



**APLIKASI METODE PYTHAGORAS DALAM
PENYELESAIAN SOAL-SOAL RELATIVITAS
KHUSUS EINSTEIN TERHADAP HASIL
BELAJAR SISWA KELAS XII
SMA NEGERI AMBULU**

SKRIPSI

Oleh

**Riska Uswatun Khasanah
NIM 150210102036**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**APLIKASI METODE PYTHAGORAS DALAM
PENYELESAIAN SOAL-SOAL RELATIVITAS
KHUSUS EINSTEIN TERHADAP HASIL
BELAJAR SISWA KELAS XII
SMA NEGERI AMBULU**

SKRIPSI

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

Oleh

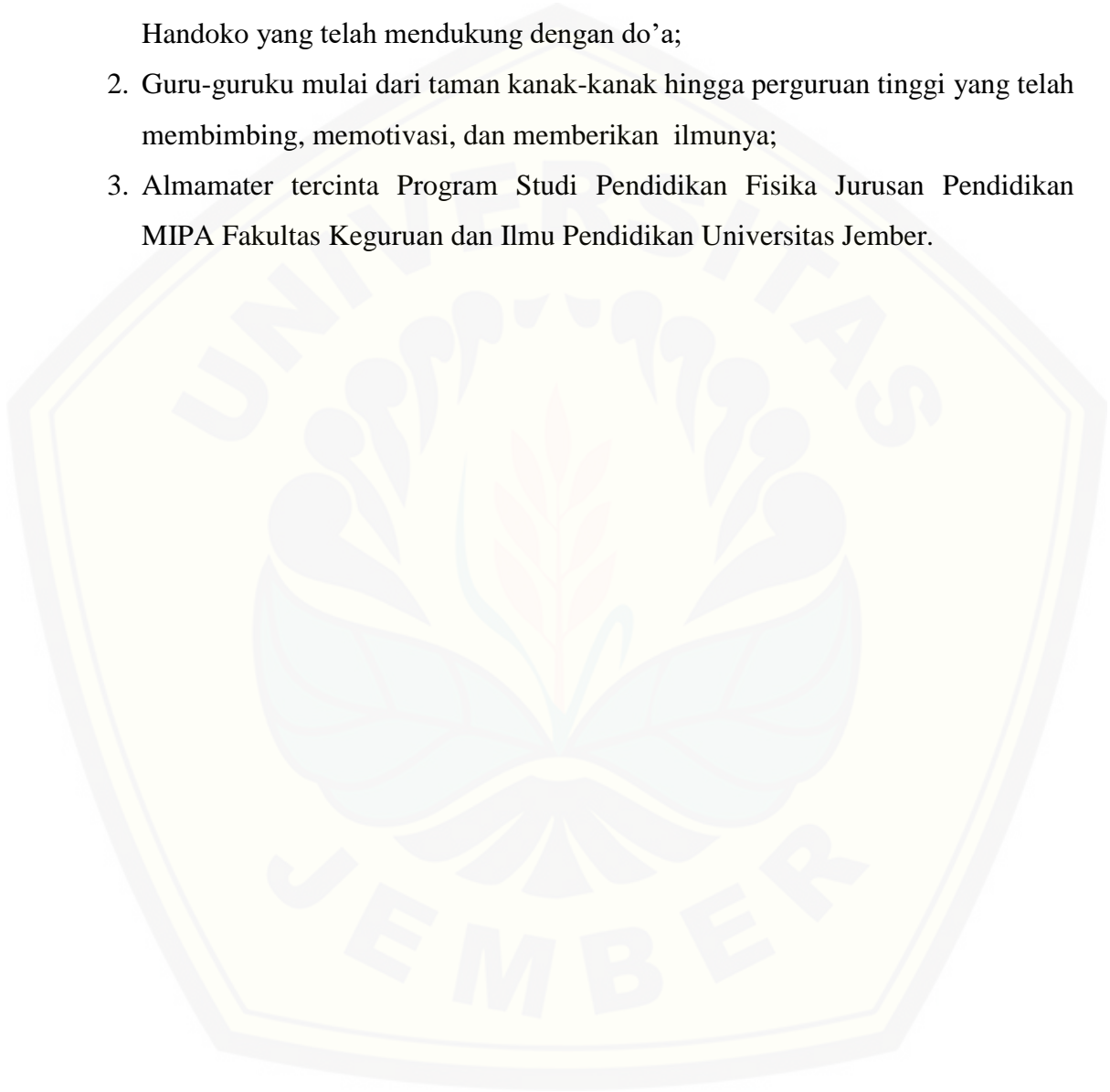
**Riska Uswatun Khasanah
NIM 150210102036**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa syukur kepada:

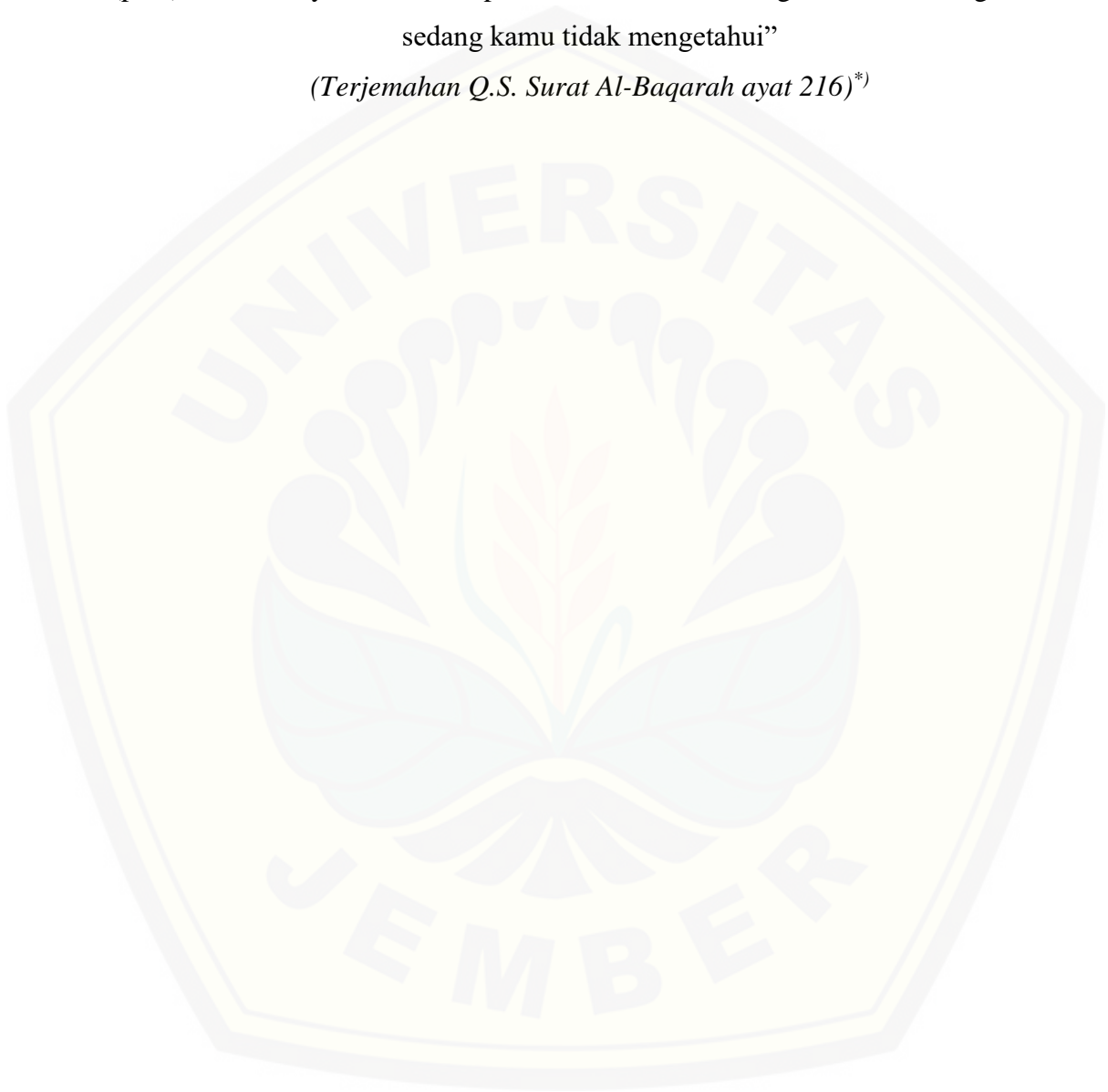
1. Keluarga tercinta khususnya Ibu Sri Nurtatik, Bapak (Alm) Edy Suwito, Ayah Handoko yang telah mendukung dengan do'a;
2. Guru-guruku mulai dari taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi yang telah membimbing, memotivasi, dan memberikan ilmunya;
3. Almamater tercinta Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.



MOTO

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui”

(Terjemahan Q.S. Surat Al-Baqarah ayat 216))*



*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2008. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV Penerbit Diponegoro.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Riska Uswatun Khasanah

NIM : 150210102036

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah berupa skripsi yang berjudul: “Aplikasi Metode Pythagoras dalam Penyelesaian Soal-Soal Relativitas Khusus Einstein terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XII SMA Negeri Ambulu” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan merupakan 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 mendapat sanksi akademik jika ternyata kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 26 Februari 2019
Yang menyatakan,

Riska Uswatun Khasanah
NIM 150210102036

SKRIPSI

**APLIKASI METODE PYTHAGORAS DALAM
PENYELESAIAN SOAL-SOAL RELATIVITAS
KHUSUS EINSTEIN TERHADAP HASIL
BELAJAR SISWA KELAS XII
SMA NEGERI AMBULU**

Oleh

**Riska Uswatun Khasanah
NIM 150210102036**

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Sri Handono Budi P., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Aplikasi Metode Pythagoras dalam Penyelesaian Soal-Soal Relativitas Khusus Eintein terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XII SMA Negeri Ambulu” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

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

Drs. Sri Handono B.P., M.Si.
NIP. 19580318 198503 1 004

Anggota I,

Anggota II,

Drs. Alex Harijanto, M.Si.
NIP. 19641117 199103 1 001

Drs. Albertus Djoko L., M.Si.
NIP. 19641230 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

Aplikasi Metode Pythagoras dalam Penyelesaian Soal-Soal Relativitas Khusus Eintein terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XII SMA Negeri Ambulu; Riska Uswatun Khasanah; 150210102036; 2019; 33 Halaman; Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Fisika merupakan ilmu yang mempelajari fenomena-fenomena dan gejala alam. Fisika sebagai salah satu mata pelajaran yang memiliki berbagai macam rumus. Mempelajari fisika tidak hanya semata-mata menghafal rumus, melainkan memahaminya terutama pada materi yang bersifat abstrak seperti relativitas khusus Einstein. Namun pembelajaran yang sering terjadi siswa hanya menghafal rumus tanpa mengetahui asal-usulnya, sehingga nilai hasil belajar menjadi rendah. Hal ini juga akan berdampak pada ujian nasional. Menghafal rumus fisika tanpa memahaminya tidaklah cukup sebagai bekal menyelesaikan soal ujian nasional yang proses pengerjaannya dibatasi oleh waktu. Oleh karena itu, perlu adanya rumus cepat yang dapat dijadikan sebagai bekal tanpa mengurangi pemahaman siswa. Salah satu rumus cepat yang dapat digunakan yaitu metode Pythagoras untuk menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji hasil belajar siswa dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein menggunakan metode Pythagoras.

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen, dengan tempat penelitian ditentukan menggunakan metode *purposive sampling area*. Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri Ambulu di Jember. Populasi penelitian ini adalah kelas XII MIPA 1, XII MIPA 2, XII MIPA 3, XII MIPA 4, XII MIPA 5, dan XII MIPA 6. Sampel dari penelitian ini diperoleh dari uji homogenitas terhadap populasi. Penentuan sampel penelitian menggunakan metode *cluster random sampling area*. Sampel penelitian yang digunakan yaitu kelas XII MIPA 3 sebagai kelas eksperimen dan kelas XII MIPA 1 sebagai kelas kontrol. Desain penelitian yang digunakan adalah *post test only control design*. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah wawancara, dokumentasi, dan tes hasil belajar. Materi

yang digunakan dalam penelitian ini adalah relativitas khusus Einstein dengan pokok bahasan kontraksi panjang, pemuaiian waktu, konsep massa, dan energi relativistik.

Berdasarkan hasil analisis data melalui uji *Mann-whitney test* diperoleh nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar 0,000. Nilai signifikasi hasil analisis data hasil belajar lebih kecil dari 0,05 ($0,000 < 0,05$). Sesuai dengan kriteria pengambilan keputusan uji *Mann-whitney* jika nilai $\text{sig} \geq 0,05$ maka H_0 diterima, dan jika nilai $\text{sig} < 0,05$ maka H_a diterima. Dengan demikian hipotesis penelitian terbukti bahwa nilai rata-rata hasil belajar kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol. Hal ini dibuktikan dengan nilai hasil belajar siswa kelas eksperimen memiliki rata-rata sebesar 93,94 dan kelas kontrol memiliki rata-rata sebesar 75,31.

Berdasarkan data di atas, maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi metode Pythagoras dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar siswa kelas XII SMA Negeri Ambulu.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Aplikasi Metode Pythagoras dalam Penyelesaian Soal-Soal Relativitas Khusus Einstein terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XII SMA Negeri Ambulu”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

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

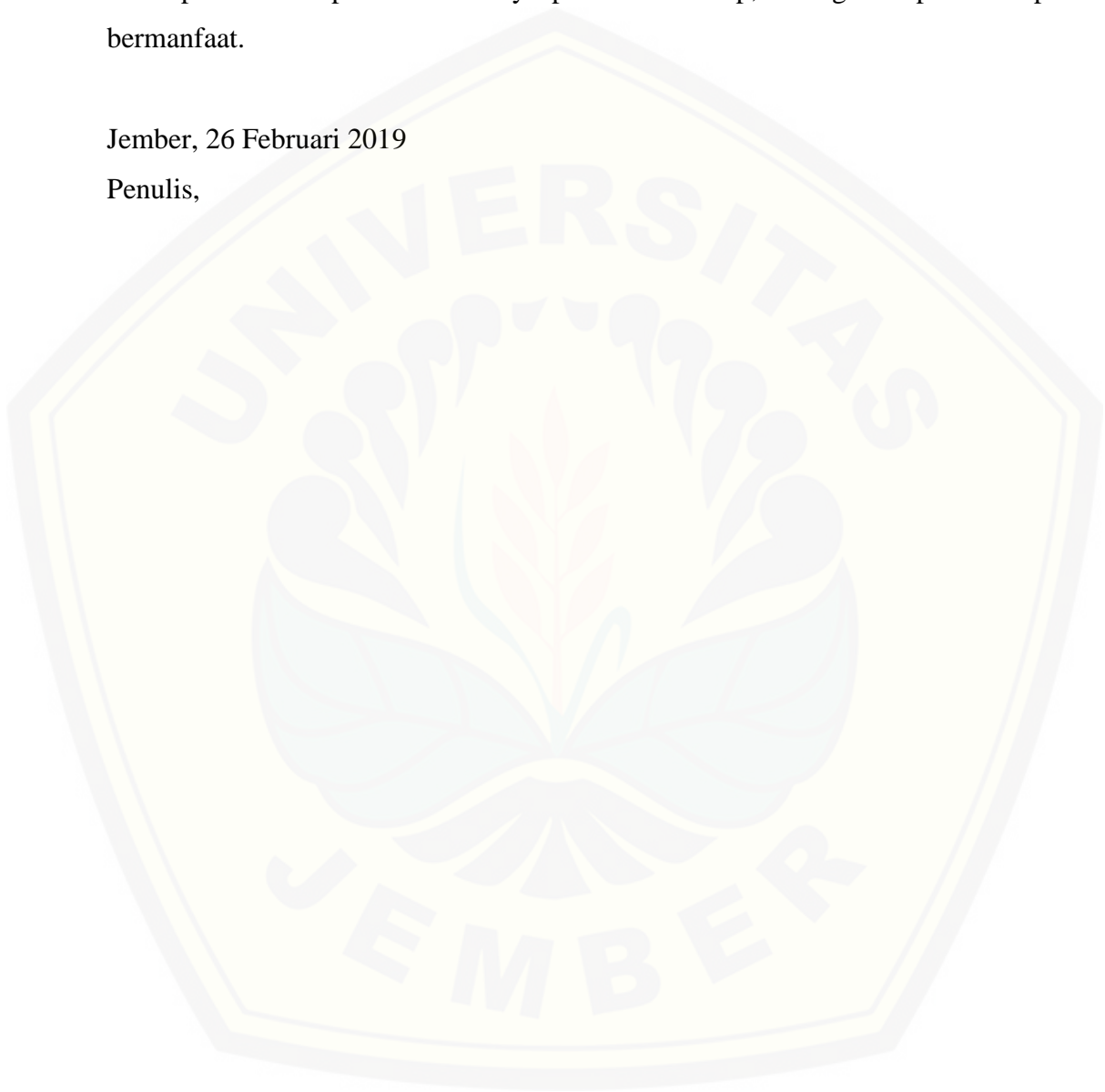
1. Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah menerbitkan surat permohonan izin penelitian;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan skripsi ini;
3. Drs. Bambang supriadi, M.Sc selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan skripsi ini;
4. Drs. Bambang supriadi, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Drs. Sri Handono Budi Prastowo, M.Si selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan bimbingan serta pengarahan demi terselesainya penulisan skripsi ini;
5. Drs. Alex Harijanto, M.Si selaku Dosen Penguji Utama, dan Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan saran dan masukan pada penulisan skripsi ini;
6. Drs. Mochammad Irfan, M.Pd selaku Kepala Sekolah SMA Negeri Ambulu yang telah memberikan izin penelitian di sekolah;
7. Drs. Suhartono selaku guru bidang studi fisika kelas XII di SMA Negeri Ambulu yang telah membantu dan membimbing selama penelitian di sekolah;
8. Tutut Widyawati dan Vela Rizqiyah selaku observer yang telah meluangkan waktunya untuk penelitian ini;

9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

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

Jember, 26 Februari 2019

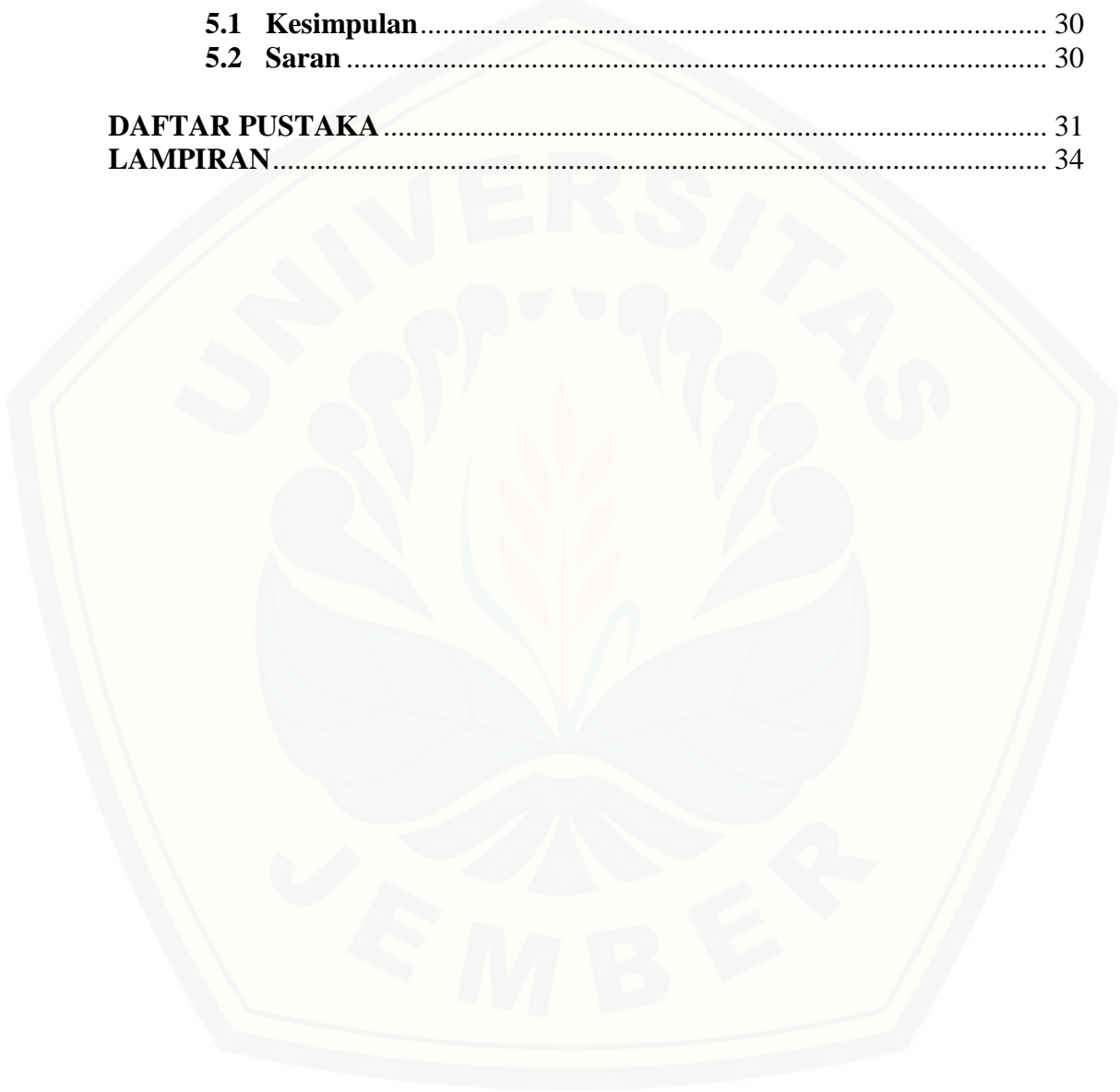
Penulis,



DAFTAR ISI

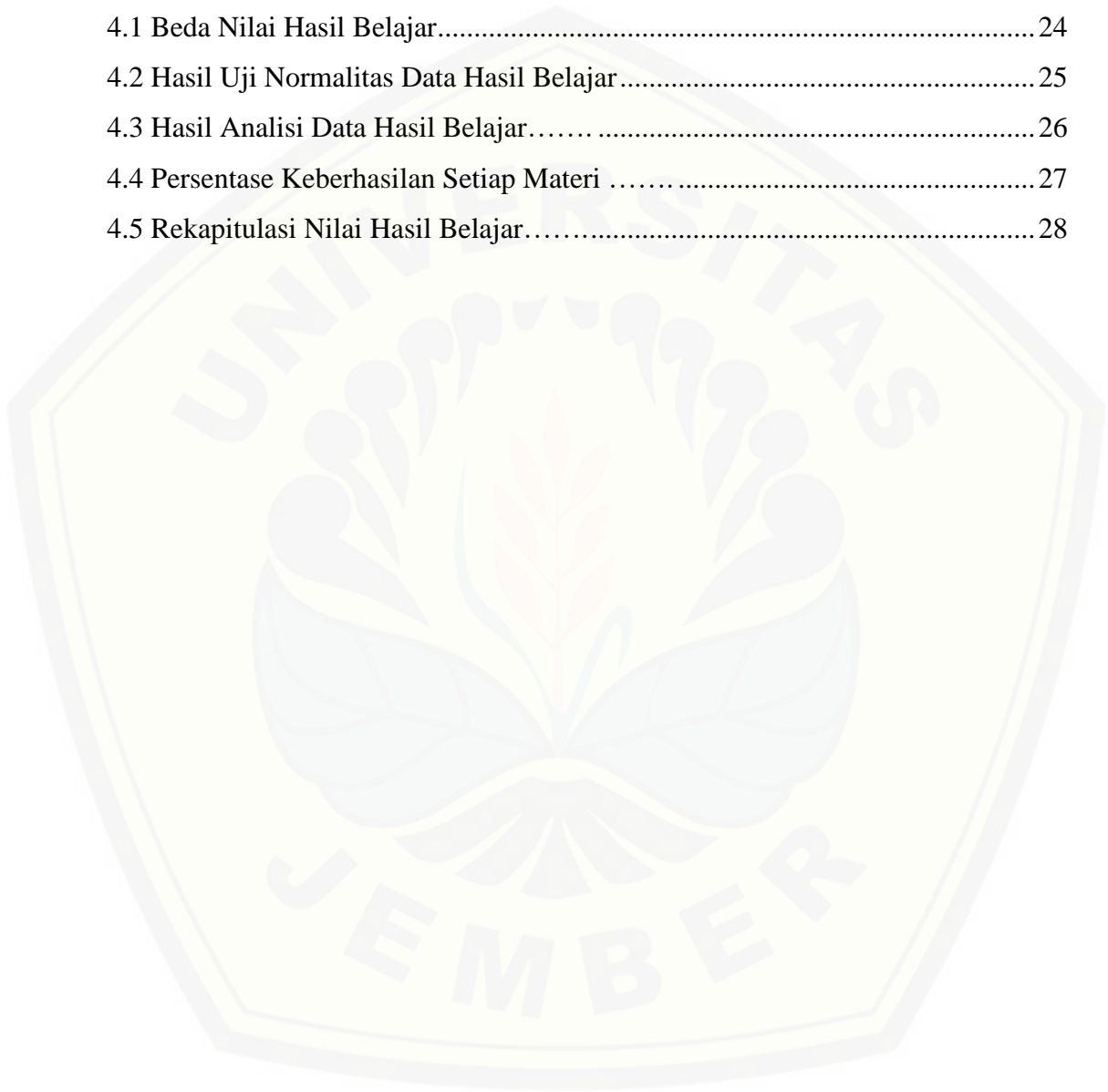
	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pembelajaran Fisika	5
2.2 Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i>	6
2.3 Relativitas Khusus	7
2.4 Metode Pythagoras	11
2.5 Metode Pythagoras dalam Menyelesaikan soal-soal relativitas Khusus Einstein	12
2.6 Hasil Belajar	14
2.7 Hipotesis Penelitian	15
BAB 3. METODE PENELITIAN	16
3.1 Jenis Penelitian	16
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian	16
3.3.1 Populasi Penelitian	16
3.3.2 Sampel Penelitian	17
3.4 Definisi Operasional Variabel Penelitian	17
3.5 Desain Penelitian	18
3.6 Prosedur Penelitian	18
3.7 Teknik Pengumpulan Data	21
3.7.1 Wawancara	21
3.7.2 Dokumentasi.....	21
3.7.3 Tes Hasil Belajar	21
3.8 Teknik Analisis Data	22

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil Penelitian	24
4.1.1 Sampel Penelitian	24
4.1.2 Analisis Data Hasil Belajar.....	24
4.2 Pembahasan	26
BAB 5. PENUTUP	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	34



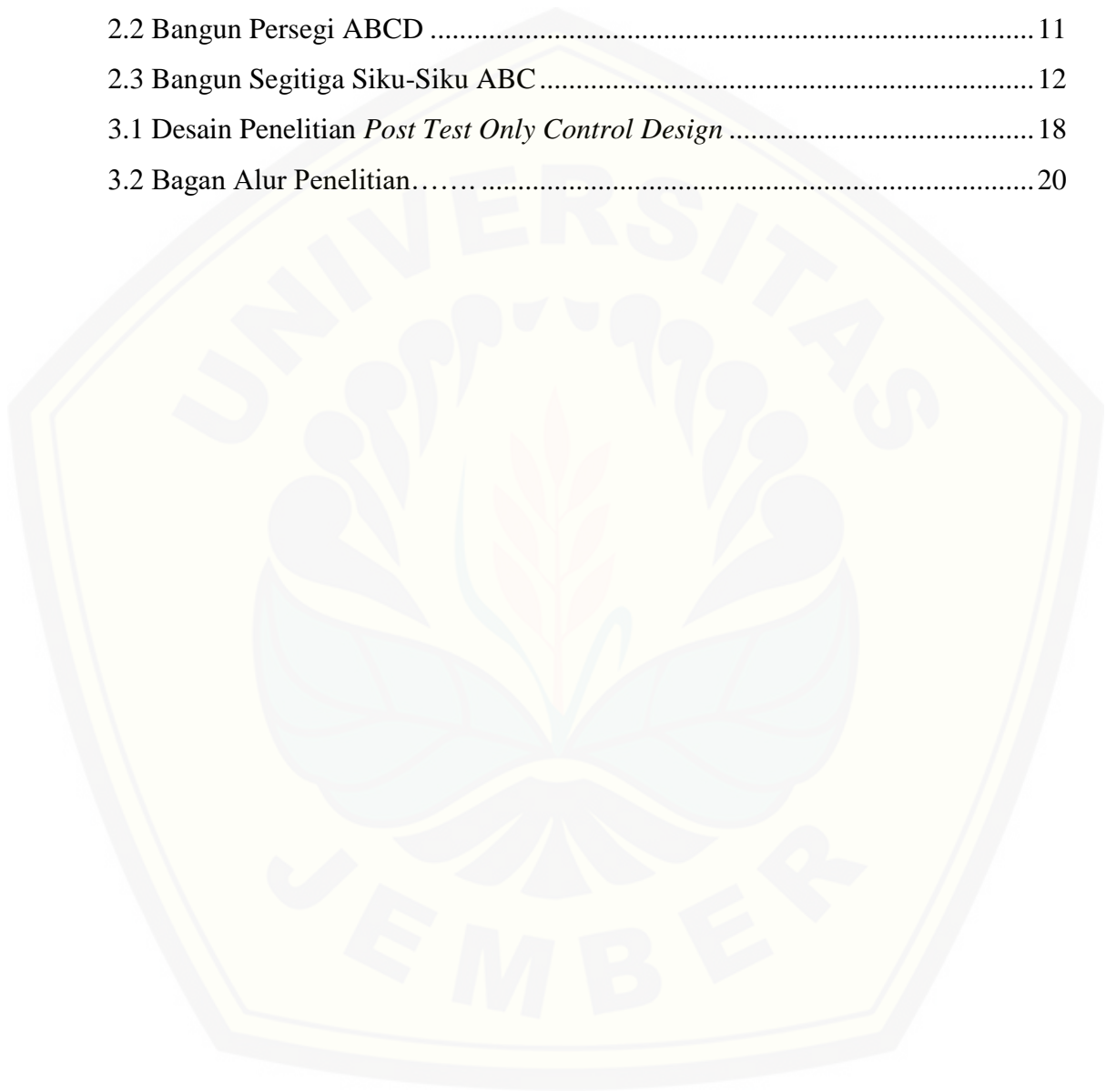
DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Sintakmatik Model Pembelajaran PBL.....	7
4.1 Beda Nilai Hasil Belajar.....	24
4.2 Hasil Uji Normalitas Data Hasil Belajar.....	25
4.3 Hasil Analisi Data Hasil Belajar.....	26
4.4 Persentase Keberhasilan Setiap Materi	27
4.5 Rekapitulasi Nilai Hasil Belajar.....	28



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Bangun Segitiga Siku-Siku	11
2.2 Bangun Persegi ABCD	11
2.3 Bangun Segitiga Siku-Siku ABC	12
3.1 Desain Penelitian <i>Post Test Only Control Design</i>	18
3.2 Bagan Alur Penelitian.....	20



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Matrik Penelitian	34
Lampiran B. Wawancara.....	35
Lampiran C. Uji Homogenitas.....	36
Lampiran D. Data Nilai Hasil Belajar Siswa.....	40
Lampiran E. Analisis Data Hasil Belajar.....	44
E.1 Uji Normalitas Hasil Belajar.....	44
E.2 Uji T Hasil Belajar.....	46
Lampiran F. Bukti Hasil <i>Post Test</i>	48
Lampiran G. Data Hasil Wawancara.....	55
Lampiran H. Jadwal Penelitian.....	57
Lampiran I. Surat Penelitian.....	58
I.1 Surat Izin Observasi Penelitian.....	58
I.2 Surat Izin Penelitian.....	59
I.3 Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian.....	60
Lampiran J. Silabus Pembelajaran.....	61
Lampiran K. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran.....	64
Lampiran L. Kisi-Kisi Soal <i>Post Test</i>	74
Lampiran M. Soal <i>Post Test</i>	84
Lampiran N. Foto Kegiatan Penelitian.....	87
N.1 Foto Pembelajaran Kelas Eksperimen.....	87
N.2 Foto <i>Post Test</i>	88

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fisika sebagai salah satu dari cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari dan menganalisis gejala atau proses alam. Fisika merupakan mata pelajaran yang dapat mengembangkan kemampuan peserta didik untuk berfikir kritis dan analisis baik secara induktif maupun deduktif dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan fenomena-fenomena dan gejala alam di lingkungan sekitar (Bakhtiar, 2017:1). Pada hakikatnya fisika bagian ilmu pengetahuan alam (sains) yang mempelajari tentang gejala-gejala alam, perubahan fenomena alam, serta pengalaman sehari-hari di sekitar kita (Soge, 2016:6). Dalam belajar fisika bertujuan untuk mengembangkan pengetahuan, pemahaman, dan kemampuan analisis terhadap lingkungan alam dan sekitar, sehingga perlu adanya pemahaman konsep-konsep terkait ilmu yang dipelajari di fisika. Menurut Ihsanudin (dalam Iftitah, 2017:2), kemampuan menguasai konsep fisika merupakan bagian dasar dalam mempelajari fisika. Dengan menguasai konsep siswa dapat menerapkan konsep yang telah diperoleh untuk memecahkan masalah yang sederhana sampai dengan yang kompleks.

Dalam dunia pendidikan saat ini tengah mengalami permasalahan yang dihadapi salah satunya adalah adanya masalah dengan lemahnya proses pendidikan terutama rendahnya hasil belajar siswa pada mata pelajaran fisika (Pohan dan Simamora, 2014:45). Pada umumnya guru hanya menjelaskan definisi tanpa memberi tahu asal mula dari rumus yang diajarkan kepada siswa di sekolah, sehingga siswa hanya menghafal rumus jadinya saja. Akibatnya hasil belajar siswa dan nilai ujian nasional menjadi rendah.

Menurut Wiyono (2009:2), topik relativitas khusus merupakan salah satu materi yang diajarkan di SMA kelas XII semester 2. Permasalahan yang dihadapi oleh guru fisika dalam pembelajaran fisika pada materi relativitas khusus Einstein salah satunya adalah penguasaan konsep siswa masih tergolong rendah. Hasil wawancara kepada salah satu guru fisika kelas XII program ipa di SMA Negeri Ambulu juga menyatakan bahwa penguasaan konsep siswa pada materi relativitas

husus Einstein masih rendah. Hal ini disebabkan oleh kesulitan yang dialami siswa untuk membayangkan materi yang bersifat abstrak seperti relativitas khusus Einstein. Mereka hanya menghafal rumus yang didapat dari buku, sehingga siswa dapat dengan mudah terkecoh oleh soal-soal yang agak rumit. Materi relativitas khusus Einstein ini termasuk dalam materi fisika yang diujikan dalam ujian nasional.

Ujian nasional yang berbasis komputer dapat meminimalisir keterlambatan proses distribusi soal, gambar yang tertera dalam soal lebih jelas, dan siswa lebih praktis dalam pengerjaannya. Siswa dapat menyelesaikan seluruh soal dengan tepat waktu sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, namun masih banyak siswa menggunakan waktu yang lama untuk menyelesaikan soal ujian nasional sehingga siswa membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menyelesaikan soal-soal.

Siswa dalam menghadapi ujian nasional yang proses pengerjaannya dibatasi oleh waktu sangat membutuhkan metode cepat untuk menyelesaikannya. Pada umumnya menyelesaikan soal-soal fisika membutuhkan waktu yang lumayan lama, terutama menyelesaikan soal dengan materi yang bersifat abstrak seperti teori relativitas khusus Einstein maka dibutuhkan metode cepat. Menurut Hardiono (2016:53), penggunaan metode cepat termasuk dalam salah satu kategori kemampuan berhitung cepat. Dalam kegunaannya, metode cepat ini dapat membantu siswa untuk meminimalisir waktu yang tersedia.

Adapun hasil penelitian yang dilakukan oleh Korkmaz (2016) bahwa soal-soal relativitas khusus Einstein dapat diselesaikan dengan menggunakan perhitungan metode yang lebih cepat. Metode yang lebih cepat ini yaitu metode Pythagoras yang diaplikasikan pada soal-soal tentang kontraksi panjang relativitas, pemuatan waktu, dan konsep massa. Metode Pythagoras ini dapat membantu siswa untuk menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein dengan cepat dan mudah, namun penelitiannya belum diaplikasikan pada materi energi relativistik. Pernyataan ini juga didukung oleh penelitian dari Okun (2008), yang menyatakan bahwa teori relativitas khusus Einstein dapat dipahami dengan cara yang sederhana dan langsung. Rumus relativitas khusus Einstein dapat

disederhanakan dengan menggunakan metode Pythagoras, namun dalam penelitiannya hanya menuliskan penemuan rumus cepat metode Pythagoras saja, tidak diaplikasikan atau diteliti lebih lanjut di sekolah untuk mengkaji hasil belajar siswa.

Berdasarkan uraian di atas peneliti ingin melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji hasil belajar dengan metode yang tepat dan singkat dalam menyelesaikan soal-soal pada pelajaran fisika terutama soal-soal relativitas khusus Einstein. Adapun judul dari penelitian ini yaitu *“Aplikasi Metode Pythagoras dalam Penyelesaian Soal-Soal Relativitas Khusus Einstein terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XII SMA Negeri Ambulu”*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah dari penelitian ini yaitu bagaimanakah pengaruh penggunaan metode Pythagoras dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein terhadap hasil belajar siswa?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu mengkaji hasil belajar siswa dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein menggunakan metode Pythagoras.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat:

- a. Bagi peneliti, peneliti dapat mengetahui pengaruh metode Pythagoras dalam menyelesaikan Soal-Soal Relativitas Khusus Einstein terhadap hasil belajar siswa Kelas XII SMA Negeri Ambulu.
- b. Bagi guru, guru dapat dijadikan informasi mengenai metode Pythagoras dalam menyelesaikan Soal-Soal Relativitas Khusus Einstein oleh guru dalam kegiatan belajar mengajar di kelas.

- c. Bagi siswa, siswa dapat menerapkan metode Pythagoras dalam menyelesaikan Soal-Soal Relativitas Khusus Einstein baik pada saat materi pembelajaran berlangsung maupun digunakan saat ujian nasional.
- d. Bagi peneliti lain, penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk dikembangkan oleh peneliti lain.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembelajaran Fisika

Belajar merupakan kegiatan yang sangat penting bagi setiap orang dalam kehidupan sehari-hari. Belajar adalah mengalami, mengalami berarti menghayati suatu peristiwa yang akan menimbulkan respon-respon tertentu dari pihak pelajar. Dari belajar bisa mendapatkan informasi yang sebelumnya tidak diketahui (Daryanto, 2013:61). Menurut Abdillah (dalam Aunurrahman, 2014:35), belajar adalah usaha sadar dari individu yang menyangkut aspek pengetahuan, sikap, dan keterampilan yang ditandai dengan adanya perubahan tingkah laku. Belajar tidak hanya dengan media pembelajaran saja, melainkan bisa didapatkan dari lingkungan sekitar. Jadi, belajar adalah kegiatan sadar yang ditunjukkan adanya interaksi dengan lingkungan sekitar baik disengaja maupun tidak dengan hasil yang dapat ditandai adanya perubahan tingkah laku.

Pembelajaran merupakan proses memperoleh ilmu pengetahuan, penguasaan kemahiran, dan tabiat, serta pembentukan sikap dari siswa yang dibantu oleh guru atau pendidik (Rahayubi, 2012). Menurut Dimiyati dan Mudjiono (2002), pembelajaran merupakan proses belajar mengajar untuk memperoleh pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Berdasarkan pendapat tersebut bisa dikatakan bahwa pembelajaran merupakan suatu proses kegiatan atau interaksi antara siswa dengan guru untuk mentransfer ilmu pengetahuan yang dikaji.

Fisika adalah salah satu bidang ilmu yang mempelajari tentang alam beserta gejala kejadiannya dari yang bersifat nyata hingga yang bersifat abstrak, sehingga dalam pembahasannya membutuhkan imajinasi untuk mempelajarinya (Sutarto dan Indrawati, 2010:1). Menurut Suroso (2016:8), fisika adalah salah satu cabang dari ilmu pengetahuan alam (IPA) yang mempelajari tentang alam beserta isinya, baik fenomena maupun kejadian alam yang ada di dalamnya. Jadi fisika merupakan salah satu ilmu sains (IPA) yang mempelajari tentang alam beserta isinya baik yang bersifat nyata maupun yang bersifat abstrak serta interaksi-inteaksi di dalamnya.

Dari uraian di atas, maka dapat dikatakan bahwa pembelajaran fisika merupakan proses belajar mengajar yang terjadi antara guru dan siswa guna untuk mentransfer ilmu pengetahuan fisika yang bertujuan meningkatkan kemampuan kognitif, psikomotorik, dan afektif yang dikembangkan melalui pengalaman belajar. Berkaitan dengan hal tersebut, pembelajaran fisika di SMA bertujuan agar siswa mampu menguasai konsep-konsep fisika dengan benar melalui pengalaman belajar, sehingga diperlukan suatu metode pembelajaran untuk menunjang kegiatan pembelajaran di kelas.

2.2 Model Pembelajaran *Problem Based Learning*

Menurut Hesson dan Shed (2007), untuk mendapatkan hasil belajar siswa yang tinggi, proses belajar mengajar yang dilakukan oleh guru harus efektif. Dalam pembelajaran yang afektif perlu adanya pemilihan model belajar yang sesuai dengan karakteristik siswa agar hasil belajar siswa tinggi. Salah satu model pembelajaran yang dapat meningkatkan hasil belajar siswa yaitu model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL). Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Wasonowati (2014) yang menyatakan bahwa model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) memberikan dampak yang positif terhadap aktivitas siswa dan hasil belajar siswa.

Menurut Wardhani (2012), model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) adalah model pembelajaran yang dapat merangsang siswa untuk menganalisis dan menarik kesimpulan sehingga siswa bisa memecahkan suatu masalah. Model pembelajaran PBL dapat meningkatkan rasa ingin tahu siswa yang dapat menimbulkan rangsangan bertanya siswa. Arends (2008) juga menyatakan bahwa model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) merupakan model pembelajaran dengan suguhan berbagai masalah yang autentik yang dapat dijadikan bahan siswa untuk menganalisis. Dalam hal ini siswa dapat melakukan penyelidikan sendiri dengan bantuan guru sebagai fasilitator.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dapat merangsang siswa untuk berpikir tingkat

tinggi dalam memecahkan masalah serta dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Adapun sintakmatik dari model pembelajaran PBL seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Sintakmatik Model Pembelajaran PBL

Sintakmatik	Kegiatan Guru
Orientasi siswa pada masalah	Membahas tujuan pembelajaran dan memberikan ulasan tentang materi yang akan diajarkan.
Mengorganisasikan siswa untuk belajar	Membantu siswa mengorganisasikan tugas secara berkelompok.
Melakukan investigasi	Mendorong siswa memperoleh data yang diperlukan, melakukan percobaan, dan mencari solusinya.
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Membantu siswa dalam penyajian hasil karya.
Mengevaluasi dan menyimpulkan	Memberikan refleksi terhadap hasil investigasi siswa.

(Arends, 2008).

2.3 Relativitas Khusus

Sejarah perkembangan fisika, fisika dibagi menjadi 2 yaitu fisika klasik dan fisika modern. Fisika klasik ditemukan sebelum abad ke 20 seperti optik, mekanika klasik, termodinamika, akustik, dan elektromagnetik. Sedangkan untuk fisika modern ditemukan sejak abad ke 20 seperti fisika kuantum dan teori relativitas. Teori relativitas merupakan salah satu yang bagian dari fisika modern. Dalam teori ini mempelajari tentang konsep-konsep dasar fisika yang berkaitan dengan ruang-waktu, momentum-energi, dan cahaya sebagai pembawa isyarat berkelanjutan maksimum (Anugraha, 2014:1).

Segala bentuk gerak adalah relatif. Kecepatan cahaya dalam ruang hampa adalah sama bagi semua pengamat. Benda dikatakan bergerak ketika benda tersebut relatif berubah kedudukannya dari pengamat. Sesuatu yang bergerak akan menyinggung kerangka khusus sebagai acuan. Kerangka acuan universal bergerak dengan kecepatan tetap terhadap kerangka lainnya. Teori relativitas khusus bersandar pada dua buah postulat yaitu:

Postulat pertama: prinsip relativitas, menyatakan bahwa hukum fisika dapat dinyatakan dalam persamaan yang berbentuk sama dalam semua

kerangka acuan yang bergerak dengan kecepatan tetap satu dengan lainnya.

Postulat kedua menyatakan bahwa kecepatan cahaya dalam ruang hampa sama besar untuk semua pengamat, tidak bergantung dari keadaan pengamat itu.

(Wiyatmo, 2010:1-5).

Adapun materi yang dipelajari dalam teori relativitas khusus pada siswa SMA kelas 12 yaitu,

a. Kontraksi Panjang Relativitas

Panjang diam atau panjang sesungguhnya dari suatu benda bisa diukur saat benda itu dalam keadaan diam. Untuk mengukur panjang sebuah benda yang bergerak berbeda lagi dengan mengukur benda pada saat diam. Titik-titik ujung benda yang bergerak harus diukur pada waktu yang sama. Nilai panjang relativistiknya dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$L = L_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}$$

dengan:

L = panjang benda diukur oleh pengamat

L_0 = panjang benda dalam keadaan diam

v = kelajuan gerak relatif

c = kecepatan cahaya.

(Gautreau dan Savin, 2006:18).

b. Pemuaian Waktu

Ketika sebuah benda bergerak terhadap pengamat yang diam terlihat bergerak lebih lambat daripada ketika diam terhadap pengamat. Hal ini menunjukkan bahwa jika seorang pengamat dalam suatu roket mempunyai selang waktu antara dua kejadian dalam roket t_0 , maka orang yang berada di bumi mempunyai selang waktu yang lebih panjang dari seorang pengamat dalam

suatu roket yaitu sebesar t . Nilai t_0 yang diamati dalam kerangka acuan dan tempat kejadian yang sama disebut dengan waktu proper. Jika pengamat di bumi mengamati sebuah kejadian yang menandai permulaan dan akhir dari selang waktu kejadian itu terjadi akan terlihat kejadian tersebut berada pada tempat yang berbeda, maka mengakibatkan selang waktunya terlihat lebih lama daripada waktu proper itu sendiri. Fenomena ini disebut pemuaian waktu. Jadi jika ada dua orang pengamat yang saling mengamati satu sama lain, maka mereka mendapatkan bahwa waktu dari orang yang teramati tersebut lebih lambat dari waktu orang pengamat. Hubungan antara waktu proper t_0 dan waktu relativistik t seperti pada persamaan dibawah ini:

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}}$$

dengan:

t = selang waktu dalam keadaan gerak relatif terhadap pengamat

t_0 = selang waktu dalam keadaan diam terhadap pengamat

v = kelajuan gerak relatif

c = kecepatan cahaya.

c. Konsep Massa

Massa benda ketika bergerak relatif lebih besar daripada massa benda dalam keadaan diam. Hal ini berarti bahwa massa benda yang bergerak dengan kecepatan relatif terhadap pengamat menjadi lebih besar dari pada massa ketika benda tersebut diam terhadap pengamat dengan faktor kesebandingan.

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}}$$

Dapat dituliskan secara matematik hubungan antara massa benda dalam keadaan diam dan massa benda relativistik sebagai berikut:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}}$$

dengan:

m = massa benda dalam keadaan gerak relatif terhadap pengamat

m_0 = massa benda dalam keadaan diam terhadap pengamat

v = kelajuan gerak relatif

c = kecepatan cahaya.

d. Energi Total

Setiap benda memiliki energi. Energi yang dimiliki oleh benda E bila ditafsirkan sebesar mc^2 , dan apabila benda tersebut dalam keadaan diam maka energi kinetiknya adalah 0. Meskipun tidak memiliki energi kinetik, setiap benda yang diam memiliki energi diam E_0 sebesar m_0c^2 , sehingga energi total dari benda tersebut sebesar:

$$E = E_0 + K$$
$$mc^2 = m_0c^2 + K$$

untuk energi total benda yang bergerak sebesar:

$$E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}}$$

dengan:

E = energi total benda bergerak

E_0 = energi benda saat diam

K = energi kinetik

m = massa benda dalam keadaan gerak relatif terhadap pengamat

m_0 = massa benda dalam keadaan diam terhadap pengamat

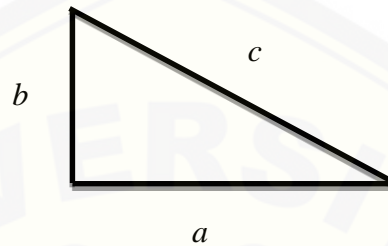
v = kelajuan gerak relatif

c = kecepatan cahaya.

(Wiyatmo, 2010:7-31).

2.4 Metode Pythagoras

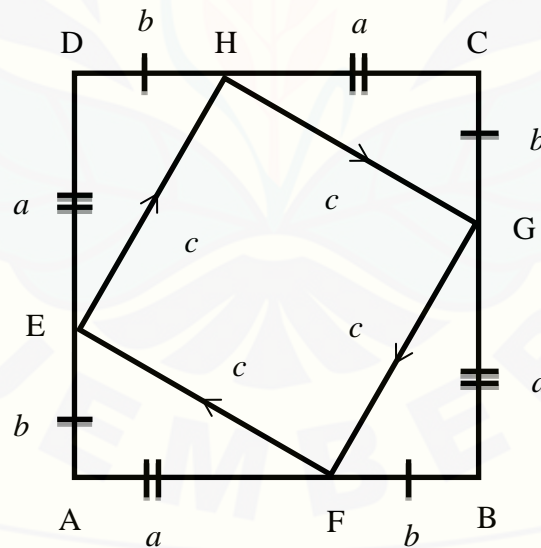
Metode Pythagoras dikembangkan oleh ahli matematika yang bernama Pythagoras. Dalam teorinya kuadrat sisi miring segitiga siku-siku sama besar dengan jumlah kuadrat sisi-sisi segitiga siku-siku yang lainnya ($c^2 = a^2 + b^2$). Perhatikan gambar berikut ini:



Gambar 2.1 Bangun Segitiga Siku-Siku

Metode Pythagoras banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya digunakan dalam menyelesaikan soal-soal perhitungan matematis.

Perhatikan gambar berikut:



Gambar 2.2 Bangun Persegi ABCD

Luas segitiga siku-siku

$$L_{HDE} = L_{EAF} = L_{FBG} = L_{GCH} = \frac{1}{2} \times a \times b$$

$$\begin{aligned} \text{Luas empat segitiga siku-siku} &= 4 \times \frac{1}{2} \times a \times b \\ &= 2ab \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas persegi EFGH} &= c \times c \\ &= c^2 \end{aligned}$$

(Zaerani dkk, 2017:283).

Kita tinjau hubungan segitiga, persegi EFGH, dan persegi ABCD

Luas empat segitiga siku-siku + luas persegi EFGH = luas persegi ABCD

$$L_{EAF} + L_{EFGH} = L_{ABCD}$$

$$\left(4 \times \frac{1}{2} \times a \times b\right) + c^2 = (a + b)^2$$

$$2ab + c^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

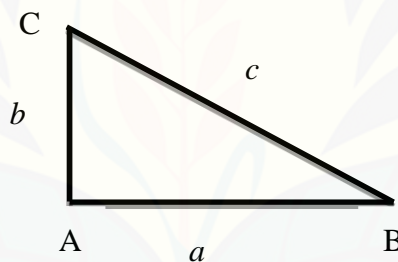
$$c^2 = a^2 + b^2 \text{ atau } 1 = \left(\frac{a}{c}\right)^2 + \left(\frac{b}{c}\right)^2$$

hubungan antara sisi-sisi a, b, c pada segitiga siku-siku disebut dengan metode Pythagoras, untuk tiap sisi-sisinya berlaku rumusan sebagai berikut:

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

$$a^2 = c^2 - b^2$$

$$b^2 = c^2 - a^2$$



Gambar 2.3 Bangun Segitiga Siku-Siku ABC

(Sefrida, 2018:15-16).

2.5 Metode Pythagoras dalam Menyelesaikan soal-soal relativitas Khusus Einstein

Metode Pythagoras dapat digunakan untuk menyelesaikan soal-soal relativitas khusus yang dapat meminimalisir waktu pengerjaannya.

a. Kontraksi Panjang Relativitas

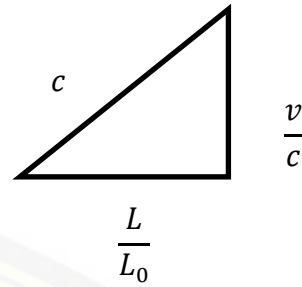
Rumus dari kontraksi panjang dapat dijabarkan dengan menggunakan segitiga Pythagoras sebagai berikut.

$$L = L_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}$$

$$\frac{L}{L_0} = \sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}$$

$$\left(\frac{L}{L_0}\right)^2 = 1 - \frac{v^2}{c^2}$$

$$1 = \left(\frac{L}{L_0}\right)^2 + \left(\frac{v}{c}\right)^2$$



Persamaan ini sama dengan persamaan Pythagoras $c^2 = a^2 + b^2$ atau $1 = \left(\frac{a}{c}\right)^2 + \left(\frac{b}{c}\right)^2$.

b. Pemuaiian Waktu

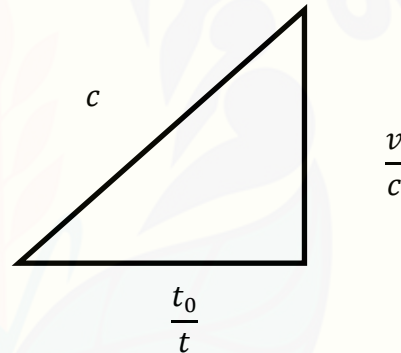
Metode Pythagoras juga dapat digunakan untuk menyelesaikan soal pemuaiian waktu. Berikut ini rumus dari metode Pythagoras untuk pemuaiian waktu.

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}}$$

$$\frac{t_0}{t} = \sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}$$

$$\left(\frac{t_0}{t}\right)^2 = 1 - \frac{v^2}{c^2}$$

$$1 = \left(\frac{t_0}{t}\right)^2 + \left(\frac{v}{c}\right)^2$$



Sesuai dengan persamaan Pythagoras $c^2 = a^2 + b^2$ atau $1 = \left(\frac{a}{c}\right)^2 + \left(\frac{b}{c}\right)^2$.

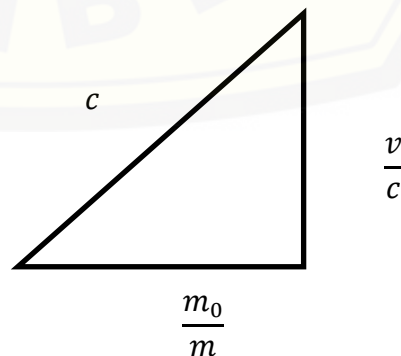
c. Konsep Massa

Rumus Pythagoras dijabarkan sebagai berikut:

$$\frac{m_0}{m} = \sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}$$

$$\left(\frac{m_0}{m}\right)^2 = 1 - \frac{v^2}{c^2}$$

$$1 = \left(\frac{m_0}{m}\right)^2 + \left(\frac{v}{c}\right)^2$$



Rumus ini sesuai dengan persamaan Pythagoras $c^2 = a^2 + b^2$ atau $1 = \left(\frac{a}{c}\right)^2 + \left(\frac{b}{c}\right)^2$.

d. Energi Total

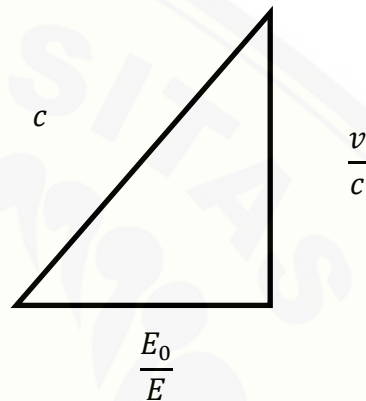
Metode Pythagoras dapat digunakan untuk menyelesaikan soal mengenai energi total, rumus sebagai berikut.

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}}$$

$$\frac{E_0}{E} = \sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}$$

$$\left(\frac{E_0}{E}\right)^2 = 1 - \frac{v^2}{c^2}$$

$$1 = \left(\frac{E_0}{E}\right)^2 + \left(\frac{v}{c}\right)^2$$



Rumus ini sesuai dengan persamaan Pythagoras $c^2 = a^2 + b^2$ atau $1 = \left(\frac{a}{c}\right)^2 + \left(\frac{b}{c}\right)^2$.

2.6 Hasil Belajar

Sudjana (2014:22) menyatakan bahwa hasil belajar siswa ditandai dengan adanya perubahan sikap dari siswa setelah mengalami proses pembelajaran baik berupa kemampuan kognitif, afektif maupun psikomotorik. Perubahan sikap yang dialami siswa tersebut dapat diartikan bahwa adanya peningkatan kemampuan siswa dalam pembelajaran. Peningkatan kemampuan siswa dapat diukur dalam hasil belajar siswa. Menurut Kunandar (2013:10-11), penilaian hasil belajar siswa digunakan untuk mengukur keberhasilan pembelajaran yang telah dilakukan berupa peningkatan kompetensi pengetahuan.

Hasil belajar siswa didapatkan dari evaluasi hasil belajar siswa. Evaluasi hasil belajar merupakan suatu cara yang digunakan untuk menentukan nilai keberhasilan siswa di dalam suatu pembelajaran (Nurkanca, 1990:11). Dalam

taksonomi Bloom hasil belajar siswa dikelompokkan menjadi 3 ranah yaitu ranah kognitif, ranah afektif, dan ranah psikomotorik dimana ranah kognitif terbagi menjadi enam aspek, ranah afektif terbagi menjadi empat aspek, dan ranah psikomotorik terbagi menjadi enam aspek (Sudjana, 2014:23). Masing-masing ranah ini menjadi suatu penilaian hasil belajar.

Menurut Slameto (1995:54-72), hasil belajar dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal berasal dari dalam diri siswa itu sendiri seperti kesehatan siswa, cacat tubuh, minat, bakat, motivasi belajar, kebiasaan belajar, rasa ingin tahu siswa, dan kesiapan siswa dalam belajar. Sedangkan faktor eksternal berasal dari lingkungan yang mempengaruhi proses belajar siswa seperti keluarga, sekolah, dan masyarakat sekitar.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa hasil belajar merupakan suatu perubahan tingkah laku yang dialami siswa setelah mengalami proses pembelajaran baik dalam ranah kognitif, afektif maupun psikomotorik. Hasil belajar bisa dalam bentuk angka, huruf maupun kata-kata. Dalam penelitian ini hasil belajar berupa hasil belajar kognitif yang diukur dengan evaluasi hasil belajar berupa tes tulis dengan 20 soal.

2.7 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan tinjauan pustaka, maka hipotesis penelitian ini yaitu ada pengaruh yang signifikan penggunaan metode Pythagoras dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein terhadap hasil belajar siswa.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen merupakan penelitian yang dilakukan dengan cara memberikan perlakuan untuk mengetahui pengaruh penyelesaian soal-soal relativitas khusus Einstein menggunakan metode Pythagoras terhadap hasil belajar siswa pada kelas eksperimen. Pengaruh yang diharapkan dari penelitian ini yaitu hasil belajar kelas eksperimen lebih bagus daripada kelas kontrol. Kelas kontrol merupakan kelas yang menggunakan model pembelajaran konvensional yang biasa digunakan oleh guru fisika dan berperan sebagai pembanding.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di SMA Negeri Ambulu pada tahun ajaran 2018/2019 dengan pokok bahasan relativitas khusus Einstein. Dalam menentukan tempat penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling area* yang berdasarkan tujuan dan pertimbangan ketersediaan sekolah, keterbatasan waktu, dana, dan tenaga (Arikunto, 2014:183). Adapun pertimbangan dari peneliti dalam menentukan tempat penelitian yaitu:

- a. ketersediaan sekolah untuk dijadikan tempat pelaksanaan penelitian; dan
- b. belum pernah dilakukan penelitian sebelumnya mengenai metode Pythagoras dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein pada hasil belajar siswa kelas XII.

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

3.3.1 Populasi Penelitian

Populasi adalah keseluruhan dari objek yang ditentukan untuk penelitian dan kemudian ditarik kesimpulan sebagai hasil oleh peneliti. Dalam penelitian ini populasinya adalah seluruh siswa kelas XII MIPA SMA Negeri Ambulu.

3.3.2 Sampel Penelitian

Sampel adalah bagian dari populasi yang akan diteliti. Dalam penelitian ini sampel diambil dari kelas XII MIPA SMA Negeri Ambulu dengan membentuk dua kelas (kelas eksperimen dan kelas kontrol). Sebelum membentuk kelas, dilakukan uji homogenitas dengan bantuan SPSS 23. Uji homogenitas ini bertujuan untuk mengetahui kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki kemampuan yang homogen. Data yang digunakan untuk uji homogenitas yaitu nilai hasil belajar siswa pada materi sebelumnya. Jika kelas sudah homogen, maka penentuan sampel dilakukan dengan metode *cluster random sampling*. Dan jika kelas belum homogen, maka penentuan sampel menggunakan metode *purposive sampling area* dengan pertimbangan tertentu.

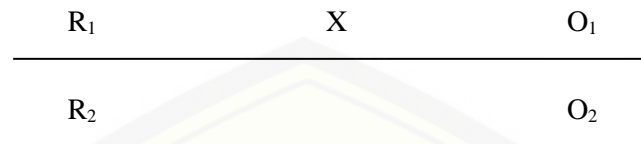
3.4 Definisi Operasional Variabel Penelitian

Perlu adanya definisi operasional untuk menghindari terjadinya kesalahpahaman persepsi dan penafsiran dalam mengartikan variabel-variabel yang terdapat pada penelitian ini. Adapun istilah yang perlu didefinisikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. metode Pythagoras adalah metode perhitungan sisi segitiga siku-siku yang digunakan dalam perhitungan untuk menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein pada penelitian ini; dan
- b. hasil belajar adalah kemampuan yang dimiliki oleh siswa setelah melalui proses belajar mengajar terhadap materi relativitas khusus Einstein menggunakan metode Pythagoras pada kelas eksperimen dan menggunakan metode seperti rumus yang di buku biasanya pada kelas kontrol. Dalam penelitian ini hasil belajar diperoleh dari ranah kognitif yang diukur menggunakan tes tulis dengan 20 soal diambil dari soal-soal ujian nasional dan ujian masuk perguruan tinggi yang dilaksanakan setelah kegiatan belajar mengajar selesai. Soal-soal yang digunakan hanya soal hitungan saja.

3.5 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Post Test Only Control Design*. Gambar desain penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 3.1 Desain Penelitian *Post Test Only Control Design*

keterangan:

R_1 = kelas eksperimen

R_2 = kelas kontrol

X = proses pembelajaran dengan menggunakan metode pythagoras dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein

O_1 = hasil *post test* kelas eksperimen

O_2 = hasil *post test* kelas kontrol

(Sugiyono, 2014:112).

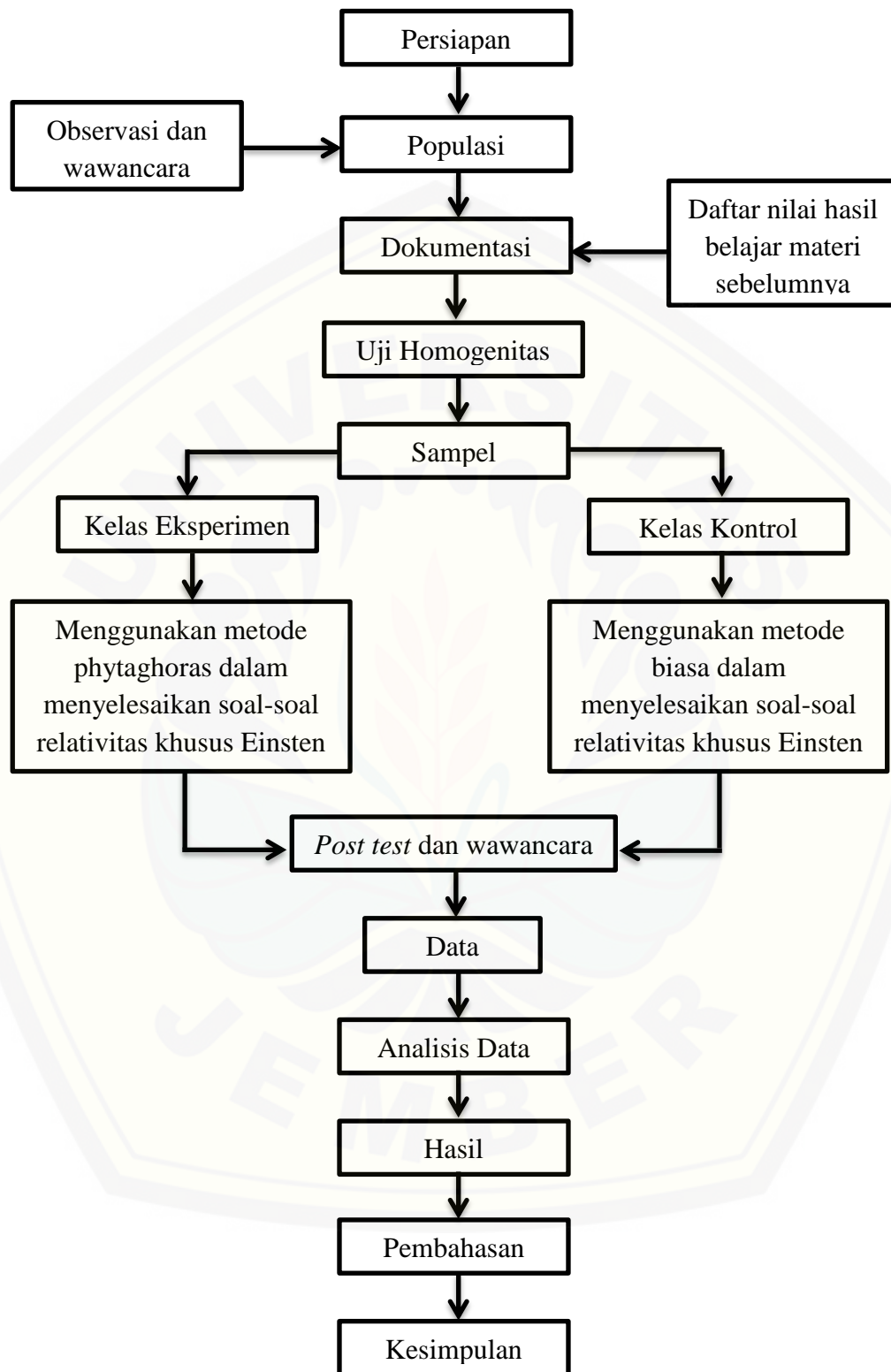
3.6 Prosedur Penelitian

Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. melakukan persiapan dengan menyiapkan surat pengantar penelitian untuk observasi dari pihak fakultas;
- b. melakukan observasi di sekolah untuk menentukan populasi penelitian;
- c. melakukan observasi dan wawancara terbatas pada guru mata pelajaran fisika;
- d. mengambil data yang berupa dokumentasi hasil belajar materi pembahasan sebelumnya dari guru mata pelajaran fisika kelas XII IPA di SMA Negeri Ambulu;
- e. melakukan uji homogenitas untuk mengetahui variasi siswa kelas XII IPA SMA Negeri Ambulu;
- f. menentukan kelas sampel yang terdiri dari dua kelas (kelas eksperimen dan kelas kontrol);

- g. melakukan kegiatan pembelajaran pada kelas eksperimen dengan menggunakan metode Pythagoras dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein dan melakukan kegiatan pembelajaran pada kelas kontrol tetap menggunakan metode biasa dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein;
- h. memberikan *post test* pada masing-masing kelas (eksperimen dan kontrol) setelah melakukan kegiatan belajar mengajar;
- i. melakukan wawancara kepada guru mata pelajaran fisika dan siswa yang telah diberikan pembelajaran menggunakan metode Pythagoras dalam penyelesaian soal-soal relativitas khusus Einstein;
- j. menganalisis hasil yang diperoleh dari penelitian;
- k. melakukan pembahasan dan analisis data penelitian; dan
- l. menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

Dari rancangan penelitian yang telah dibuat, maka bagan alur penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian

3.7 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulam data merupakan cara yang digunakan untuk mengumpulkan data yang diperlukan pada penelitian. Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu wawancara, dokumentasi, dan tes hasil belajar.

3.7.1 Wawancara

Wawancara pada penelitian ini dilakukan sebanyak dua kali, yaitu wawancara sebelum penelitian yang bertujuan untuk memperoleh informasi yang diperlukan dalam penelitian serta untuk mempermudah proses penelitian yang akan dilakukan dan wawancara setelah penelitian guna untuk mengetahui tanggapan dari siswa. Wawancara yang digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara bebas yang dilakukan secara spontan bergantung pada situasi dan kondisi ketika sedang melakukan wawancara.

3.7.2 Dokumentasi

Dokumentasi dalam penelian ini digunakan untuk memperoleh data-data yang berupa bukti-bukti tertulis, gambar, maupun foto. Data dokumentasi diperoleh dari guru fisika kelas XII IPA SMA Negeri Ambulu yang meliputi daftar nama siswa yang menjadi subjek dari penelitian dan nilai hasil belajar siswa pada materi sebelumnya. Data yang diperoleh dari penelitian yaitu nilai *post test* hasil belajar kelas eksperimen dan kelas kontrol, serta foto kegiatan belajar siswa.

3.7.3 Tes Hasil Belajar

Tes hasil belajar pada penelitian ini adalah tes untuk mengukur hasil belajar siswa melalui *post test*. Melalui *post test* didapatkan data kemampuan siswa setelah pembelajaran dengan menggunakan metode Pythagoras dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein pada kelas eksperimen dan kemampuan siswa setelah pembelajaran seperti biasanya pada kelas kontrol. Tes ini berupa tes tulis dengan masing-masing kelas diberikan 20 soal yang diambil dari soal-soal ujian nasional dan ujian masuk perguruan tinggi. Soal diberikan sesuai dengan materi yang telah diajarkan dan sesuai dengan kisi-kisi yang telah

dibuat. Total skor siswa yang diperoleh jika menjawab seluruh soal dengan benar yaitu 100.

3.8 Teknik Analisis Data

Berdasarkan tujuan dari penelitian yang telah dikemukakan pada bab pendahuluan, maka digunakan teknik analisis data untuk mengolah data yang telah diperoleh.

a. Hipotesis Penelitian

“Metode Pythagoras dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein berpengaruh terhadap hasil belajar siswa kelas XII SMA Negeri Ambulu”

b. Hipotesis Statistik

Hipotesis statistik pada penelitian ini yaitu metode Pythagoras dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein tidak berpengaruh terhadap hasil belajar siswa kelas XII SMA Negeri Ambulu. Uji hipotesis statistik pada penelitian ini yaitu:

$H_0 : \mu_E = \mu_K$ (nilai rata-rata hasil belajar siswa kelas eksperimen tidak berbeda dengan kelas kontrol)

$H_a : \mu_E > \mu_K$ (nilai rata-rata hasil belajar siswa kelas eksperimen lebih baik daripada kelas kontrol)

Keterangan: μ_E = nilai rata-rata hasil belajar siswa kelas eksperimen

μ_K = nilai rata-rata hasil belajar siswa kelas kontrol

Untuk menguji perbedaan hasil belajar siswa antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol yang signifikan, hipotesis penelitian diuji dengan pengujian hipotesis komparatif dari hasil *post test* menggunakan uji *Independent Sample T-test* melalui SPSS 23. Pengujian hipotesis t-test menggunakan ketentuan sebagai berikut:

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

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

(Sugiyono, 2014: 121)

c. Metode Penelitian

Untuk mengkaji perbedaan hasil belajar siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol yang signifikan dapat dianalisis menggunakan uji t-test dengan rumus sebagai berikut:

$$t_{test} = \frac{M_x + M_y}{\sqrt{\left(\frac{\sum x^2 + \sum y^2}{N_x + N_y - 2}\right) \left(\frac{1}{N_x} + \frac{1}{N_y}\right)}}$$

Keterangan:

- M_x : nilai rata-rata hasil belajar kelas eksperimen
 M_y : nilai rata-rata hasil belajar kelas kontrol
 $\sum x^2$: jumlah kuadrat deviasi nilai kelas eksperimen
 $\sum y^2$: jumlah kuadrat deviasi nilai kelas kontrol
 N_x : banyaknya sampel pada kelas eksperimen
 N_y : banyaknya sampel pada kelas kontrol

(Arikunto, 2014: 354).

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang diperoleh dari penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi metode Pythagoras dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar siswa kelas XII SMA Negeri Ambulu.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan sebagai berikut.

- a. Bagi guru, apabila ingin menerapkan metode Pythagoras dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein pada kegiatan belajar mengajar perlu adanya pemahaman dalam mengaplikasikan metode Pythagoras.
- b. Bagi siswa, metode ini dapat digunakan untuk menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein baik pada saat pembelajaran maupun pada saat ujian nasional.
- c. Bagi peneliti lain, dapat dijadikan rujukan untuk penelitian lebih lanjut dengan materi fisika yang berbeda dengan konsep perhitungan yang sesuai metode Pythagoras.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugraha NQZ, Rinto. 2014. *Teori Relativitas Khusus dan Aplikasinya pada Elektrodinamika, Lubang Hitam, dan Jagat Raya*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Arends, R. I. (2011). *Learning to Teach, (terjemahan)*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Arikunto, S. 2014. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Aunurrahman. 2014. *Belajar dan Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Bakhtiar, D., Supriadi, B., dan Gani, Agus A. 2017. Pembelajaran Teori Kinetik Gas Berbasis Kearifan Lokal Melalui Model Pembelajaran Aktivitas Lapangan dan Laboratorium (MPALL). *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2017. 2: 24 September 2017*. Universitas Jember: 1-5.
- Daryanto. 2013. *Inovasi Pembelajaran Efektif*. Bandung: Yrama Widya.
- Dimiyati dan Mudjiono. 2002. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Gautreau dan Savin. 2006. *Fisika Modern Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga.
- Hardiono, M. S. 2016. Metode Sutrisno (Mastris) Suatu Inovasi dalam Penjumlahan Angka Banyak. *Jurnal EduMa. 5(2): 52-59*.
- Hasan, I. 2009. *Analisis Data Penelitian dengan Statistik*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Hesson, M dan K.F. Shad. 2007. A Student-Centered Learning Model. *Journal of Applied Sciences. 4(9): 628-636*.
- Iftitah, A. N., Prastowo, S. H. B., dan Harijanto, Alex. 2017. Analisis Penguasaan Konsep Rangkaian Arus Listrik Bolak-Balik pada Siswa Kelas Xii SMA. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2017. 2: 24 September 2017*. Universitas Jember: 1-6.
- Korkmaz, S. D., Aybek, E. C., dan Orucu, M. 2016. Special Relativity Theorem and Pythagoras's Magic. *Physics Education. 51: 1-8*.
- Kristaningsih, D.D., Sukiswo, S.E., dan Khanafiyah, S. 2010. Peningkatan Hasil Belajar Siswa Melalui Model Pembelajaran Inkuiri dengan Menggunakan Pictorial Riddle pada Pokok Bahasan Alat – Alat Optik di SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia. 6 (10): 10-13*.
- Kunandar. 2013. *Penilaian Autentik: Penilaian Hasil Belajar Peserta Didik Berdasarkan Kurikulum 2013*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

- Nurkanca, W. 1990. *Evaluasi Hasil Belajar*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Okun, L. B. 2008. The Theory of Relativity and the Pythagorean Theorem. *Physics Uspekhi*. 51: 1-19.
- Pohan dan Simamora. 2014. Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw Berbasis Macromedia Flash Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Pokok Hukum-Hukum Newton. *Jurnal Inpafi*. 2(3): 45-53.
- Rahyubi, H. 2012. *Teori-Teori Belajar dan Aplikasi Pembelajaran Motorik*. Bandung: Nusa Media.
- Sefrida, R. D. 2018. Analisis Keterampilan Metakognitif Siswa dalam Pembelajaran Model Colaborative Learning Pokok Bahasan Teorema Pythagoras. *Skripsi*. Jember: Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jember.
- Setiyono, A. 2005. *Mathmagic Cara Jenius Belajar Matematika*. Jakarta: Kompas Gramedia.
- Slameto. 1995. *Belajar dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Soge, N. E. K. 2016. Analisis Pemahaman Konsep Vektor pada Siswa Kelas X SMA BOPKRI 1 Yogyakarta. *Skripsi*. Yogyakarta: Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Sanata Dharma.
- Sudjana, N. 2014. *Penelitian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suroso. 2016. Analisis Kesalahan Siswa dalam Mengerjakan Soal-Soal Fisika Termodinamika pada Siswa SMA Negeri 1 Magetan. *Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*. 4(1): 8-18.
- Sutarto dan Indrawati. 2010. *Media Pembelajaran Fisika*. Jember: Universitas Jember.
- Wardhani, K., Sunarno, W., dan Suparmi. 2012. Pembelajaran Fisika dengan Model *Problem Based Learning* Menggunakan Multimedia dan Modul ditinjau dari Kemampuan Berpikir Abstrak dan Kemampuan Verbal Siswa. *Jurnal Inkuiri*. 1(2): 163-169.
- Wasonowati, R. R. T., T. Redjeki, dan S. R. D. Arina. 2014. Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) pada Pembelajaran Hukum - Hukum Dasar Kimia Ditinjau dari Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa Kelas X IPA SMA Negeri 2 Surakarta Tahun Pelajaran 2013/2014. *Jurnal Pendidikan Kimia*. 3(3): 66-75.

Wiyatmo, Y. 2010. *Fisika Modern*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Wiyono, K., Setiawan, A., dan Suhandi, Agus. 2009. Model Pembelajaran Multimedia Interaktif Relativitas Khusus untuk Meningkatkan Keterampilan Generik Sains Siswa SMA. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 3(1): 21-30.



LAMPIRAN A. MATRIK PENELITIAN

MATRIK PENELITIAN

NAMA : Riska Uswatun Khasanah

NIM : 150210102036

RG : 3

JUDUL	TUJUAN PENELITIAN	VARIABEL	DATA DAN TEKNIK PENGAMBILAN DATA	METODE PENELITIAN
Aplikasi Metode Pythagoras dalam Penyelesaian Soal-Soal Relativitas Khusus Einstein terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XII SMA Negeri Ambulu	Mengkaji Hasil Belajar Siswa dalam Penyelesaian Soal-Soal Relativitas Khusus Einstein Menggunakan Metode Pythagoras	<p>Variabel Terikat: Hasil belajar</p> <p>Variabel Bebas: Metode Pythagoras dalam menyelesaikan Soal-Soal Relativitas Khusus Einstein</p> <p>Variabel Kontrol: Materi relativitas khusus</p>	<p>Responden: Siswa kelas XII SMA Negeri Ambulu</p> <p>Informan: 1. Guru bidang studi fisika kelas XII SMA Negeri Ambulu 2. Siswa kelas XII SMA Negeri Ambulu</p> <p>Sumber rujukan: Kepustakaan</p>	<p>1. Jenis Penelitian: Penelitian Eksperimen</p> <p>2. Penentuan Responden Penelitian : <i>Purposive Sampling Area</i></p> <p>3. Pengumpulan data : - Dokumentasi - Tes</p> <p>4. Teknik Analisis Data:</p> $t_{test} = \frac{M_x + M_y}{\sqrt{\left(\frac{\sum x^2 + \sum y^2}{N_x + N_y - 2}\right) \left(\frac{1}{N_x} + \frac{1}{N_y}\right)}}$

LAMPIRAN B. WAWANCARA

A. Wawancara kepada guru fisika kelas XII MIPA

1) Sebelum penelitian

- a. Kurikulum apa yang digunakan di sekolah?
- b. Bagaimana karakteristik siswa di sekolah untuk tiap-tiap kelasnya?
- c. Model dan metode apa yang menurut bapak/ibu cocok digunakan untuk materi relativitas khusus Einstein?
- d. Bagaimana hasil pembelajaran relativitas khusus untuk tahun kemarin?
- e. Untuk materi fisika sendiri, apakah siswa memiliki kendala dalam menghadapi ujian nasional terutama materi relativitas khusus Einstein?

2) Setelah penelitian

- a. Bagaimana pendapat bapak mengenai aplikasi metode Pythagoras dalam penyelesaian soal-soal relativitas khusus Einstein terhadap hasil belajar siswa kelas XII?
- b. Apa saran bapak/ibu mengenai aplikasi metode Pythagoras dalam penyelesaian soal-soal relativitas khusus Einstein terhadap hasil belajar siswa kelas XII?

B. Wawancara kepada siswa kelas XII MIPA setelah proses belajar mengajar dengan menggunakan metode Pythagoras dalam penyelesaian soal-soal relativitas khusus Einstein

- 1) Bagaimana pendapat anda mengenai guru mengajar menggunakan metode Pythagoras dalam penyelesaian soal-soal relativitas khusus Einstein?
- 2) Apa hambatan yang anda hadapi pada aplikasi metode Pythagoras dalam penyelesaian soal-soal relativitas khusus Einstein?

LAMPIRAN C. UJI HOMOGENITAS

Pada penelitian ini data uji homogenitas diambil dari nilai ulangan pada bab sebelumnya.

No.	XII MIPA 1		XII MIPA 2		XII MIPA 3		XII MIPA 4		XII MIPA 5		XII MIPA 6	
	Nama	Nilai	Nama	Nilai	Nama	Nilai	Nama	Nilai	Nama	Nilai	Nama	Nilai
1	AAT	45	APP	60	AP	75	AHT	80	AR	73	ANM	90
2	ADF	50	AIP	85	AAS	55	AMI	90	ARW	59	ASW	90
3	ADV	70	AM	85	AAS	70	ASD	75	AMK	90	AR	90
4	AF	65	ATH	90	ARR	75	AA	75	AS	55	AAA	65
5	AAW	70	AASA	90	ADW	85	AQN	75	AWR	90	ABY	95
6	ANI	90	AZ	80	CZAK	80	AESN	85	BAN	70	AD	65
7	AH	90	AUW	90	CEN	85	DDMS	90	DTB	70	AN	75
8	AHK	90	AAPP	95	DAI	70	DAF	75	DWW	90	AD	75
9	BTL	90	ATW	70	DOH	60	DAR	90	DG	90	BFP	80
10	BAF	85	BDR	75	DWV	85	EAL	65	DF	95	BP	90
11	BKW	85	DBR	55	EMF	85	FAP	54	DAFC	33	CWN	95
12	DFM	95	DN	50	FRH	80	FN	70	EWY	70	DNO	55
13	DDP	90	DBS	85	FHN	80	FRP	90	ELA	75	DY	95
14	DRM	95	EE	90	GOU	75	GRA	36	FYA	80	ETL	94
15	DPDY	95	FA	85	HAA	80	HD	61	FDM	65	FFU	90
16	DAM	45	FA	70	HS	55	HD	67	IF	90	FSEZ	43
17	DTA	85	GDF	90	IMT	45	IDW	80	INL	100	FSW	82
18	DPT	95	HSP	85	JMP	80	IMZ	70	LK	90	HI	90
19	DOR	70	IAP	70	KWS	80	KNO	67	LKF	75	IR	95
20	DFNF	90	IN	80	LNR	55	LS	85	LAP	70	JLP	70

No.	XII MIPA 1		XII MIPA 2		XII MIPA 3		XII MIPA 4		XII MIPA 5		XII MIPA 6	
	Nama	Nilai	Nama	Nilai	Nama	Nilai	Nama	Nilai	Nama	Nilai	Nama	Nilai
21	ESR	85	KLR	80	LZW	85	LD	65	MBF	90	KK	92
22	EFK	90	MMM	85	MISH	80	MNAK	39	MBF	90	KNC	52
23	HNF	95	NASP	70	MSR	70	MVN	85	MAT	60	LLH	62
24	HDZL	47	NAW	39	MH	85	MIA	95	MAW	85	LBK	90
25	HAF	80	NR	90	MSZ	85	MH	90	MZ	90	MS	72
26	IVQS	75	PGP	40	NA	75	MYI	85	NAP	90	MAR	70
27	IIV	85	RGW	90	ND	70	NSR	80	RAZ	90	OMP	65
28	JH	85	RF	80	NDR	80	NLI	70	RAM	75	PAE	67
29	KDAP	85	RZA	11	RHO	80	PPA	90	SSB	95	RAT	61
30	MM	96	SDI	50	RCS	85	RKS	90	SNA	65	RKD	76
31	MZ	90	SAAS	50	RDAS	80	SA	65	SEN	70	RAA	85
32	NH	95	SH	75	RA	75	SK	75	TSF	75	RAF	75
33	NRDK	80	SDM	65	RFA	60	SHG	90	ULK	90	RAF	80
34	OSFW	70	TIW	45	SPN	60	SH	90	UH	90	SW	45
35	RN	90	TF	80	TCM	90	WF	90	VDD	80	SB	75
36	SCR	90	WAA	80	TSW	90	YBS	95	VV	75	SEBR	75
37	SDP	60	YAOS	60	YM	90	ZVA	75	YDH	85	SH	44
38	SREM	70	ZNF	80			MA	85	YT	90	YDB	70
TOTAL		1590		1580		1455		1480		1530		1624
RATA-RATA		79,5		79		72,75		74		76,5		81,2

Uji homogenitas pada penelitian ini menggunakan software SPSS 23 dengan uji **One-way ANOVA** seperti berikut.

1. Membuka software SPSS 23, kemudian membuka lembar kerja **Variable View** dan mengisi dengan 2 variabel pada lembar kerja tersebut.
 - a. Variabel pertama : **Nilai** (Numeric, Width 8, Decimals 0)
 - b. Variabel kedua : **Kelas** (Numeric, Width 8, Decimals 0)
 - Pada **Bans Value** diisi dengan 1, **Value Label** diisi XII MIPA 1, kemudian klik **Add**.
 - Pada **Bans Value** diisi dengan 2, **Value Label** diisi XII MIPA 2, kemudian klik **Add**.
 - Pada **Bans Value** diisi dengan 3, **Value Label** diisi XII MIPA 3, kemudian klik **Add**.
 - Pada **Bans Value** diisi dengan 4, **Value Label** diisi XII MIPA 4, kemudian klik **Add**.
 - Pada **Bans Value** diisi dengan 5, **Value Label** diisi XII MIPA 5, kemudian klik **Add**.
 - Pada **Bans Value** diisi dengan 6, **Value Label** diisi XII MIPA 6, kemudian klik **Add**.
2. Memasukkan semua data pada **Data View**.
3. Dari baris menu, pilih menu **Analyze**, pilih **Compare Means**, pilih **One Way ANOVA**, klik **Nilai** pindahkan ke **Dependent List** dan klik **Kelas** pindahkan ke **Factor**, klik **Options**, centang **Homogeneity of Variance Test**, klik **Continue**, kemudian klik **OK**.

Hasil uji homogenitas nilai ulangan pada bab sebelumnya seperti berikut:

Test of Homogeneity of Variances

Nilai

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,827	5	221	0,109

ANOVA

Nilai

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1608,580	5	321,716	1,451	0,207
Within Groups	48986,689	221	221,659		
Total	50595,269	226			

Berdasarkan pedoman pengambilan keputusan jika nilai Sig. $< 0,05$, maka data dari populasi tidak homogen, dan jika nilai Sig. $> 0,05$, maka data dari populasi homogen. Pada hasil uji homogenitas didapatkan bahwa nilai signifikansi sebesar 0,109 dimana nilai signifikansi ini lebih besar dari 0,05 ($0,109 > 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa data dari populasi homogen. Oleh karena itu, penentuan kelas dilakukan secara acak dengan kelas XII MIPA 3 sebagai kelas eksperimen dan kelas XII MIPA 1 sebagai kelas kontrol.

LAMPIRAN D. DATA NILAI HASIL BELAJAR SISWA

Tabel D.1 Data Nilai Hasil Belajar Kelas Eksperimen

No.	Nama	Skor tiap nomor																				Jumlah Nilai	Persentase soal belum selesai tiap siswa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	AD	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	96	0%	
2	AAS	5	5	5	3	5	3	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	3	5	5	3	90	0%
3	AAS	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	3	94	0%
4	ARR	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	96	0%
5	ADW	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	96	0%
6	CZAK	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	96	0%
7	CEN	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	96	0%
8	DAI	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	3	5	5	3	3	5	3	90	0%	
9	DOH	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	96	0%
10	DWV	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	3	96	0%	
11	EMF	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	98	0%
12	FRH	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	100	0%
13	FHN	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	96	0%
14	GOU	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	98	0%
15	HAA	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	96	0%
16	HS	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	3	94	0%	
17	IMT	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	5	3	92	0%	
18	JMP	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	98	0%	
19	KWS	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	98	0%

No.	Nama	Skor tiap nomor																				Jumlah Nilai	Persentase soal belum selesai tiap siswa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
20	LNR	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	3	94	0%	
21	LZW	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	3	94	0%	
22	MSR	5	5	5	5	5	5	1	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	1	90	10%	
23	MH	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	5	3	3	92	0%	
24	MSZ	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	3	94	0%	
25	NA	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	98	0%	
26	ND	5	5	5	5	3	5	5	5	3	5	5	5	5	5	3	5	5	5	3	92	0%	
27	NDR	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	3	96	0%	
28	RHO	5	5	3	5	3	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	92	0%	
29	RCS	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	100	0%	
30	RDAS	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	3	94	0%	
31	RA	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	94	0%	
32	RFA	5	5	5	3	5	3	5	5	3	5	5	5	5	0	0	3	3	0	0	70	20%	
33	SPN	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	96	0%	
34	TCM	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	96	0%	
35	TSW	5	3	5	3	3	3	3	3	5	3	5	3	3	5	5	3	5	5	3	78	0%	
36	YM	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	3	96	0%	
Jumlah soal belum selesai		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	2	6	
Persentase soal belum selesai		0%	0%	0%	0%	0%	0%	2,78%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2,78%	2,78%	0%	0%	2,78%	5,56%	3,33%	
Jumlah																					3382		
Rata-rata																					93,94		

Tabel D.2 Data Nilai Hasil Belajar Kelas Kontrol

No.	Nama	Skor tiap nomor																				Jumlah Nilai	Persentase soal belum selesai tiap siswa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	AAT	5	5	5	5	3	5	1	1	5	5	3	5	5	5	1	5	1	3	3	5	76	20%
2	ADF	5	5	5	5	3	5	5	3	5	5	5	5	5	3	1	3	5	5	1	1	80	15%
3	ADV	3	5	5	5	3	5	3	1	5	5	5	5	5	3	0	3	3	3	5	1	73	15%
4	AF	5	5	5	5	3	3	5	3	5	3	3	3	3	5	1	5	5	5	1	1	74	15%
5	AAW	3	5	3	5	5	3	3	3	3	5	5	3	3	3	0	1	0	0	0	0	53	30%
6	ANI	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	3	5	5	5	94	0%
7	AH	5	5	5	5	3	5	1	1	5	5	5	5	5	5	1	5	5	3	5	3	82	15%
8	AHK	5	3	5	5	5	5	5	3	5	5	3	5	5	5	1	5	3	5	0	0	78	15%
9	BTL	5	5	5	5	3	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	3	90	0%
10	BAF	5	5	5	3	5	3	5	5	1	3	3	3	3	1	1	0	5	5	5	1	67	25%
11	BKW	5	5	5	3	3	3	5	3	3	5	5	3	3	3	1	3	5	5	5	3	76	5%
12	DFM	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	3	5	5	5	1	5	3	3	5	5	88	5%
13	DDP	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	94	0%
14	DRM	3	1	3	1	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	44	40%
15	DPDY	5	5	5	3	3	3	5	1	3	5	5	3	3	1	0	0	0	0	0	0	50	40%
16	DTA	5	5	5	5	3	3	3	1	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	5	86	10%
17	DPT	5	5	5	5	3	5	3	3	3	5	5	1	5	5	1	5	5	3	1	0	73	20%
18	DOR	5	5	3	5	3	5	3	1	5	5	5	5	5	3	1	3	5	3	3	1	74	15%
19	DFNR	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	98	0%

No.	Nama	Skor tiap nomor																				Jumlah Nilai	Persentase soal belum selesai tiap siswa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
20	ESR	5	5	3	5	3	3	1	3	1	5	5	3	3	1	1	1	5	5	5	3	66	25%
21	EFK	5	5	5	5	3	5	4	4	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	92	0%
22	HNF	5	5	5	5	3	5	3	3	5	5	5	3	5	3	1	5	5	3	0	0	74	15%
23	HDZL	5	5	5	3	3	3	5	1	3	5	5	3	3	0	0	0	0	0	1	1	51	40%
24	HAF	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	3	5	3	3	5	5	92	0%
25	IVQS	5	5	3	5	5	3	1	3	5	3	5	3	3	0	0	5	3	0	3	5	65	20%
26	IIV	5	5	5	5	5	3	1	1	1	3	5	3	3	0	0	0	5	3	1	0	54	40%
27	JH	5	5	5	3	3	3	3	5	3	5	5	3	3	3	1	3	5	3	5	1	72	10%
28	KDAP	3	3	5	5	3	3	5	5	3	5	5	5	5	5	0	3	0	0	0	5	68	20%
29	MM	3	1	3	3	5	3	3	1	1	3	1	3	3	1	0	1	3	3	1	1	43	40%
30	MZ	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	3	5	0	85	10%
31	NH	5	3	5	5	3	5	1	1	1	5	1	5	5	3	1	3	5	3	5	1	66	30%
32	OSFW	5	5	5	5	3	5	5	3	1	3	3	5	5	5	1	5	5	5	5	5	84	10%
33	RN	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	94	0%
34	SCR	5	5	3	5	3	5	4	4	3	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	3	88	0%
35	SDP	5	5	5	3	5	3	5	5	3	3	5	3	0	3	0	0	5	3	5	5	71	15%
36	SREM	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	96	0%
Jumlah soal belum selesai		0	2	0	1	0	0	6	11	6	0	12	1	1	7	26	9	6	6	12	17	123	
Persentase soal belum selesai		0%	5,56 %	0%	2,78 %	0%	0%	16,6 7%	30,5 6%	16,6 7%	0%	33,3 3%	2,78 %	2,78 %	19,4 4%	72,2 2%	25 %	16,6 7%	16,6 7%	33,3 3%	47,2 2%	63,33%	
Jumlah																					2711		
Rata-rata																					75,31		

LAMPIRAN E. ANALISIS DATA HASIL BELAJAR**LAMPIRAN E.1 UJI NORMALITAS HASIL BELAJAR**

Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan software SPSS 23 dengan menggunakan Uji One sample Kolmogorov Smirnov dengan cara sebagai berikut.

1. Membuka software SPSS 23, kemudian membuka lembar kerja **Variable View** dan mengisi dengan 2 variabel pada lembar kerja tersebut.
 - a. Variabel pertama : **Kontrol** (Numeric, Width 8, Decimals 0)
 - b. Variabel kedua : **Eksperimen** (Numeric, Width 8, Decimals 0)
2. Memasukkan semua data pada **Data View**.
3. Dari baris menu, pilih menu **Analyze**, pilih **Non-parametric Test**, klik **Legacy Dialogs**, pilih **1 Sample K-S** (muncul dialog **One Sampel Kormogrov Smirnov Test**), klik variable **Kontrol** dan **Eksperimen** pindahkan ke **Test Variabel Test**, pada kolom **Test Distribution** centang **Normal**, kemudian klik **OK**.

Hasil uji normalitas data penelitian sebagai berikut:

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kontrol	Eksperimen
N		36	36
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	75,31	93,94
	Std. Deviation	15,314	5,606
Most Extreme Differences	Absolute	0,109	0,254
	Positive	0,85	0,179
	Negative	-0,109	-0,254
Test Statistic		0,109	0,254
Asymp. Sig. (2-tailed)		0,200 ^{c,d}	0,000 ^c

- a. Test distribution is Normal
- b. Calculated from data
- c. Lilliefors Significance Correction
- d. This is a lower bound of the true significance

Pada uji normalitas nilai Sig. untuk kelas eksperimen 0,000 dan untuk kelas kontrol 0,200. Berdasarkan kriteria pengambilan keputusan jika nilai Sig. < 0,05 maka data tidak terdistribusi normal (menggunakan uji statistik non parametrik) dan jika nilai Sig. \geq 0,05 maka data tersebut terdistribusi normal. Dari

hasil uji normalitas dapat disimpulkan bahwa data kelas eksperimen tidak terdistribusi normal, sehingga penggolongan data yang digunakan menggunakan statistik non parametrik dengan 2 *independent sample t test*.



LAMPIRAN E.2 UJI T HASIL BELAJAR

Uji T dilakukan dengan menggunakan bantuan software SPSS 23. Uji T pada hasil belajar menggunakan uji 2 *Independent Sample T-Test* dengan langkah sebagai berikut.

1. Membuka software SPSS 23, kemudian membuka lembar kerja **Variable View** dan mengisi dengan 2 variabel pada lembar kerja tersebut.
 - c. Variabel pertama : **Hasil** (Numeric, Width 8, Decimals 0, Label ditulis dengan **Hasil Belajar**)
 - d. Variabel kedua : **Kelas** (Numeric, Width 8, Decimals 0, Label ditulis dengan Kelas, Values diisi 1 dengan label **Kelas Kontrol** dan 2 dengan label **Kelas Ekperimen**)
2. Memasukkan semua data pada **Data View**.
4. Dari baris menu, pilih menu **Analyze**, pilih **Non-parametric Test**, klik **Legacy Dialogs**, pilih **2 Independent Sample T-Test** (muncul dialog **Two Independent Samples Tests**), klik **Hasil Belajar** pindahkan ke **Test Variabel List** dan klik **Kelas** pindahkan ke **Grouping Variable** (muncul dialog kemudian isi **Group 1** dengan 1 dan **Group 2** dengan 2), pada kolom **Test Type** centang **Mann-Whitney U**, kemudian klik **OK**.

Hasil uji T data penelitian sebagai berikut:

Mann-Whitney Test

Ranks

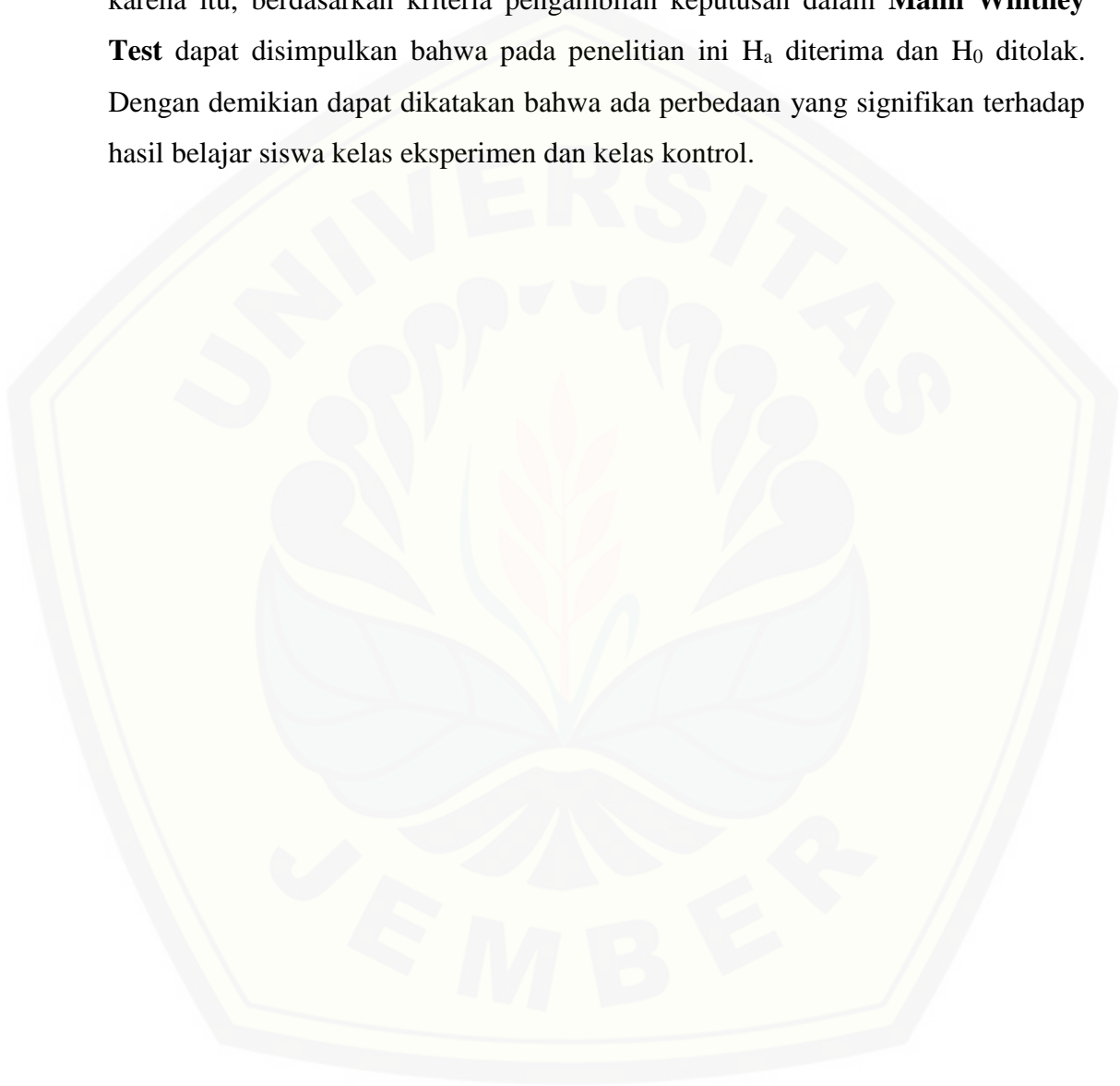
	Kelas	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Hasil Belajar	Kelas Eksperimen	36	51,18	1842,50
	Kelas Kontrol	36	21,82	785,50
	Total	72		

Test Statistics^a

	Hasil Belajar
Mann-Whitney U	119,500
Wilcoxon W	785,500
Z	-5,984
Asymp.Sig.(2-tailed)	0,000

a. Grouping Variable: Kelas

Berdasarkan pedoman pengambilan keputusan dalam **Mann Whitney Test** jika nilai Asymp. Sig. (2-tailed) $< 0,05$, maka H_a diterima dan jika nilai Asymp. Sig. (2-tailed) $> 0,05$, maka H_a ditolak. Hasil uji T pada penelitian ini diketahui bahwa nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,000 ($0,000 < 0,05$). Oleh karena itu, berdasarkan kriteria pengambilan keputusan dalam **Mann Whitney Test** dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini H_a diterima dan H_0 ditolak. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa ada perbedaan yang signifikan terhadap hasil belajar siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol.



LAMPIRAN F. BUKTI HASIL POST-TEST

POST-TEST NILAI TERTINGGI KELAS EKSPERIMEN

FISIKA
11 Januari 2019

30

1. Diket: $m_1 = 100 \text{ gr}$ Dtl: $m_2 = ?$
 $v = 0,8 \text{ c}$
 Jawab: $\frac{m_1}{m} = \frac{8}{10}$
 $\frac{100}{m} = \frac{8}{10}$
 $1000 = 8m$
 $m = \frac{1000}{8} = 125 \text{ gr}$

2. Diket: $v = 0,8 \text{ c}$ Dtl: $m = m_0 = ?$
 Jawab: $\frac{m}{m_0} = \frac{8}{10} = \frac{4}{5}$
 $m = m_0 = 5 = 4$

3. Diket: $v = 0,8 \text{ c}$ Dtl: $m = ?$
 $m_0 = m_0$
 Jawab: $\frac{m_0}{m} = \frac{6}{10}$
 $10 m_0 = 6m$
 $m = \frac{10 m_0}{6} = \frac{5 m_0}{3}$

4. Diket: $L_0 = 8 \text{ m}$ Dtl: $L = ?$
 $v = 0,8 \text{ c}$
 Jawab: $\frac{L}{L_0} = \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,8^2}}$
 $L = 8 \sqrt{1 - 0,64} = 8 \sqrt{0,36} = 8 \cdot 0,6 = 4,8 \text{ m}$

5. Diket: $m_0 = 50 \text{ kg}$ Dtl: $E = ?$
 $m = 100 \text{ kg}$
 Jawab: $\frac{m_0}{m} = \frac{50}{100}$
 $\frac{m_0}{m} = \frac{1}{\gamma}$
 $\frac{50}{100} = \frac{1}{\gamma}$
 $\gamma = 2$
 $\sqrt{1 - v^2/c^2} = \frac{1}{2}$
 $1 - v^2/c^2 = \frac{1}{4}$
 $v^2/c^2 = \frac{3}{4}$
 $v = \frac{\sqrt{3}}{2} c$

6. Diket: $m_0 = 50 \text{ kg}$ Dtl: $E = ?$
 $m = 100 \text{ kg}$
 Jawab: $\frac{m_0}{m} = \frac{50}{100}$
 $\frac{m_0}{m} = \frac{1}{\gamma}$
 $\frac{50}{100} = \frac{1}{\gamma}$
 $\gamma = 2$
 $E = m_0 c^2 \gamma$
 $E = 50 \cdot 10^3 \cdot 2^2 = 200 \cdot 10^3 = 2 \cdot 10^5 \text{ J}$

7. Diket: $m_0 = 10 \text{ kg}$ Dtl: $E = ?$
 $v = 0,8 \text{ c}$
 Jawab: $\frac{m_0}{m} = \frac{10}{m}$
 $\frac{m_0}{m} = \frac{1}{\gamma}$
 $\frac{10}{m} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,64}}$
 $\frac{10}{m} = \frac{1}{0,6}$
 $m = 6 \text{ kg}$
 $E = m c^2 = 6 \cdot 10^3 \cdot 9 \cdot 10^{16} = 54 \cdot 10^{19} = 5,4 \cdot 10^{20} \text{ J}$

8. Diket: $v = 0,8 \text{ c}$ Dtl: $E = ?$
 $m_0 = m_0$
 Jawab: $\frac{m_0}{m} = \frac{8}{10}$
 $\frac{m_0}{m} = \frac{1}{\gamma}$
 $\frac{m_0}{m} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,64}}$
 $\frac{m_0}{m} = \frac{1}{0,6}$
 $m = \frac{6}{10} m_0 = 0,6 m_0$
 $E = m c^2 = 0,6 m_0 c^2$

9. Diket: $L_0 = 10 \text{ m}$ Dtl: $L = ?$
 $v = 0,8 \text{ c}$
 Jawab: $\frac{L}{L_0} = \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,64}}$
 $L = 10 \sqrt{1 - 0,64} = 10 \sqrt{0,36} = 10 \cdot 0,6 = 6 \text{ m}$

10. Diket: $L_0 = 10 \text{ m}$ Dtl: $L = ?$
 $v = 0,8 \text{ c}$
 Jawab: $\frac{L}{L_0} = \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,64}}$
 $L = 10 \sqrt{1 - 0,64} = 10 \sqrt{0,36} = 10 \cdot 0,6 = 6 \text{ m}$

11. Diket: $L_0 = 10 \text{ m}$ Dtl: $L = ?$
 $v = 0,8 \text{ c}$
 Jawab: $\frac{L}{L_0} = \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,64}}$
 $L = 10 \sqrt{1 - 0,64} = 10 \sqrt{0,36} = 10 \cdot 0,6 = 6 \text{ m}$

12. Diket: $L_0 = 10 \text{ m}$ Dtl: $L = ?$
 $v = 0,8 \text{ c}$
 Jawab: $\frac{L}{L_0} = \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,64}}$
 $L = 10 \sqrt{1 - 0,64} = 10 \sqrt{0,36} = 10 \cdot 0,6 = 6 \text{ m}$

13. Diket: $L_0 = 5 \text{ m}$ Dtl: $v = ?$
 $L = 4 \text{ m}$
 Jawab: $\frac{L}{L_0} = \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$
 $\frac{4}{5} = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$
 $\frac{4}{5} \sqrt{1 - v^2/c^2} = 1$
 $\sqrt{1 - v^2/c^2} = \frac{5}{4}$
 $1 - v^2/c^2 = \frac{25}{16}$
 $-v^2/c^2 = \frac{25}{16} - 1 = \frac{9}{16}$
 $v^2/c^2 = -\frac{9}{16}$
 $v = \frac{3}{4} c = 0,75 c$

14. Diket: $L_0 = 10 \text{ m}$ Dtl: $L = ?$
 $v = 0,8 \text{ c}$
 Jawab: $\frac{L}{L_0} = \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,64}}$
 $L = 10 \sqrt{1 - 0,64} = 10 \sqrt{0,36} = 10 \cdot 0,6 = 6 \text{ m}$

15. Diket: $L_0 = 10 \text{ m}$ Dtl: $L = ?$
 $v = 0,8 \text{ c}$
 Jawab: $\frac{L}{L_0} = \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,64}}$
 $L = 10 \sqrt{1 - 0,64} = 10 \sqrt{0,36} = 10 \cdot 0,6 = 6 \text{ m}$

$v = \sqrt{c^2 - L^2}$
 $\sqrt{c^2 - 0,8^2}$
 $\sqrt{1 - 0,64}$
 $\sqrt{0,36} = 0,6c$

18) Diket: $v = 0,8c$
 $t_0 = 10$ tahun
 Dit: t
 Jawab:

$t = \frac{L}{v} = \frac{10}{0,8} = 12,5$ tahun
 $t = 12,5$ tahun

19) Diket: $E_k = 10 E_0$
 $C = c$
 Dit: v
 Jawab:

$E_k = E - E_0 \rightarrow E = E_0 + E_k$
 $E = 10 E_0 \rightarrow E = 10 E_0$
 $E_0 + E_k = 10 E_0$
 $E_k = 9 E_0$
 $\frac{E_k}{E_0} = \frac{9 E_0}{E_0} = 9$
 $\frac{1 - \frac{v^2}{c^2}}{1 + \frac{v^2}{c^2}} = 9$
 $1 - \frac{v^2}{c^2} = 9 + 9 \frac{v^2}{c^2}$
 $1 - 9 \frac{v^2}{c^2} = 9 \frac{v^2}{c^2}$
 $1 = 18 \frac{v^2}{c^2}$
 $\frac{1}{18} = \frac{v^2}{c^2}$
 $\frac{1}{\sqrt{18}} = \frac{v}{c}$
 $v = \frac{1}{\sqrt{18}} c$

20) Diket: $v = \frac{1}{2} \sqrt{3} c$
 $M_0 = 10$
 $m = m_0$
 $E_0 = 10 E_0$
 $E_k = E_0$
 Dit: m dan E_k
 Jawab:

$\frac{M_0}{m} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
 $\frac{10}{m} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(\frac{1}{2}\sqrt{3}c)^2}{c^2}}}$
 $\frac{10}{m} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{3}{4}}}$
 $\frac{10}{m} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4}}}$
 $\frac{10}{m} = \frac{1}{\frac{1}{2}}$
 $\frac{10}{m} = 2$
 $m = 5$

$E_k = E - E_0$
 $E_k = 2 E_0 - E_0$
 $E_k = E_0$
 $E_k = 10 E_0$
 $E_k = 10 \times 10^8 \text{ J}$
 $E_k = 10^9 \text{ J}$

21) Diket: $L_0 = L_0$
 $L = 0,8 L_0$
 $L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
 $0,8 L_0 = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
 $0,8 = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
 $0,64 = 1 - \frac{v^2}{c^2}$
 $\frac{v^2}{c^2} = 1 - 0,64$
 $\frac{v^2}{c^2} = 0,36$
 $v = 0,6c$

22) Diket: $L_0 = 10$ m
 $v = 0,8c$
 Dit: L
 Jawab:

$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
 $L = 10 \sqrt{1 - \frac{(0,8c)^2}{c^2}}$
 $L = 10 \sqrt{1 - 0,64}$
 $L = 10 \sqrt{0,36}$
 $L = 10 \times 0,6$
 $L = 6$ m

23) Diket: $E = 10$
 $E_0 = 8$
 $E = \frac{E_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
 $10 = \frac{8}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
 $10 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 8$
 $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{8}{10} = 0,8$
 $1 - \frac{v^2}{c^2} = 0,64$
 $\frac{v^2}{c^2} = 1 - 0,64$
 $\frac{v^2}{c^2} = 0,36$
 $v = 0,6c$

POST-TEST NILAI TERENDAH KELAS EKSPERIMEN

Rike Farel studio
XII IPA 3
33
11-01-2019
70/

South Posttest

1) Diket: $M_0 = 100 \text{ gram}$
 $V = 0,6 c$

Dit: $?$

Jwb: $\frac{m_0}{m} = \frac{v}{c}$
 $m = \frac{100 \cdot 100}{8} = 125 \text{ gram}$

2) Diket: $v = 0,6 c$

Dit: $?$

Jwb: $\frac{m_0}{m} = \frac{v}{c}$
 $m = \frac{100}{4} = 25 \text{ gram}$

3) $m_0 = m$
 $V = 0,2 c$

Dit: $?$

Jwb: $\frac{m_0}{m} = \frac{v}{c}$
 $m = \frac{1}{2} m_0$

4) $t_0 = 8 s$
 $t = 10 s$

Dit: $v = ?$

Jwb: $V = \sqrt{c^2 - v_0^2}$
 $= \sqrt{100 - 64} = 4 \text{ c}$

5) Diket: $v = 0,8 c$

Dit: $?$

Jwb: $V = \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,6 c$

6) Diket: $t_0 = 10 s$
 $t = 12 s$

Dit: $v = ?$

Jwb: $V = \sqrt{1 - (\frac{t_0}{t})^2} = 0,6 c$

7) Diket: $m_0 = 100 \text{ gram}$
 $v = 0,8 c$

Dit: $v = ?$

Jwb: $V = \sqrt{1 - (\frac{m_0}{m})^2} = 0,6 c$

1) Diket: $t = 30$
 $V = 0,8 c$

Dit: $?$

Jwb: $\frac{t_0}{t} = \frac{v}{c}$
 $t_0 = \frac{30 \cdot 100}{8} = 375 \text{ s}$

2) Diket: $v_0 = 0,8 c$

Dit: $?$

Jwb: $V = \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,6 c$

3) Diket: $L_0 = 100 m$
 $L = 80 m$

Dit: $v = ?$

Jwb: $\frac{L_0}{L} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
 $v = 0,6 c$

4) Diket: $L_0 = 100 m$
 $L = 40 m$

Dit: $v = ?$

Jwb: $\frac{L_0}{L} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
 $v = 0,8 c$

5) Diket: $L = 80 m$
 $L_0 = 100 m$

Dit: $v = ?$

Jwb: $\frac{L_0}{L} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
 $v = 0,6 c$

POST-TEST NILAI TERTINGGI KELAS KONTROL

98/

Dyah Fara Nur Fadhilah
XII MIPA 1 (20)

<p>1. Diket: $m_0 = 100 \text{ gr}$ $v = 0,6c$ Dit: m Jawab: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $m = \frac{100}{\sqrt{1 - 0,36}}$ $m = \frac{100}{0,8} = 125 \text{ gr}$</p> <p>2. Diket: $v = 0,6c$ Dit: m Jawab: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $m = \frac{10}{\sqrt{1 - 0,36}}$ $m = \frac{10}{0,8} = 12,5$</p> <p>3. Diket: m_0 $v = 0,8c$ Dit: m Jawab: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - 0,64}}$ $m = \frac{m_0}{0,6} = \frac{5}{3} m_0$</p>	<p>4. Diket: $t_0 = 8 \text{ s}$ $t = 10 \text{ s}$ Dit: v Jawab: $t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $\frac{10}{8} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $\frac{5}{4} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $\frac{25}{16} = \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $\frac{25}{16} - 1 = \frac{1 - \frac{v^2}{c^2}}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $\frac{9}{16} = \frac{1 - \frac{v^2}{c^2}}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $\frac{9}{16} = 1 - \frac{v^2}{c^2}$ $\frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{9}{16} = \frac{7}{16}$ $\frac{v}{c} = \sqrt{\frac{7}{16}} = \frac{\sqrt{7}}{4}$ $v = \frac{\sqrt{7}}{4} c$</p> <p>5. Diket: $v = 0,8c$ $t_A = 20 \text{ tahun}$ Dit: t_0 Jawab: $t_A = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $20 = \frac{t_0}{\sqrt{1 - 0,64}}$ $20 = \frac{t_0}{0,6}$ $t_0 = 12 \text{ tahun}$</p> <p>6. Diket: $m_0 = 50 \text{ kg}$ $m = 100 \text{ kg}$ Dit: v Jawab: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $100 = \frac{50}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $2 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $\frac{1}{4} = 1 - \frac{v^2}{c^2}$ $\frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$ $\frac{v}{c} = \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ $v = \frac{\sqrt{3}}{2} c$</p>
--	---

<p>$\frac{v^2}{c^2} = \frac{3}{4}$ $v^2 = \frac{3}{4} c^2$ $v = \frac{\sqrt{3}}{2} c = 0,866 c$</p> <p>7. Diket: m_0 $v = 0,8c$ Dit: E Jawab: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - 0,64}}$ $m = \frac{m_0}{0,6}$ $m = \frac{5}{3} m_0$ $E = E_0 + E_k$ $= m_0 c^2 + (\frac{5}{3} m_0 c^2 - m_0 c^2)$ $= \frac{2}{3} m_0 c^2$</p> <p>8. Diket: $v = 0,6c$ m_0 Dit: E_k Jawab: $E_k = (\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} - 1) m_0 c^2$ $= (\frac{1}{\sqrt{1 - 0,36}} - 1) m_0 c^2$ $= (\frac{10}{8} - 1) m_0 c^2$ $= \frac{2}{8} m_0 c^2$ $= \frac{1}{4} m_0 c^2$</p> <p>9. Diket: c $m = \frac{5}{3} m_0$ Dit: v Jawab: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$</p>	<p>$\frac{m_0}{m} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $\frac{m_0}{\frac{5}{3} m_0} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $\frac{3}{5} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $\frac{9}{25} = 1 - \frac{v^2}{c^2}$ $\frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{9}{25} = \frac{16}{25}$ $v = \frac{4}{5} c = 0,8c$</p> <p>10. Diket: $l_0 = 12 \text{ m}$ $v = 0,8c$ Dit: l Jawab: $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $l = 12 \sqrt{1 - 0,64}$ $l = 12 (0,6)$ $l = 7,2 \text{ m}$</p> <p>11. Diket: $t = 3 \text{ s}$ $v = 0,8c$ Dit: t_0 Jawab: $t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $3 = \frac{t_0}{\sqrt{1 - 0,64}}$ $3 = \frac{t_0}{0,6}$ $t_0 = 1,8 \text{ s}$</p> <p>12. Diket: $l_0 = 10 \text{ m}$ $l = 8 \text{ m}$ Dit: v Jawab: $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $8 = 10 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $\frac{4}{5} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $\frac{16}{25} = 1 - \frac{v^2}{c^2}$ $\frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{16}{25} = \frac{9}{25}$ $\frac{v}{c} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$ $v = \frac{3}{5} c = 0,6c$</p>
--	--

$v = \frac{3}{5}c = 0.6c$ <p>13. Diket: $l_0 = 5m$ Dit: v Jawab: $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $4 = 5 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $\frac{4}{5} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $\frac{16}{25} = 1 - \frac{v^2}{c^2}$ $\frac{v^2}{c^2} = \frac{9}{25}$ $v = \frac{3}{5}c = 0.6c$</p>	$\frac{v^2}{c^2} = \frac{9}{25} \rightarrow v = \frac{3}{5}c = 0.6c$ <p>16. Diket: $l = \frac{4}{5}l_0$ Dit: v Jawab: $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $\frac{4}{5}l_0 = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $\frac{4}{5} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $\frac{16}{25} = 1 - \frac{v^2}{c^2}$ $\frac{v^2}{c^2} = \frac{9}{25}$ $v = \frac{3}{5}c = 0.6c$</p>	<p>Jawab: $\frac{v_1}{v_2} = \frac{E_1}{E_2}$ $\frac{3 \text{ or } 4}{4 \text{ or } 3} = \frac{(1.5 \cdot 10^3 \text{ gr})c^2}{E_2}$ $3 E_2 = (6 \cdot 10^3 \text{ gr})c^2$ $E_2 = \frac{(6 \cdot 10^3 \text{ gr})c^2}{3}$ $= (2 \cdot 10^3 \text{ gr})c^2$</p>
<p>14. Diket: $l = \frac{4}{5}l_0$ Dit: v Jawab: $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $\frac{4}{5}l_0 = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $\frac{4}{5} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $\frac{16}{25} = 1 - \frac{v^2}{c^2}$ $\frac{v^2}{c^2} = \frac{9}{25}$ $v = \frac{3}{5}c = 0.6c$</p>	<p>17. Diket: $t_0 = 12 \text{ menit}$ Dit: v Jawab: $t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $15 = \frac{12}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $1.25 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $1.5625 = \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $1.5625 - 1.5625 \frac{v^2}{c^2} = 1$ $0.5625 = 1.5625 \frac{v^2}{c^2}$ $\frac{v^2}{c^2} = \frac{0.5625}{1.5625} = \frac{9}{25}$ $v = \frac{3}{5}c = 0.6c$</p>	<p>20. Diket: $v = \frac{1}{2}c$ Ditanya: a) m b) E_k Jawab: a) $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $= \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{1}{4}}}$ $= \frac{m_0}{\sqrt{\frac{3}{4}}}$ $= \frac{2}{\sqrt{3}} m_0$ $= 2 M_0$</p> <p>b) $E_k = \frac{E - E_0}{m c^2 - m_0 c^2}$ $= \frac{2 m_0 c^2 - m_0 c^2}{m_0 c^2 - m_0 c^2}$ $= m_0 c^2$</p>
<p>15. Diket: c Dit: $E_k = E_0$ Jawab: $E_k = E_0$ $E - E_0 = E_0$ $E = 2E_0$ $mc^2 = 2m_0 c^2$ $m = 2m_0$ $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $2m_0 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $2 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$</p>	<p>18. Diket: $t_0 = 30 \text{ tahun}$ Dit: t Jawab: $t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $t = \frac{30}{\sqrt{1 - \frac{0.8c^2}{c^2}}}$ $t = \frac{30}{\sqrt{1 - 0.64}}$ $t = \frac{30}{\sqrt{0.36}}$ $t = \frac{30}{0.6}$ $t = 50 \text{ tahun}$</p>	
	<p>19. Diket: $v = 0.6c$ Dit: E_2 $E_1 = (1.5 \cdot 10^3 \text{ gram})c^2$</p>	

POST-TEST NILAI TERENDAH KELAS KONTROL

43/ 11-1-2019

Nama : M. Ma'dani Fawaid
 Kelas : XII IPA 1
 No. Presensi : 30

1) Diketahui: $m_0 = 100 \text{ gr}$
 $v = 0,6c$
 Ditanya: $m = \dots??$
 Jawab: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$
 $= \frac{100}{\sqrt{1-0,36}}$
 $= \frac{100}{\sqrt{0,64}}$
 $= \frac{100}{0,8}$
 $= 125 \text{ gr}$ (1)

2) Diketahui: $v = 0,6c$
 Ditanya: $M : M_0 = \dots??$
 Jawab: (1)

3) Diketahui: $v = 0,8c$
 Ditanya: $m = \dots??$
 Jawab: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$
 $= \frac{m_0}{\sqrt{1-0,64}}$
 $= \frac{m_0}{\sqrt{0,36}}$
 $= \frac{m_0}{0,6}$
 $m_0 = 2 M_0$ (2)

4) Diketahui: $t_1 = 8 \text{ s}$
 $t_2 = 10 \text{ s}$
 Ditanya: $v_1 = \dots??$
 Jawab: $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$
 $10 = \frac{8}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$
 $10\sqrt{1-v^2/c^2} = 8$
 $\sqrt{1-v^2/c^2} = \frac{8}{10}$
 $1 - v^2/c^2 = \frac{64}{100}$
 $v^2/c^2 = \frac{36}{100}$
 $v = 0,6c$ (2)

5) Diketahui: $v = 0,8c$
 $m_0 = 20$
 Ditanya: $m = \dots??$
 Jawab: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$
 $= \frac{20}{\sqrt{1-0,64}}$
 $= \frac{20}{\sqrt{0,36}}$
 $= \frac{20}{0,6}$
 $m = 33,33$ (2)

6) Diketahui: $M_0 = 50 \text{ kg}$
 $M = 100 \text{ kg}$
 Ditanya: $v = \dots??$
 Jawab: $M = \frac{M_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$
 $100 = \frac{50}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$
 $2 = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$
 $2\sqrt{1-v^2/c^2} = 1$
 $2\sqrt{1-v^2/c^2} = 1$
 $\sqrt{1-v^2/c^2} = \frac{1}{2}$
 $1 - v^2/c^2 = \frac{1}{4}$
 $v^2/c^2 = \frac{3}{4}$
 $v = 0,8c$ (2)

7) Diketahui: m_0
 $v = 0,8c$
 Ditanya: $m = \dots??$
 Jawab: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$
 $= \frac{m_0}{\sqrt{1-0,64}}$
 $= \frac{m_0}{0,6}$
 $m = 2 m_0 = 2 \text{ Jari}$ (3)

8) Diketahui: $v = 0,6c$
 m_0
 Ditanya: $E_k = \dots??$
 Jawab: (1)

9) Diketahui: $c = \text{kecepatan cahaya}$
 Ditanya: $v = \dots??$
 Jawab: (1)

10) Diketahui: $m_0 = 12 \text{ m}$
 $v = 0,8c$
 Ditanya: $m = \dots??$
 Jawab: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$
 $= \frac{12}{\sqrt{1-0,64}}$
 $= \frac{12}{\sqrt{0,36}}$
 $m = \frac{12}{0,6}$
 $m = 20 \text{ m}$ (3)

11) Diketahui: $m_0 = 3 \text{ s}$
 $v = 0,8c$
 Ditanya: $m = \dots??$
 Jawab: (1)

12) Diketahui: $m_0 = 10 \text{ m}$
 $m = 8 \text{ m}$
 Ditanya: $v = \dots??$
 Jawab: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$
 $8 = \frac{10}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$
 $8\sqrt{1-v^2/c^2} = 10$
 $\sqrt{1-v^2/c^2} = \frac{10}{8}$
 $1 - v^2/c^2 = \frac{25}{16}$
 $v^2/c^2 = \frac{9}{16}$
 $v = 0,75c$ (2)

13) Diketahui: $m_0 = 5 \text{ M}$
 $m = 4 \text{ M}$
 Ditanya: $v = \dots??$
 Jawab: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$
 $4 = \frac{5}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$
 $\frac{4}{5} = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ (3)
 $v = 1,25 \text{ c}$

14) Diketahui: $m = 20\% m_0$
 Ditanya: $v = \dots??$
 Jawab: |

15) Diketahui: |
 Ditanya: |
 Jawab: |

16) Diketahui: $m = 20\% m_0$
 Ditanya: $v = \dots??$
 Jawab: |

17) Diketahui: $t_0 = 12 \text{ Menit}$
 $v = 0,6 \text{ c}$
 Ditanya: $t = \dots??$
 Jawab: $t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$
 $t = \frac{12}{\sqrt{1 - 0,6^2}}$
 $t = \frac{12}{\sqrt{0,64}}$ (3)
 $t = \frac{12}{0,8}$
 $t = 15$
 $t = 12 - 2,4$
 $t = 9,6 \text{ Menit}$

18) Diketahui: $t_0 = 12$; $v = 0,8 \text{ c}$
 Ditanya: $t = \dots??$
 Jawab: $t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$
 $t = \frac{12}{\sqrt{1 - 0,8^2}}$
 $t = \frac{12}{\sqrt{0,36}}$
 $t = \frac{12}{0,6}$ (3)
 $t = 20$
 $t = 12 + 2,4$
 $t = 14,4$
 Jadi umur santi adalah = $30 + 14,4$
 = $44,4 \text{ tahun}$

19) Diketahui: $v = 0,6 \text{ c}$
 $et_1 = 1,5 \times 10^8 \text{ gr/c}^2$
 $v = 0,8 \text{ c}$
 Ditanya $et_2 = \dots??$
 Jawab: |

20) Diketahui: $v = \frac{1}{2} \sqrt{3} \text{ c}$

LAMPIRAN G. DATA HASIL WAWANCARA**A. Wawancara dengan guru fisika kelas XII MIPA****Nama: DS**

1) Sebelum Penelitian

- a. Kurikulum apa yang digunakan di sekolah?
Kurikulum 2013
- b. Bagaimana karakteristik siswa di sekolah untuk tiap-tiap kelasnya?
Karakter siswa di setiap kelas hampir sama
- c. Model dan metode apa yang menurut bapak/ibu cocok digunakan untuk materi relativitas khusus Einstein?
Metodenya menggunakan metode ceramah
- d. Bagaimana hasil pembelajaran relativitas khusus untuk tahun kemarin?
Pembelajaran fisika keseluruhan naik pada ujian nasional, untuk spesifik ke relativitas khusus belum diketahui
- e. Untuk materi fisika sendiri, apakah siswa memiliki kendala dalam menghadapi ujian nasional terutama materi relativitas khusus Einstein?
Apabila pembelajaran di kelas kendalanya siswa susah dalam membayangkan materi fisika yang abstrak seperti relativitas khusus, untuk menghadapi ujian nasional siswa memang dituntut untuk menyelesaikan dengan waktu yang minim sedangkan materi fisika banyak sekali rumus dan kebanyakan siswa hanya menghafalnya.

2) Setelah penelitian

Nama: DS

- a. Bagaimana pendapat bapak mengenai aplikasi metode Pythagoras dalam penyelesaian soal-soal relativitas khusus Einstein terhadap hasil belajar siswa kelas XII?
Metode Pythagoras sudah bagus diterapkan pada soal-soal yang berbentuk soal hitungan sehingga dapat mempermudah dan mempercepat siswa menyelesaikannya, namun untuk soal tentang konsep masih kurang.

- b. Apa saran bapak/ibu mengenai aplikasi metode Pythagoras dalam penyelesaian soal-soal relativitas khusus Einstein terhadap hasil belajar siswa kelas XII?

Sudah bagus untuk membantu karena waktu yang digunakan dapat diminimalisir

B. Wawancara kepada siswa kelas XII MIPA setelah proses belajar mengajar dengan menggunakan metode Pythagoras dalam penyelesaian soal-soal relativitas khusus Einstein

Nama: MSZ

- 1) Bagaimana pendapat anda mengenai guru mengajar menggunakan metode Pythagoras dalam penyelesaian soal-soal relativitas khusus Einstein?

Mudah dipahami dan dapat mempersingkat waktu dalam mengerjakan soal

- 2) Apa hambatan yang anda hadapi pada aplikasi metode Pythagoras dalam penyelesaian soal-soal relativitas khusus Einstein?

Tidak dapat digunakan untuk mengerjakan soal teori, hanya dapat digunakan pada soal hitungan

Nama: JMP

- 1) Bagaimana pendapat anda mengenai guru mengajar menggunakan metode Pythagoras dalam penyelesaian soal-soal relativitas khusus Einstein?

Tidak rumit dan tidak harus menghafal banyak rumus serta mudah diterapkan dalam soal

- 2) Apa hambatan yang anda hadapi pada aplikasi metode Pythagoras dalam penyelesaian soal-soal relativitas khusus Einstein?

Metode Pythagoras hanya bisa diterapkan pada model soal hitungan saja, untuk soal teori masih belum bisa

LAMPIRAN H. JADWAL PENELITIAN

Tabel H.1 Jadwal Penelitian Kelas Eksperimen

No	Hari/Tanggal	Waktu	Kegiatan	Materi
1	Jum'at/04-01- 2019	10.15-11.00 12.15-13.00	KBM 1	Transformasi Galileo, postulat Einstein, eksperimen Michelson Morley, dan transformasi Lorentz
2	Senin/07-01- 2019	08.30-09.15 09.15-10.00	KBM 2	Relativitas Khusus Einstein dan kesetaraan massa dan energi
3	Jum'at/11-01- 2019	10.15-11.00 12.15-13.00	KBM 3	Pembahasan soal latihan dan Tes di kelas eksperimen

Tabel H.2 Jadwal Penelitian Kelas Kontrol

No	Hari/Tanggal	Waktu	Kegiatan	Materi
1	Jum'at/04-01- 2019	07.00-07.45 07.45-08.30	KBM 1	Transformasi Galileo, postulat Einstein, eksperimen Michelson Morley, dan transformasi Lorentz
2	Senin/07-01- 2019	10.15-11.00 11.00-11.45	KBM 2	Relativitas Khusus Einstein dan kesetaraan massa dan energi
3	Jum'at/11-01- 2019	07.00-07.45 07.45-08.30	KBM 3	Tes di kelas kontrol

LAMPIRAN I. SURAT PENELITIAN

LAMPIRAN I.1 SURAT IZIN OBSERVASI PENELITIAN



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121
Telepon : 0331-334988, 330738 Fax : 0331-334988
Laman : www.fkip.unej.ac.id

Nomor : 4363 UN25.1.5/LT/2018 05 JUN 2018
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Izin Observasi

Yth. Kepala SMA Negeri Ambulu
Jl. Candradimuka No.42, Sumberan, Ambulu, Jember
di Tempat

Dalam rangka memperoleh data-data yang diperlukan untuk penyusunan Skripsi, mahasiswa FKIP Universitas Jember di bawah ini:

Nama : Riska Uswatun Khasanah
NIM : 150210102036
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika

Bermaksud melaksanakan observasi penelitian mengenai pembelajaran yang dilakukan di sekolah. Sehubungan dengan hal tersebut mohon Bapak berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

Demikian atas perhatian dan kerjasama yang baik kami sampaikan terima kasih.



Prof. Dr. Saratno, M.Si
NIP 19670625 199203 1 003

LAMPIRAN I.2 SURAT IZIN PENELITIAN



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121

Telepon : 0331-334988, 330738 Fax : 0331-334988

Laman : www.fkip.unej.ac.id

Nomor 7 8 9 0 / UN25.1.5/LT/2018
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Izin Penelitian

0 5 NOV 2018

Yth. Kepala Sekolah SMA Negeri Ambulu
Jl. Candradimuka No. 42, Sumberan, Ambulu, Jember
di Tempat

Dalam rangka memperoleh data-data yang diperlukan untuk penyusunan Skripsi, mahasiswa FKIP Universitas Jember di bawah ini:

Nama : Riska Uswatun Khasanah
NIM : 150210102036
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika

Bermaksud melaksanakan penelitian tentang "Aplikasi Metode Pythagoras dalam Penyelesaian Soal-Soal Relativitas Khusus Einstein terhadap Hasil Belajar Siswa SMA". Sehubungan dengan hal tersebut mohon Bapak berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

Demikian atas perhatian dan kerjasama yang baik kami sampaikan terima kasih.



Suratno, M.Si
NIP 19670625 199203 1 003

LAMPIRAN I.3 SURAT KETERANGAN TELAH MELAKUKAN PENELITIAN

PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS PENDIDIKAN

SMA NEGERI AMBULU

Jln. Candradimuka No. 42 Ambulu - Jember 68172
Telp (0336) 881260 Email : ambulu.sman@yahoo.co.id

SURAT KETERANGAN
No : 489/054/101.6.5.9/2019

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Drs. MOHAMMAD IRFAN, M.Pd
NIP : 19630407 199003 1 014
Pangkat/Golongan : Pembina Tk. I, IV/b
Jabatan : Kepala Sekolah
Unit Kerja : SMA Negeri Ambulu - Jember



Menerangkan bahwa :

Nama : RISKHA USWATUN KHASANAH
NIM : 150210102036
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika

Telah melaksanakan penelitian, tentang "APLIKASI METODE PYTHAGORAS DALAM PENYELESAIAN SOAL-SOAL RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA SMA".

Demikian, keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Ambulu, 25 Februari 2019
Kepala SMA Negeri Ambulu



Drs. MOHAMMAD IRFAN, M.Pd
Pembina Tingkat I
NIP. 19630407 199003 1 014

LAMPIRAN J. SILABUS PEMBELAJARAN

SILABUS MATA PELAJARAN: FISIKA

Satuan Pendidikan : SMA

Kelas /Semester : XII / Genap

Kompetensi Inti :

KI 1: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI 2: Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif 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, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI 4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

Kompetensi Dasar	Materi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
3.7 Menganalisis fenomena perubahan panjang, waktu, dan massa dikaitkan dengan kerangka acuan, dan kesetaraan massa dengan energi dalam teori relativitas khusus	Teori Relativitas Khusus: <ul style="list-style-type: none"> Transformasi Galileo Percobaan Michelson Morley Postulat Einstein Transformasi Lorentz Kontraksi panjang, Dilatasi waktu, Massa, Momentum, dan Energi relativistik 	<p>Mengamati</p> <ul style="list-style-type: none"> Mengamati bahan bacaan atau video tentang teori relativitas khusus <p>Menanya</p> <ul style="list-style-type: none"> Menanyakan tentang transformasi Galileo, percobaan Michelson Morley, postulat Einstein, dan transformasi Lorentz <p>Eksperimen/eksplorasi</p> <ul style="list-style-type: none"> Mendiskusikan hasil dari percobaan Michelson-Morley dan perbedaan antara fenomena yang terjadi pada benda 	<p>Tugas</p> <ul style="list-style-type: none"> Menyelesaikan soal tentang Relativitas Newton, Percobaan Michelson Morley, Postulat relativitas khusus, Kontraksi panjang, Dilatasi waktu, Massa, Momentum, dan Energi relativistik <p>Observasi</p> <ul style="list-style-type: none"> Checklist lembar pengamatan kegiatan diskusi kelompok <p>Portofolio</p> <ul style="list-style-type: none"> Laporan tertulis <p>Tes</p> <ul style="list-style-type: none"> Tes tertulis bentuk 	6 jam (3 x 2 JP)	<p>Sumber:</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>FISIKA Jilid 2 Edisi Kelima / Giancoli, Douglas C., Erlangga</i> <i>FISIKA MODERN Edisi Kedua / Gautreau & Savin, Erlangga</i> <i>FISIKA untuk SMA/MA, Gunung Ilmu</i> <i>Fisika untuk SMA/MA, Grafindo Media Pratama</i> e-dukasi.net
4.7 Menyelesaikan masalah terkait dengan konsep relativitas panjang, waktu, massa, dan kesetaraan massa dengan energi					

		<p>yang bergerak relatif terhadap pengamat diam dan pengamat bergerak</p> <ul style="list-style-type: none">• Menganalisis besaran panjang, waktu, massa, dan energi dikaitkan dengan teori relativitas khusus <p>Mengasosiasi</p> <ul style="list-style-type: none">• Menyimpulkan konsep transformasi Galileo, percobaan Michelson Morley, postulat Einstein, dan transformasi Lorentz <p>Mengkomunikasikan</p> <ul style="list-style-type: none">• Presentasi hasil penalaran tentang besaran panjang, waktu, massa, dan energi dikaitkan dengan teori relativitas khusus dalam bentuk peta konsep	<p>uraian dan/atau pilihan ganda tentang Relativitas Newton, Percobaan Michelson Morley, Postulat relativitas khusus, Kontraksi panjang, Dilatasi waktu, Massa, Momentum, dan Energi relativistik</p>		
--	--	---	---	--	--

LAMPIRAN K. RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**

Sekolah	: SMA Negeri Ambulu
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: XII MIPA /Genap
Materi Pokok	: Teori Relativitas Khusus
Alokasi Waktu	: 3 x 2 JP (2 x 45 Menit)

A. KOMPETENSI INTI (KI)

Kompetensi sikap spiritual peserta didik adalah menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya. Kompetensi sikap sosial peserta didik menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan pro-aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

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

KI -2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif 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, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa keingintahuannya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait 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, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

B. KOMPETENSI DASAR (KD) DAN INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI (IPK)

KD – 3		KD - 4	
3.7 Menganalisis fenomena perubahan panjang, waktu, dan massa dikaitkan dengan kerangka acuan, dan kesetaraan massa dengan energi dalam teori relativitas khusus		4.7 Menyelesaikan masalah terkait dengan konsep relativitas panjang, waktu, massa, dan kesetaraan massa dengan energi	
IPK		IPK	
3.7.1	Menjelaskan gerak relatif menurut transformasi Galileo.	4.7.1	Menghubungkan konsep dari kontraksi panjang, dilatasi waktu, dan konsep massa dalam bentuk grafik.
3.7.2	Menganalisis percobaan Michelson - Morley.		
3.7.3	Menjelaskan Postulat Einstein dan Transformasi Lorents.		
3.7.4	Menghitung besarnya kontraksi panjang, dilatasi waktu, konsep massa, dan energi relativistik.		

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

3.4.1.1. Melalui ceramah, tanya jawab dan diskusi siswa dapat menjelaskan gerak relatif menurut transformasi Galileo.	4.4.1.1. Melalui ceramah, penugasan, diskusi, dan tanya jawab siswa dapat menuliskan hubungan dari konsep kontraksi panjang, dilatasi waktu, dan konsep massa dalam bentuk grafik.
3.4.2.1. Melalui diskusi dan tanya jawab siswa dapat menganalisis percobaan Michelson - Morley.	
3.4.3.1. Melalui ceramah, tanya jawab dan diskusi siswa dapat menjelaskan Postulat Einstein dan Transformasi Lorents.	
3.4.4.1. Melalui penugasan dan tanya jawab siswa dapat menghitung	

besarnya kontraksi panjang, dilatasi waktu, konsep massa, dan energi relativistik.	
--	--

D. MATERI PEMBELAJARAN

- Transformasi Galilean

Hubungan antara pengukuran (x, y, z, t) milik O dengan pengukuran milik (x', y', z', t') milik O' untuk sebuah kejadian tertentu diperoleh:

$$x' = x - vt \quad y' = y \quad z' = z$$

Selain itu, di dalam fisika Galilean-Newton waktu diasumsikan bersifat mutlak, sehingga:

$$t' = t$$

Keempat persamaan tersebut dinamakan *transformasi koordinat Galilean*.

- Percobaan Michelson Morley

Sebuah perangkat yang memiliki kepekaan untuk mengukur gerakan bumi melalui hipotesis eter ini telah dikembangkan oleh Michelson pada tahun 1881, dan kemudian disempurnakan oleh Michelson dan Morley pada tahun 1887. Hasil percobaan tersebut menyatakan *tidak adanya gerak yang dapat terdeteksi di dalam eter*.

- Postulat Einstein

Postulat I

“Semua hukum-hukum fisika tetap berlaku sama untuk semua kerangka acuan inersia (lambam)”.

Postulat II

“Kecepatan cahaya di ruang hampa adalah konstan untuk semua pengamat”.

- Transformasi Lorentz

Transformasi koordinat Galilean harus digantikan dengan transformasi koordinat Lorentz. Transformasinya adalah:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad y' = y \quad z' = z$$

Persamaan-persamaan ini dapat dibailkkan untuk mendapatkan:

$$x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}} \quad t = \frac{t' + \frac{v}{c^2}x'}{\sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}} \quad y = y' \quad z = z'$$

- Kontraksi panjang

$$L = L_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}$$

- Pemuaiian waktu

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}}$$

- Konsep massa

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}}$$

- Energi relativistik

$$E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}}$$

E. PENDEKATAN/MODEL/METODE PEMBELAJARAN

1. Pendekatan : saintifik
2. Model : *Problem Based Learning*
3. Metode : ceramah, penugasan, tanya jawab dan diskusi

F. MEDIA PEMBELAJARAN DAN SUMBER BELAJAR

1. Media Pembelajaran:

PPT dan Video

2. Sumber Belajar:

Buku Siswa Aktif dan Kreatif Belajar Fisika untuk SMA/MA kelas XII.

G. LANGKAH-LANGKAH KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pertemuan 1 (2x45 menit)

Kegiatan Belajar 1

RINCIAN KEGIATAN		WAKTU	
PENDAHULUAN		15 menit	
Orientasi 1. Mengawali pembelajaran dengan salam dan doa. 2. Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin. Apersepsi 3. Guru menjelaskan garis besar tujuan pembelajaran. Motivasi 4. Guru menjelaskan pentingnya mempelajari gerak relatif.			
KEGIATAN INTI			70 menit
Orientasi siswa pada masalah	5. Guru memberikan ulasan sedikit mengenai transformasi Galileo dan postulat Einstein. 6. Siswa membentuk kelompok belajar sesuai dengan arahan guru. Satu kelompok terdiri dari 4 siswa.		
Mengorganisasikan siswa untuk belajar	7. Siswa berkumpul bersama anggota kelompok yang telah ditentukan oleh guru. 8. Siswa mengamati video tentang percobaan Michelson Morley dan transformasi Lorentz. 9. Guru memberikan arahan kepada siswa untuk mendiskusikan percobaan Michelson Morley dan transformasi Lorentz.		
Melakukan investigasi	10. Secara berkelompok siswa mendiskusikan percobaan Michelson Morley dan transformasi Lorentz.		
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	11. Guru membantu siswa dalam melakukan perencanaan dan penyajian hasil karya.		
Mengevaluasi dan kesimpulan	12. Guru memberikan refleksi terhadap hasil diskusi dan kesimpulan dari energi beserta contohnya.		
PENUTUP		5 menit	
13. Guru memberikan tugas untuk mempelajari materi yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya.			

14. Menutup pembelajaran dengan doa dan salam.	
--	--

Pertemuan 2 (2x45 menit)

Kegiatan Belajar 2

RINCIAN KEGIATAN		WAKTU
PENDAHULUAN		15 menit
Orientasi 1. Mengawali pembelajaran dengan salam dan doa. 2. Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin. Apersepsi 3. Guru menjelaskan garis besar tujuan pembelajaran. Motivasi 4. Guru menjelaskan pentingnya mempelajari relativitas khusus Einstein.		
KEGIATAN INTI		70 menit
Orientasi siswa pada masalah	5. Guru memberikan ulasan sedikit mengenai relativitas khusus Einstein. 6. Siswa membentuk kelompok belajar sesuai dengan arahan guru. Satu kelompok terdiri dari 4 siswa.	
Mengorganisasikan siswa untuk belajar	7. Siswa berkumpul bersama anggota kelompok yang telah ditentukan oleh guru. 8. Siswa mengamati video tentang kontraksi panjang, dilatasi waktu, konsep massa, dan energi relativistik. 9. Guru memberikan arahan kepada siswa untuk mendiskusikan kontraksi panjang, dilatasi waktu, konsep massa, dan energi relativistik.	
Melakukan investigasi	10. Secara berkelompok siswa mendiskusikan tugas yang diberikan oleh guru.	
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	11. Guru membantu siswa dalam melakukan perencanaan dan penyajian hasil karya.	
Mengevaluasi dan kesimpulan	12. Guru memberikan refleksi terhadap hasil diskusi dan kesimpulan dari	

	relativitas khusus Einstein.	
PENUTUP		5 menit
13. Guru memberikan tugas untuk mempelajari materi yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya. 14. Menutup pembelajaran dengan doa dan salam.		

Pertemuan 3 (2x45 menit)

Kegiatan Belajar 3

RINCIAN KEGIATAN		WAKTU
PENDAHULUAN		15 menit
<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengawali pembelajaran dengan salam dan doa. 2. Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Guru menjelaskan garis besar tujuan pembelajaran. <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Guru menjelaskan pentingnya mempelajari teori relativitas khusus. 		
KEGIATAN INTI		70 menit
Orientasi siswa pada masalah	<ol style="list-style-type: none"> 5. Guru mengulas kembali mengenai teori relativitas khusus. 6. Siswa membentuk kelompok belajar sesuai dengan arahan guru. Satu kelompok terdiri dari 4 siswa. 	
Mengorganisasikan siswa untuk belajar	<ol style="list-style-type: none"> 7. Siswa berkumpul bersama anggota kelompok yang telah ditentukan oleh guru. 8. Guru memberikan arahan kepada siswa untuk mendiskusikan soal-soal relativitas khusus Einstein yang telah diberikan oleh guru. 	
Melakukan investigasi	<ol style="list-style-type: none"> 9. Secara berkelompok siswa mendiskusikan soal yang diberikan oleh guru. 	
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	<ol style="list-style-type: none"> 10. Guru membantu siswa dalam melakukan perencanaan dan penyajian hasil karya. 	

Mengevaluasi dan kesimpulan	11. Guru memberikan refleksi dengan mengajarkan metode Pythagoras dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Eintein.	
PENUTUP		5 menit
12. Guru menutup pembelajaran dengan doa dan salam.		

H. TEKNIK PENILAIAN

Penilaian, Pembelajaran Remedial dan Pengayaan

1. Aspek, teknik dan bentuk instrumen penilaian

No	Aspek	Jenis / Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen
1.	Sikap	Pengamatan	- Lembar pengamatan
2.	Pengetahuan	Tes Tertulis	- Pilihan ganda
3.	Ketrampilan	Presentasi	- Rubrik penilaian (lembar observasi)

2. Instrumen penilaian

a. Lembar pengamatan sikap

No	Aspek yang dinilai	5	4	3	2	1	Keterangan
1	Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya						
2	Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif						

Rubrik pengamatan sikap

- 1 = jika peserta didik sangat kurang konsisten memperlihatkan perilaku yang tertera dalam indikator
- 2 = jika peserta didik kurang konsisten memperlihatkan perilaku yang tertera dalam indikator, tetapi belum konsisten
- 3 = jika peserta didik mulai konsisten memperlihatkan perilaku yang tertera dalam indikator

- 4 = jika peserta didik konsisten memperlihatkan perilaku yang tertera dalam indikator
- 5 = jika peserta didik selalu konsisten memperlihatkan perilaku yang tertera dalam indikator

b. Penilaian pemahaman konsep

Rubrik pemahaman konsep:

- Jawaban benar bernilai 5
- Jawaban salah bernilai 0
- Jawaban kosong bernilai 0

c. Penilaian unjuk kerja dalam presentasi

PENILAIAN KINERJA PRESENTASI

Mata Pelajaran : Fisika

Materi : Relativitas Khusus

Nama :

NIS :

Kelas :

No	Aspek yang dinilai	Penilaian		
		1	2	3
1	Komunikasi			
2	Sistematika penyampaian			
3	Wawasan			
4	Keberanian			
5	Antusias			
6	Penampilan			

Rubrik Penilaian

Aspek yang dinilai	Penilaian		
	1	2	3
Komunikasi	Tidak ada komunikasi	Komunikasi sedang	Komunikasi Lancar dan baik
Sistematika penyampaian	Penyampain tidak sistematis	Sistematika penyampaian sedang	Sistematika penyampaian baik
Wawasan	Wawasan kurang	Wawasan sedang	Wawasan luas

Keberanian	Tidak ada keberanian	Keberanian sedang	Keberanian baik
Antusias	Tidak antusias	Antusias sedang	Antusias dalam kegiatan
Penampilan	Penampilan kurang	Penampilan sedang	Penampilan baik

Jember, 02 Agustus 2018

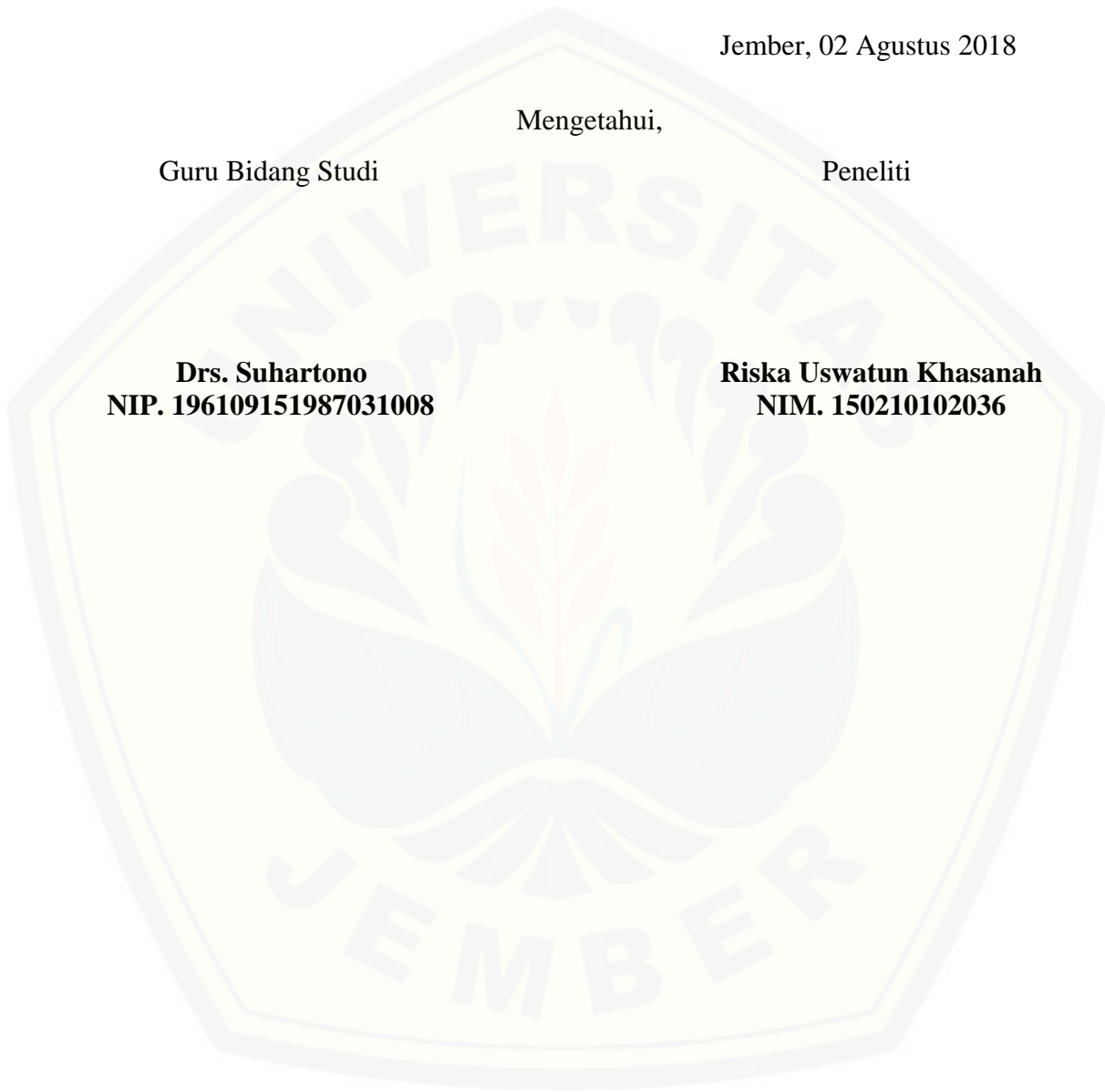
Mengetahui,

Guru Bidang Studi

Peneliti

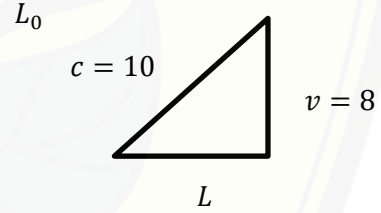
Drs. Suhartono
NIP. 196109151987031008

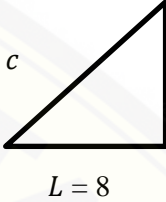
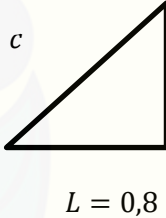
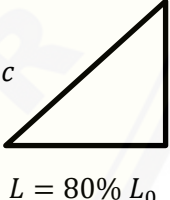
Riska Uswatun Khasanah
NIM. 150210102036



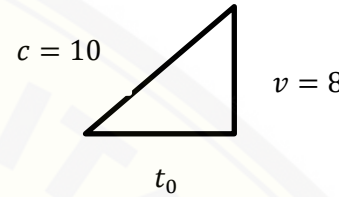
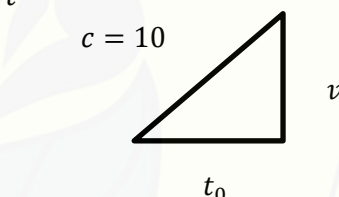
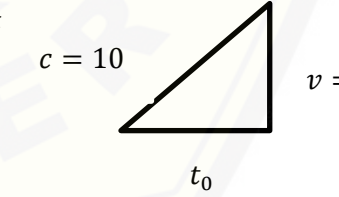
LAMPIRAN L. KISI-KISI SOAL *POST TEST*

Jenis Sekolah : SMA	Alokasi Waktu : 60 Menit
Mata Pelajaran : Fisika	Jumlah Soal : 20
Materi Pokok : Relativitas Khusus	Bentuk Soal : Uraian
Kelas/Semester : XII/Genap	

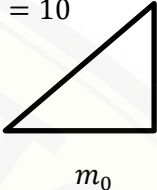
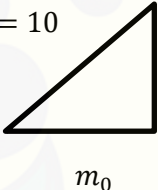
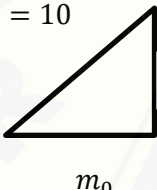
Kompetensi Dasar	Indikator Soal	Soal	No. Soal	Jawaban	Skor	
3.7 Menganalisis fenomena perubahan panjang, waktu, dan massa dikaitkan dengan kerangka acuan, dan kesetaraan massa dengan energi dalam teori relativitas khusus	Menghitung besarnya kontraksi panjang	Panjang benda diukur oleh pengamat diam = 12 m. berapakah panjang benda itu bila diukur oleh pengamat yang bergerak dengan kecepatan 0,8 c (c = kecepatan cahaya) relatif terhadap benda? (UN 2013)	10	Diket: $L_0 = 12m$ $v = 0,8 c$ Dit: $L = \dots?$ Jawab: $\frac{L}{L_0} = \frac{6}{10}$ $\frac{L}{L_0} = 0,6$ $L = 0,6 L_0$ $L = 0,6 \times 12$ $L = 7,2 m$		1 2 2
		Sebuah benda yang panjangnya 10 m teramati oleh pengamat yang bergerak dengan kecepatan v. Bila	12	Diket: $L_0 = 10 m$ $L = 8 m$ Dit: $v = \dots?$ Jawab: $\frac{L}{L_0} = \frac{8}{10} = 0,8$	1	

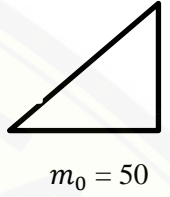
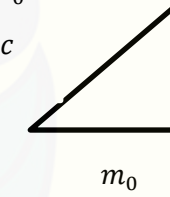
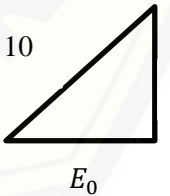
	<p>menurut pengamat yang bergerak mendekati kecepatan cahaya (c) panjang tersebut 8 m, maka besarnya v adalah..... (UN 2014)</p>		$v = \sqrt{c^2 - \left(\frac{L}{L_0}\right)^2}$ $v = \sqrt{1^2 - (0,8)^2}$ $v = \sqrt{1 - 0,64}$ $v = \sqrt{0,36}$ $v = 0,6c$ <p style="text-align: right;">$L_0 = 10$</p> 	<p>2</p> <p>2</p>
	<p>Panjang sebuah balok diukur oleh pengamat yang diam = 5 m, sedangkan panjang balok tersebut menurut pengamat yang bergerak sejajar balok tersebut = 4 m. kecepatan pengamat bergerak adalah..... (c = kecepatan cahaya) (UN 2014)</p>	<p>13</p>	<p>Diket: $L_0 = 1 m$ $L = 0,8 m$</p> <p>Dit: $v = ...?$</p> <p>Jawab:</p> $\frac{L}{L_0} = \frac{0,8}{1} = 0,8$ $v = \sqrt{c^2 - \left(\frac{L}{L_0}\right)^2}$ $v = \sqrt{1^2 - (0,8)^2}$ $v = \sqrt{1 - 0,64}$ $v = \sqrt{0,36}$ $v = 0,6c$ $v = \frac{3}{5}c$ <p style="text-align: right;">$L_0 = 1$</p> 	<p>1</p> <p>2</p> <p>2</p>
	<p>Panjang roket yang bergerak dilihat oleh pengamat menyusut 20% dari panjang roket ketika diam. Bila c = kecepatan cahaya, maka kecepatan roket adalah.....(UN</p>	<p>14</p>	<p>Diket: $L = 80\% L_0$</p> <p>Dit: $v = ...?$</p> <p>Jawab:</p> $\frac{L}{L_0} = \frac{80\%}{100\%} = 0,8$ $v = \sqrt{c^2 - \left(\frac{L}{L_0}\right)^2}$ $v = \sqrt{1^2 - (0,8)^2}$ $v = \sqrt{1 - 0,64}$ $v = \sqrt{0,36}$ <p style="text-align: right;">L_0</p> 	<p>1</p> <p>2</p>

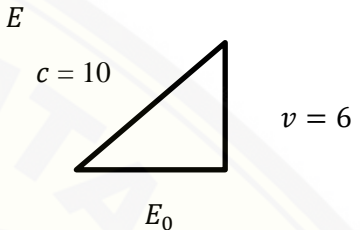
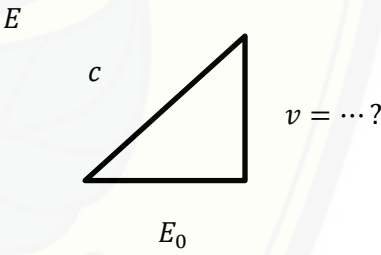
	2014)		$v = 0,6c$	2
	Agar sebuah batang tongkat yang bergerak terhadap pengamat yang diam di bumi panjangnya berkurang 20%, maka kecepatan batang tersebut haruslah..... (UMPTN 2001 Rayon B)	16	<p>Diket: $L = L_0 - 20\% L_0$ $L = 80\% L_0$</p> <p>Dit: $v = \dots?$</p> <p>Jawab:</p> $\frac{L}{L_0} = \frac{80\%L_0}{L_0} = 0,8$ $v = \sqrt{c^2 - \left(\frac{L}{L_0}\right)^2}$ $v = \sqrt{1^2 - (0,8)^2}$ $v = \sqrt{1 - 0,64}$ $v = \sqrt{0,36}$ $v = 0,6c$	1 2 2
Menghitung besarnya dilatasi waktu	Sebuah peristiwa diamati oleh seseorang yang diam berlangsung 8 s. Jika peristiwa tersebut menurut pengamat yang bergerak terhadap peristiwa tersebut adalah 10 s, maka kecepatan ($c =$ kecepatan cahaya) pengamat yang bergerak adalah.....(UN 2015)	4	<p>Diket: $t_0 = 8 \text{ s}$ $t = 10 \text{ s}$</p> <p>Dit: $v = \dots?$</p> <p>Jawab:</p> $\frac{t_0}{t} = \frac{8}{10} = 0,8$ $v = \sqrt{c^2 - \left(\frac{t_0}{t}\right)^2}$ $v = \sqrt{1^2 - (0,8)^2}$ $v = \sqrt{1 - 0,64}$ $v = \sqrt{0,36}$ $v = 0,6c$	1 2 2
	Dua orang A dan B berada di Bumi dan B naik pesawat antariksa dengan	5	<p>Diket: $v = 0,8 c$ $t = 20 \text{ tahun}$</p> <p>Dit: $t_0 = \dots?$</p> <p>Jawab :</p>	1

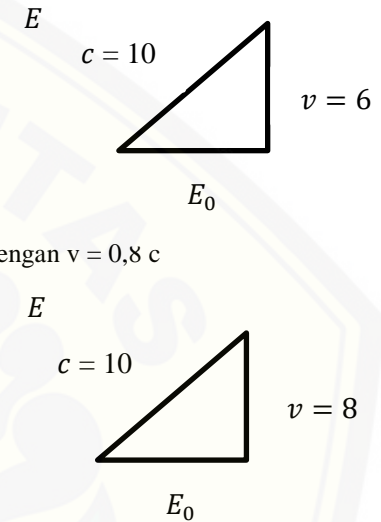
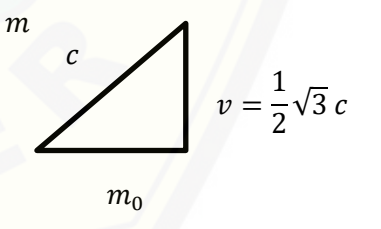
	<p>kecepatan $0,8c$ pulang-pergi terhadap Bumi. Bila A mencatat perjalanan B selama 20 tahun, maka B mencatat perjalanan pesawat yang ditumpangnya selama.... (UAN 2002)</p>		<p> $\frac{t_0}{t} = \frac{6}{10}$ $\frac{t_0}{t} = 0,6$ $\frac{t}{t_0} = 0,6$ $t_0 = 12 \text{ tahun}$ </p> <p style="text-align: center;">t</p> 	<p>2</p> <p>2</p>
	<p>Suatu peristiwa terjadi selama 3 s menurut pengamat yang bergerak menjauhi peristiwa itu dengan kecepatan $0,8 c$ (c = kecepatan cahaya). Menurut pengamat yang diam, peristiwa itu terjadi dalam selang waktu(UN 2013)</p>	<p>11</p>	<p>Diket: $v = 0,8 c ; t = 3s$ Dit: $t_0 = \dots ?$ Jawab : $\frac{t_0}{t} = \frac{6}{10}$ $\frac{t_0}{t} = 0,6$ $\frac{t}{t_0} = 0,6$ $t_0 = 1,8 s$</p> <p style="text-align: center;">t</p> 	<p>1</p> <p>2</p> <p>2</p>
	<p>Sumber cahaya A berada di Bumi dan mengirimkan isyarat-isyarat cahaya tiap 12 menit. Pengamat B berada dalam pesawat antariksa yang meninggalkan</p>	<p>17</p>	<p>Diket: $v = 0,6 c$ $t_0 = 12 m$ Dit: $t = \dots ?$ Jawab : $\frac{t_0}{t} = \frac{8}{10}$ $\frac{t_0}{t} = 0,8$ $\frac{t}{t_0} = 0,8$ $t = 15 \text{ menit}$</p> <p style="text-align: center;">t</p> 	<p>1</p> <p>2</p>

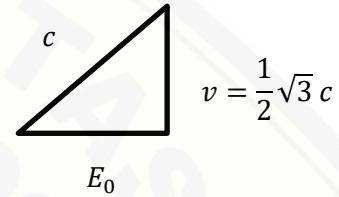
		Bumi dengan kecepatan konstan $0,6c$ terhadap Bumi. Pengamat B akan menerima isyarat-isyarat cahaya dari A dalam selang waktu..... (SPMB 2007 Regional II)			2
		Dua orang kembar Sinta dan Santi. Pada saat mereka merayakan ulang tahunnya yang ke 30 tahun, Santi melanglang buana dengan pesawat dengan pesawat ulang alik berkecepatan $0,8c$ ($c =$ laju cahaya) selama 12 tahun lamanya menurut Santi. Pada saat Santi kembali ke Bumi umur Santi menurut Sinta adalah....tahun (UM-UNDIP 2007)	18	<p>Diket: $v = 0,8 c$ $t_0 = 12 th$ Dit: $t = \dots ?$ Jawab : t</p> $\frac{t_0}{t} = \frac{6}{10}$ $\frac{t_0}{t} = 0,6$ $\frac{12}{t} = 0,6$ $t = 20 tahun$	<p>1</p> <p>2</p> <p>2</p>
	Menghitung besarnya konsep massa,	Sebuah partikel dalam keadaan diam memiliki massa 100 gram. Berapakah	1	<p>Diket: $m_0 = 100 gr$ $v = 0,6 c$ Dit: $m = \dots ?$ Jawab :</p> $\frac{m_0}{m} = \frac{8}{10}$	<p>1</p> <p>2</p>

		massanya apabila partikel ini bergerak dengan kecepatan $0,6c$? (UAN 2002)		$\frac{100}{m} = 0,8$ $m = 125 \text{ gr}$	m $c = 10$  $v = 6$ m_0	2
	2	Bila laju partikel $0,6c$ maka perbandingan massa relativistik partikel itu terhadap massa diamnya adalah..... (UAN 2002)	2	Diket: $v = 0,6 c$ Dit: $m: m_0 = \dots?$ Jawab : $\frac{m_0}{m} = \frac{8}{10}$ $\frac{m}{m_0} = \frac{4}{5}$ $m: m_0 = 5: 4$	m $c = 10$  $v = 6$ m_0	1 2 2
	3	Massa diam sebuah partikel m_0 . Massa partikel tersebut saat bergerak dengan kecepatan $0,8 c$ akan bertambah menjadi..... (UN 2013)	3	Diket: $v = 0,8 c$ Dit: $m = \dots?$ Jawab : $\frac{m_0}{m} = \frac{6}{10}$ $\frac{m}{m_0} = 0,6$ $m = \frac{m_0}{0,6}$ $m = 1,67 m_0$	m $c = 10$  $v = 8$ m_0	1 2 2
	6	Sebuah benda bermassa 50 kg di	6	Diket: $m_0 = 50 \text{ kg}$ $m = 100 \text{ kg}$		1

		<p>Bumi. Ketika benda itu berada di dalam roket yang bergerak meninggalkan Bumi, massanya menjadi 100 kg diukur oleh pengamat di Bumi. Maka laju roket tersebut adalah..... (UAN 2002)</p>	<p>Dit: $v = \dots?$ Jawab: $\frac{m_0}{m} = \frac{5}{100} = 0,5$ $m = 100$ $v = \sqrt{c^2 - \left(\frac{m_0}{m}\right)^2}$ $v = \sqrt{1^2 - (0,5)^2}$ $v = \sqrt{1 - 0,25}$ $v = \sqrt{0,75}$ $v = 0,5\sqrt{3} c$</p> 	2
		<p>Bila $c =$ kecepatan cahaya, maka kecepatan yang diperlukan oleh suatu benda supaya massanya bertambah 25% adalah.....(UN 2013)</p>	<p>9</p> <p>Diket: $m = 0,25 m_0 + m_0$ $m = 1,25 m_0$ Dit: $v = \dots?$ Jawab: $m = 1,25 m_0$ $\frac{m_0}{m} = \frac{m_0}{1,25 m_0} = 0,8$ $v = \sqrt{c^2 - \left(\frac{m_0}{m}\right)^2}$ $v = \sqrt{1^2 - (0,8)^2}$ $v = \sqrt{1 - 0,64}$ $v = \sqrt{0,36}$ $v = 0,6c$</p> 	1 2
Menghitung besarnya energi relativistik.		<p>Apabila suatu partikel mempunyai massa diam m_0 dan bergerak dengan kelajuan $0,8 c$, maka energi totalnya adalah..... (UAN 2002)</p>	<p>7</p> <p>Diket: $v = 0,8 c$ Dit: $E = \dots?$ Jawab: $\frac{E_0}{E} = \frac{6}{10}$ $\frac{E_0}{E} = 0,6$ $E = \frac{m_0 c^2}{0,6}$ $E = 1,67 m_0 c^2$</p> 	1 2 2

		<p>Energi kinetik sebuah partikel yang bergerak dengan kecepatan $0,6 c$ bila massa diamnya m_0 adalah..... (UAN 2002)</p>	8	<p>Diket: $v = 0,6 c$ Dit: $E_k = \dots?$ Jawab: $\frac{E_0}{E} = \frac{8}{10}$ $\frac{E_0}{E} = 0,8$ $E = \frac{m_0 c^2}{0,8}$ $E = 1,25 m_0 c^2$ $E = E_k + E_0$ $E_k = E - E_0$ $E_k = 1,25 m_0 c^2 - m_0 c^2$ $E_k = 0,25 m_0 c^2$ $E_k = \frac{1}{4} m_0 c^2$</p>		1 2
		<p>Agar energi kinetik benda bernilai sama dengan energi diamnya dan c adalah kelajuan cahaya dalam ruang hampa, maka benda harus bergerak dengan kelajuan..... (UAN 2002)</p>	15	<p>Diket: $E_k = E_0$ Dit: $v = \dots?$ Jawab: $E = E_k + E_0$ $E = 2 E_0$ $\frac{E_0}{E} = \frac{1}{2} = 0,5$ $v = \sqrt{c^2 - \left(\frac{E_0}{E}\right)^2}$ $v = \sqrt{1^2 - (0,5)^2}$ $v = \sqrt{1 - 0,25}$ $v = \sqrt{0,75}$ $v = 0,5\sqrt{3} c$</p>		1 2
		<p>Sebuah benda yang berkecepatan $0,6c$ memiliki energi total $(1,5 \times 10^3$</p>	19	<p>Diket: $v = 0,6 c$ $E = (1,5 \times 10^3 \text{ gram}) c^2$ Dit: $E = \dots?$ jika $v = 0,8 c$ Jawab:</p>	1	

		<p>gram)c^2. Jika energi c adalah kecepatan cahaya, maka saat benda tersebut berkecepatan $0,8c$, energi totalnya menjadi..... (SPMB 2002 Regional II)</p>		$\frac{E_0}{E} = \frac{8}{10}$ $\frac{E_0}{E} = 0,8$ $\frac{E}{E_0} = (1,5 \times 10^3) 0,8$ $E_0 = 1,2 \times 10^3$ <p>Selanjutnya mencari nilai E dengan $v = 0,8 c$</p> $\frac{E_0}{E} = \frac{6}{10}$ $\frac{E_0}{E} = 0,6$ $\frac{1,2 \times 10^3}{E} = 0,6$ $E = (2 \times 10^3 \text{ gram}) c^2$ 	<p>2</p> <p>2</p>
		<p>Sebuah partikel bergerak dengan laju $v = \frac{1}{2} \sqrt{3} c$ (c = laju cahaya). Jika m_0 = massa diam, m = massa bergerak, E_K = energi kinetik, E_0 = energi diam, maka berlaku rumus m dan E_K adalah..... (Ebtanas 1986)</p>	<p>20</p>	<p>Diket: $v = \frac{1}{2} \sqrt{3} c$</p> <p>$m_0$ = massa diam m = massa bergerak E_K = energi kinetik E_0 = energi diam</p> <p>Dit: rumus m dan E_K</p> <p>Jawab:</p> $1 = \left(\frac{m_0}{m}\right)^2 + \left(\frac{v}{c}\right)^2$ $1 = \left(\frac{m_0}{m}\right)^2 + \left(\frac{\frac{1}{2}\sqrt{3}c}{c}\right)^2$ $1 = \left(\frac{m_0}{m}\right)^2 + \frac{3}{4}$ $\frac{m_0}{m} = \frac{1}{2}$ $m = 2m_0$ 	<p>1</p> <p>2</p>

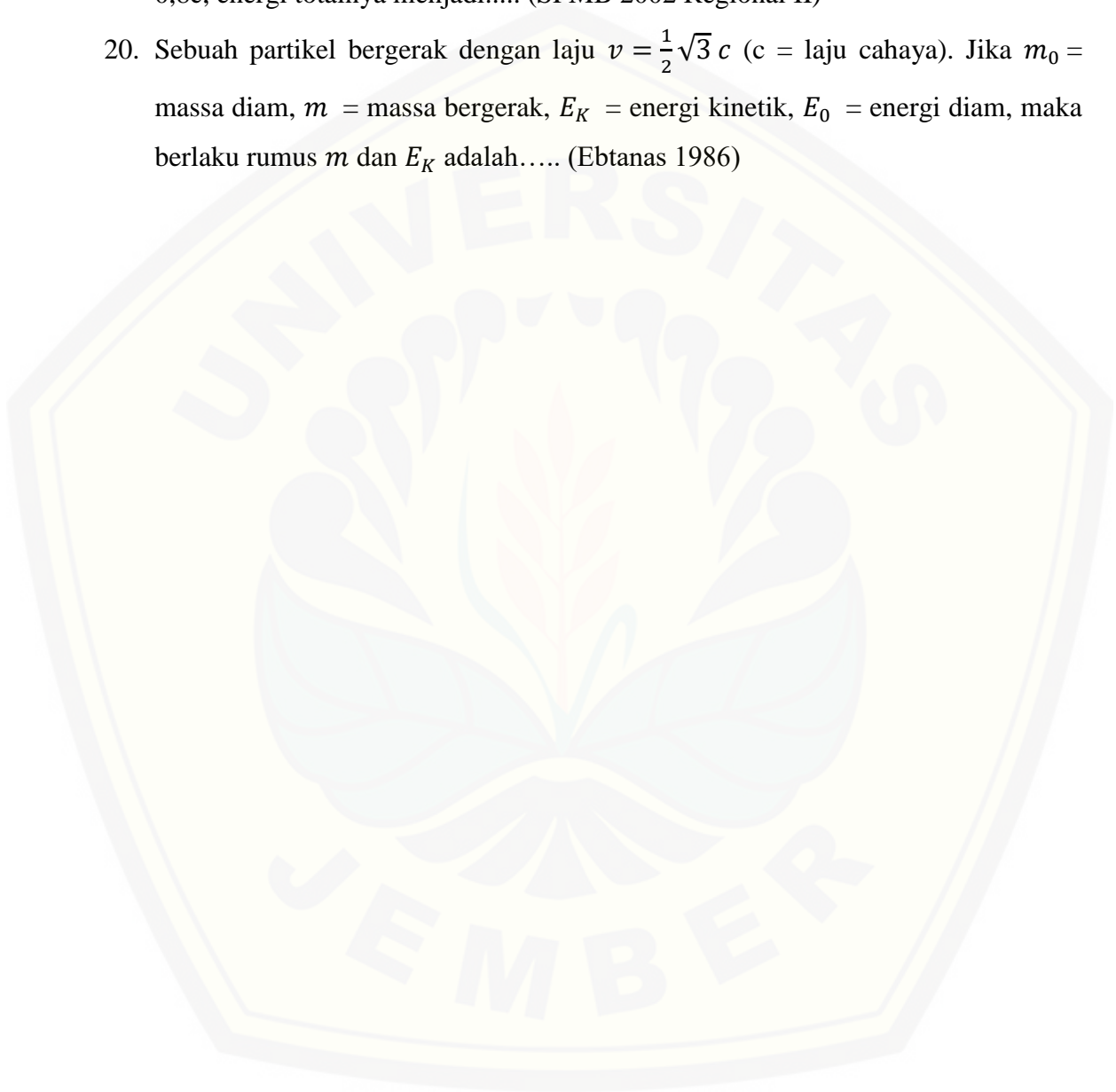
			<p>Mencari sisi E_0 terlebih dahulu</p> $1 = \left(\frac{E_0}{E}\right)^2 + \left(\frac{v}{c}\right)^2$ $1 = \left(\frac{E_0}{E}\right)^2 + \left(\frac{\frac{1}{2}\sqrt{3}c}{c}\right)^2$ $1 = \left(\frac{E_0}{E}\right)^2 + \frac{3}{4}$ $\frac{E_0}{E} = \frac{1}{2}$ $E = 2E_0$ $E_K = E - E_0$ $E_K = 2E_0 - E_0$ $E_K = E_0$		2
--	--	--	--	---	---

LAMPIRAN M. SOAL POST TEST

1. Sebuah partikel dalam keadaan diam memiliki massa 100 gram. Berapakah massanya apabila partikel ini bergerak dengan kecepatan $0,6c$? (UAN 2002)
2. Bila laju partikel $0,6c$ maka perbandingan massa relativistik partikel itu terhadap massa diamnya adalah..... (UAN 2002)
3. Massa diam sebuah partikel m_0 . Massa partikel tersebut saat bergerak dengan kecepatan $0,8c$ akan bertambah menjadi..... (UN 2013)
4. Sebuah peristiwa diamati oleh seseorang yang diam berlangsung 8 s. Jika peristiwa tersebut menurut pengamat yang bergerak terhadap peristiwa tersebut adalah 10 s, maka kecepatan (c = kecepatan cahaya) pengamat yang bergerak adalah.....(UN 2015)
5. Dua orang A dan B berada di Bumi dan B naik pesawat antariksa dengan kecepatan $0,8c$ pulang-pergi terhadap Bumi. Bila A mencatat perjalanan B selama 20 tahun, maka B mencatat perjalanan pesawat yang ditumpanginya selama..... (UAN 2002)
6. Sebuah benda bermassa 50 kg di Bumi. Ketika benda itu berada di dalam roket yang bergerak meninggalkan Bumi, massanya menjadi 100 kg diukur oleh pengamat di Bumi. Maka laju roket tersebut adalah..... (UAN 2002)
7. Apabila suatu partikel mempunyai massa diam m_0 dan bergerak dengan kelajuan $0,8c$, maka energi totalnya adalah..... (UAN 2002)
8. Energi kinetik sebuah partikel yang bergerak dengan kecepatan $0,6c$ bila massa diamnya m_0 adalah..... (UAN 2002)
9. Bila c = kecepatan cahaya, maka kecepatan yang diperlukan oleh suatu benda supaya massanya bertambah 25% adalah.....(UN 2013)
10. Panjang benda diukur oleh pengamat diam = 12 m. berapakah panjang benda itu bila diukur oleh pengamat yang bergerak dengan kecepatan $0,8c$ (c = kecepatan cahaya) relatif terhadap benda? (UN 2013)

11. Suatu peristiwa terjadi selama 3 s menurut pengamat yang bergerak menjauhi peristiwa itu dengan kecepatan $0,8c$ ($c =$ kecepatan cahaya). Menurut pengamat yang diam, peristiwa itu terjadi dalam selang waktu.....(UN 2013)
12. Sebuah benda yang panjangnya 10 m teramati oleh pengamat yang bergerak dengan kecepatan v . Bila menurut pengamat yang bergerak mendekati kecepatan cahaya (c) panjang tersebut 8 m, maka besarnya v adalah..... (UN 2014)
13. Panjang sebuah balok diukur oleh pengamat yang diam = 5 m, sedangkan panjang balok tersebut menurut pengamat yang bergerak sejajar balok tersebut = 4 m. kecepatan pengamat bergerak adalah..... ($c =$ kecepatan cahaya) (UN 2014)
14. Panjang roket yang bergerak dilihat oleh pengamat menyusut 20% dari panjang roket ketika diam. Bila $c =$ kecepatan cahaya, maka kecepatan roket adalah.....(UN 2014)
15. Agar energi kinetik benda bernilai sama dengan energi diamnya dan c adalah kelajuan cahaya dalam ruang hampa, maka benda harus bergerak dengan kelajuan..... (UAN 2002)
16. Agar sebuah batang tongkat yang bergerak terhadap pengamat yang diam di bumi panjangnya berkurang 20%, maka kecepatan batang tersebut haruslah..... (UMPTN 2001 Rayon B)
17. Sumber cahaya A berada di Bumi dan mengirimkan isyarat-isyarat cahaya tiap 12 menit. Pengamat B berada dalam pesawat antariksa yang meninggalkan Bumi dengan kecepatan konstan $0,6c$ terhadap Bumi. Pengamat B akan menerima isyarat-isyarat cahaya dari A dalam selang waktu..... (SPMB 2007 Regional II)
18. Dua orang kembar Sinta dan Santi. Pada saat mereka merayakan ulang tahunnya yang ke 30 tahun, Santi melanglang buana dengan pesawat ulang alik berkecepatan $0,8c$ ($c =$ laju cahaya) selama 12 tahun lamanya menurut Santi. Pada saat Santi kembali ke Bumi umur Santi menurut Sinta adalah....tahun (UM-UNDIP 2007)

19. Sebuah benda yang berkecepatan $0,6c$ memiliki energi total $(1,5 \times 10^3 \text{ gram})c^2$. Jika energi c adalah kecepatan cahaya, maka saat benda tersebut berkecepatan $0,8c$, energi totalnya menjadi..... (SPMB 2002 Regional II)
20. Sebuah partikel bergerak dengan laju $v = \frac{1}{2}\sqrt{3}c$ ($c =$ laju cahaya). Jika $m_0 =$ massa diam, $m =$ massa bergerak, $E_K =$ energi kinetik, $E_0 =$ energi diam, maka berlaku rumus m dan E_K adalah..... (Ebtanas 1986)



LAMPIRAN N. FOTO KEGIATAN PENELITIAN

LAMPIRAN N.1 FOTO PEMBELAJARAN KELAS EKSPERIMEN



**LAMPIRAN N.2 FOTO *POST-TEST*
KELAS EKSPERIMEN**



KELAS KONTROL

