelajaran dapat berjalan dengan baik.
- b. Bagi peneliti lain, hasil penelitian ini dapat dijadikan landasan untuk penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriana, J., Anna, P, dan A. Fitriani. 2016. Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Ditinjau dari Gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*. 2(2): 212.
- Aqib, Z. 2013. *Model-Model, Media, dan Strategi Pembelajaran Kontekstual (Inovatif)*. Bandung: Yrama Widya.
- Astuti, I. D., Toto, dan L. Yulisma. 2019. Model *Project Based Learning* (PjBL) Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Aktivitas Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan dan Biologi*. 2(11): 97.
- Astutik, S., Maryani, dan D. Pratiwi. 2018. Pengaruh Model Pembelajaran Collaborative Creativity (CC) Berbantuan Virtual Laboratory Terhadap Penguasaan Konsep Fisika Siswa Kelas X Di SMAN Pakusari. *Seminar Nasional Fisika (SNF)*. [2]: 11 Agustus 2018. pp 72-75.
- Aunurrahman. 2012. *Belajar dan Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Bektiarso, S. 2000. Pentingnya Konsep Awal dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Saintika*, Vol. 1 (1)1: 11- 20.
- Bybee, R. 2013. *The case for STEM education: Challenges and Opportunity*, NSTA press; Arlington. Virginia. Keringler, Fred N. 1986. *Asas-Asas Penelitian Behavior*. Edisi Ketiga. Yogyakarta: Gajah Mada University Press. Terjemahan oleh Drs. Landung R. Simatupang.
- Capraro, R. M., M. M. Capraro. dan J. R. Morgan. 2013. *STEM Project-Based Learning: an Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. Second Edition. Rotterdam: Sense Publisher.
- Cole, J.E. dan L. H, Washburn-Moses. 2010. Going beyond”the math wars”.A special educator’s guide to understanding and assisting with inquiry-based teaching in mathematics. *Teaching Exceptional Children*. 4(4): 35.
- Dahar, R. W. 1989. *Teori-Teori Belajar*. Jakarta: Erlangga.
- Dewi, F. 2015. Proyek buku digital: upaya peningkatan keterampilan abad 21 calon guru sekolah dasar melalui model pembelajaran berbasis proyek. *Metodik Didakti*. 9(2): 13-14.
- Dimiyati. dan Mudjiono. 2006. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.

- Druxes, H., G. Born. dan F. Siemsen. 1986. *Kompedium Ditaktik Fisika*. Bandung: Remadja Karya CV Bandung.
- Halliday, D., R. Resnick. dan J. Walker. 2005. *Physics*. Seventh Edition: John Wiley & Sons, Inc. USA. Terjemahan oleh Tim Pengajar Fisika ITB. 2010. *Fisika Dasar*. Edisi Ketujuh Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- http://kelembagaan.ristekdikti.go.id/wp-content/uploads/2016/08/UU_no_20_th_2003.pdf
- Ismayani, A. 2016. Pengaruh penerapan stem project based Learning terhadap kreativitas matematis siswa smk. *Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*. 3(4): 271.
- Jolly, A. 2014. Six Characteristics of a Great STEM Lesson. https://www.edweek.org/tm/articles/2014/06/17/ctq_jolly_stem.html. [Diakses pada 25 Agustus 2019].
- Joyce, B., dan Weil, M. 1980. *Models of Teaching (Second Edition)*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Juhji. 2016. Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa melalui Pendekatan Inkuiri Terbimbing. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 2(1): 65.
- Juliana, S. 2009. *Chemistry For Senior Hight School (Bilingual Based on KTSP 2006)*. Jakarta: Yudihistira.
- Kettler, T., K. N. Lamb. Dan D. R. Mullet. 2018. *Developing Creativity in The Classroom*. California : Prufock Press Inc.
- Koes, S. 2003. *Strategi Pembelajaran Fisika*. Malang: JICA.
- Kusnandar. 2011. *Menjadi guru Profesional*. Bandung: Rosdakarya.
- Kusumaningrum, S. dan D. Djukri. 2016. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model *Project Based Learning* (PjBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Kreativitas. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*. 2(2):246-247.
- Laboy-Rush, D. 2010. Integrated STEM education through project-based learning. www.learning.com [Diakses pada 25 Agustus 2019].
- Meri, Y. N. 2015. *Peningkatan Keterampilan Proses Sains pada Pembelajaran IPA Terpadu Tipe Webbed dan Connected Berbasis Brain Based Learning*. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF*. 4(1): 6 Juni 2015. *Jurusan Fisika Fakultas MIPA Iniversitas Negeri Jakarta*: 211-214.

- Mudlofir, A. 2011. *Aplikasi Pengembangan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan dan Bahan Ajar dalam Pendidikan Agama Islam*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Munandar, U. 2009. *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- NYC Departement of Education. 2009. *Project Based Learning: Inspiring Middle School Student to Engage in Deep and Active Learning*. New York: Division of Teaching and Learning Office.
- Oktadifani, U., A. D. Lesmono, dan Subiki. 2016. Pengaruh Model *Project Based Learning* Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Siswa dalam Pembelajaran Fisika di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 5(2): 112.
- Ozgelen, S. 2010. Student's Sciences Process Skills within a Cognitive Domain Framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Sciences, and Technology*. 8(4): 283-292.
- Pangesti, K. I., D. Yulianti, dan Sugianto. 2017. Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA. *Unnes Physics Education Journal*. 6(3): 56.
- Prastowo, A. 2011. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Roestiyah. (2012). *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sani, R. A. 2014. *Pembelajaran Sainifik untuk Implementasi Kurikulum 2013*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Santoso, A. B. 2007. *Pendekatan dan Model Pembelajaran Berbasis Kompetensi*. Semarang: UNNES.
- Sears, F. W., dan M. Zemansky. 1964. "University Physics Third Edition". London: Addison Wesley Publishing Company, Inc.
- Sears, F. W., M. Zemansky. dan Setiawaty, S., N. Fatmi, A. Rahmi, R. Unaida, Fakhrah, I. Hadiya, I. Muhammad, Mursalin, Muliana, Rohantizani, Alchalil, dan R. P. Sari. 2018. "Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Learning on Student's Science Process Skills and Science Attitudes". In *Proceedings of MCoMS 2017*. Published online: 11 Jul 2018.

- Septiani, A. 2016. Penerapan Asesmen Kinerja Dalam Pendekatan STEM (Sains Teknologi Engineering Matematika) Untuk Mengungkap Keterampilan Proses Sains. *Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek*. 658.
- Setiawaty, S., N. Fatmi., A. Rahmi., R. Unaida., Fakhrah., I. Hadiya., I. Muhammad., Mursalin., Muliana., Rohantizani., Alchalil, dan R. P. Sari. 2018. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) 60 Learning on Student's Science Process Skills and Science Attitudes. *Proceedings of MICoMS 2017*. 1. Emerald Publishing Limited: 575-581.
- Subekti, Y., dan A. Ariswan. 2016. Pembelajaran Fisika dengan Metode Eksperimen untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif dan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*. 2(2): 258-260.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung: Alfabeta.
- Sumaji. 1998. *Pendidikan Sains yang Humanistik*. Yogyakarta: Kasinus.
- Suparno, Paul. 2007. *Metodologi Pembelajaran Fisika*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Suranti, N. M. Y., Gunawan, dan H. Sahidu. 2016. Pengaruh Model Project Based Learning Berbantuan Media Virtual Terhadap Penguasaan Konsep Peserta didik pada Materi Alat-alat Optik. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*. II(2): 76-78.
- Suryani, E. 2017. *Best Practice : Pembelajaran Inovasi melalui Model Project Learning*. Yogyakarta: Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA.
- Sutarto dan Indrawati. 2013. *Strategi Belajar Mengajar Sains*. Jember : Jember University Press.
- Suwarma. R. I. 2015. Research on Theory and Practice STEM Education Implementation in Japan and Indonesia using Multiple Intelligences Approach. *Disertasi*. Japan: Shizuoka University.
- Syamsudin. 2005. *Psikologi Pendidikan dan Perkembangan*. Yogya: Rineka Cipta.
- Thomas, J. W. 2000. *A Review of Research on Project Based Learning*. California: The Autodesk Foundation.
- Trianto. 2007. *Model-model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivistik*. Jakarta: Prestasi Pustaka.

- Trianto. 2010. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana.
- Tsupros, N., R. Kohler, and J. Hallinen. 2009. *STEM education: A project to identify the missing components*. Pennsylvania: Intermediate Unit 1 and Carnegie Mellon.
- Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003. Sistem Pendidikan Nasional Pasal 1 Ayat 20. 8 Juli 2003. Lembaga Negara Republik Indonesia Tahun 2003 Nomor 4301. Jakarta.
- Wena, M. 2013. *Strategi pembelajaran inovatif kontemporer: suatu tinjauan konseptual operasional*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Wicaksono, I., Wasis, and Madlazim. 2017. The effectiveness of virtual science teaching model (VS-TM) to improve student's scientific creativity and concept mastery on senior high school physics subject. *Journal of Baltic Science Education*. 16(4): 559-561.

LAMPIRAN A. MATRIK PENELITIAN

MATRIK PENELITIAN

NAMA : CENDY EKA ERLINAWATI

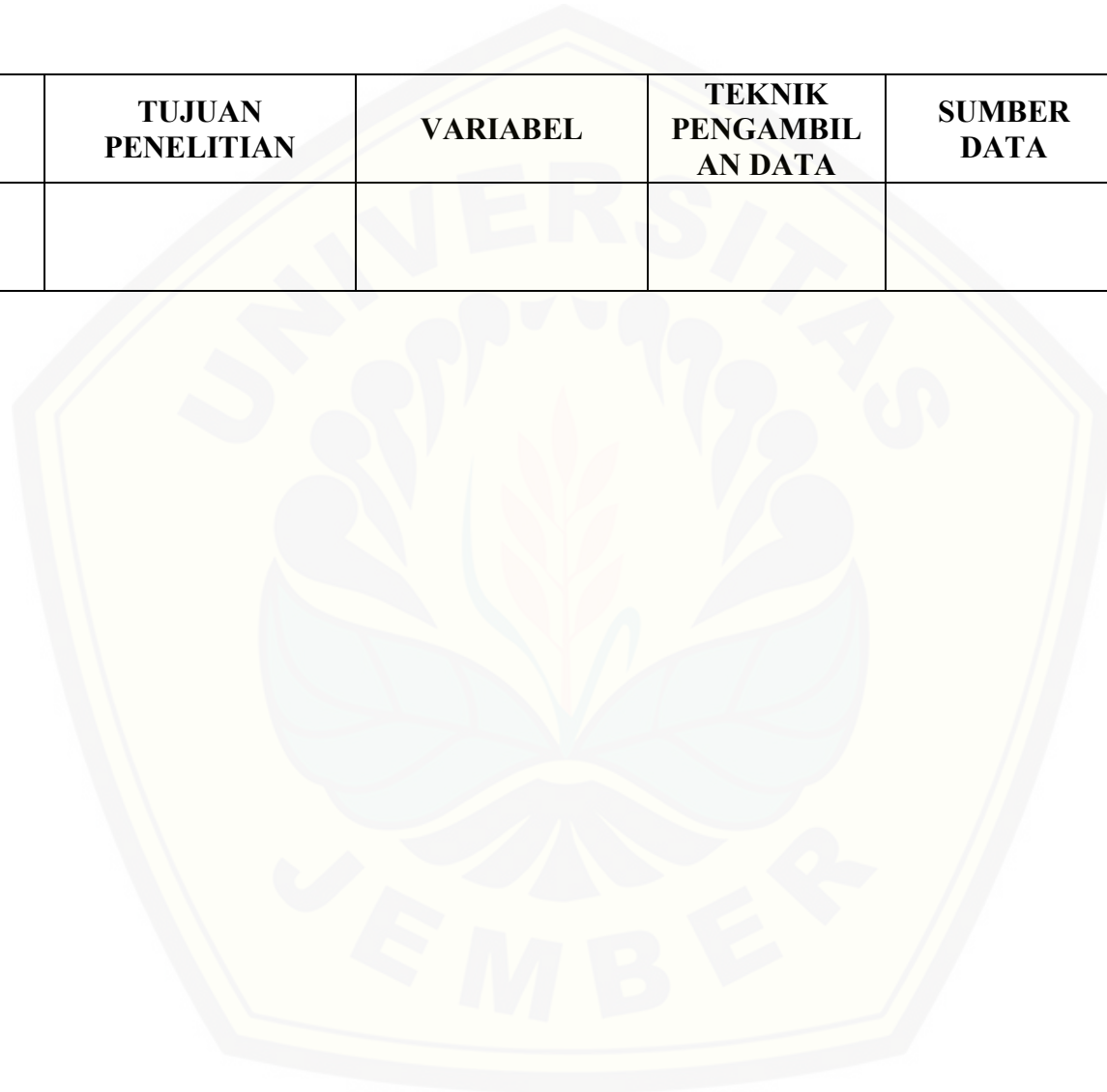
NIM : 160210102103

RG : 2

JUDUL	TUJUAN PENELITIAN	VARIABEL	TEKNIK PENGAMBILAN DATA	SUMBER DATA	METODE PENELITIAN
Pengaruh Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL) Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Penguasaan	1. Mengkaji pengaruh model pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL) berbasis STEM terhadap keterampilan proses sains siswa	1. Variabel bebas : Model pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL) berbasis STEM 2. Variabel terikat : a. Keterampilan proses sains	1. Observasi 2. Dokumentasi 3. Tes	1. Subjek penelitian: Siswa SMA 2. Informasi : Guru yang mengajar fisika di SMA yang diteliti	1. Jenis penelitian: true eksperimen 2. Tempat penelitian: SMA Negeri 4 Jember 3. Populasi penelitian: dua kelas dari XII IPA 4. Sampel penelitian:

JUDUL	TUJUAN PENELITIAN	VARIABEL	TEKNIK PENGAMBILAN DATA	SUMBER DATA	METODE PENELITIAN
Konsep Fisika Siswa di SMA	<p>untuk materi induksi elektromagnetik di SMA.</p> <p>2. Mengkaji pengaruh model pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL) berbasis STEM terhadap penguasaan konsep siswa untuk materi induksi elektromagnetik di SMA.</p>	b. Penguasaan konsep		<p>3. Sumber rujukan :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Buku pustaka/literatur terkait - Jurnal terkait penelitian 	<p><i>purposive sampling area</i></p> <p>5. Desain penelitian : <i>posttest only control group design</i></p> <p>6. Teknik pengumpulan data:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Observasi - Dokumentasi - Tes <p>7. Analisis data:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uji Normalitas - Uji hipotesis dengan <i>t-test</i> - Uji <i>Mann</i>

JUDUL	TUJUAN PENELITIAN	VARIABEL	TEKNIK PENGAMBILAN DATA	SUMBER DATA	METODE PENELITIAN
					<i>Whitney U Test</i>



LAMPIRAN B. SILABUS PEMBELAJARAN

**SILABUS MATA PELAJARAN FISIKA
SEKOLAH MENENGAH ATAS/MADRASAH ALIYAH
(SM/MA)**

Satuan pendidikan : SMA Negeri 4 Jember

Kelas/Semester : XII/Ganjil

Kompetensi Inti :

KI-1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI-2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong-royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI-3: Memahami, menerapkan, dan menganalisis 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, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
3.4 Menganalisis fenomena induksi elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari 4.3 Melakukan percobaan tentang induksi elektromagnetik berikut presentasi hasilnya dalam kehidupan sehari-hari	1. Induksi Elektromagne-tik 2. Potensial (GGL) induksi 3. Hukum Lenz 4. Induktansi diri 5. Terapan induksi elektromagnetik pada produk teknologi	1. Menjelaskan pengertian induksi elektromagnetik 2. Mengamati berbagai macam teknologi yang menggunakan induksi elektromagnetik 3. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi induksi elektromagnetik 4. Mendiskusikan mengenai hukum Faraday, fluks magnet, potensial induksi, dan hukum Lenz 5. Merancang sebuah proyek sederhana yang menggunakan prinsip hukum	1. Observasi : Lembar pengamatan observasi untuk menilai keterampilan proses sains 2. Tes Tes penguasaan konsep berupa pilihan jamak beralasan sesuai indikator kompetensi dasar yang digunakan	3 X 2 JP	1. Buku Pintar Belajar FISIKA Untuk SMA/MA Kelas XII 2. LKS STEM 3. Internet

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
		Faraday (potensial induksi) 6. Mempresentasikan hasil rancangan proyek di depan kelas			

LAMPIRAN C. RPP PENELITIAN

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

(RPP)

Satuan Pendidikan : SMA
Mata Pelajaran : Fisika
Kelas : XII
Semester : Ganjil
Materi Pelajaran : Induksi Elektromagnetik
Jumlah Pertemuan : 3 X 2JP (1 JP = 40 menit)

A. Kompetensi Inti

- KI-1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI-2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong-royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI-3 : Memahami, menerapkan, dan menganalisis 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, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di

sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

KI	Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
KI-3	3.4 Menganalisis fenomena induksi elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari	<ul style="list-style-type: none"> - Menyebutkan berbagai produk teknologi yang menggunakan prinsip induksi elektromagnetik - Menganalisis konsep induksi elektromagnetik dalam berbagai produk teknologi - Menjelaskan penyebab adanya arus listrik pada kumparan - Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi induksi elektromagnetik - Menganalisis gejala fluks magnetik yang dihasilkan oleh medan magnet
KI-4	4.3 Melakukan percobaan tentang induksi elektromagnetik berikut presentasi hasilnya dalam kehidupan sehari-hari	<ul style="list-style-type: none"> - Merancang sebuah proyek tentang induksi elektromagnetik - Mempresentasikan hasil rancangan proyek di depan kelas

C. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran peserta didik diharapkan dapat :

1. Mengidentifikasi masalah tentang penerapan konsep induksi elektromagnetik pada proses penghantaran listrik dengan benar.
2. Menerapkan konsep induksi elektromagnetik pada rancangan penghantar listrik nirkabel dengan benar.
3. Merancang/mendesain prototype alat penghantar listrik nirkabel dengan menerapkan prinsip konsep induksi elektromagnetik dengan benar.
4. Merangkai prototype alat penghantar listrik nirkabel sesuai dengan desain yang telah dibuat.
5. Menguji coba dan mengevaluasi data hasil uji coba prototype
6. Memperbaiki rancangan/desain prototype penghantar listrik nirkabel

7. Mempresentasikan prototype yang telah dibuat dengan baik

D. Materi Pelajaran

Induksi Elektromagnetik

A. Hukum Faraday

Hukum Induksi Faraday berbunyi “ Ggl yang terjadi pada rangkaian sebanding dengan perubahan waktu dari fluks yang terjadi pada rangkaian”. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$$

Jika gulungan pada rangkaian terdiri dari beberapa gulungan berjumlah N pada area yang sama, maka ϕ melewati satu gulungan dan ggl akan terinduksi ke tiap-tiap gulungan. Total GGL yang diinduksikan dalam kumparan secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\varepsilon = -N\frac{d\phi}{dt}$$

B. Ggl Induksi dan Hukum Faraday

Ggl ialah usaha yang dilakukan per satuan muatan untuk menghasilkan arus induksi (untuk memindahkan elektron induksi yang menyebabkan terjadinya arus). Arus induksi ialah arus yang dihasilkan dalam loop kawat. Ggl induksi yang disebabkan oleh perubahan besar induksi magnetik, tetapi A dan θ konstan :

$$\varepsilon = -NA\cos\theta\frac{d\phi}{dt}$$

Jika arah induksi magnetik tegak lurus bidang, $\theta = 0^\circ$ atau $\cos 0^\circ = 1$ maka persamaannya menjadi:

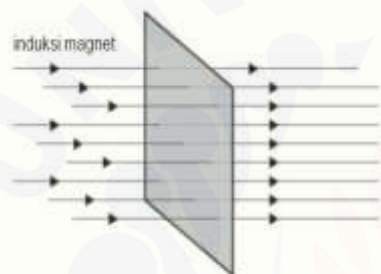
$$\varepsilon = -NA\frac{d\phi}{dt}$$

C. Hukum Lenz

Hukum Lenz berbunyi : “arah arus yang terinduksi merupakan lawan dari penyebab terjadinya arus tersebut”.

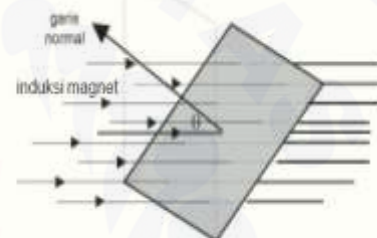
D. Fluks Magnetik

Fluks magnetik berkaitan dengan jumlah garis medan magnet yang melewati luasan yang telah diketahui. Medan magnet tersebut tegak lurus terhadap luasan yang dibatasi oleh rangkaian sederhana yang terbuat dari lilitan kawat.



Garis medan magnetik yang menembus permukaan bidang, arah B tegak lurus bidang

Gambar 2.2



Garis medan magnetik yang menembus permukaan bidang, arah B tidak tegak lurus permukaan bidang

Gambar 2.3

Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\Phi_m = \vec{B} \cdot \vec{A}$$

Dimana Φ_m adalah fluks magnetik, B adalah medan magnetik, dan A adalah luasan yang dibatasi oleh rangkaiannya. Apabila medan magnetik tidak tegak lurus terhadap permukaannya, maka dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Phi_m = \vec{B} \cdot n\vec{A} = BA \cos \theta$$

Dimana $B_n = B \cdot \hat{n}$ merupakan komponen vektor medan magnetik yang normal atau tegak lurus terhadap permukaan.

E. Pendekatan, Model, dan Metode Pembelajaran

Pendekatan Pembelajaran : Pendekatan *Science, Technology, Engineering,*

Mathematics (STEM)

Model Pembelajaran : *Project Based Learning (PjBL)*

Metode Pembelajaran : Diskusi, Eksperimen, Presentasi

F. Media, Alat, dan Sumber Pembelajaran

Media : Lembar Kerja Siswa (LKS) *terlampir*, Lembar Penilaian, Proyektor, Whiteboard dan marker

Alat : Kawat tembaga 0,9mm dan 0,45mm, lampu led, baterai ukuran D, transistor 2n222, resistor 1 Kohm, gunting, lem, solatip, voltmeter, solder

Sumber Belajar : Buku paket Fisika SMA kelas XII, internet, sumber buku lain, dll

G. Analisis Materi Pembelajaran PjBL Berbasis STEM

Sains Induksi Elektromagnetik	Technology 1. Menggunakan internet untuk mencari informasi melalui <i>handphone</i> 2. Prototype penghantar listrik Nirkabel
Engineering Mendesain, membuat, menguji coba, melakukan perbaikan, serta mengkomunikasikan	Mathematics 1. Mengukur GGL induksi 2. Menghitung fluks magnet 3. Menentukan bentuk yang presisi

H. Langkah-langkah Pembelajaran

Pertemuan ke 1 (2 x 40 menit)

Sintaks	Kegiatan Guru	Aktivitas Peserta Didik	Indikator STEM
a. Kegiatan Pendahuluan			
(5 menit)	<ol style="list-style-type: none"> Guru memberi salam dan meminta ketua kelas memimpin berdo'a dilanjut dengan menanyakan kabar peserta didik dan kesiapannya dalam mengikuti kegiatan pembelajaran Guru memeriksa kehadiran peserta didik 	<ol style="list-style-type: none"> Peserta didik menjawab salam dan berdo'a Peserta didik mempersiapkan peralatan belajar Peserta didik memperhatikan saat guru mengecek kehadiran 	
b. Kegiatan Inti			
Fase 1 : Membuat pertanyaan esensial/mendasar (55 menit)	Orientasi peserta didik kepada masalah <ol style="list-style-type: none"> Guru memberi apersepsi dan motivasi Guru memberikan pertanyaan menarik kepada peserta didik: <ol style="list-style-type: none"> "Pernahkah kalian melihat lampu sepeda onthel?" "Pernahkah kalian melihat wireless charger?" Guru menampilkan video mengenai lampu sepeda onthel yang menyala saat dikayuh dan <i>wireless nirkabel lamp</i> Guru memberikan pertanyaan <i>ill-defined problem</i>: "Bagaimana induksi 	<ol style="list-style-type: none"> Peserta didik mendengarkan Peserta didik menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru Peserta didik mengamati video yang ditampilkan Peserta didik ikut aktif dalam berdiskusi 	<ol style="list-style-type: none"> Permasalahan berdasarkan dunia nyata Integrasi Sains dan Teknologi: <ol style="list-style-type: none"> Memberi pertanyaan mengenai teknologi modern (<i>wireless charger</i>) Memberi pertanyaan bagaimana prinsip induksi elektromagnetik bekerja berdasarkan video yang ditampilkan

Sintaks	Kegiatan Guru	Aktivitas Peserta Didik	Indikator STEM
	elektromagnetik diterapkan dalam solusi tersebut?" 5. Guru mengajak peserta didik berdiskusi mengenai materi induksi elektromagnetik		
Fase 2 : Merancang rencana pembuatan proyek (10 menit)	1. Guru memberi tahu peserta didik mengenai tugas pembuatan proyek 2. Guru membagi peserta didik menjadi 6 kelompok	1. Peserta didik mendengarkan dan mencatat 2. Peserta didik membentuk kelompok dan mencatat siapa saja anggota kelompoknya	
Fase 6 : Evaluasi (8 menit)	1. Guru membimbing peserta didik menyimpulkan hasil pembelajaran yang telah dilakukan	1. Peserta didik menyimpulkan hasil pembelajaran yang telah dipelajari	
c. Kegiatan Penutup			
(2 menit)	1. Guru menutup pelajaran dengan berdo'a 2. Guru mengingatkan peserta didik mengenai proyek untuk kegiatan di pertemuan selanjutnya 3. Guru mengucapkan Salam	1. Peserta didik berdo'a 2. Peserta didik menjawab salam dari guru	

Pertemuan ke-2 (2 x 40 menit)

Sintaks	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Indikator STEM
a. Kegiatan Pendahuluan			
(10 menit)	1. Guru memberi salam dan meminta ketua	1. Peserta didik menjawab salam	

Sintaks	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Indikator STEM
	<p>kelas memimpin berdo'a dilanjut dengan menanyakan kabar peserta didik dan kesiapannya dalam mengikuti kegiatan pembelajaran</p> <p>2. Guru memeriksa kehadiran peserta didik</p> <p>3. Guru meminta peserta didik untuk duduk sesuai kelompok yang telah dibentuk sebelumnya</p> <p>4. Guru <i>me-review</i> materi pertemuan sebelumnya</p>	<p>dan berdo'a</p> <p>2. Peserta didik memperhatikan saat guru mengecek kehadiran</p> <p>3. Peserta didik duduk bersama anggota kelompok</p> <p>4. Peserta didik mendengarkan dan memberikan umpan balik</p>	
b. Kegiatan Inti			
<p>Fase 3 : Mengembangkan jadwal (3 menit)</p>	<p>1. Guru menginformasikan total waktu pembuatan desain dan pembuatan prototype</p> <p>2. Guru menginformasikan waktu yang diberikan untuk presentasi tiap kelompok</p>	<p>1. Peserta didik memperhatikan dan mencatat</p>	
<p>Fase 4 : Memfasilitasi dan Memantau Pekerjaan Siswa (30 menit)</p>	<p>1. Guru membagikan LKS untuk tiap kelompok</p> <p>2. Guru menginstruksikan peserta didik untuk membaca LKS</p> <p>3. Guru mempersilahkan siswa mencari berbagai informasi yang mendukung tugas proyeknya</p>	<p>1. Peserta didik memahami permasalahan yang diberikan dalam LKS</p> <p>2. Peserta didik mencari referensi untuk mengerjakan proyek</p> <p>3. Peserta didik membuat proyek sesuai kreativitas mereka sendiri dan</p>	<p>a. Ada batasan-batasan masalah untuk di selesaikan</p> <p>b. Mengembangkan softskill dan keterampilan teknis</p> <p>c. Integrasi sains, teknologi, engineering, dan matematik :</p> <p>1. Peserta didik</p>

Sintaks	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Indikator STEM
	<p>dari berbagai sumber</p> <p>4. Guru membimbing siswa agar dapat menerapkan konsep induksi elektromagnetik dalam penyelesaian proyek dengan bantuan LKS</p> <p>5. Guru menggiring siswa agar dapat menemukan pemecahan masalah mengenai pembuatan <i>wireless nirkabel lamp</i> sederhana</p> <p>6. Guru mengarahkan siswa untuk membuat desain <i>wireless nirkabel lamp</i> sederhana sesuai kreativitas mereka sendiri</p> <p>7. Guru menyiapkan pilihan alat dan bahan untuk pembuatan proyek</p> <p>8. Guru mempersilahkan siswa mengerjakan proyek dan mengisi LKS</p>	<p>mengisi LKS</p>	<p>mencari solusi untuk menyelesaikan proyeknya</p> <p>2. Membuat desain berdasarkan pemikiran sendiri</p> <p>3. Menyediakan bahan kawat dengan diameter berbeda untuk mengetahui pengetahuan siswa</p> <p>4. Membuat produk sesuai desain yang telah di buat</p>
<p>Fase 5 : Menilai hasil siswa (30 menit)</p>	<p>1. Guru mempersilahkan tiap kelompok untuk presentasi serta menguji coba proyek yang telah dibuat berdasarkan desain</p> <p>2. Guru memberikan <i>peer assesment</i></p>	<p>1. Masing-masing kelompok mempresentasikan proyek yang telah dibuat</p> <p>2. Masing-masing kelompok menguji coba proyek yang telah dibuat</p> <p>3. Menjawab</p>	

Sintaks	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Indikator STEM
	untuk mengetahui keaktifan masing-masing siswa dalam kelompok	pertanyaan yang diberikan oleh guru	
Fase 6 : Evaluasi pengalaman (5 menit)	<ol style="list-style-type: none"> Guru membimbing siswa untuk menarik kesimpulan mengenai materi yang telah dipelajari Guru mengevaluasi tiap-tiap kelompok untuk perbaikan proyek selanjutnya 	<ol style="list-style-type: none"> Peserta didik menyampaikan kesimpulan berdasarkan materi yang telah mereka pelajari Peserta didik mendengarkan evaluasi dari guru 	
c. Kegiatan Penutup			
(2 menit)	<ol style="list-style-type: none"> Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran pada pertemuan selanjutnya Guru menutup kegiatan pembelajaran dengan berdo'a dan salam 	<ol style="list-style-type: none"> Peserta didik mendengarkan Peserta didik berdo'a dan menjawab salam dari guru 	

Pertemuan ke-3 (2 x 40 menit)

Sintaks	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Indikator STEM
a. Kegiatan Pendahuluan			

Sintaks	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Indikator STEM
(5 menit)	<ol style="list-style-type: none"> Guru memberi salam dan meminta ketua kelas memimpin berdo'a dilanjut dengan menanyakan kabar peserta didik dan kesiapannya dalam mengikuti kegiatan pembelajaran Guru memeriksa kehadiran peserta didik Guru meminta peserta didik untuk duduk sesuai kelompok masing-masing 	<ol style="list-style-type: none"> Peserta didik menjawab salam dan berdo'a Peserta didik menjawab pertanyaan dari guru Peserta didik mempersiapkan alat pembelajaran Peserta didik memperhatikan guru mengecek kehadiran Peserta didik duduk bersama kelompoknya 	
b. Kegiatan Inti			
Fase 1 : Membuat pertanyaan esensial/mendasar (10 menit)	<i>Orientasi peserta didik kepada masalah</i> Guru me-review pertemuan sebelumnya dengan memberi pertanyaan : <ol style="list-style-type: none"> Bagaimana cara agar pada suatu penghantar dapat muncul arus GGL ? Apa fungsi dari transistor dan kapasitor pada teknologi penghantar listrik ? 	<ol style="list-style-type: none"> Peserta didik menjawab pertanyaan dari guru 	a. Integrasi sains dan teknologi : memberikan pertanyaan yang menghubungkan antara sains dan teknologi
Fase 5 : Menilai hasil siswa (60 menit)	<ol style="list-style-type: none"> Guru memberikan waktu kepada peserta didik untuk uji coba_prototype yang telah dibuat Guru 	<ol style="list-style-type: none"> Masing-masing kelompok menguji coba prototype yang telah dibuat Masing-masing kelompok 	a. Terintegrasi sains, teknologi, engineering, dan matematik : memberikan soal ulangan terintegrasi

Sintaks	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Indikator STEM
	mempersilahkan masing-masing kelompok untuk mempresentasikan hasil proyek yang telah dibuat 3. Guru memberikan soal ulangan	mempresentasikan hasil 3. Peserta didik mengerjakan soal ulangan secara mandiri	STEM
Fase 6 : Evaluasi Pengalaman (3 menit)	1. Guru memberikan evaluasi mengenai proyek yang telah dibuat oleh peserta didik	1. Peserta didik mendengarkan dan memberikan umpan balik	
c. Kegiatan Penutup			
(2 menit)	1. Guru menutup pelajaran dengan berdo'a dan salam	1. Peserta didik berdo'a dan menjawab salam dari guru	

I. Penilaian Hasil Pembelajaran

1. Lembar observasi keterampilan proses sains (*terlampir*)
2. Soal tes penguasaan konsep (*terlampir*)

Jember, 21 September 2019

Guru Mata Pelajaran Fisika

Peneliti

Dra. ENY SETYOWATI

CENDY EKA ERLINAWATI

NIP.19631122 199403 2 006

NIM.160210102103

LAMPIRAN D. LEMBAR KERJA SISWA

LEMBAR KERJA SISWA
berbasis STEM



The diagram illustrates the process of electromagnetic induction. On the left, a bar magnet with a red North (N) pole and a blue South (S) pole is moving towards the right. White magnetic field lines radiate from the North pole. On the right, a solenoid (a coil of wire) is connected to a circuit containing a galvanometer, labeled with the letter 'G'. The solenoid is shown with red wire loops and blue dots representing current flow. The galvanometer is a circular device with a vertical needle and the letter 'G' below it.

**Materi Induksi
Elektromagnetik
Untuk XII SMA**



*LEMBAR KEGIATAN
SISWA (LKS)
PERTEMUAN KE- 2*

Pendahuluan

Listrik adalah salah satu sumber energi yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Semakin lama kebutuhan akan penggunaan sumber energi listrik semakin meningkat. Upaya menghemat energi saat ini sudah sampai pada tingkat yang memprihatinkan. Dengan meningkatnya kebutuhan tersebut, maka penting sekali untuk menciptaka teknologi-teknologi penghantar listrik yang baru dan modern. Selama ini sering kita jumpai peralatan teknologi yang membutuhkan energi listrik seperti televisi, kipas angin, blender dan lain sebagainya di rumah. Namun, teknologi tersebut kebanyakan menggunakan kabel yang dapat mengganggu estetika ruangan karena kabel yang tidak tertata rapi. Oleh karena itu perlu diciptakan suatu inovasi baru yaitu menciptakan teknologi penghantar listrik yang tidak menggunakan kabel.



Sumber :Alibaba



Sumber : youtube.com

PROYEK KE-1

Pak Arya menginginkan suatu alat penghantar listrik nirkabel untuk menghidupkan lampu di ruang kamar tidur yang ada di rumahnya dimana alat tersebut haruslah efisien, mudah digunakan, dapat menghidupkan lampu lebih dari 5 jam, serta dapat menambah estetika ruangan. Sebagai seorang engeener, bantulah Pak Arya dengan membuatkan alat tersebut dengan baik dan benar!

A. Mendesain Alat

Buatlah desain yang baik dan benar sesuai hasil diskusi kelompok anda! (Sertakan keterangan pada desain anda seperti ukuran, dll)



Tips:

- GGL akan timbul apabila terjadi perubahan fluks medan magnet pada kumparan
- Medan magnet akan timbul disekitar kumparan apabila kumparan tersebut dilewati oleh arus listrik

B. Alat dan Bahan

Tulislah alat dan bahan yang kelompok kalian pilih di bawah ini!

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

Berilah alasan mengapa memilih alat dan bahan tersebut!



C. Uji Coba Alat

1. Uji coba kesesuaian dengan teori

Persamaan GGL induksi pada sebuah kumparan yaitu:

$$\varepsilon = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$$

Apakah desainmu sudah sesuai dengan teori dari persamaan rumus di atas? Lakukan pengukuran untuk membuktikannya. Ukur tegangan diantara LED menggunakan voltmeter, kemudian isi hasil yang diperoleh pada tabel di bawah ini!

Uji Coba ke	Jumlah lilitan	ε (volt)	Selang waktu (dt)	$d\Phi_B$ (Weber)
1			2 s	
2			2 s	
3			2 s	

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan mendiskusikan bersama kelompok!

- Apakah alat kalian sesuai dengan teori ? Jika tidak apa alasannya ?

.....

- Apa yang harus kalian lakukan agar nilai ε yang dihasilkan menjadi lebih besar ?

.....

Mari Menyimpulkan



SELAMAT MENGERJAKAN

**LEMBAR KEGIATAN
SISWA (LKS)
PERTEMUAN KE-3**

PROYEK KE-2

“Wireless Charging Table”

Sebuah perusahaan furniture “DELAX” membutuhkan jasa konsultan perangkat elektronika untuk merancang sebuah meja yang selain bisa digunakan untuk tempat menaruh benda-benda seperti cangkir, laptop dan lain sebagainya juga bisa digunakan untuk menyalakan lampu, mengisi daya pada *hanphone* maupun perangkat elektronik lainnya. Meja tersebut haruslah memiliki sifat “portabel” (mudah dipindahkan, dan ringan) serta memiliki bentuk yang minimalis. Disini kalian akan bekerja sebagai team untuk menyelesaikan proyek dari klien tersebut. Silahkan memilih salah satu dari team kalian untuk bekerja sebagai ketua team agar pekerjaan kalian terarah dan cepat selesai.



Permintaan Klien

Klien memiliki permintaan untuk pembuatan *wireless charging table* sebagai berikut:

- Bahan meja terbuat dari bahan yang ramah lingkungan dan dapat di daur ulang seperti kardus bekas, dll.
- Luas ukuran meja sebesar 165 cm² dengan tebal permukaan meja 2 cm.
- Tinggi meja 25 cm

- Alas permukaan meja harus tahan air
- Sebagian dari meja dapat berfungsi sebagai perangkat pengisi daya secara nirkabel.
- Baterai yang digunakan sebagai sumber arus adalah ukuran D.

A. Mendesain

Buatlah desain yang baik dan benar sesuai hasil diskusi *team* anda! (Sertakan keterangan pada desain anda seperti ukuran, dll)

1. Desain rancangan meja



2. Deain rangkaian alat penghantar listrik nirkabel yang akan ditempatkan pada meja



Perhatian!

Setelah *team* kalian selesai membuat desain untuk model proyek kalian, silahkan presentasikan kepada klien. Apabila klien telah setuju selanjutnya kalian harus membuat alat tersebut.

B. TUGAS RUMAH

- Buatlah proyek yang sesuai desain yang telah disetujui oleh klien.
- Tulislah alat dan bahan apa saja yang kalian gunakan
- Dokumentasikan proses pembuatan proyek anda (foto dan video)

Alat dan Bahan:

C. Uji Coba dan Perbaikan

1. Jika proyek *team* kalian sudah selesai dibuat, lakukan pengujian apakah alat tersebut sudah memenuhi permintaan dari klien. Isi pada tabel di bawah ini!

Uji Coba ke	Tanggal Uji Coba	Hasil Uji Coba	Penyebab	Perbaikan	Keterangan Perbaikan

2. Perhatikan apakah proyek yang telah kalian buat telah sesuai dengan kriteria yang diinginkan oleh klien dengan mengisi tabel di bawah ini ! Beri tanda (v) pada kolom di bawah ini

No.	Kriteria	Kondisi	
		Ya	Tidak
1.	Bahan meja yang digunakan ramah lingkungan		
2.	Dimensi meja sesuai dengan yang ditetapkan		

3.	Alas permukaan meja tahan air		
4.	Sebagian dari meja dapat berfungsi sebagai penghantar listrik nirkabel		
5.	Baterai yang digunakan hanya 1 dan berukuran D		

Kesimpulan

Large dashed-line box for writing the conclusion.



SELAMAT MENGERJAKAN

LAMPIRAN E. KISI-KISI SOAL *POST-TEST***KISI-KISI SOAL *POST-TEST***

Sekolah : SMA
 Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XII/1
 Materi : Induksi Elektromagnetik
 Kompetensi Inti : 3.3 Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan

Alokasi Waktu : 30 Menit
 Jumlah Soal : 6
 Bentuk Instrumen : Tes Tulis
 Penyusun : Cendy Eka Erlinawati

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.


Kompetensi Dasar : 3.4 Menganalisis fenomena induksi elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari.

STEM	Indikator	Bentuk Soal	Ra nah	Soal	Kunci Jawaban	Skor	No. Soal
Sains	Menjelaskan pengertian induksi elektromagnetik	Uraian	C1	Jelaskan pengertian induksi elektromagnetik !	Induksi elektromagnetik adalah gejala timbulnya gaya gerak listrik pada suatu penghantar	Benar dan lengkap: Skor 10 Benar dan kurang lengkap:	1

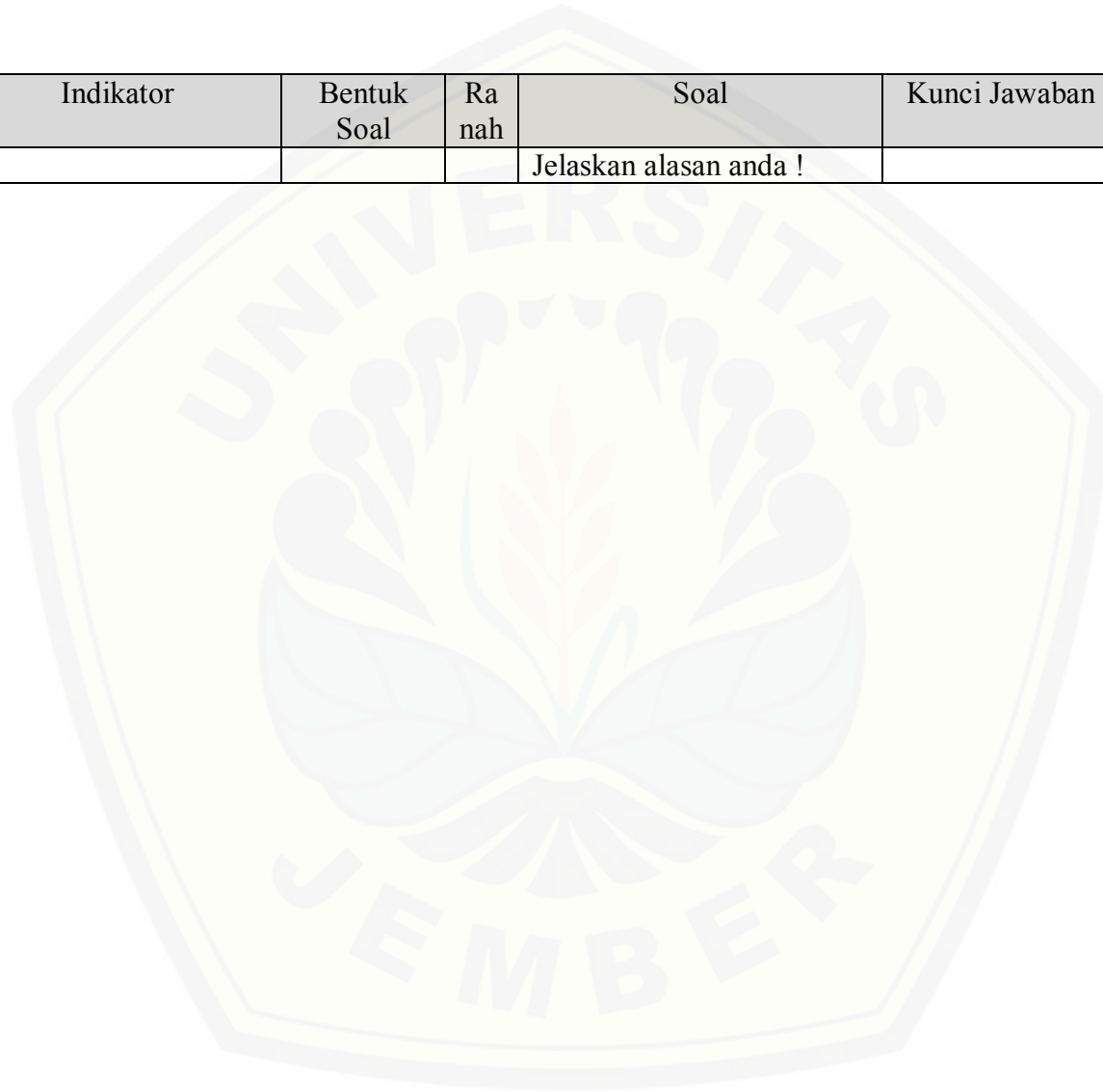
STEM	Indikator	Bentuk Soal	Ra nah	Soal	Kunci Jawaban	Skor	No. Soal
					akibat adanya perubahan medan magnetik (fluks magnetik) atau bila penghantar bergerak relatif melintasi medan magnetik	Skor 5 Jawaban kurang tepat: Skor 3 Tidak menjawab: Skor 0	

STEM	Indikator	Bentuk Soal	Ra nah	Soal	Kunci Jawaban	Skor	No. Soal
	Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi induksi elektromagnetik	Uraian	C1	Perhatikan faktor-faktor berikut ini ! (a) Jumlah lilitan kumparan (b) Luas permukaan bidang (c) Hambatan luar (d) Laju perubahan fluks Magnet Yang mempengaruhi besarnya GGL induksi pada ujung kumparan adalah....	(a), (b), dan (d)	10	2
Technology	Menyebutkan teknologi yang menggunakan prinsip induksi elektromagnetik	Uraian	C1	Sebutkan 3 contoh teknologi yang menggunakan prinsip induksi elektromagnetik.! Jelaskan alasan anda	- Generator - Travo - Bel listrik - Dan lain-lain	10 Contoh benar: skor 6 Alasan benar: Skor 4	3

STEM	Indikator	Bentuk Soal	Ra nah	Soal	Kunci Jawaban	Skor	No. Soal
Sains dan Mathematics	Menghitung nilai GGL induksi yang dihasilkan oleh alat penghantar listrik nirkabel	Uraian	C3	Sebuah <i>transmitter</i> penghantar listrik nirkabel menghasilkan medan magnet dari proses elektromagnetik sebesar 0,15 T. Sebuah receiver berbentuk kumparan dengan 20 lilitan dan diameter 6 cm didekatkan pada transmitter secara tegak lurus. Jika medan magnetik pada transmitter meningkat menjadi 0,35 T setelah 1,5 ms, besar GGL induksi yang dihasilkan pada receiver saat perubahan medan magnet tersebut adalah.....	<p>$d = 6 \text{ cm}$, maka $r = 3 \times 10^{-4} \text{ m}$ $N = 20$ $\Delta t = 1,5 \times 10^{-3} \text{ s}$</p> <p>$\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ $\varepsilon = -N \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t}$</p> <p>$\Phi_1 = B_1 \cdot A$ $= 4,239 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$</p> <p>$\Phi_2 = B_2 \cdot A$ $= 9,891 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$</p> <p>Maka $\varepsilon = 7,54 \text{ V}$</p>	4 2 2 4 4 4	5
Sains	Memahami penyebab terjadinya arus listrik pada kumparan	Uraian	C2	Sebutkan 3 cara untuk menimbulkan ggl induksi pada kumparan !	<ol style="list-style-type: none"> 1. Magnet digerakkan keluar masuk kumparan 2. Memutar kumparan dalam magnet/mem 	15	4

STEM	Indikator	Bentuk Soal	Ra nah	Soal	Kunci Jawaban	Skor	No. Soal
					<p>utar magnet dalam kumparan</p> <p>3. Mengalirkan arus AC pada kumparan</p>		
Engineering	Menganalisis desain receiver yang dapat menghasilkan nyala LED paling terang	Uraian	C4	<p>Perhatikan gambar di bawah ini !</p>  <p>Jika warna gelap pada lilitan menunjukkan jumlah lilitan yang semakin banyak dan <i>receiver</i> dihubungkan dengan LED yang sama, rangkaian nomor berapakah yang nyala LED paling terang jika <i>receiver</i> didekatkan <i>transmitter</i> pada jarak yang sama (sebutkan 2 nomor)?</p>	<p>Nomor 2 dan 7</p> <p>Karena nilai GGL induksi yang terjadi pada suatu kumparan sebanding dengan jumlah lilitan dan perubahan fluks magnetiknya</p> $\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	10 15	6

STEM	Indikator	Bentuk Soal	Ra nah	Soal	Kunci Jawaban	Skor	No. Soal
				Jelaskan alasan anda !			



LAMPIRAN F. UJI HOMOGENITAS

Daftar Nilai UH Kelas XII IPA SMAN 4 Jember

No.	Daftar Nilai						
	IPA 1	IPA 2	IPA 3	IPA 4	IPA 5	IPA 6	IPA 7
1.	92	90	89	88	89	88	88
2.	92	89	89	82	82	93	93
3.	86	88	89	93	91	88	88
4.	95	92	84	90	82	84	84
5.	95	92	92	90	79	92	92
6.	84	90	92	86	88	92	92
7.	88	88	89	90	79	86	86
8.	92	90	84	88	83	93	93
9.	90	92	92	82	89	95	95
10.	92	90	87	90	89	92	92
11.	92	86	92	90	91	92	92
12.	86	83	89	88	91	88	88
13.	88	90	89	88	88	90	90
14.		90	89	85	89	95	95
15.	92	88	84	90	89	90	90
16.	90	90	87	90	91	90	90
17.	92	90	89	92	89	85	85
18.	90	92	84	88	88	86	86
19.	86	90	87	90	91	92	92
20.		86	92	82	93	92	92
21.	92	88	80	90	89	90	90
22.	86	83	89	88	93	90	90
23.	95	90	84	88	91	92	92
24.	88	88	89	85	89	93	93
25.	88	92	89	93	88	84	84
26.	84	95	87	88	89	85	85
27.	84	90	89	90	93	90	90
28.	85	90	89	88	91	88	88
29.	92	88	89	93	93	92	92
30.	92	90	87	90	86	89	89
31.	88	90	89	85	89	95	95
32.	86	90	87	90	84	88	88
33.	92	92	92	88	93	88	88
34.	88	90	92	88	89	92	92
35.	92	83		82	88	94	94
36.	90	90	87	82		93	93

Uji homogenitas ini digunakan untuk mengetahui apakah data sampel diperoleh dari populasi yang bervarians homogen atau tidak. Uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS 23 dengan uji *One-Way ANOVA* dengan prosedur sebagai berikut:

1. Membuka lembar kerja Variable View pada SPSS 23, kemudian membuat dua variabel data pada lembar kerja tersebut yaitu sebagai berikut:
 - a. Variable Pertama : Kelas
Tipe Data : Numeric, Width 8, Decimal places 0
 - b. Varibel kedua : Nilai
Tipe Data : Numeric, Width 8, Decimal places 0
 - c. Untuk varibel kelas, pada kolom Values di klik, kemudian akan keluar tampilan Value Labels dan diisi dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a. Pada Bans Value diisi 1, kemudian Value Label diisi XII IPA 1, lalu klik Add.
 - b. Pada Bans Value diisi 2, kemudian Value Label diisi XII IPA 2, lalu klik Add.
 - c. Pada Bans Value diisi 3, kemudian Value Label diisi XII IPA 3, lalu klik Add.
 - d. Pada Bans Value diisi 4, kemudian Value Label diisi XII IPA 4, lalu klik Add.
 - e. Pada Bans Value diisi 5, kemudian Value Label diisi XII IPA 5, lalu klik Add.
2. Memasukkan semua data pada Data View.
3. Dari baris menu
 - a. Pilih menu Analyze, kemudian pilih submenu Compare Means
 - b. Pilih menu One-Way ANOVA, klik variable nilai pindahkan ke Dependent List, klik variable kelas pindahkan ke Factor List
 - c. Klik Options
 - d. Pada Statistics, pilih Descriptive dan Homogeneity of variance test, lalu klik Continue
 - e. Klik OK

Output yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					XII IPA 1	34		
XII IPA 2	36	89,31	2,595	,432	88,43	90,18	83	95
XII IPA 3	35	88,23	2,850	,482	87,25	89,21	80	92
XII IPA 4	36	88,06	3,162	,527	86,99	89,13	82	93
XII IPA 5	35	88,46	3,721	,629	87,18	89,74	79	93
XII IPA 6	36	90,17	3,121	,520	89,11	91,22	84	95
XII IPA 7	35	89,40	4,146	,701	87,98	90,82	80	96
Total	247	89,02	3,338	,212	88,60	89,44	79	96

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,195	6	240	,309

Analisis data :

Output Test of Homogeneity of Variances

Pedoman pengambilan keputusan dalam melakukan uji homogenitas adalah :

1. Jika nilai signifikansi (Sig) $\leq 0,05$ maka data berasal dari populasi yang memiliki varians tidak serupa (**Tidak Homogen**)
2. Jika nilai signifikansi (Sig) $> 0,05$ maka data berasal dari populasi yang memiliki varians serupa (**Homogen**)

Berdasarkan output SPSS yang dihasilkan, diketahui bahwa nilai signifikansi yang dihasilkan pada tabel *Test of Homogeneity of Variance* bernilai 0,309 yang berarti lebih besar dari 0,05. Berdasarkan pedoman pengambilan keputusan dalam melakukan uji homogenitas, dapat disimpulkan bahwa data nilai

dari kelas XII IPA SMA Negeri 4 Jember bersifat homogen sehingga uji ANOVA dapat dilanjutkan.

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	130,643	6	21,774	2,002	,066
Within Groups	2610,256	240	10,876		
Total	2740,899	246			

Berdasarkan output SPSS 23 di atas dapat dilihat bahwa nilai signifikansi yang diperoleh sebesar 0,066 dengan kata lain nilai signifikansi tersebut lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa kemampuan siswa kelas XII IPA di SMA Negeri 4 Jember sebelum dilakukan penelitian adalah sama (homogen). Langkah selanjutnya dalam menentukan kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah dengan cara menggunakan teknik *cluster random sampling* yaitu dengan cara undian. Berdasarkan teknik undian yang telah dilakukan diperoleh kelas eksperimen adalah XII IPA 3 dan kelas kontrol adalah XII IPA 4.

LAMPIRAN G. PEDOMAN PENILAIAN KETERAMPILAN PROSES SAINS

RUBRIK PENILAIAN KETERAMPILAN PROSES SAINS

No.	Aspek KPS yang dinilai	Skor	Kriteria Penilaian
1.	Melakukan eksperimen	4	Siswa mampu melakukan percobaan dengan baik dan benar
		3	Siswa mampu melakukan percobaan dengan baik tetapi benar
		2	Siswa mampu melakukan percobaan dengan kurang baik dan kurang benar
		1	Siswa tidak mampu melakukan percobaan dengan baik dan benar
2.	Menganalisis	4	Siswa mampu menganalisis data hasil percobaan dengan benar dan tepat
		3	Siswa mampu menganalisis data hasil percobaan dengan benar tapi kurang tepat
		2	Siswa mampu menganalisis data hasil percobaan dengan kurang benar dan kurang tepat
		1	Siswa tidak mampu menganalisis data hasil percobaan dengan benar dan tepat
3.	Mengumpulkan Data	4	Siswa mampu mengumpulkan data berdasarkan hasil percobaan dengan benar dan lengkap
		3	Siswa mampu mengumpulkan data berdasarkan hasil percobaan dengan kurang benar dan lengkap
		2	Siswa mampu mengumpulkan data berdasarkan hasil percobaan dengan kurang benar dan kurang lengkap
		1	Siswa tidak mampu mengumpulkan data berdasarkan hasil percobaan dengan benar dan lengkap

No.	Aspek KPS yang dinilai	Skor	Kriteria Penilaian
4.	Mengolah Data	4	Siswa mampu mengkaji data lebih lanjut secara kuantitatif maupun kualitatif sebagai dasar pengujian hipotesis dengan benar
		3	Siswa mampu mengkaji data lebih lanjut secara kuantitatif maupun kualitatif sebagai dasar pengujian hipotesis dengan kurang benar
		2	Siswa mampu mengkaji data lebih lanjut secara kuantitatif maupun kualitatif sebagai dasar pengujian hipotesis dengan tidak benar
		1	Siswa tidak mengkaji data lebih lanjut secara kuantitatif maupun kualitatif sebagai dasar pengujian hipotesis
5.	Mengkomunikasikan	4	Siswa mampu menyampaikan ide atau gagasan sehingga memperoleh konsep untuk percobaan dengan benar
		3	Siswa mampu menyampaikan ide atau gagasan sehingga memperoleh konsep untuk percobaan dengan kurang benar
		2	Siswa mampu menyampaikan ide atau gagasan sehingga memperoleh konsep untuk percobaan dengan tidak benar
		1	Siswa tidak mampu menyampaikan ide atau gagasan sehingga memperoleh konsep untuk percobaan
6.	Membuat Kesimpulan	4	Siswa mampu menyimpulkan berdasarkan hasil percobaan serta sesuai dengan teori secara benar
		3	Siswa mampu menyimpulkan berdasarkan hasil percobaan serta kurang sesuai dengan teori
		2	Siswa mampu menyimpulkan tetapi kurang sesuai dengan hasil percobaan dan teori
		1	Siswa tidak menyimpulkan berdasarkan hasil percobaan maupun teori yang ada

$$P_{KPS} = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Kriteria Keterampilan Proses Sains Siswa

Persentase (%)	Kriteria
≥ 85	Sangat Baik
71 – 84	Baik
56 – 70	Cukup
41 – 55	Kurang
≤ 40	Sangat Kurang

LAMPIRAN H. HASIL KETERAMPILAN PROSES SAINS

H.1 HASIL KETERAMPILAN PROSES SAINS PADA PRAKTIKUM KE 1

No.	Nama	Dokumentasi Lembar Kerja Siswa																								Jumlah Skor	(% KPS
		Melakukan Eksperimen				Menganalisis				Mengumpulkan Data				Mengolah Data				Mengkomunikasikan				Membuat Kesimpulan					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1.	ABT			✓					✓		✓						✓				✓			✓		20	83,33
2.	AZII			✓			✓				✓						✓				✓			✓		17	70,83
3.	AAC		✓						✓				✓				✓		✓					✓		17	70,83
4.	BA			✓					✓		✓						✓				✓			✓		21	87,5
5.	BRYM		✓					✓				✓			✓				✓				✓			14	58,33
6.	CEP			✓			✓					✓				✓			✓					✓		16	66,67
7.	DAAK			✓				✓				✓				✓				✓				✓		18	75
8.	DNF				✓				✓			✓				✓				✓				✓		23	95,83
9.	DTP			✓			✓					✓				✓			✓				✓			15	62,5
10.	DC			✓			✓					✓			✓						✓		✓			17	70,83
11.	EBM			✓				✓				✓				✓				✓				✓		18	75
12.	FAS		✓				✓					✓			✓					✓				✓		15	62,5
13.	FGK		✓				✓					✓				✓			✓				✓			14	58,33
14.	KWHS				✓			✓				✓				✓				✓				✓		19	79,17
15.	LS			✓				✓			✓					✓				✓				✓		17	70,83
16.	MNV				✓				✓			✓					✓				✓				✓	23	95,83

No.	Nama	Dokumentasi Lembar Kerja Siswa																								Jumlah Skor	(% KPS)
		Melakukan Eksperimen				Menganalisis				Mengumpulkan Data				Mengolah Data				Mengkomunikasikan				Membuat Kesimpulan					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
17.	MDT			✓				✓				✓				✓				✓				✓		18	75
18.	MSI			✓				✓			✓					✓				✓				✓		17	70,83
19.	NTSH			✓				✓					✓			✓				✓		✓				19	79,17
20.	NEMP			✓					✓		✓				✓				✓					✓		16	66,67
21.	NAI		✓				✓					✓				✓			✓					✓		15	62,5
22.	RASP				✓			✓				✓				✓				✓				✓		21	87,5
23.	RDM			✓				✓				✓				✓				✓				✓		18	75
24.	RDY				✓				✓			✓				✓				✓				✓		23	95,83
25.	SZM				✓				✓			✓				✓				✓				✓		23	95,83
26.	STC			✓			✓				✓					✓				✓		✓				15	62,5
27.	SHNF				✓				✓			✓				✓				✓				✓		23	95,83
28.	SNF			✓				✓				✓				✓		✓						✓		16	66,67
29.	SHH			✓				✓			✓					✓			✓					✓		17	70,83
30.	SLA			✓				✓				✓				✓				✓				✓		18	75
31.	UD			✓			✓				✓				✓				✓			✓				13	54,17
32.	VNS				✓				✓			✓				✓				✓				✓		23	95,83
33.	VST			✓			✓						✓			✓				✓		✓				18	75
34.	VAEJ			✓				✓			✓				✓				✓			✓				15	62,5

No.	Nama	Dokumentasi Lembar Kerja Siswa																								Jumlah Skor	(% KPS
		Melakukan Eksperimen				Menganalisis				Mengumpulkan Data				Mengolah Data				Mengkomunikasikan				Membuat Kesimpulan					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
35.	WTA				✓	✓							✓			✓					✓	✓				19	79,17
36.	YED			✓		✓							✓	✓							✓	✓				17	70,83
Jumlah		112				108				103				111				110				103					
Rata-Rata		77,78 %				75%				71,53%				77,08%				76,39%				71,53%					

LAMPIRAN H.2 HASIL KETERAMPILAN PROSES SAINS PADA PRAKTIKUM KE 2

No.	Nama	Observasi				Dokumentasi Lembar Kerja Siswa																				Jumlah Skor	(%) KPS
		Melakukan Eksperimen				Menganalisis				Mengumpulkan Data				Mengolah Data				Mengkomunikasikan				Membuat Kesimpulan					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1.	ABT				✓			✓				✓				✓				✓				✓	23	95,83	
2.	AZII				✓			✓				✓				✓				✓				✓	23	95,83	
3.	AAC				✓			✓				✓				✓			✓				✓	21	87,5		
4.	BA			✓				✓				✓				✓			✓				✓	22	91,67		
5.	BRYM			✓				✓				✓				✓			✓				✓	21	87,5		
6.	CEP			✓				✓				✓			✓				✓			✓	21	87,5			
7.	DAAK				✓			✓				✓				✓			✓				✓	24	100		
8.	DNF				✓			✓				✓				✓			✓				✓	23	95,83		
9.	DTP				✓			✓				✓				✓			✓			✓	22	91,67			
10.	DC			✓				✓				✓				✓			✓			✓	22	95,83			
11.	EBM				✓			✓				✓				✓			✓			✓	23	95,83			
12.	FAS				✓			✓				✓				✓			✓			✓	22	91,67			
13.	FGK				✓			✓				✓				✓			✓			✓	23	95,83			
14.	KWHS				✓			✓				✓				✓			✓			✓	22	91,67			
15.	LS				✓			✓				✓			✓				✓			✓	22	91,67			
16.	MNV				✓			✓				✓				✓			✓			✓	24	100			

No.	Nama	Observasi				Dokumentasi Lembar Kerja Siswa																Jumlah Skor	(%) KPS				
		Melakukan Eksperimen				Menganalisis				Mengumpulkan Data				Mengolah Data				Mengkomunikasikan						Membuat Kesimpulan			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			1	2	3	4
35.	WTA			✓					✓			✓				✓					✓			✓		20	83,33
36.	YED			✓					✓			✓				✓					✓			✓		19	79,17
Jumlah		133				138				135				136				127				134					
Rata-Rata		92,36%				95,83%				93,75%				94,44%				89,19%				93,06%					

RATA-RATA NILAI KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA

No. Absen	Nama	Nilai KPS (%)		Rata-rata (%)
		Praktikum 1	Praktikum 2	
1.	ABT	83,33	95,83	89,58
2.	AZII	70,83	95,83	83,33
3.	AAC	70,83	87,5	79,165
4.	BA	87,5	91,67	89,585
5.	BRYM	58,33	87,5	72,915
6.	CEP	66,67	87,5	77,085
7.	DAAK	75	100	87,5
8.	DNF	95,83	95,83	95,83
9.	DTP	62,5	91,67	77,085
10.	DC	70,83	95,83	83,33
11.	EBM	75	95,83	83,335
12.	FAS	62,5	91,67	77,085
13.	FGK	58,33	95,83	77,08
14.	KWHS	79,17	91,67	85,42
15.	LS	70,83	91,67	81,25
16.	MNV	95,83	100	97,92
17.	MDT	75	91,67	83,335
18.	MSI	70,83	95,83	83,33
19.	NTSH	79,17	95,83	87,5
20.	NEMP	66,67	95,83	81,25
21.	NAI	62,5	91,67	77,085
22.	RASP	87,5	91,67	89,585
23.	RDM	75	95,83	85,415
24.	RDY	95,83	95,83	95,83
25.	SZM	95,83	95,83	95,83
26.	STC	62,5	91,67	77,085
27.	SHNF	95,83	100	97,92
28.	SNF	66,67	91,67	79,17
29.	SHH	70,83	95,83	83,33
30.	SLA	75	95,83	85,415
31.	UD	54,17	83,33	68,75
32.	VNS	95,83	95,83	95,83
33.	VST	75	83,33	79,165
34.	VAEJ	62,5	100	81,25
35.	WTA	79,17	83,33	81,25
36.	YED	70,83	79,17	75

ANALISIS SKOR KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA

Aspek KPS	Nilai Rata-rata KPS (%)		Rata-rata (%)	Kriteria
	Praktikum 1	Praktikum 2		
Melakukan Eksperimen	77,78	92,36	85,07	Sangat Baik
Menganalisis	75	95,83	85,42	Sangat Baik
Mengumpulkan Data	71,53	93,75	82,64	Baik
Mengolah Data	77,08	94,44	85,76	Sangat baik
Mengkomunikasikan	76,39	89,19	82,79	Baik
Membuat Kesimpulan	71,53	93,06	82,3	Baik
Rata-rata			84	Baik

LAMPIRAN I. UJI NORMALITAS DAN UJI T *POST-TEST*
PENGUASAAN KONSEP

LAMPIRAN I.1 HASIL *POST-TEST* SISWA KELAS EKSPERIMEN DAN
KELAS KONTROL

No. Absen	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	Responden	Nilai	Responden	Nilai
1.	ABT	83	ATSK	73
2.	AZI	77	AR	72
3.	AAC	84	AIAN	68
4.	BA	96	ANA	78
5.	BRYM	82	ASBF	62
6.	CEP	86	ADEK	72
7.	DAAK	100	AnAN	60
8.	DNF	80	APA	69
9.	DTP	87	AAS	59
10.	DC	85	CTK	66
11.	EBM	100	CBAF	69
12.	FAS	84	DAT	70
13.	FGK	77	DFW	78
14.	KWHS	96	DTM	73
15.	LS	96	DMAH	65
16.	MNV	78	DDL	74
17.	MD	100	FRP	63
18.	MSI	87	FFR	76
19.	NTSH	76	HAY	62
20.	NEMP	78	HRD	72
21.	NA	96	IGA	68
22.	RASP	76	MYE	64
23.	RDM	82	MBU	64
24.	RDY	85	MK	72
25.	SZM	91	MQU	80
26.	STC	76	MRF	66
27.	ShNF	89	NSRP	68
28.	SNF	80	NRA	70
29.	SHH	89	QNS	66
30.	SLA	100	RDS	65
31.	UD	76	SN	59
32.	VNS	85	SLL	66
33.	VST	93	TMD	72

No. Absen	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	Responden	Nilai	Responden	Nilai
34.	VAEJ	83	VRA	63
35.	WTA	97	WFA	76
36.	YED	85	ZFT	54

LAMPIRAN I.2 UJI NORMALITAS DAN UJI T (*Independent Sample T-Test*)

Uji normalitas dan Uji t dilakukan dengan menggunakan program aplikasi SPSS 23 dengan menggunakan Uji *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test* dan Uji *Independent Sample T-Test* dengan langkah-langkah sebagai berikut:

A. Uji Normalitas

1. Membuka lembar kerja Variable View pada SPSS 23, kemudian membuat dua variable data pada lembar tersebut.
 - a. Variabel pertama : Kelas Eksperimen
Tipe data : Numeric, Width 8, Decimals 0
 - b. Variabel kedua : Kelas Kontrol
Tipe data : Numeric, Width 8, Decimals 0
2. Memasukkan semua data pada Data View
3. Pada toolbar menu:
 - a. Pilih menu Analyze → Nonparametric Tests → 1-Sample K-S
 - b. Klik variabel kelas eksperimen, pindahkan ke Test Variable List dan klik variabel kelas kontrol pindahkan ke Test Variable List
 - c. Selanjutnya klik Options
 - d. Pada Statistics, pilih Descriptive, lalu klik Continue
 - e. Pada Test Distribution, klik Normal
 - f. Klik OK

Output SPSS 23 uji normalitas yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Kelas_Eksperimen	36	86,53	7,952	76	100
Kelas_Kontrol	36	68,17	5,993	54	80

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kelas_Eksperimen	Kelas_Kontrol
N		36	36
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	86,53	68,17
	Std. Deviation	7,952	5,993
Most Extreme Differences	Absolute	,133	,100
	Positive	,132	,086
	Negative	-,133	-,100
Test Statistic		,133	,100
Asymp. Sig. (2-tailed)		,106 ^c	,200 ^{c,d}

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

Hipotesis Statistik:

H_0 : Sampel berasal dari populasi berdistribusi normal

H_a : Sampel tidak berasal dari populasi berdistribusi normal

Pedoman dalam pengambilan keputusan:

1. Jika nilai signifikansi $\leq 0,05$ maka hipotesis nihil (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima
2. Jika nilai signifikansi $> 0,05$ maka hipotesis nihil (H_0) diterima dan hipotesis alternatif (H_a) ditolak

Berdasarkan output SPSS 23, pada tabel Descriptive Statistics terlihat bahwa kelas eksperimen dengan jumlah siswa 36 memiliki rata-rata nilai *post-test* sebesar 86,53 sedangkan kelas kontrol dengan jumlah siswa 36 memiliki rata-rata nilai *post-test* sebesar 68,17. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada tabel *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test* dimana terdapat dua output yang perlu dibaca,

yaitu nilai dari *Asymp. Sig. (2-tailed)*. Berdasarkan tabel dapat diketahui bahwa kelas eksperimen memiliki nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar 0,106 dan kelas kontrol memiliki nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar 0,200 dimana nilai tersebut lebih besar dari 0,05 sehingga sesuai dengan pedoman pengambilan keputusan di atas maka dapat disimpulkan hipotesis nihil (H_0) diterima dan hipotesis alternatif (H_a) ditolak yang berarti sampel berasal dari populasi berdistribusi normal.

B. Uji *Independent Sample T-Test*

Uji *t-test* digunakan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh yang signifikan penguasaan konsep siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol. Untuk melakukan pengujian T sampel penelitian diperlukan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : (Tidak ada perbedaan yang signifikan antara penguasaan konsep siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol)

H_a : (Ada perbedaan yang signifikan antara penguasaan konsep siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol)

Uji *t-test* dengan program SPSS 23 menggunakan uji *independent sample t-test* dengan prosedur sebagai berikut.

1. Membuka lembar kerja Variable View pada SPSS 23, kemudian membuat dua variable data pada lembar kerja tersebut.
 - a. Variabel pertama : Kelas
Tipe data : Numeric, Width 8, Decimal 0
 - b. Variabel kedua : Nilai
Tipe data : Numeric, Width : 8, Decimal : 0
- c. Untuk variabel kelas, pada kolom Values di klik kemudian akan keluar tampilan Values Labels sebagai berikut:
 - a. Pada Bans Value diisi 1 kemudian pada Label diisi Kelas Eksperimen, lalu klik Add.
 - b. Pada Bans Value diisi 2 kemudian pada Label diisi Kelas Kontrol, lalu klik Add.
2. Memasukkan semua data pada Data View
3. Pada toolbar menu

- Pilih menu Analyze, kemudian pilih submenu Compare Means
- Pilih menu *Independent Sample T-Test*, kemudian masukkan variabel nilai pada kolom Test Variable(s), dan masukkan kelas pada kolom Grouping Variable.
- Klik Define Groups, kemudian akan keluar tampilan Define Groups
- Pada Use specified value, isi group 1 dengan 1 dan group 2 dengan 2, lalu klik Continue.
- Klik OK

Output hasil uji *Independent Sample T-Test* menggunakan SPSS 23 adalah sebagai berikut :

Group Statistics

	Kelas	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Nilai	Kelas Eksperimen	36	86,53	7,952	1,325
	Kelas Kontrol	36	68,17	5,993	,999

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Nilai	3,773	,056	11,064	70	,000	18,361	1,660	15,051	21,671
			11,064	65,062	,000	18,361	1,660	15,047	21,675

Analisis data:**Langkah 1.**

Baca Lavene's test untuk uji homogenitas (perbedaan varians). Berdasarkan tabel dapat diketahui bahwa nilai F sebesar 3,773 dengan nilai sig. 0,056 karena probabilitas diatas 0,05 maka dapat dikatakan bahwa tidak ada perbedaan varians data pada nilai kelas kontrol dan kelas eksperimen (data homogen).

Langkah 2.

Pada *t-test for Equality of Means* digunakan untuk membaca nilai signifikansi *t-test* pada sig. (2-tailed) dengan kriteria pengujian sebagai berikut:

1. Jika $\text{sig} > 0,05$ maka hipotesis nihil (H_0) diterima dan hipotesis alternatif (H_a) ditolak
2. Jika $\text{sig} \leq 0,05$ maka hipotesis nihil (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima

Jika varian data homogen, maka baca lajur atas (*Equal variance assumed*). Jika varian data tidak homogen, maka baca lajur bawah (*Equal variance not assumed*). Berdasarkan data pada tabel diatas menunjukkan bahwa varian data homogen sehingga yang dibaca adalah *Equal variance assumed*.

Langkah 3.

Pada tabel *t-test for Equality of Means* terlihat bahwa nilai sig. (2-tailed) sebesar 0,000 atau nilai signifikansi $\leq 0,05$ maka hipotesis nihil (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa skor rata-rata penguasaan konsep siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol berbeda secara signifikan.

LAMPIRAN J. DOKUMENTASI HASIL LEMBAR KERJA SISWA DAN *POST-TEST*


LAMPIRAN J.1 DOKUMENTASI HASIL LEMBAR KERJA SISWA




LEMBAR KERJA SISWA
 SISTEM LCCU
 PERTEMUAN KE-2

Perubahan

Layar adalah salah satu sumber energi yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Semakin lama kebutuhan akan penggunaan sumber energi listrik semakin meningkat. Dengan menggunakan teknologi tersebut, maka penting sekali untuk menyediakan teknologi-teknologi pengganti listrik yang baru dan modern. Selain itu, sering kali jaring pemadanan tenaga yang menimbulkan energi listrik seperti listrik, kawat tenaga, kabel dan lain sebagainya di rumah, kantor, sekolah, rumah sakit, dan lain-lain menggunakan kabel yang dapat menyimpan energi listrik. Oleh karena itu perlu diciptakan suatu energi baru yang menggunakan teknologi pengganti listrik yang tidak menggunakan kabel.



Sumber: Alkaba



Sumber: Soudier.com

PROVEK KE-1

18. Arya menggunakan suatu alat pengganti listrik melalui suatu pengembangan listrik di rumah kamu. Apa yang ada di rumahmu? Apakah alat tersebut memiliki fungsi, mudah digunakan, dapat menggantikan listrik lebih dari 5 jam, serta dapat menyimpan energi listrik. Sebagai seorang engineer, kemudi Pita Arya dapat membuat alat tersebut dengan baik dan benar!

A. Mendesain Alat

Buatlah desain yang baik dan benar sesuai hasil diskusi kelompok anda! (Sertakan keterangan pada desain anda seperti ukuran, dll)



Tips:

- GGL akan timbul apabila terjadi perubahan fluks medan magnet pada kumparan
- Medan magnet akan timbul disekitar kumparan apabila kumparan tersebut dilewati oleh arus listrik

B. Alat dan Bahan

Tuliskan alat dan bahan yang kelompok kalian pilih di bawah ini!

1. Voltmeter
2. Baterai ukuran D
3. Kawat tembaga ukuran 0,01 mm
4. Kapasitor
5. Resistor
6. Solder

Berilah alasan mengapa memilih alat dan bahan tersebut!

karena semakin kecil luas penampang, maka hambatannya semakin besar. Semakin panjang kawat, maka hambatan semakin kecil.

Semakin kecil luas penampang dan kawat semakin panjang, hambatan yang terjadi semakin besar.

C. Uji Coba Alat

1. Uji coba kesesuaian dengan teori

Persamaan GGL induksi pada sebuah kumparan yaitu:

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt}$$

Apakah desainmu sudah sesuai dengan teori dari persamaan rumus di atas? Lakukan pengukuran untuk membuktikannya. Ukur tegangan diantara LED menggunakan voltmeter, kemudian isi hasil yang diperoleh pada tabel di bawah ini!

Uji Coba ke	Jumlah lilitan	ε (volt)	Selang waktu (dt)	$d\phi$ (Weber)
1	5 lilitan	0,02	2 s	0,004
2 (perbanyak lilitan)	10 lilitan	0,04	2 s	0,008
3 (perbanyak lilitan)	12 lilitan	0,06	2 s	0,01

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan mendiskusikan bersama kelompok!

- Apakah alat kalian sesuai dengan teori? Jika tidak apa alasannya?

Ya,

- Apa yang harus kalian lakukan agar nilai ε yang dihasilkan menjadi lebih besar?

Perbanyak lilitan dan menggunakan kawat yang memiliki luas penampang kecil.

Mari Menyimpulkan

- Besarnya ggl dipengaruhi oleh luas penampang, dan jumlah lilitan.
- Nyala lampu akan semakin terang jika jumlah lilitan diperbanyak.

SELAMAT MENGERJAKAN



LEMBAR KEGIATAN
SISWA (LKS)

PERTEMUAN KE-3

PROYEK KE-2

"Wireless Charging Table"

Sebuah perusahaan furniture "DELAX" membutuhkan jasa konsultan perangkat elektronika untuk merancang sebuah meja yang selain bisa digunakan untuk tempat menaruh benda-benda seperti cangkir, laptop dan lain sebagainya juga bisa digunakan untuk menyalakan lampu, mengisi daya pada *handphone* maupun perangkat elektronik lainnya. Meja tersebut haruslah memiliki sifat "portabel" (mudah dipindahkan, dan ringan) serta memiliki bentuk yang minimalis. Disini kalian akan bekerja sebagai team untuk menyelesaikan proyek dari klien tersebut. Silahkan memilih salah satu dan team kalian untuk bekerja sebagai ketua team agar pekerjaan kalian terarah dan cepat selesai.

SELAMAT MENERJAKAN

Permintaan Klien

Klien memiliki permintaan untuk pembuatan *wireless charging table* sebagai berikut

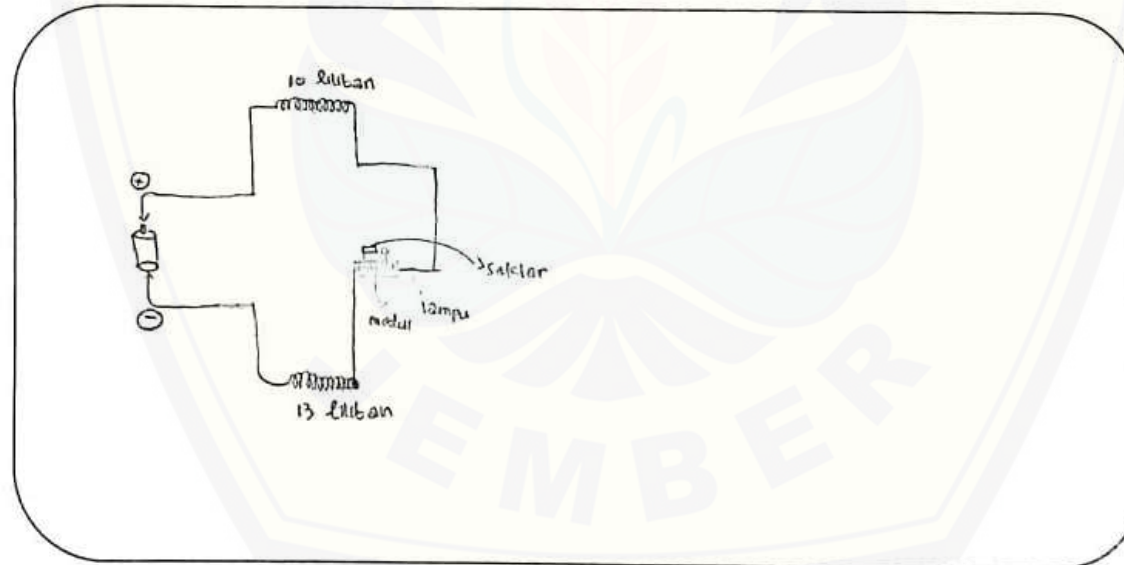
- Bahan meja terbuat dari bahan yang ramah lingkungan dan dapat di daur ulang seperti kardus bekas, dll
- Luas ukuran meja sebesar 165 cm² dengan tebal permukaan meja 2 cm.
- Tinggi meja 25 cm

- Alas permukaan meja harus tahan air
- Sebagian dari meja dapat berfungsi sebagai perangkat pengisi daya secara nirkabel.
- Baterai yang digunakan sebagai sumber arus adalah ukuran D.

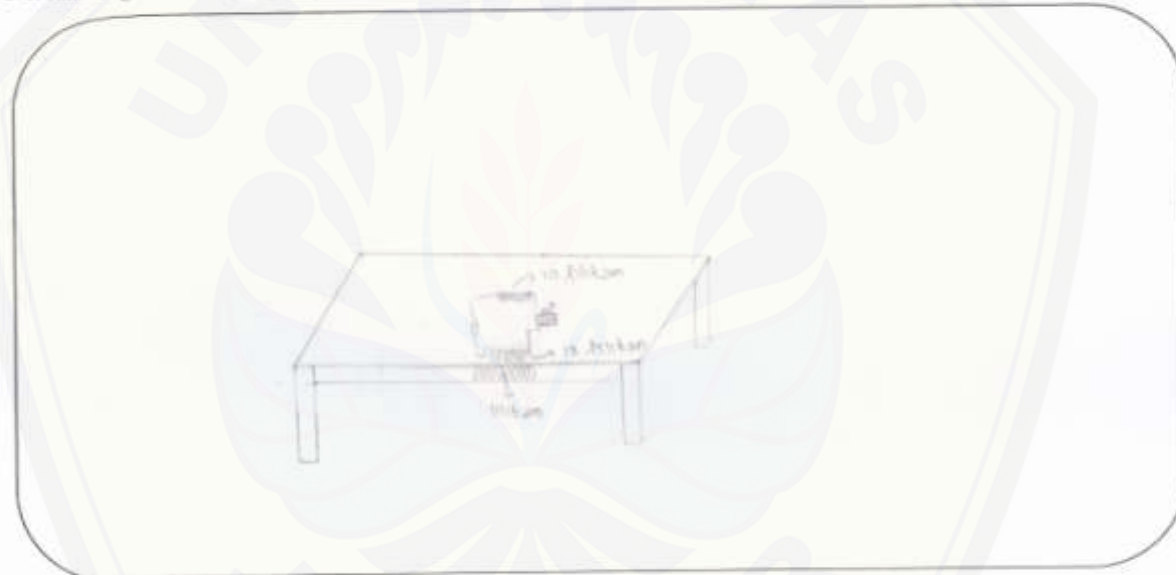
A. Mendesain

Buatlah desain yang baik dan benar sesuai hasil diskusi *team* anda! (Sertakan keterangan pada desain anda seperti ukuran, dll)

1. Desain rancangan meja



2. Desain rangkaian alat penghantar listrik nirkabel yang akan ditempatkan pada meja



Perhatian!

Setelah *team* kalian selesai membuat desain untuk model proyek kalian, silahkan presentasikan kepada klien. Apabila klien telah setuju selanjutnya kalian harus membuat alat tersebut.

B. TUGAS RUMAH

- Buatlah proyek yang sesuai desain yang telah disetujui oleh klien.
- Tulislah alat dan bahan apa saja yang kalian gunakan
- Dokumentasikan proses pembuatan proyek anda (foto dan video)

Alat dan Bahan:	- Lampu LED 2	- Modul
	- Baterai	- Gunting
	- Timah	- Resistor
	- Tembaga	- Kabel (+) (-)
	- Solder	- Isolasi
	- Saklar	- Silet

C. Uji Coba dan Perbaikan

1. Jika proyek *team* kalian sudah selesai dibuat, lakukan pengujian apakah alat tersebut sudah memenuhi permintaan dari klien. Isi pada tabel di bawah ini!

Uji Coba ke	Tanggal Uji Coba	Hasil Uji Coba	Penyebab	Perbaikan	Keterangan Perbaikan
1	2/3/2019	Lampu tidak menyala	Tembaga + besi direkatkan	diberi lelehan kuningan	Lampu menyala setelah tembaga direkatkan dengan kuningan
2	12/3/2019	Lampu menyala	ditambahkan dengan saklar, motor, lampu LED tambahan	—	—
3					

2. Perhatikan apakah proyek yang telah kalian buat telah sesuai dengan kriteria yang diinginkan oleh klien dengan mengisi tabel di bawah ini ! Beri tanda (v) pada kolom di bawah ini

No.	Kriteria	Kondisi	
		Ya	Tidak
1.	Bahan meja yang digunakan ramah lingkungan	✓	
2.	Dimensi meja sesuai dengan yang ditetapkan	✓	

3.	Alas permukaan meja tahan air		x
4.	Sebagian dari meja dapat berfungsi sebagai penghantar listrik nirkabel	✓	
5.	Baterai yang digunakan hanya 1 dan berukuran D	✓	

Kesimpulan

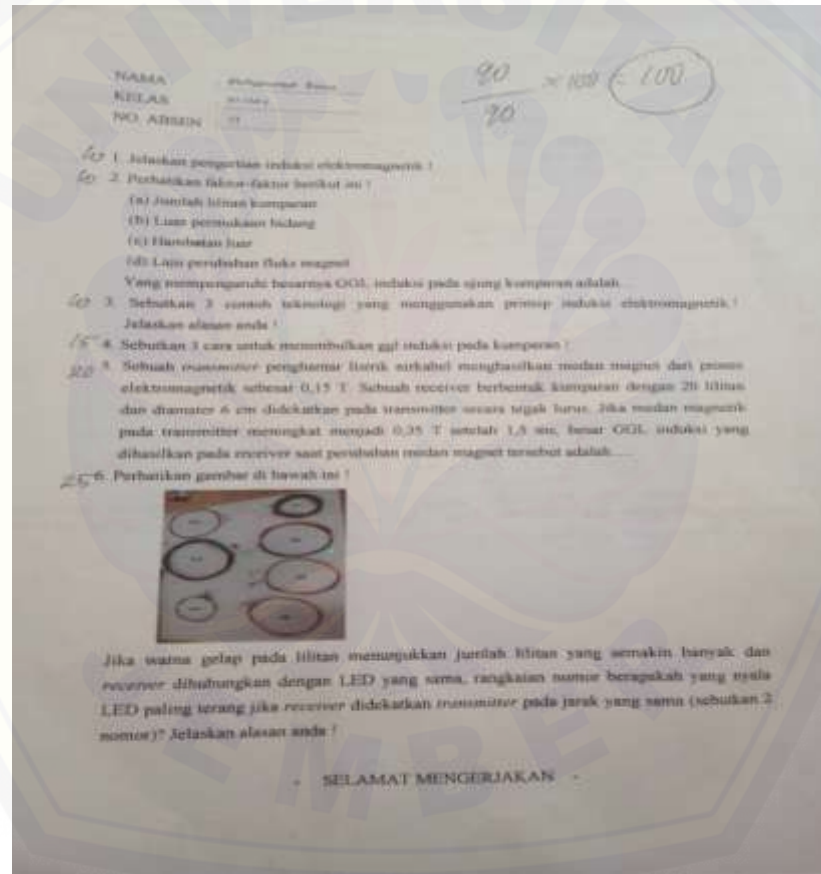
- Lampu LED dapat menyala jika tembaga direkatkan dengan lelehan timah
- Lampu LED dapat menyala karena proses induksi elektromagnetik



SELAMAT MENGERJAKAN

LAMPIRAN J.2 DOKUMENTASI HASIL *POST-TEST*

Lampiran J.2.1 Nilai Tertinggi *Post-test* Kelas Eksperimen



1) gejala timbulnya gaya gerak listrik didalam suatu kumparan/ konduktor bila terdapat perubahan fluks magnetik pada konduktor tsb atau bila konduktor bergerak relatif melintasi medan magnetik

2) A, D, B

- 3) - Kompor induksi : kompor induksi memanaskan tidak dengan api, tapi dengan induksi elektromagnetik
 - Gitar listrik : magnet yang kuat pada gitar listrik menciptakan medan magnet yang mempengaruhi dawai baja gitar
 - Generator pada pembangkit listrik : pembangkit listrik pd pembangkit tenaga air, kincir angin & pembangkit panas bumi menerapkan induksi elektromagnetik yg menghasilkan arus listrik dari perubahan medan magnet

- 4) a) memutar kumparan dalam medan magnet
 b) menggerakkan magnet keluar masuk kumparan
 c) memutar magnet didekat kumparan

5) Diket . $N = 20$ $B_1 = 0,15 T$ $d = 6cm \rightarrow 0,06 m$
 $t = 1,5 ms \rightarrow 0,0015 s$ $B_2 = 0,35 T$

Dit : $\mathcal{E}?$

Jwb : $A = \frac{1}{4} \pi d^2$
 $= \frac{1}{4} \pi (0,06)^2$

$$\mathcal{E} = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$= 20 \frac{(0,35(3 \times 10^{-2}) - 0,15 \cdot (3 \times 10^{-2}))}{1,5 \times 10^{-3}}$$

$$= \frac{20(0,35 - 0,15) \cdot 3 \times 10^{-2} \pi}{1,5 \times 10^{-3}}$$

$$= \frac{20(0,20 \times 3 \times 10^{-2} \pi)}{1,5 \times 10^{-3}}$$

$$= \frac{35,8 \times 10^{-9} \pi}{1,5 \times 10^{-3}}$$

$$= 23,87 \times 10^{-6} \cdot 3,14$$

$$= 74,95 \times 10^{-6} V$$

$$= 7,495 V$$


6) 2 dan 7, karena jumlah lilitan yang semakin banyak sehingga hal ini dapat mempengaruhi besarnya GGL induksi, yang ditim bulkan oleh transmiter dalam hal ini menyebabkan LED menyala paling terang daripada jika dibandingkan dgn transmiter lain

Lampiran J.2.2 Nilai Tertinggi *Post-test* Kelas Kontrol

NAMA M. Abdul Wahid
 KELAS 2 MIPA 4
 NO. ABSEN 22

72 / 100 = 80

1. Jelaskan pengertian induksi elektromagnetik!
2. Perhatikan faktor-faktor berikut ini!
 - (a) Jumlah lilitan kumparan
 - (b) Luas permukaan bidang
 - (c) Hambatan luar
 - (d) Laju perubahan fluks magnet
 Yang mempengaruhi besarnya GGL induksi pada ujung kumparan adalah...
3. Sebutkan 3 contoh teknologi yang menggunakan prinsip induksi elektromagnetik? Jelaskan alasan anda!
4. Sebutkan 3 cara untuk memusnahkan ggl induksi pada kumparan!
5. Sebuah *transmitter* penghantar listrik sikat menghasilkan medan magnet dari proses elektromagnetik sebesar 0,15 T. Sebuah *receiver* berbentuk kumparan dengan 20 lilitan dan diameter 6 cm didekatkan pada *transmitter* secara tegak lurus. Jika medan magnetik pada *transmitter* meningkat menjadi 0,35 T setelah 1,5 ms, besar GGL induksi yang dihasilkan pada *receiver* saat perubahan medan magnet tersebut adalah...
6. Perhatikan gambar di bawah ini!



Jika warna gelap pada lilitan menunjukkan jumlah lilitan yang semakin banyak dan *receiver* dihubungkan dengan LED yang sama, rangkaian nomor berapakah yang nyala LED paling terang jika *receiver* didekatkan *transmitter* pada jarak yang sama (sebutkan 2 nomor)? Jelaskan alasan anda!

- SELAMAT MENGERJAKAN -

Chabot!

1) Induksi Elektromagnetik adalah gejala timbulnya arus listrik di dalam suatu kumparan atau konduktor jika terdapat perubahan fluks magnetik pada konduktor tsb.

2) a) jumlah lilitan
 b) luas permukaan bidang
 d) laju perubahan fluks

3) - Pinako
 - Generator
 - Trafo

A) - Mengalutn Arus Bolak-Balik (AC) Pada kumparan primer untuk menginduksi kumparan Sekunder
 - Memutus kumparan DC
 - Mengalutn Magnet Ekstern Masuk kumparan

5) $B = 0,15 \text{ T}$ $\Delta B = 0,35 - 0,15 = 0,20 \text{ T}$
 $N = 20 \text{ lilitan}$
 $d = 6 \text{ cm} \rightarrow 6 \times 10^{-2} \text{ m}$
 $\theta = 90^\circ$
 $t = 1,5 \text{ ms} \rightarrow 1,5 \times 10^{-3} \text{ s}$

2 $\mathcal{E} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$
 $= -20 \cdot \frac{2 \times 10^{-2}}{1,5 \times 10^{-3}}$
 $= \frac{-40 \times 10^{-2}}{1,5 \times 10^{-3}} = 2,6 \times 10^3 \text{ V}$


6) 2 dan 7.
 karena semakin banyak lilitan, ggl induksi semakin besar

Lampiran J.2.3 Nilai Terendah *Post-test* Kelas Eksperimen

NAMA : NABILAH TIARA S H
 KELAS : XI IPA 3
 NO ABSEN : 19

$\frac{68}{70} \times 100 = 75,6$

1. Apakah program telah dilaksanakan?
 2. Perilaku siswa tidak terlihat?
 (a) tidak ada kegiatan
 (b) hanya sekedar
 (c) tidak ada kegiatan
 Yang menunjukkan bahwa GGL tidak ada yang kurang adalah...
 3. Seberapa jauh siswa yang mengalami proses induksi elektromagnetik?
 4. Seberapa jauh siswa memahami gg induksi pada kumparan?
 5. Seberapa banyak siswa yang dapat menjelaskan induksi magnetik dengan 20 lilitan dan diameter 4 cm di dalam pada kumparan yang tegak lurus. Itu induksi magnetik pada kumparan yang tegak lurus 0,15 T untuk 1,5 ms. Berapa GGL induksi yang dihasilkan pada kumparan saat perubahan medan magnet tersebut adalah...
 6. Perilaku guru di kelas ini?



Jika kamu gigit pada lilitan menunjukkan jumlah lilitan yang akan berakur dan nomor dihubungkan dengan LED yang menyala, apakah akan kumparan yang ada LED paling terang jika nomor dihubungkan kumparan pada titik yang sama lilitan? jelaskan alasan anda!

SELAMAT MENGERJAKAN

NAMA : NABILAH TIARA S H
 KELAS : XI IPA 3
 NO ABSEN : 19

$\frac{68}{90} \times 100 = 75,6$

NABILAH TIARA S H
 XI IPA 3

1) Induksi elektromagnetik adalah timbulnya medan magnetik akibat arus listrik yang mengalir dalam suatu penghantar.
 2) (a), (b), (c) 10
 3) Wireless lamp, wireless charging table, banyak induksi
 4) Karena kumparan ini menunjukkan kumparan selang-seling dapat menimbulkan induksi elektromagnetik
 5) - Menunjukkan magnet dalam suatu kumparan
 - Alas kumparan dalam keadaan magnet
 - Mengalir arus listrik ke kumparan

6) $B = 0,15 \text{ T}$
 $N = 20 \text{ lilitan}$
 $r = 2 \text{ cm}$
 $B = 0,15 \text{ T}$
 $t = 1,5 \text{ ms} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ sekon}$

$A = \pi r^2$
 $= \pi \times 2^2 = 9\pi \text{ cm}^2$

$\rightarrow E = N \left(\frac{B_2 A - B_1 A}{\Delta t} \right)$

$= 20 \left(\frac{(0,15 \times 9\pi) - (0,15 \times 9\pi)}{1,5 \times 10^{-3}} \right)$

$= 20 \left(\frac{5,15\pi - 1,35\pi}{1,5 \times 10^{-3}} \right)$

$= 20 \left(\frac{1,8\pi}{1,5 \times 10^{-3}} \right)$

$= 24\pi \times 10^3 = 2,4\pi \text{ wb}$

induksi elektromagnetik!
 magnet dari proses dengan 20 lilitan a medan magnetik GGL induksi yang

lilitan banyak dan pakah yang nyata sama (sebutkan 2

Lampiran J.2.4 Nilai Terendah *Post-test* Kelas Kontrol

NAMA: Diana Erika Theresia
 KELAS: fy. 04
 NO. ABSEN: 80

$\frac{18,6}{90} = 0,21$ 54

1. Jelaskan pengertian induksi elektromagnetik!
2. Persebutkan faktor-faktor berikut ini!
 - (a) Jumlah lilitan kumparan
 - (b) Jarak pemisahan lilitan
 - (c) Hambatan lilit
 - (d) Laju perubahan fluks magnet
3. Sebutkan 3 contoh teknologi yang menggunakan prinsip induksi elektromagnetik? Jelaskan alasan anda!
4. Sebutkan 3 cara untuk membandingkan ggl induksi pada kumparan!
5. Sebuah *transmitter* penghantar listrik nikabel menghasilkan medan magnet dari proses elektromagnetik sebesar 0,15 T. Sebuah receiver berbentuk kumparan dengan 20 lilitan dan diameter 6 cm diletakkan pada *transmitter* secara tegak lurus. Jika medan magnetik pada *transmitter* meningkat menjadi 0,35 T setelah 1,5 ms, besar GGL induksi yang dihasilkan pada receiver saat perubahan medan magnet tersebut adalah...
6. Perhatikan gambar di bawah ini!

Jika warna gelap pada lilitan menunjukkan jumlah lilitan yang semakin banyak dan receiver dihubungkan dengan LED yang sama, rangkaian nomor berapakah yang nyala LED paling terang jika receiver didekatkan *transmitter* pada jarak yang sama (sebutkan 2 nomor)? Jelaskan alasan anda!

- SELAMAT MENGERJAKAN -

Jawab.

1. Induksi elektromagnetik adalah gejala timbulnya gaya gerak listrik di dalam suatu kumparan atau konduktor bila terdapat perubahan fluks magnetik.
2. Jumlah lilitan kumparan (N) & laju perubahan fluks magnet.
3. - Resistor
- Trafo
- Sitar listrik
4. - Menggerakkan magnet keluar masuk kumparan.
- Motor magnet dekat kumparan.
- Memutar arus AC atau DC

5. $B = 0,15 \text{ T}$
 $M = 20 \text{ lilitan}$
 $d = 6 \text{ cm} = 6 \times 10^{-2} \text{ m}$
 $\theta = 90^\circ$
 $t = 1,5 \rightarrow 1,5 \times 10^{-3}$

$\Delta B = 0,35 - 0,15 = 0,20 \text{ T}$

Jawab: $\epsilon = -N \frac{d\Phi}{dt}$
 $= -20 \cdot \frac{2 \times 10^{-1}}{1,5 \times 10^{-3}}$
 $= \frac{-40 \times 10^{-1}}{1,5 \times 10^{-3}} = 2,6 \times 10^{-3} \text{ V}$

6. 2 dan 7

LAMPIRAN K. FOTO KEGIATAN PENELITIAN



Gambar 1. Pembelajaran Kelas Eksperimen Fase Membuat Pertanyaan Esensial



Gambar 2. Pembelajaran Kelas Eksperimen Fase Merancang Rencana Pembuatan Proyek



Gambar 3. Praktikum Diskusi Pembuatan Desain



Gambar 4. Pembuatan Proyek



Gambar 5. Presentasi hasil proyek



Gambar 6. Uji Coba Hasil



Gambar 7. *Post-test* Kelas Eksperimen



Gambar 8. Pembelajaran Pada Kelas Kontrol



Gambar 9. *Post-test* Pada Kelas Kontrol

LAMPIRAN L. SURAT PENELITIAN

	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI 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.fkip.unj.ac.id
Nomor	7 5 7 9 /UN25.J.5/LT/2019
Lampiran	-
Hal	: Permohonan Izin Penelitian
25 SEP 2019	
Yth. Kepala SMA Negeri 4 Jember Jember	
Diberitahukan dengan hormat, bahwa mahasiswa FKIP Universitas Jember di bawah ini:	
Nama	: Cendy Eka Erlinawati
NIM	: 160210102103
Jurusan	: Pendidikan MIPA
Program Studi	: Pendidikan Fisika
Waktu Penelitian	: September - Oktober 2019
Berkenaan dengan penyelesaian studinya, mahasiswa tersebut bermaksud melaksanakan penelitian di SMA Negeri 4 Jember dengan judul "Pengaruh Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL) Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Proses Sains Dan Penguasaan Konsep Fisika Siswa Di SMA". 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 terima kasih.	
 a.n. Dekan Wakil Dekan I, Prof. Dr. Suratno, M.Si NIP. 196706251992031003	



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR

DINAS PENDIDIKAN

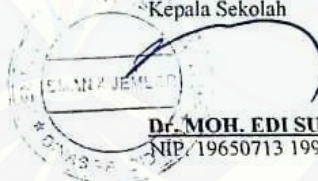
SMA NEGERI 4 JEMBERJl Hayam Wuruk 145 Telp.(0331) 421819 Fax. (0331) 412463 Jember 68135
Web <http://www.sman4jember.sch.id> - e-mail.admin@sman4jember.sch.id**SURAT KETERANGAN**Nomor : 421 3-947/101 6.5 4/2019
Perihal : Penelitian

Yang bertanda tangan dibawah ini Kepala SMA Negeri 4 Jember menerangkan dengan sebenarnya bahwa :

N a m a : CENDY EKA ERLINAWATI
N I M : 160210102103
Program Studi/Jurusan : MIPA/ Pend. Fisika
Universitas Negeri Jember

Benar-benar telah melaksanakan Penelitian di SMA Negeri 4 Jember pada tanggal 09 s.d 24 September 2019 dengan judul "**Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Berbasisi STEM Terhadap Keterampilan Proses Sains Dan Penguasaan Konsep Fisika Siswa Di SMA**".

Demikian surat keterangan ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jember, 10 Oktober 2019
Kepala Sekolah**Dr. MOH. EDI SUYANTO, M. Pd.**
NIP. 19650713 199003 1 007