



**IDENTIFIKASI KEMAMPUAN MENYELESAIKAN *ILL* DAN *WELL STRUCTURED*
PROBLEM DALAM PEMBELAJARAN FISIKA POKOK BAHASAN TEORI
RELATIVITAS PADA SMA DI JEMBER**

SKRIPSI

Oleh :

Lupita Rahayu

NIM 1402010102012

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN IPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**IDENTIFIKASI KEMAMPUAN MENYELESAIKAN *ILL* DAN *WELL STRUCTURED*
PROBLEM DALAM PEMBELAJARAN FISIKA POKOK BAHASAN TEORI
RELATIVITAS PADA SMA DI JEMBER**

SKRIPSI

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

Oleh :

Lupita Rahayu

NIM 140210102002

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, nikmat dan hidayah-Nya, sehingga karya tulis ini dapat terselesaikan. Karya yang sederhana ini saya persembahkan dengan segala cinta dan kasih kepada:

1. Kedua orangtua, ayahanda Suroso dan Ibunda Nanik Yuliaswati, kepada suami Okik Al Wakik, kepada anak saya We Athaya Dziyab, serta keluarga besar, terimakasih atas do'a, dukungan, motivasi, semangat, pengorbanan dan kasih sayang yang selalu diberikan selama ini demi kesuksesan saya;
2. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

MOTTO

Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain).

(terjemahan surat Al-Insyirah ayat 6-7)¹⁾



¹⁾ Departemen Agama Republik Indonesia. 2009. *Al Qur'an dan Terjemah Special for Woman*. Bandung: Sygma Exagrafika.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lupita Rahayu

NIM : 140210102012

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Identifikasi Kemampuan Menyelesaikan *Ill* Dan *Well Structured Problem* Dalam Pembelajaran Fisika Pokok Bahasan Teori Relativitas Pada SMA Di Jember” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 29 Oktober 2018

Yang menyatakan,

Lupita Rahayu

NIM 140210102012

SKRIPSI

**IDENTIFIKASI KEMAMPUAN MENYELESAIKAN *ILL* DAN *WELL*
STRUCTURED PROBLEM DALAM PEMBELAJARAN FISIKA POKOK
BAHASAN TEORI RELATIVITAS PADA SMA DI JEMBER**

Oleh
Lupita Rahayu
NIM 140210102012

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Bambang Supriyadi, M.Sc

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Identifikasi Kemampuan Menyelesaikan *Ill Dan Well Structured Problem* Dalam Pembelajaran Fisika Pokok Bahasan Teori Relativitas Pada SMA Di Jember” karya Lupita Rahayu telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 29 Oktober 2018

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris

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

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

Anggota I,

Anggota II,

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

Drs. Maryani, M.Pd
NIP. 19640719 8902 1 002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D
NIP. 196808021993031004

Identifikasi Kemampuan Menyelesaikan *Ill* Dan *Well Structured Problem* Dalam Pembelajaran Fisika Pokok Bahasan Teori Relativitas Pada Sma Di Jember; Lupita Rahayu, 140210102012; 2018: 46 halaman; Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Sebagai proses, fisika sebagai kegiatan ilmiah untuk menyempurnakan pengetahuan tentang alam dan untuk menemukan pengetahuan baru. Dalam proses pembelajaran fisika diperlukan kemampuan intelektual. Salah satu indikator dari perilaku intelektual adalah kemampuan dalam menyelesaikan/memecahkan masalah (*problem solving*). Kemampuan menyelesaikan masalah (*problem solving*) adalah keterampilan intelektual yang di nilai sebagai hasil belajar yang penting dan signifikan dalam proses pembelajaran. Dalam proses pembelajaran perlu menggunakan strategi, metode, teknik, model maupun pendekatan untuk meningkatkan kemampuan menyelesaikan masalah. Masalah adalah pertanyaan atau isu yang tidak pasti dan harus diperiksa dan dipecahkan. Berdasarkan strukturnya, masalah dibedakan menjadi dua kelompok besar, yaitu masalah yang terstruktur dengan baik (*well structured problem*), dan masalah yang tidak terstruktur dengan baik (*ill structured problem*). Tujuan dari pembelajaran fisika pada kurikulum 2013 menekankan bahwa siswa harus memiliki kemampuan menyelesaikan masalah dengan baik. Dilandasi dengan pemaparan tersebut maka perlu dilakukannya identifikasi kemampuan menyelesaikan masalah.

Jenis penelitian yang dilakukan yaitu penelitian deskriptif, dengan penentuan daerah penelitian menggunakan metode *purpose sampling area*. Tempat yang digunakan untuk penelitian yaitu SMA Muhammadiyah Jember dengan pertimbangan tertentu. Subjek penelitian ini adalah kelas XII IPA 1, XII IPA 4, XII IPA 5 di SMA Muhammadiyah Jember. Alasan pemilihan kelas tersebut adalah karena saran dari guru bidang studi. Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun 2017/2018.

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan siswa dalam menyelesaikan *well dan ill structured problem* secara keseluruhan yaitu, kemampuan siswa dalam mengenali masalah pada *well structured problem* sebagian

besar sudah sangat baik sedangkan pada *ill structured problem* hanya 18,63% siswa pada kategori sangat baik. Kemampuan siswa dalam merencanakan strategi pada *well structured problem* sebagian besar sudah sangat baik sedangkan pada *ill structured problem* 0% siswa pada kategori sangat baik. Kemampuan siswa dalam menerapkan strategi pada *well structured problem* hanya 46,08% siswa yang mampu menerapkan strategi dengan sangat baik sedangkan pada *ill structured problem* 0% siswa yang mampu menerapkan strategi dengan sangat baik. Pada *well structured problem*, 14,70% siswa pada kategori cukup, kurang bahkan sangat kurang Pada *ill structured problem*, 96,96% siswa pada kategori cukup, kurang bahkan sangat kurang. Kemampuan siswa dalam melakukan evaluasi baik pada *well structured problem* maupun *ill structured problem* masih belum baik. Pada *well structured problem*, 3,92% siswa masih pada kategori sangat kurang sedangkan pada *ill structured problem* 43,14% siswa pada kategori sangat kurang.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Identifikasi Kemampuan Menyelesaikan *Ill Dan Well Structured Problem* Dalam Pembelajaran Fisika Pokok Bahasan Teori Relativitas Pada SMA Di Jember”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

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

1. Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah memberikan fasilitas dan kemudahan dalam penyusunan skripsi ini;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes. selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember yang telah meluangkan waktu demi kelancaran penyusunan skripsi ini;
3. Drs. Bambang Supriadi, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember;
4. Drs. Sri Handono B.P., M.Si selaku Dosen Pembimbing utama, dan Drs. Bambang Supriyadi, M.Sc selaku Dosen Pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
5. Drs. Bambang Supriadi, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
6. Semua dosen FKIP Pendidikan Fisika, atas semua ilmu yang telah diberikan selama menjadi mahasiswa Pendidikan Fisika;

7. Suami tercinta Okik Al Wakik, anak tercinta We Athaya Dziyab, kakek dan nenek tercinta, serta keluarga besarku yang selalu memberikan doa, semangat, motivasi, dan dukungan yang besar dalam penulisan skripsi ini;
8. Rumpi Gincu, Samsul Bahri, dan Lailiatur Rohmah yang selalu mensupport penuh dan selalu menjadi pengingat akan berjuang mengerjakan skripsi;
9. Keluarga besar Program Studi Pendidikan Fisika 2014 Universitas Jember yang telah memberikan do'a, semangat, motivasi dan kenangan terindah;
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

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

Jember, 2018

Penulis

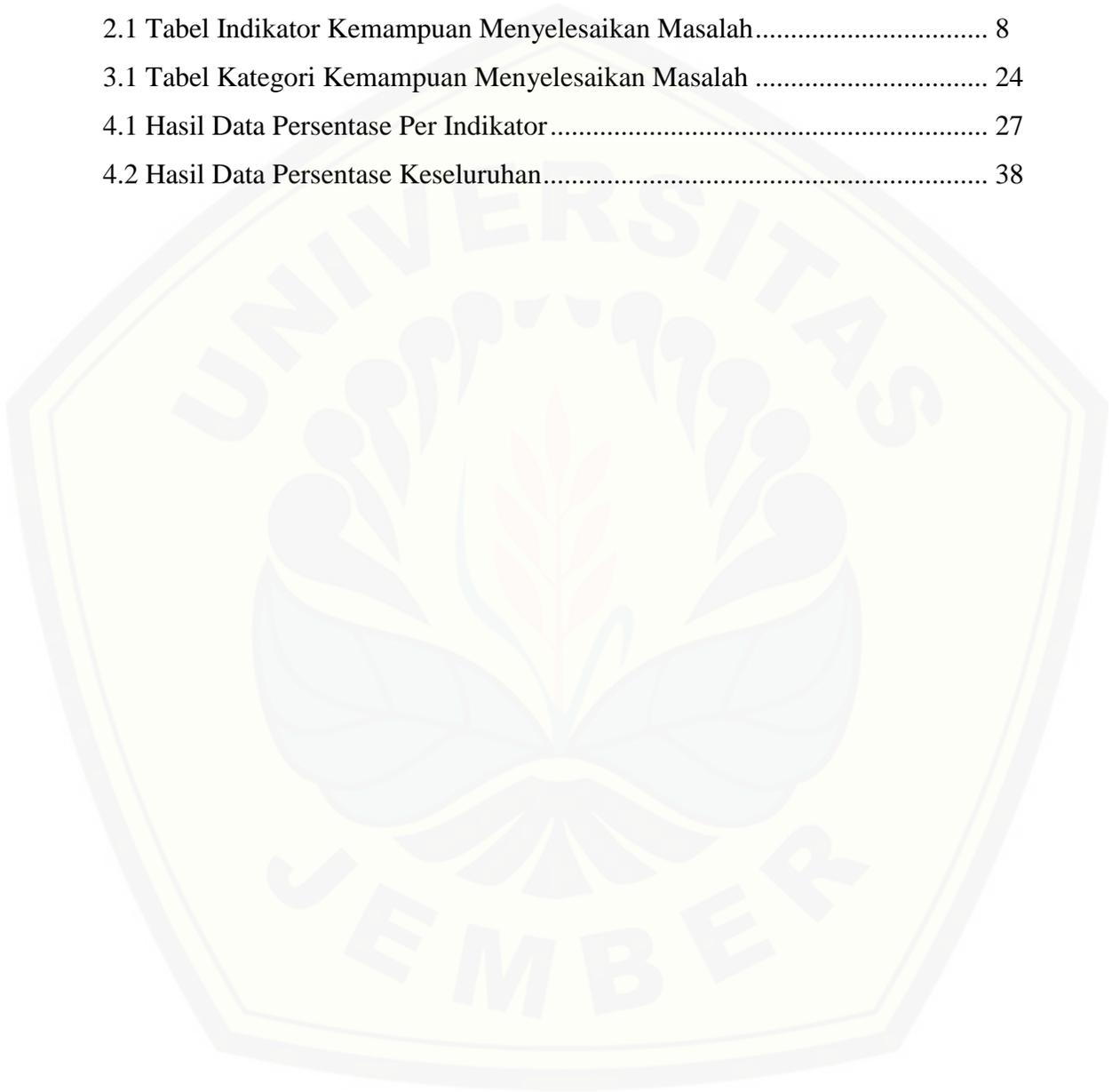
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
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.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pembelajaran Fisika.....	6
2.2 Kemampuan Menyelesaikan Masalah.....	7
2.3 <i>Well dan Ill Structured Problem</i>.....	8
2.4 Teori Relativitas.....	11
2.4.1 Teori Relativitas Einstein.....	13
2.4.2 Momentum Relativistik dan Energi Relativistik.....	15

2.5 <i>Well dan Ill Structured Problem</i> Pada Teori Relativitas.....	17
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Jenis Penelitian	18
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian	18
3.4 Definisi Operasional Variabel.	19
3.5 Prosedur Penelitian.	20
3.6 Instrumen Penelitian.	22
3.7 Teknik Pengumpulan	22
3.8 Analisis Data.	23
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Deskripsi Pelaksanaan Penelitian	26
4.2 Analisis Data dan Hasil Penelitian	26
4.2.1 Analisis Data Kemampuan Siswa dalam Menyelesaikan <i>Ill</i> dan <i>Well Structured Problem</i> per Indikator	26
4.2.2 Analisis Data Kemampuan Siswa dalam Menyelesaikan Masalah pada setiap tipe Masalah (Soal)	28
4.2.3 Analisis Data Kemampuan Siswa dalam Menyelesaikan <i>Ill</i> dan <i>Well Structured Problem</i> Keseluruhan	38
4.3 Pembahasan	39
BAB 5. PENUTUP.....	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.	45
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	51

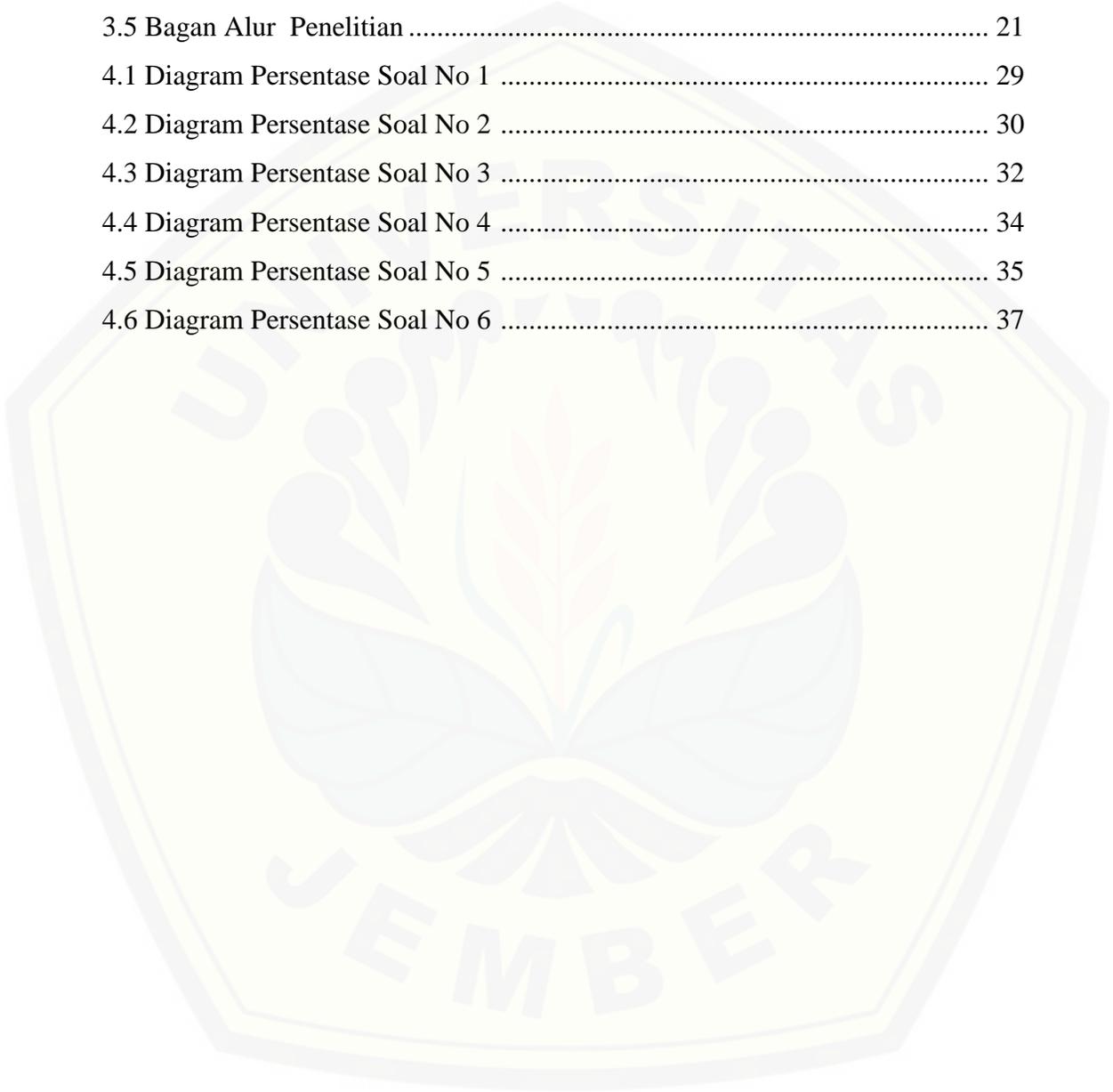
DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Tabel Indikator Kemampuan Menyelesaikan Masalah.....	8
3.1 Tabel Kategori Kemampuan Menyelesaikan Masalah	24
4.1 Hasil Data Persentase Per Indikator	27
4.2 Hasil Data Persentase Keseluruhan.....	38



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.5 Bagan Alur Penelitian	21
4.1 Diagram Persentase Soal No 1	29
4.2 Diagram Persentase Soal No 2	30
4.3 Diagram Persentase Soal No 3	32
4.4 Diagram Persentase Soal No 4	34
4.5 Diagram Persentase Soal No 5	35
4.6 Diagram Persentase Soal No 6	37



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Lampiran 1. Matrik Skripsi	51
2. Lampiran 2. Kisi-Kisi Soal Test	53
3. Lampiran 3. Soal Tes Kemampuan Menyelesaikan Masalah	59
4. Lampiran 4. Lembar Jawaban	60
5. Lampiran 5. Rubrik Penilaian	67
6. Lampiran 6. Pedoman Penskoran	68
7. Lampiran 7. Data Skor Siswa	72
8. Lampiran 8. Surat-Surat Penelitian	78
9. Lampiran 9. Foto Kegiatan	80
10. Lampiran 10. Contoh Lembar Jawaban Siswa	81

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era globalisasi sekarang ini banyak siswa-siswi SMA yang belum maksimal dalam pembelajaran dan masih banyak tujuan pembelajaran yang belum tercapai. Siswa belum mengetahui cara-cara belajar yang efisien dan efektif karena hanya mencoba menghafal pelajaran. Salah satunya adalah pelajaran fisika. [elajaran fisika tidak bisa jika dilakukan dengan menghafal, karena pada fisika tidak hanya terdapat rumus, tetapi terdapat konsep-konsep. Akibatnya siswa merasa kesulitan dalam belajar fisika dan menganggap fisika itu merupakan pelajaran yang sangat sulit. Tujuan pembelajaran fisika yang tertuang di dalam kerangka Kurikulum 2013 ialah menguasai konsep dan prinsip serta mempunyai keterampilan mengembangkan pengetahuan dan sikap percaya diri sebagai bekal untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi (Kemdikbud, 2014). Berdasarkan tujuan pembelajaran tersebut maka penyelenggaraan mata pelajaran fisika di tingkat SMA/MA harus menjadi wahana atau sarana untuk melatih para siswa agar dapat menguasai pengetahuan, konsep, dan prinsip fisika. Dalam proses pembelajaran fisika juga diperlukan kemampuan intelektual. Salah satu indikator dari perilaku intelektual adalah kemampuan dalam menyelesaikan/memecahkan masalah (*problem solving*) (Moustofa, 2003). Proses penyelesaian masalah menjadi hal yang penting dalam ilmu fisika.

Menurut Hoellwarth (2005), menyatakan bahwa konsep fisika yang dipelajari dengan proses menyelesaikan masalah merupakan makna sesungguhnya belajar. Untuk meningkatkan mutu pembelajaran fisika, salah satu cara yang dapat ditempuh adalah dengan mengintensifkan pengembangan kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan masalah fisika sebagai pemeriksaan hasil belajar melalui proses-proses sains dengan menggunakan metode ilmiah (Sambada, 2012: 38). Pembelajaran fisika memiliki tujuan diantaranya mengembangkan pengetahuan, pemahaman, dan kemampuan analisis siswa terhadap lingkungan dan sekitarnya. Pembelajaran fisika

pada siswa diharapkan tidak hanya untuk menguasai konsep tetapi juga menerapkan konsep yang telah mereka pahami dalam menyelesaikan masalah. Namun, pembelajaran dalam kelas cenderung menekankan pada penguasaan konsep dan mengesampingkan kemampuan pemecahan masalah fisika siswa (Hoellwarth *et al.*, 2005: 459). Menurut Hudojo (dalam Hobri, 2009: 41) soal merupakan masalah bergantung pada individu dan waktu. Artinya, suatu soal merupakan masalah bagi seorang siswa, tetapi mungkin bukan merupakan masalah bagi siswa yang lainnya. Demikian pula suatu soal merupakan masalah bagi seseorang pada suatu saat, tetapi bukan masalah lagi bagi orang itu pada saat berikutnya, bila orang itu telah mengetahui cara mendapatkan penyelesaian masalah tersebut.

Penggunaan strategi, metode, teknik, model maupun pendekatan yang sesuai untuk meningkatkan kemampuan menyelesaikan masalah (*problem solving*) maka perlu adanya identifikasi kemampuan menyelesaikan masalah (*problem solving*). Identifikasi tersebut dilakukan dengan cara memberikan soal kepada siswa. Setelah memberikan soal kepada siswa selanjutnya akan dilakukan identifikasi setiap indikator-indikator kemampuan menyelesaikan masalah. Hal ini dilakukan karena kurangnya kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah. Selanjutnya dilakukan analisis sehingga diketahui tingkat kemampuan menyelesaikan masalah (*problem solving*).

Dalam proses pembelajaran fisika, kemampuan pemecahan masalah siswa masih tergolong rendah. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Wenning (2002) sejumlah besar peserta didik mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah. Diantaranya (1) kurang menggunakan suatu metode yang sistematis dalam menyelesaikan masalah, (2) gagal dalam mengidentifikasi variabel yang dikenal, (c) kesalahan secara aljabar. Menurut Taufik (2010), menyatakan bahwa kemampuan menyelesaikan masalah dalam bidang fisika tergolong rendah. Berdasarkan penelitian mengenai kemampuan menyelesaikan masalah yang dilakukan Azizah (2015) yang menyatakan bahwa 32% siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan pada soal. Ini disebabkan mata pelajaran fisika selalu menyanggah masalah yang menuntut siswa

berpikir kritis dan sistematis untuk menyelesaikannya. Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa guru fisika di Jember juga menyatakan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam pemecahan masalah. Hal ini tercermin dalam ketidakmampuan siswa saat menyelesaikan soal fisika yang diberikan oleh guru, siswa masih mengalami kesalahan dalam menyelesaikannya, meskipun dalam pembelajaran guru sudah mengajarkan langkah-langkah pemecahan masalah dengan sistematis tapi masih banyak siswa yang menyelesaikan masalah dengan tidak mengikuti langkah-langkah pemecahan masalah dengan benar.

Menurut Ikhwanuddin *et al* (2010:16) menyatakan bahwa kesulitan pemecahan masalah disebabkan oleh pemahaman yang lemah tentang prinsip dan aturan fisika, kekurangan dalam memahami soal, dan tidak cukup motivasi dari siswa. Selain dari itu, penyelesaian masalah fisika juga dipengaruhi oleh kemampuan matematika. Menurut hasil penelitian Prasadayanto (dalam Sugeng, 2015) menyimpulkan bahwa ada pengaruh yang signifikan kemampuan matematika terhadap kemampuan menyelesaikan soal fisika. Mabilangan (2012) juga menyatakan bahwa kesulitan siswa dalam memecahkan masalah fisika disebabkan oleh pelaksanaan pembelajaran di sekolah yang masih jarang melatih dan memfasilitasi tercapainya kemampuan memecahkan masalah. Berdasarkan pemaparan sebelumnya, maka perlu dikembangkan dengan menggunakan model pembelajaran yang menekankan pada proses pemecahan masalah dengan penguatan soal-soal yang non rutin dan menurut penalaran siswa dalam menganalisis masalah, mencari dan menemukan solusi yang paling tepat. Model pembelajaran yang menekankan pada proses pemecahan masalah yaitu salah satunya dengan menggunakan soal model *ill* dan *well structured problem solving*. Karena pada kurikulum 2013 menjelaskan bahwa siswa harus mempunyai kemampuan menyelesaikan masalah dengan baik. Masalah yang dimaksudkan yaitu masalah yang terstruktur dengan baik (*well structured problem*), dan masalah yang tidak terstruktur dengan baik (*ill structured problem*). Masalah yang terstruktur dengan baik (*well structured problem*) adalah masalah yang memiliki keadaan awal dan tujuan yang jelas, dan biasanya di jumpai dalam masalah matematika, dimana siswa

menerapkan operator yang dipraktikkan untuk menyelesaikan masalah. Masalah yang tidak terstruktur dengan baik (*ill structured problem*) adalah salah satu jenis masalah yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari.

Salah satu penerapan masalah *well dan ill structured problem* ilmu fisika dalam kehidupan sehari-hari adalah Teori Relativitas. Mengingat teori relativitas adalah materi dalam fisika modern yang memiliki materi sesuai dengan indikator masalah *well dan ill structured problem* dan topik ini sangat penting maka perlu diadakan penelitian untuk mengetahui kemampuan menyelesaikan *well dan ill structured problem* di SMA. Hal ini dilakukan agar secepatnya dapat mencarikan solusi untuk menyelesaikan masalah *well dan ill structured problem*.

Penelitian ini dilakukan di SMA Muhammadiyah 3 Jember. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan bahwa menurut guru bidang studi belum pernah ada yang melakukan penelitian tentang kemampuan menyelesaikan masalah, oleh karena itu peneliti ingin mengetahui kemampuan menyelesaikan masalah. Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan mengidentifikasi kemampuan dalam menyelesaikan soal-soal fisika pada materi teori relativitas. Adapun judul penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah “ **Identifikasi kemampuan menyelesaikan *Ill dan Well Structured Problem* dalam pembelajaran fisika pokok bahasan teori relativitas pada siswa SMA di Jember.**”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah penelitian ini yakni bagaimanakah kemampuan menyelesaikan *ill dan well structured problem* dalam pembelajaran fisika pokok bahasan teori relativitas pada siswa SMA di Jember?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kemampuan menyelesaikan *ill dan well structured problem* dalam pembelajaran fisika pokok bahasan teori relativitas pada siswa SMA di Jember.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu ;

- a. Bagi Peneliti, peneliti mendapatkan pengalaman dan pengetahuan dalam melakukan penelitian ilmiah. Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai rujukan penelitian selanjutnya sebagai wawasan untuk meningkatkan kemampuan menyelesaikan masalah.
- b. Bagi Siswa, untuk mengetahui kemampuan menyelesaikan *ill* dan *well structured problem* peserta didik. Dengan mengetahui kemampuan tersebut maka peserta didik bias introspeksi diri dan memiliki motivasi untuk berubah menjadi lebih baik.
- c. Bagi Guru, penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk mengetahui strategi, model, metode, pendekatan, teknik, dan evaluasi yang cocok untuk meningkatkan kemampuan menyelesaikan *ill* dan *well structured problem*.
- d. Bagi Peneliti lain, penelitian ini akan diperoleh kemampuan *ill* dan *well structured problem* melalui uji coba instrument tes soal uraian *ill* dan *well structured problem*. Di samping itu, peneliti mendapatkan pengalaman dan pengetahuan dalam melakukan penelitian ilmiah. Serta melatih diri dalam menerapkan ilmu pengetahuan tentang konsep dinamika. penelitian ini juga dapat digunakan sebagai rujukan untuk penelitian selanjutnya sebagai wawasan untuk meningkatkan kemampuan menyelesaikan masalah (*problem solving*).

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembelajaran Fisika

Menurut kamus Bahasa Indonesia pembelajaran adalah proses, cara, perbuatan menjadikan orang atau makhluk hidup belajar. Pembelajaran juga proses pengembangan pengetahuan, keterampilan, atau sikap baru pada saat individu berinteraksi dengan informasi dan lingkungan. Pembelajaran merupakan interaksi dua arah dari seorang guru dan peserta didik, dimana antara keduanya terjadi komunikasi (transfer) yang intens dan terarah menuju pada suatu target yang telah ditetapkan sebelumnya (Trianto, 2009;17). Tim pengembang ilmu pendidikan FIP-UPI (2007:137), menyatakan bahwa pembelajaran adalah suatu proses yang dilakukan oleh individu untuk memperoleh suatu perubahan perilaku yang baru secara keseluruhan, sebagai hasil dari pengalaman individu itu sendiri dalam interaksi dengan lingkungannya. Jadi, pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dan guru serta lingkungannya dengan tujuan untuk pengembangan pengetahuan, keterampilan atau sikap baru pada saat individu berinteraksi.

Fisika adalah ilmu eksperimental. Fisikawan mengamati fenomena alam dan berusaha menemukan pola dan prinsip yang menghubungkan fenomena-fenomena yang disebut dengan teori fisika atau ketika sudah terbukti disebut hukum fisika. Fisikawan harus mengajukan pertanyaan yang tepat, merancang percobaan untuk mencoba menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut dan menarik kesimpulan yang tepat dari hasilnya (Young and Fredman, 2002:2). Pada hakikatnya fisika merupakan proses, produk dan prosedur (Yulianto, 2013).

Dari beberapa uraian diatas maka dapat disimpulkan pembelajaran fisika adalah suatu proses interaksi antara peserta didik dan guru serta lingkungannya, dapat dilakukan dengan cara mengamati fenomena, menemukan teori, melakukan percobaan, dan membuat kesimpulan agar siswa memperoleh pengetahuan, mempunyai keterampilan dan sikap yang lebih baik. Seperti yang dinyatakan dalam Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, “ Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk

mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif meningkatkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa, dan negara”.

Oleh sebab itu, melalui pembelajaran fisika diharapkan siswa memiliki pengetahuan mengenai fisika atau penyebab ilmiah suatu kejadian. Selain itu, memiliki pengetahuan untuk bernalar dan menjelaskan secara ilmiah terhadap suatu kejadian/fenomena. Dengan kemampuan menjelaskan tersebut siswa dapat memecahkan dan menerapkan pengetahuannya tersebut.

2.2 Kemampuan Menyelesaikan Masalah

Menurut sadullah, kemampuan memecahkan masalah sebagai hasil dari proses pendidikan diyakini oleh filsafat progresivisme bahwa pengetahuan yang benar pada masa kini bisa jadi tidak benar dimasa mendatang, karenanya cara terbaik mempersiapkan para siswa untuk merubah masa depan yang belum diketahui adalah membekali mereka dengan strategi-strategi pemecahan masalah yang memungkinkan mereka mengatasi tantangan-tantangan baru dalam kehidupan dan untuk menemukan kebenaran-kebenaran yang relevan pada saat ini (Rusman, 2013:383).

Kemampuan pemecahan masalah sangat penting artinya bagi siswa dan masa depannya. Suharsono mengatakan, para ahli pembelajaran sependapat bahwa kemampuan pemecahan masalah dalam batas-batas tertentu, dapat di bentuk melalui bidang studi dan disiplin ilmu yang diajarkan (Wena, 2014:53). Menurut Chi dan Glaser (1985), kemampuan menyelesaikan masalah (*problem solving*) adalah aktivitas kognitif kompleks yang dimiliki individu dalam rangka menggunakan proses berpikirnya untuk memecahkan masalah melalui pengumpulan fakta, analisis informasi, menyusun berbagai alternatif pemecahan, dan memilih penyelesaian masalah yang efektif.

Menurut Sujarwanto (2014), tahapan dan indikator kemampuan menyelesaikan masalah fisika dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Indikator kemampuan penyelesaian masalah

Tahap	Indikator
Mengenali Masalah	1. Identifikasi masalah berdasarkan konsep dasar 2. Membuat daftar besaran yang diketahui 3. Menentukan besaran yang dinyatakan
Merencanakan Strategi	1. Membuat diagram benda bebas/sketsa yang menggambarkan permasalahan 2. Menentukan persamaan yang tepat untuk menyelesaikan masalah
Menerapkan Strategi	1. Mensubstitusi nilai besaran yang diketahui ke persamaan 2. Melakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan yang dipilih
Mengevaluasi Solusi	1. Mengevaluasi kesesuaian dengan konsep 2. Mengevaluasi satuan

Kemampuan menyelesaikan masalah dapat diukur dengan memperhatikan indikatornya. Berdasarkan Sujarwanto (2014), indikator kemampuan menyelesaikan masalah yaitu mengenali masalah, merencanakan strategi, menerapkan strategi dan mengevaluasi strategi. Skor setiap indikator berbeda-beda tergantung tingkat kesulitan dari indikator tersebut.

2.3 Well dan Ill Structured Problem

Menurut Jonassen (2011), berdasarkan strukturnya masalah dibedakan menjadi 2 kelompok besar, yaitu masalah yang terstruktur dengan baik (*well structured problem*) dan masalah yang tidak terstruktur dengan baik (*ill structured problem*). *Well structured problem* (masalah yang terstruktur dengan baik) adalah masalah yang memiliki keadaan awal yang jelas dan tujuan yang jelas dan biasanya di jumpai dalam masalah matematika, dimana siswa menerapkan operator yang dipraktikkan untuk menyelesaikan masalah. Masalah yang terstruktur dengan baik bergantung pada konteks karena mengharuskan pemecah masalah memiliki pengetahuan khusus domain, seperti pengetahuan tentang formula dan operasi untuk menyelesaikan masalah tersebut (DiFrancesca, 2015).

Adapun ciri-ciri *well structured problem* yaitu:

- a) Menampilkan semua elemen masalah.

- b) Memiliki sejumlah peraturan, prinsip regular dan terstruktur dengan baik yang disusun dengan cara *prediktif* dan *preskriptif*.
- c) Memiliki solusi yang dapat diketahui dan dapat dipahami.

Ill structured problems (masalah yang tidak terstruktur dengan baik) adalah salah satu jenis masalah yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari. *Ill structured problem* tidak dibatasi oleh domain konten yang dipelajari di kelas. Menyelesaikan masalah yang tidak terstruktur dengan baik (*ill structured problem*) mengharuskan seseorang untuk menghadapi beberapa kendala kontekstual dan factor pendukung yang muncul bersamaan secara dinamis dari kontens masalah, mendekati masalah dari banyak perspektif, dan membenarkan solusi yang diajukan relatif terhadap alternatif yang bersaing (Toy, 2007). Contoh *ill structured problem* yaitu masalah yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari seperti “mengapa seseorang dapat jatuh dari sepeda motor?” Untuk menjawab permasalahan tersebut diperlukan analisis kejadian dan tidak bisa langsung menjawabnya secara spontan.

Adapun ciri-ciri *ill structured problem* yaitu:

- a. Elemen masalah tidak ditampilkakan secara jelas.
- b. Memiliki beberapa solusi, jalur solusi bahkan tidak memiliki solusi sama sekali.
- c. Memiliki beberapa kriteria untuk mengevaluasi solusi, jadi ada ketidakpastian tentang konsep, peraturan, dan prinsip apa yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah tersebut dan bagaimana pengaturannya.
- d. Seringkali mewajibkan peserta didik untuk mengungkapkan pendapat atau keyakinan pribadi tentang masalah tersebut.

Menurut Voss (2006), *ill structured problem* memiliki beberapa ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Tujuan tidak terlihat dengan jelas, dan memerlukan analisis sekaligus penyempurnaan untuk menyelesaikan masalah tersebut.
- b. Masalah tidak berbentuk langsung pertanyaan, tetapi masalah disajikan dalam bentuk analisis.

- c. *Ill structured problem* dapat didekati dengan cara yang berbeda, sesuai dengan pengetahuan, kepercayaan, dan sikap pemecah masalah.
- d. Solusi untuk *ill structured problem* biasanya dianggap berdasarkan beberapa tingkat masuk akal atau dapat diterima. Selanjutnya, evaluasi solusi mungkin merupakan fungsi dari pengetahuan dan keyakinan evaluator mengenai masalah yang ada.
- e. Solusi dibenarkan oleh argumen verbal yang menunjukkan mengapa solusi tersebut merupakan solusi terbaik sehingga dapat membantah dan mencoba menolak posisi lawan yang diantisipasi.

Ketika menyelesaikan masalah yang tidak terstruktur dengan baik (*ill structured problem*) siswa terlibat dalam percakapan reflektif dengan elemen situasi masalah yaitu proses dialektika. Mereka diminta untuk mendefinisikan masalahnya, mengenali perspektif yang berbeda dan banyak representasi masalah, menentukan informasi dan keterampilan apa yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah, dan mensintesis pemahaman mereka tentang masalah tersebut.

Menurut Chin & Chia (2006), ketika menyelesaikan masalah harus:

- a. Mengartikulasikan ruang masalah dan kendala kontekstual,
- b. Mengidentifikasi dan mengklarifikasi pendapat, posisi, dan perspektif para pemangku kepentingan alternatif,
- c. Menghasilkan solusi yang mungkin,
- d. Menilai kelayakan solusi alternatif dengan membuat argument dan mengartikulasikan kepercayaan pribadi,
- e. Memantau ruang masalah dan opsi solusi,
- f. Menerapkan dan memantau solusinya, dan
- g. Menyesuaikan solusi

Menurut Heller *et.all.* (1991), langkah menyelesaikan masalah dalam pembelajaran fisika terdapat lima tahap, yaitu:

- a. *Visualize the problem*, pada tahap ini dilakukan visualisasi permasalahan dari kata-kata menjadi representasi visual, membuat daftar variabel yang diketahui dan tidak diketahui, serta mengidentifikasi konsep dasar.
- b. *Describe the problem in physics description*, pada langkah ini representasi visual diubah menjadi deskripsi fisika dengan membuat diagram benda bebas dan memilih sistem koordinat.
- c. *Plan the solution*, pada tahap ini merencanakan solusi dengan cara mengubah deskripsi fisika menjadi representasi matematis.
- d. *Execute the plan*, pada tahap ini melaksanakan rencana dengan melakukan operasi matematis.
- e. *Check and evaluate*, mengevaluasi solusi yang didapatkan dengan mengecek kelengkapan jawaban, tanda, satuan dan nilai.

Tidak semua soal fisika merupakan masalah. Menurut Cooney *et.all.* (1975), soal yang merupakan masalah memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Soal tersebut tidak secara otomatis diketahui cara menyelesaikannya.
- b. Soal tersebut belum pernah diberikan kepada siswa.
- c. Soal tersebut bersifat menantang pikiran.
- d. Masalah bersifat individual.

2.4 Teori Relativitas

Teori relativitas adalah teori tentang medan yang melanjutkan perkembangan teori medan Faraday dan Maxwell. Teori medan menekankan kemulusan ruang dan waktu. Dalam teori relativitas, ruang dan waktu tidak melompat-lompat, tetapi mengalir secara malar (*continue*). Sebaliknya, teori kuantum justru berbicara tentang ketidakmalaran (*discontinue*). Sebutir partikel tidak boleh mengubah energinya secara malar, melainkan melompat-lompat. Bisa dikatakan bahwa kedua pendekatan ini bertolak belakang.

Teori medan elektromagnetik Faraday yang kemudian dikembangkan oleh Maxwell pada 1865, masih mengganggu para ilmuwan masa itu. Sumber gangguan

tersebut adalah eter sebagai zat perantara gelombang elektromagnetik. Eter sebagai medium rambat gelombang elektromagnetik mempunyai sifat yang sulit dibayangkan secara fisika meski secara matematis dapat dijelaskan secara gemilang. Semestinya eter bertabiat sebagai zat padat karena cahaya adalah gelombang transversal. Jenis gelombang ini tidak dapat merambat dalam medium fluida (gas atau cairan). Berdasarkan pengamatan, eter sebegitu halus sampai-sampai tidak menghambat Bumi yang bergerak di dalamnya kendati sosoknya samar-samar, para ilmuwan menerima ide eter.

Menjernihkan pemahaman tentang eter sesuai persamaan Maxwell adalah salah satu tantangan utama fisika di penghujung abad ke-19. Dalam konteks persoalan ini, kecepatan cahaya c jadi perkara. Dalam teori Maxwell, c adalah kecepatan pengamat yang bergeming dalam eter. Pada dasawarsa 1880-an Albert Abraham Michelson dan Edward Williams Morley menyelidiki ketergantungan kecepatan cahaya terhadap kecepatan pengamat.

Gagasan mereka adalah membandingkan kecepatan cahaya di dua arah yang berbeda, pada posisi siku-siku. Jika kecepatan cahaya bernilai tetap relatif terhadap eter, maka pengukuran seharusnya mengungkapkan kecepatan cahaya yang berbeda-beda, tergantung arah gerak cahaya. Tapi Michelson dan Moerley tak mendapat perbedaan. Hasil percobaan Michelson-Morley jelas bertentangan dengan model gelombang elektromagnetik yang bergerak melalui eter, dan seharusnya model eter ditinggalkan. Namun tidak ada yang benar-benar berani menyimpulkan bahwa eter tidak ada.

Ahli fisika Belanda Hendrik Antoon Lorentz menawarkan penjelasan untuk penemuan Michelson dengan mengandaikan adanya sebuah gaya antar molekul yang bekerja searah dengan hembusan eter. Oleh karena itu kecepatan cahaya akan terukur sama ke semua arah terhadap angin eter, walaupun menurut Lorentz sebenarnya berbeda. Walaupun demikian ternyata saran Lorentz masih melanggar mekanika Newton di beberapa hal. Poincare tahu persoalan itu tapi meyakini kebenaran anjuran Lorentz. Ia menekankan perlunya menuju kenisbian murni. Dari sinilah awal lahirnya

teori relativitas yang dipopulerkan oleh Albert Einstein. Secara mandiri Einstein mengembangkan penyelesaian seperti yang diusulkan Poincare. Ia berangkat dengan dua asumsi yang bersahaja tapi jernih. Uraianya menyelamatkan persamaan Maxwell, sementara pengertian Newton tentang ruang waktu mutlak tersingkir. Walaupun demikian, pada kecepatan rendah, penyelesaian mendekati hasil hitung mekanika klasik Newton. Untuk mendapatkan penyelesaian itu, Einstein tidak memasukkan pembenaran ke dalam system yang lama tapi justru mengubah pengertian ruang, waktu, dan masaa serta membuat segalanya relative terhadap kecepatan kerangka.

2.4.1. Teori Relativitas Einstein

Setelah eter alam ternyata tidak ada, pada tahun 1905 Einstein mengumumkan teorinrelativitas khusus dan sepuluh tahun kemudian mengusulkan teori relativitas umum.

1. Teori relativitas khusus, membicarakan tentang kerangka acuan *bergerak beraturan relatif* terhadap kerangka acuan yang lain.
2. Teori relativitas umum, membahas tentang kerangka acuan yang *bergerak dipercepat relatif* terhadap kerangka acuan yang lain.

Teori relativitas khusus didasarkan pada 2 Postulat Einstein, yaitu :

a) Postulat Pertama

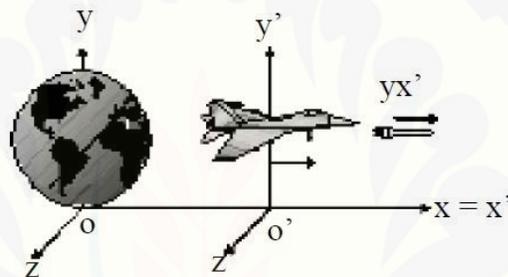
Hukum fisika dapat dinyatakan dalam bentuk matematis yang sama meskipun diamati dari kerangka acuan yang bergerak dengan kecepatan tetap terhadap kerangka acuan yang lain.

b) Postulat Kedua

Kelajuan cahaya di dlam ruang hampa ke segala arah adalah sama untuk semua pengamat, tidak tergantung pada gerak sumber cahaya maupun pengamat. Sebagai konsekuensi pada postulat Einstein maka kecepatan, panjang benda, dan massa benda bersifat relative (nisbi).

1) Relativitas Kecepatan

Telah dinyatakan oleh Einstein bahwa kecepatan cahaya bersifat invariant (sama untuk semua pengamat), hal ini mengakibatkan penjumlahan kecepatan pada mekanika klasik (Newton) mengalami distorsi. Kecepatan yang mempunyai harga mendekati laju cahaya dalam vakum disebut kecepatan relativistic. Kita batasi penjumlahan kecepatan disini hanya pada salah satu arah, yaitu arah horizontal (sepanjang sumbu X). Misalnya suatu sistem S' bergerak dengan kecepatan dalam arah X terhadap sistem lain Y (kita tetapkan sebagai kerangka acuan diam), kemudian pada sistem Y', maka kecepatan benda tersebut terhadap sistem S, yaitu , dirumuskan sesuai dengan persamaan :



$$v_x = \frac{v'_x + v}{1 + \frac{v \cdot v'_x}{c^2}} \dots\dots\dots 2.1$$

- v_x = kecepatan benda relatif terhadap pengamat diam (m/s)
- v'_x = kecepatan benda relatif terhadap pengamat bergerak (m/s)
- v = kecepatan pengamat bergerak (O') relatif terhadap pengamat diam (O)
- c = kecepatan cahaya

2) Relativitas Panjang (Kontraksi Lorentz)

Relativitas panjang (kontraksi Lorentz) menyatakan bahwa panjang suatu benda tampak lebih pendek bila diukur oleh pengamat yang bergerak terhadap benda tersebut.

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \dots\dots\dots 2.2$$

- L = panjang benda diukur oleh pengamat yang *bergerak terhadap benda*
- L_0 = panjang benda diukur oleh pengamat yang *diam terhadap benda*

v = kecepatan relatif antara kerangka acuan

3) Relativitas Waktu (Dilatasi Waktu)

Selang waktu untuk kerangka acuan diam tidak lagi sama dengan selang waktu untuk kerangka acuan bergerak. Ternyata waktu yang diukur oleh sebuah jam yang bergerak terhadap kejadian lebih besar dibandingkan terhadap jam yang diam terhadap kejadian peristiwa ini disebut *dilatasi waktu (Time delation)*.

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \dots\dots\dots 2.3$$

Δt = selang waktu yang diukur oleh pengamat yang bergerak terhadap kejadian.

Δt_0 = selang waktu yang diukur oleh pengamat yang diam terhadap kejadian Waktu yang diukur oleh jam pengamat yang diam terhadap kejadian disebut waktu benar (*proper time*).

4) Relativitas Massa

Menurut Einstein massa benda yang bergerak (m) akan lebih besar daripada massanya waktu diam (m_0). Mekanika klasik yang menyatakan massa adalah konstan hanya berlaku untuk benda yang bergerak dengan kecepatan jauh lebih kecil dari kecepatan cahaya.

$$\Delta m = \frac{\Delta m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \dots\dots\dots 2.4$$

m = Massa benda dalam keadaan bergerak (Kg)

m_0 = Massa benda dalam keadaan diam (Kg)

v = Kecepatan benda (m/s)

c = Kecepatan cahaya (3×10^8 m / s)

Dan energi benda diam dan bergerak memiliki hubungan sebagai berikut.

(a) Energi total : $E = mc^2$

(b) Energi diam : $E_0 = m_0 c^2$

(c) Energi kinetik : $E_k = E - E_0$

2.4.2. Momentum Relativistik dan Energi Relativistik

Besar momentum relativistic p diperoleh dengan memasukkan m sebagai massa relativistic, yaitu $m = m_0$,

Jadi,

$$p = \gamma m_0 v = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \dots\dots\dots 2.5$$

Dengan

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Einstein menegaskan adanya kesetaraan massa dan energy, yaitu jika penyusutan massa akan timbul energy sebesar E .

$$E = mc^2 \quad \dots\dots\dots 2.6$$

E = energy ekivalen dari benda diam yang massanya m

Dengan demikian energy kinetic benda secara relativistic akan memenuhi:

$$E_k = E_{total} - E_{diam}$$

atau

$$E_k = E_{total} - \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} c^2 - m_0 c^2 \quad \dots\dots\dots 2.7$$

Sehingga:

$$E_{total} = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \dots\dots\dots 2.8$$

$$E_{diam} = m_0 \cdot c^2$$

m_0 = massa diam benda

m = massa bergerak benda

v = kecepatan benda

c = kecepatan cahaya

Dari persamaan-persamaan diatas dapat di peroleh hubungan energi total E_{tot} dengan momentum secara relativistic sebagai berikut :

$$E_{total}^2 = m_0^2 c^4 + p^2 \cdot c^2$$

atau

$$E_{total}^2 = E_0^2 + p^2 \cdot c^2 \quad \dots\dots\dots 2.9$$

Hukum kekekalan energi relativistic

Jika sebuah benda dalam keadaan diam (massa diam m_0 membelah secara spontan menjadi dua bagian, masing-masing m_1 dan m_2) yang bergerak masing-masing dengan kelajuan v_1 dan v_2 , maka berlaku hukum kekekalan energy relativistic, yaitu energy relativistic awal sama dengan energy relativistic akhir.

2.5 Well dan ill structured problem pada Teori Relativitas

Well structured problem (masalah yang terstruktur dengan baik) adalah masalah yang memiliki keadaan awal yang jelas dan tujuan yang jelas dan biasanya di jumpai dalam masalah matematika, dimana siswa menerapkan operator yang dipraktikkan untuk menyelesaikan masalah. Masalah yang terstruktur dengan baik bergantung pada kontens karena mengharuskan pemecah masalah memiliki pengetahuan khusus domain, seperti pengetahuan tentang formula dan operasi untuk menyelesaikan masalah tersebut (DiFrancesca, 2015).

Adapun ciri-ciri *well structured problem* yaitu:

- a. Menampilkan semua elemen masalah.
- b. Memiliki sejumlah peraturan, prinsip regular dan terstruktur dengan baik yang disusun dengan cara *prediktif* dan *preskriptif*
- c. Memiliki solusi yang dapat diketahui dan dapat dipahami.

Misalkan pada topik dilatasi waktu, diungkapkan dengan contoh soal berikut: Tentukanlah besar perbandingan dilatasi waktu untuk sistem yang bergerak pada kecepatan $0,8c$ dengan sistem yang bergerak dengan kecepatan $0,6c!$, dimana semua elemen diketahui yaitu kecepatan dan perbandingan dilatasi sebagai pertanyaan. Kemudian bisa menentukan solusi dari elemen yang diketahui tersebut.

Ketika menyelesaikan masalah yang tidak terstruktur dengan baik (*ill structured problem*) siswa terlibat dalam percakapan reflektif dengan elemen situasi masalah

yaitu proses dialektika. Mereka diminta untuk mendefinisikan masalahnya, mengenali perspektif yang berbeda dan banyak representasi masalah, menentukan informasi dan keterampilan apa yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah, dan mensintesis pemahaman mereka tentang masalah tersebut. Sebagai contoh, Sebuah partikel bergerak dengan laju $\frac{1}{2}\sqrt{3}c$. Jika m_0 = massa diam, m = massa bergerak, E_k = energy kinetic, dan E_0 = energy diam, maka akan berlaku ?

Pada contoh soal tersebut diungkapkan hanya kelajuan/kecepatannya saja. Sedangkan elemen yang dicari tersebut adalah hubungan tentang massa diam dengan massa bergerak, energy diam dengan energy bergerak. Ini membuat siswa berasumsi bahwa sebenarnya formula yang digunakan adalah bisa dengan formula massa dan energy kinetic yang sudah ada, akan tetapi siswa seharusnya mencari tetapan transformasi terlebih dahulu barulah bisa mengerjakan hubungan massa diam dengan massa bergerak, energy diam dengan energy bergerak.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai dari suatu variabel (Hasan, 2010: 7). Sedangkan menurut Sugiyono (2014: 29), mengatakan bahwa penelitian deskriptif adalah penelitian yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap obyek yang diteliti melalui data sampel atau populasi sebagaimana adanya, tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Menurut Hasan (2010: 20), data kuantitatif adalah data yang berbentuk bilangan, misalnya tinggi, panjang, atau umur. Jenis penelitian ini adalah dideskripsikan untuk mengetahui tingkat kemampuan siswa dalam menyelesaikan *ill* dan *well structured problem*. Data yang dinyatakan dalam angka-angka adalah data yang berasal dari identifikasi hasil data tes kemampuan menyelesaikan masalah *ill* dan *well structured problem* peserta didik.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian merupakan tempat dimana penelitian dilakukan. Penentuan tempat penelitian menggunakan metode *purposive sampling area*, yaitu metode penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2014: 68). Menurut Arikunto (2006: 16), beberapa pertimbangan dalam pemilihan tempat penelitian meliputi waktu, tenaga, dan biaya terbatas. Waktu penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2017/2018.

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek/subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk

dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2014: 61). Populasi dalam penelitian ini adalah SMA di Kabupaten Jember.

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi. Bila populasi besar, dan peneliti tidak mungkin mempelajari semua yang ada pada populasi, maka peneliti dapat menggunakan sampel yang diambil dari populasi, untuk itu sampel harus representatif (mewakili) (Sugiyono, 2014: 62). Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah siswa yang sedang mempelajari teori relativitas. Sampel dalam penelitian menggunakan metode purposive sampling area dengan beberapa pertimbangan yang telah disesuaikan dengan tujuan penelitian, antara lain adanya pelajaran fisika, materi teori relativitas yang sedang di ajarkan, dan adanya kesediaan dari pihak sekolah. Sampel dalam penelitian ini adalah siswa kelas XII di SMA Jember.

3.4 Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional diberikan untuk memperoleh pengertian dan gambaran yang jelas, untuk menghindari terjadinya kesalahan penafsiran variabel. Definisi operasional untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Kemampuan menyelesaikan masalah adalah keterampilan intelektual yang dimiliki individu dalam rangka menggunakan proses berpikirnya yang digunakan untuk menyelesaikan masalah *ill* dan *well structured* yang disajikan dalam bentuk soal analisis. Kemampuan menyelesaikan masalah meliputi kemampuan mengenali masalah, merencanakan strategi, menerapkan strategi, dan mengevaluasi solusi yang diterapkan.
- b. *Ill structured problem* adalah jenis masalah yang disajikan dalam bentuk soal uraian tanpa disertai komponen masalah yang jelas. *Ill structured problem* adalah masalah yang sulit dan membutuhkan ketrampilan tingkat tinggi untuk menyelesaikan masalah tersebut. Dalam soal *ill structured problem* siswa dibiarkan berkreasi dalam menjawab soal tersebut. Solusi *ill structured problem*

bervariasi, tergantung kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah. Setiap individu memiliki cara yang berbeda-beda dalam menyelesaikan masalah tersebut.

- c. *Well structured problem* adalah semua masalah yang dirumuskan dengan jelas, di mana algoritmanya diketahui, dan tersedia kriteria untuk menguji ketepatan jawabannya. Masalah yang *distrukturkan dan memerlukan berpikir produktif* adalah masalah yang mirip dengan masalah yang *well structured*, hanya saja prosedur pemecahannya atau beberapa langkah penting dalam prosedur pemecahannya, harus dikembangkan sendiri oleh si pemecah masalah.

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan kegiatan yang dilakukan secara sistematis untuk mencapai tujuan penelitian. Adapun langkah-langkah dalam melakukan penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Kegiatan Pendahuluan

Kegiatan pendahuluan dalam penelitian ini berupa penentuan tempat penelitian, pembuatan surat penelitian, dan pengoordinasian dengan guru mata pelajaran fisika di tempat penelitian.

- b. Pembuatan Instrumen

Instrumen pada penelitian ini berupa tes soal uraian pada pokok bahasan teori relativitas khusus yang terdiri dari 6 soal uraian. Tes soal ini digunakan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal fisika pada materi teori relativitas khusus. Soal tes yang digunakan diambil dari soal ujian nasioanal dan soal ujian SBMPTN sehingga tidak perlu divalidasi lagi. Selain tes tertulis juga digunakan angket untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan kesulitan belajar.

- c. Pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan mengujikan instrumen tes berupa soal uraian.

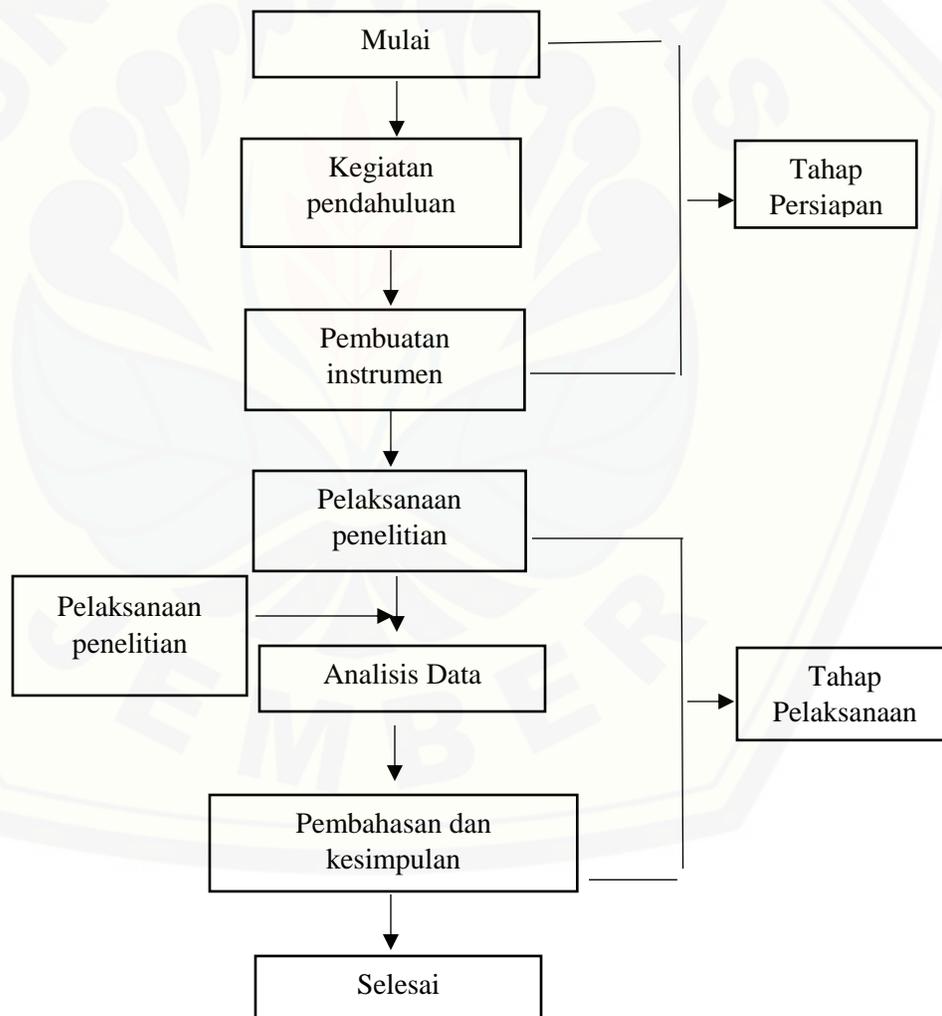
d. Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah hasil tes kepada responden terakumulasi. Analisis data ini dilakukan untuk mengetahui dan mendeskripsikan kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal fisika pada materi teori relativitas khusus.

e. Pembahasan dan Kesimpulan

Pembahasan dan kesimpulan dilakukan berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan.

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



Gambar 1. Alur rancangan penelitian

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat yang digunakan untuk pengumpulan data penelitian. Instrumen dalam penelitian ini adalah berupa soal tes dalam bentuk uraian yang diambil dari soal ujian nasional dan soal SBMPTN. Tes terdiri dari 6 soal berdasarkan penilaian terhadap 4 indikator pemecahan masalah *ill* dan *well structured problem*.

3.7 Teknik Pengumpulan

Teknik pengumpulan data adalah cara-cara untuk mengumpulkan data yang diperlukan dalam penelitian. Teknik pengumpulan data yang akan diambil dalam penelitian ini menggunakan:

a. Observasi

Observasi adalah cara pengumpulan data dengan terjun dan melihat langsung ke lapangan terhadap obyek yang diteliti (Hasan, 2010: 23). Observasi pada penelitian ini dilakukan untuk menentukan subyek penelitian.

b. Dokumentasi

Metode dokumentasi merupakan metode yang digunakan untuk mencari data melalui peninggalan tertulis. Pada penelitian ini metode dokumentasi digunakan untuk memperoleh informasi tentang nama-nama siswa yang menjadi subyek penelitian.

c. Tes Tertulis

Tes adalah sederetan pertanyaan atau latihan atau alat lain yang digunakan untuk mengukur keterampilan, pengetahuan, intelegensi, dan kemampuan atau bakat yang dimiliki oleh individu atau kelompok (Hasan, 2010: 16).

Pada penelitian ini tes yang digunakan adalah tes kemampuan menyelesaikan masalah yang berupa soal uraian jenis *ill structured problem* dan *well structured problem*. Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan tes tertulis yang digunakan untuk mengetahui kemampuan siswa dalam mengorganisir pengetahuannya ketika memecahkan masalah dalam bentuk soal. Bentuk tes dalam penelitian ini adalah

bentuk *essay* atau uraian sebanyak 6 butir soal dengan teknik penskoran soal uraian objektif (Kunandar, 2014: 247).

3.8 Analisis Data

Data yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa lembar jawaban peserta didik pada tes kemampuan menyelesaikan masalah. Data dari hasil tes kemampuan menyelesaikan masalah diidentifikasi berdasarkan indikator kemampuan menyelesaikan masalah. Identifikasi yang diperoleh dalam penelitian ini dimaksudkan untuk menjawab rumusan masalah penelitian dalam rangka merumuskan kesimpulan. Data yang diperoleh adalah data kemampuan menyelesaikan masalah. Selanjutnya seluruh data tersebut dianalisis dengan analisis sebagai berikut.

Analisis kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah dilakukan dengan cara menilai kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah yang mengacu pada indikator. Indikator kemampuan menyelesaikan masalah meliputi mengenali masalah, merencanakan strategi, menerapkan strategi, dan mengevaluasi strategi. Penilaian setiap indikator mengacu pada pedoman penskoran seperti pada Lampiran, selanjutnya data dianalisis seperti berikut:

Melakukan perhitungan presentase nilai kemampuan menyelesaikan masalah per indikator menggunakan rumus:

$$\% = \frac{\sum n}{\sum N} \times 100$$

Keterangan:

n : jumlah nilai yang diperoleh siswa

N : jumlah nilai maksimum

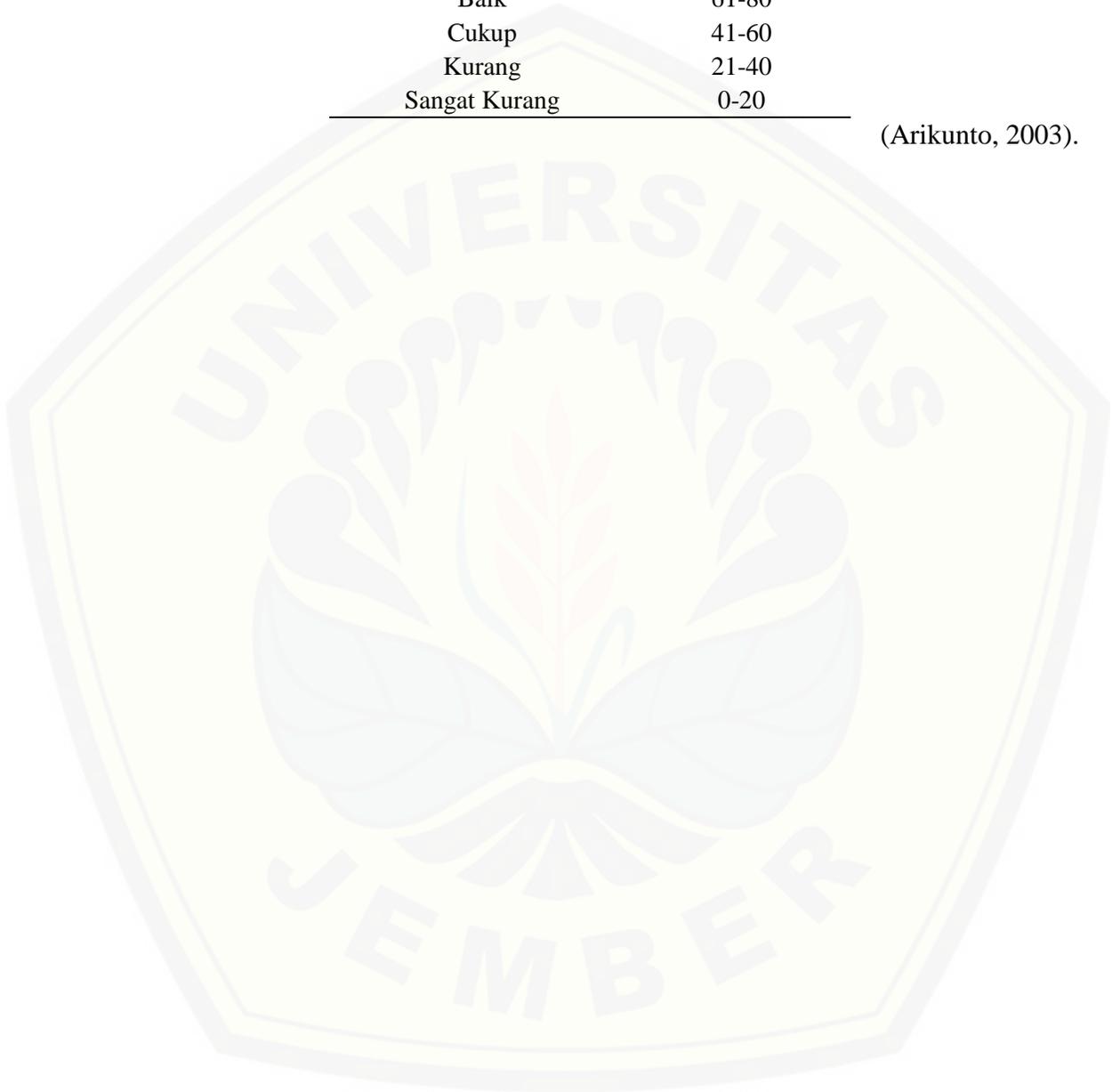
% : presentase kemampuan menyelesaikan masalah *well* dan *ill structured problem*

Dari perhitungan menggunakan rumus di atas dapat menentukan kategori tingkatan kemampuan menyelesaikan masalah seperti Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1 Kategori kemampuan menyelesaikan masalah

Kategori	Presentase (%)
Sangat baik	81-100
Baik	61-80
Cukup	41-60
Kurang	21-40
Sangat Kurang	0-20

(Arikunto, 2003).



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan secara keseluruhan dapat diambil kesimpulan bahwa kemampuan menyelesaikan *well structured problem* dalam pembelajaran fisika pokok bahasan teori relativitas pada SMA Muhammadiyah 3 Jember sudah cukup baik, namun pada kemampuan menyelesaikan *ill structured problem* masih mengalami kesulitan, dikarenakan kemampuan *ill structured problem* kemampuan yang sulit dan siswa banyak yang tidak mampu, demikian pula pada kemampuan yang menjustifikasi.

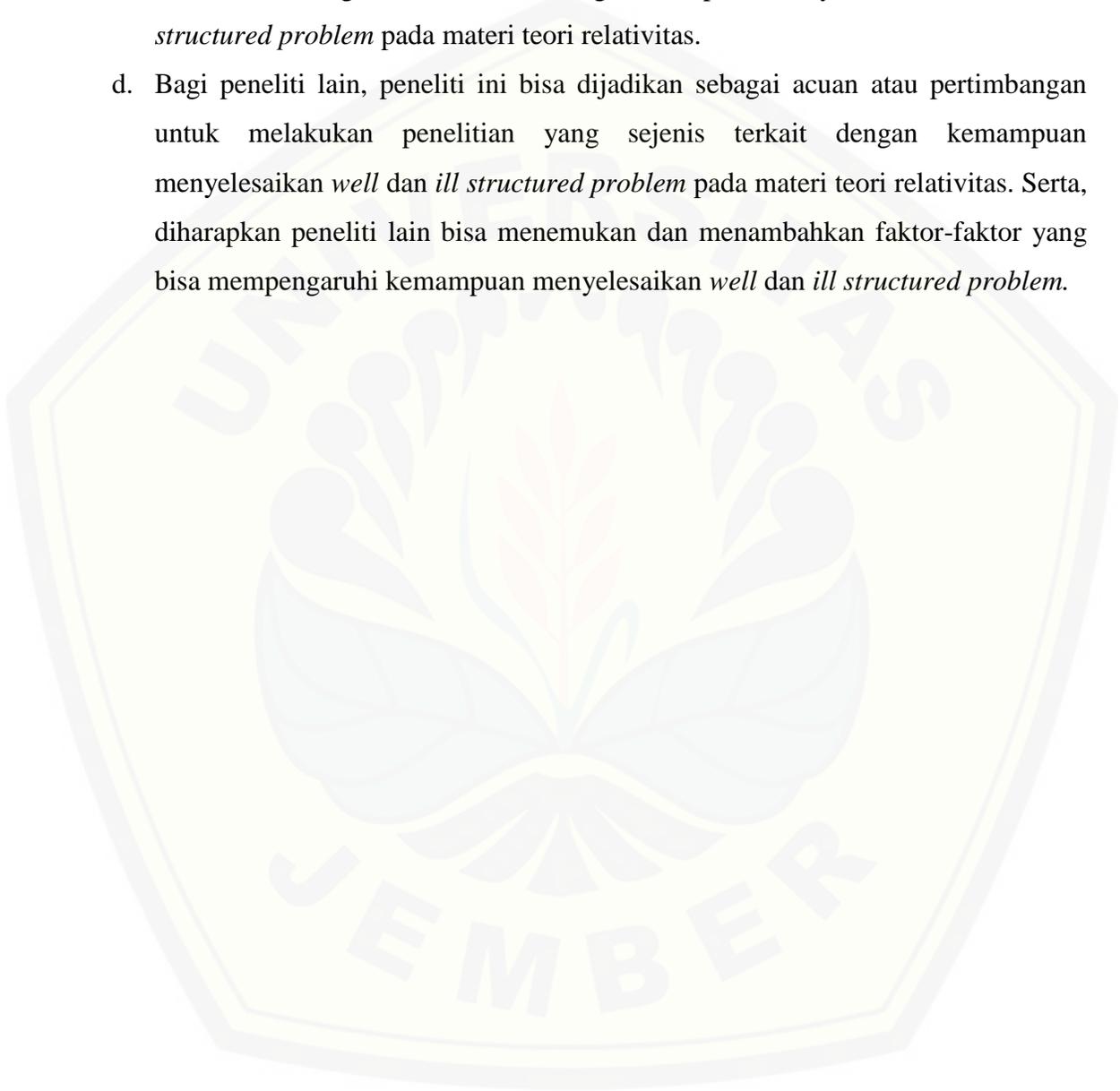
Hal ini dapat ditunjukkan berdasarkan persentase kemampuan siswa dalam menyelesaikan *well* dan *ill structured problem* dalam pembelajaran fisika pokok bahasan teori relativitas pada SMA di Jember. Kemampuan *well structured problem* tertinggi sebanyak 44,12% yang termasuk dalam kategori baik, sedangkan pada kemampuan menyelesaikan *ill structured problem* tertinggi sebanyak 47,06% pada kategori kurang.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh, maka dapat diajukan beberapa saran sebagai berikut:

- a. Bagi peneliti, penelitian ini dapat dijadikan sebagai inspirasi dalam melakukan semua kegiatan yang berguna di bidang pendidikan. Peneliti menyadari bahwa hasil penelitian ini bukanlah hasil penelitian yang sempurna sehingga perlu adanya peningkatan bagi penelitian selanjutnya agar memperoleh hasil penelitian yang lebih sempurna.
- b. Bagi siswa, sebaiknya siswa lebih terbiasa menghadapi masalah yang terstruktur dengan baik maupun yang tidak terstruktur dengan baik mengingat hal tersebut merupakan hal yang penting dalam kemampuan tingkat tinggi.

- c. Bagi guru, sebaiknya peneliti menunjukkan hasil data yang didapat kepada guru yang bersangkutan, sehingga guru bisa memperbaiki serta menemukan solusi yang baik untuk mengatasi masalah tentang kemampuan menyelesaikan *well* dan *ill structured problem* pada materi teori relativitas.
- d. Bagi peneliti lain, peneliti ini bisa dijadikan sebagai acuan atau pertimbangan untuk melakukan penelitian yang sejenis terkait dengan kemampuan menyelesaikan *well* dan *ill structured problem* pada materi teori relativitas. Serta, diharapkan peneliti lain bisa menemukan dan menambahkan faktor-faktor yang bisa mempengaruhi kemampuan menyelesaikan *well* dan *ill structured problem*.



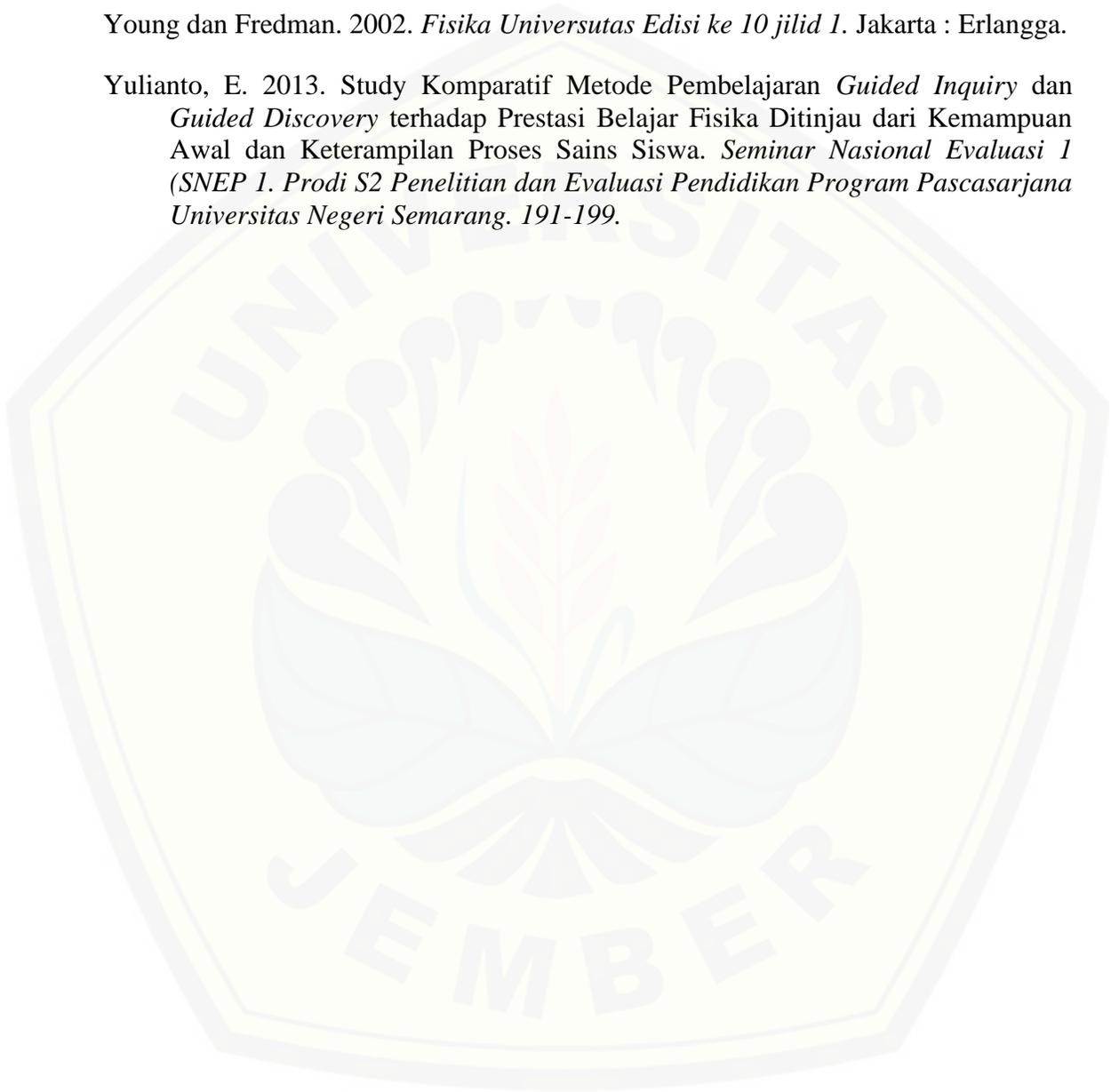
DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2003. *Prosedur Penelitian, Suatu Praktek*. Jakarta: Bina Aksara.
- Azizah, R. 2015. *Kesulitan Pemecahan Masalah Fisika pada Siswa SMA*. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)* ISSN: 2087-9946. Vol. 5 (2). Desember 2015. 47.
- Brok, P., D., R. Tacoris, dan D. Fisher. 2010. How Well Do Science Teachers Do? Differences in Teacher-Student Interpersonal Behavior Between Science Teachers and Teachers of Other (School) Subjects. *The Open Education Journal* 3: 44-53.
- Chi, M. T. H. dan Glaser. (1985). Problem solving ability. *ERIC*. 6(ED257630):(227–250).
- Chin, C. and Chia, L.G. (2006) Problem-based learning: using illstructured problems in biology project work. *Science Education*, 90, 44-67.
- Cooney T. J., E. J. David, dan Henderson. 1975. *Dynamics of Teaching Secondary School Mathematics*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- DiFrancesca, D. 2015. The Impact of Writing Prompts on Learning During Ill-Structurd Problem Solving. *Disertasi*. Releigh. Faculty of North Carolina State University.
- Fields, A. M. 2006. Ill-structred problems and the reference consultation the librarian's role in developing student epertise. *Reference Services Review*. 34(3): 405-420.
- Gagne, R. M., L. J. Briggs, dan W. W. Wager. 1992. *Principles of Instructional Design. Fourth Edition*. United States: Horcourt Brace Jovanovich Collage Publishers.
- Hasan, I. 2010. *Analisis Data Penelitian dengan Statistik*. Jakarta: PT Bumi Aksara
- Heller, P., Keith R., & Anderson, S. 1991. Teaching Problem Solving Through Cooperative Grouping. Part 1: Group Versus Individual Problem Solving. *American Journal of Physics*, (Online),60(7):627-636, diakses 19 Februari 2016.
- Hobri. 2009. *Model-Model Pembelajaran Inovatif*. Jember: Center for Society Studies.

- Hoellwarth, C., M. J. Moelter, dan R. D. knight. 2005. A direct comparison of conceptual learning and problem solving ability in traditional and studio tyle classrooms. *American Journal of Physics*.73 (5): 459-462.
- Hudojo, H. 2001. *Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika*. Malang: JICA_Universitas Negeri Malang.
- Ikhwanuddin JA dan D. Purwantoro. 2010. *Problem Solving dalam Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Kemampuan Mahasiswa Berpikir Analitis*. *Jurnal Kependidikan*.14: 16.
- Jonassen, D.H. 2011. *Learning to Solve Problems*. New York: Routledge.
- Kunandar. 2014. *Penilaian Autentik (Penilaian Hasil Belajar Peserta Didik Berdasarkan Kurikulum 2013)*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada
- Kusdiwelirawan, A., T. I. Hartini, dan A. R. Najihah. 2015. Perbandingan peningkatan keterampilan generic sains antara model inquiry based learning dengan model problem based learning. *Omega*. 1(2): 19-23.
- Lestari, I. 2013. *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Kompetensi Sesuai dengan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Padang: Akademia Permata.
- Mabilangan, R.A. 2012. Problem Solving Strategies of High School Student on Non-Routine Problems: A case study.
- Moustofa, K. S. 2003. Too intelligent for job? the validity of upper-limit cognitive ability test scores in selection. *S.A.M Advanced Management Journal*: 68 (2): 4-10.
- Nurdianti, F. 2014. Pengaruh Metode Problem Solving Terhadap Kemampuan Siswa dalam Memecahkan Masalah. *Skripsi*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Permendikbud No.66 Tahun 2014 tentang Standar Penilaian Pendidikan Dasar dan Menengah
- Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional. 2005. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.

- Sambada, D. 2012. Peranan kreativitas siswa terhadap kemampuan memecahkan masalah fisika dalam pembelajaran kontekstual. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*. 2(2): 37-47.
- Saputri, A. A., dan I. Wilujeng. 2017. Developing physics e-scaffolding teaching media to increase the elevent-grade students problem solving ability and scientific attitude. *International Journal of Environmental and Science Education*. 12(4): 729-745.
- Sugiyono, 2015. *Metode Penelitian & Pengembangan (Research and Development)*. Bandung: Alfabeta.
- Sujarwanto, E., A. Hidayat, dan Wartono. 2014. Kemampuan pemecahan masalah fisika pada modeling instruction pada siswa sma kelas XI. *JPII*. 3(1): 65-78.
- Suyono dan Hariyanto. 2015. *Belajar dan Pembelajaran*. Bandung. PT Remaja Rosdakarya.
- Taufik, M., N. S. Sukmadinata, I. Abdulhak, dan B. Y. Tumbelaka. 2010. Desain model pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dalam pembelajaran IPA (fisika) SMP di Kota Bandung. *Berkala Fisika*. 13(2): E31-E44.
- Tim Pengembang Ilmu Pendidikan FIP-UPI. 2007. *Ilmu dan Aplikasi Pendidikan*. Bandung: Intima
- Toy, S. 2007. Online Ill-structured Problem-solving Strategi and Their Influence on Problem-solving Perfomance. *Disertasi*. Iowa: Iowa State University.
- Trianto. 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Trilling B., C. Fadel. 2009. *21st Skills Learning for Life in Out Time*. San Francisco: Wiley.
- Voss, J. F. 2006. Toulmin's model and the solving of ill-structured problem. *Springer*. 19: 321-329.
- Wena, Made. 2014. *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer: Suatu Tinjauan Konseptual Operasional*. Jakarta: Bumi Aksara.

- Wenning, C. J. 2002. A multiple case study of novice and expert problem solving in kinematics with implications for physics teacher preparation. *Physics Teacher Education Program*. 1(3): 7-14.
- Young dan Fredman. 2002. *Fisika Universitas Edisi ke 10 jilid 1*. Jakarta : Erlangga.
- Yulianto, E. 2013. Study Komparatif Metode Pembelajaran *Guided Inquiry* dan *Guided Discovery* terhadap Prestasi Belajar Fisika Ditinjau dari Kemampuan Awal dan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Seminar Nasional Evaluasi 1 (SNEP 1. Prodi S2 Penelitian dan Evaluasi Pendidikan Program Pascasarjana Universitas Negeri Semarang*. 191-199.



LAMPIRAN

Lampiran 1 MATRIKS SKRIPSI

Judul	Tujuan Penelitian	Jenis Penelitian	Sumber Data	Teknik Pengambilan Data	Analisis Data	Alur Penelitian
Identifikasi Kemampuan Menyelesaikan <i>Ill dan Well Structured Problem</i> dalam pembelajaran Fisika Pokok Bahasan Teori Relativistik pada siswa SMA di Jember	Mengetahui kemampuan menyelesaikan <i>Ill dan Well Structured Problem</i> dalam pembelajaran fisika pokok bahasan teori relativitas pada siswa SMA di Jember	Penelitian yang dilakukan penilitian Deskriptif	1. Siswa SMA 2. Guru Bidang Studi 3. Buku, Jurnal, Pustaka	1. Tes Tulis 2. Dokumentasi	1. Analisis kemampuan menyelesaikan <i>ill dan well structured</i> $\% = \frac{\sum n}{\sum N} \times 100\%$ Keterangan: n:jumlah nilai yang di peroleh siswa N:jumlah nilai maksimum %:persentase kemampuan menyelesaikan masalah	1. Kegiatan Awal 2. Pembuatan Instrumen 3. Pengumpulan Data 4. Analisis Data 5. Kesimpulan

					<p>2. Hasil tes kemampuan menyelesaikan <i>ill</i> dan <i>well structured</i> dianalisis berdasarkan masing-masing indikator.</p>	
--	--	--	--	--	---	--

Lampiran 2 KISI-KISI SOAL TEST

Jenis Sekolah : SMA	Alokasi Waktu : 90 menit
Mata Pelajaran : Fisika	Jumlah Soal : 6
Materi Pokok : Teori Relativitas Khusus	Bentuk Soal : Essay
Kelas / Semester : XII/Genap	

No	Kajian Materi	Indikator Soal	Indikator Menyelesaikan Masalah	Soal Tes	Skor
1.	Relativitas Kecepatan	Menghitung kecepatan benda pada relativitas kecepatan	<p>Mengenali Masalah, siswa dapat menyebutkan informasi-informasi yang diberikan dan pertanyaan yang diajukan</p> <p>Merencanakan Strategi Penyelesaian, siswa memiliki rencana penyelesaian masalah yang ia gunakan</p> <p>Menerapkan Strategi Penyelesaian, siswa dapat menyelesaikan masalah sesuai dengan langkah-langkah yang ia gunakan dengan hasil yang benar</p> <p>Mengevaluasi Solusi, siswa mengevaluasi</p>	<p>1. Pesawat antariksa bergerak dengan kecepatan $0,4c$ terhadap Bumi. Dari dalam pesawat, ditembakkan peluru dengan kecepatan $0,6c$ terhadap Bumi dengan arah tembakan searah pesawat. Tentukan besarnya kecepatan peluru relatif terhadap pesawat!</p> <p style="text-align: center;">(well structured)</p>	10

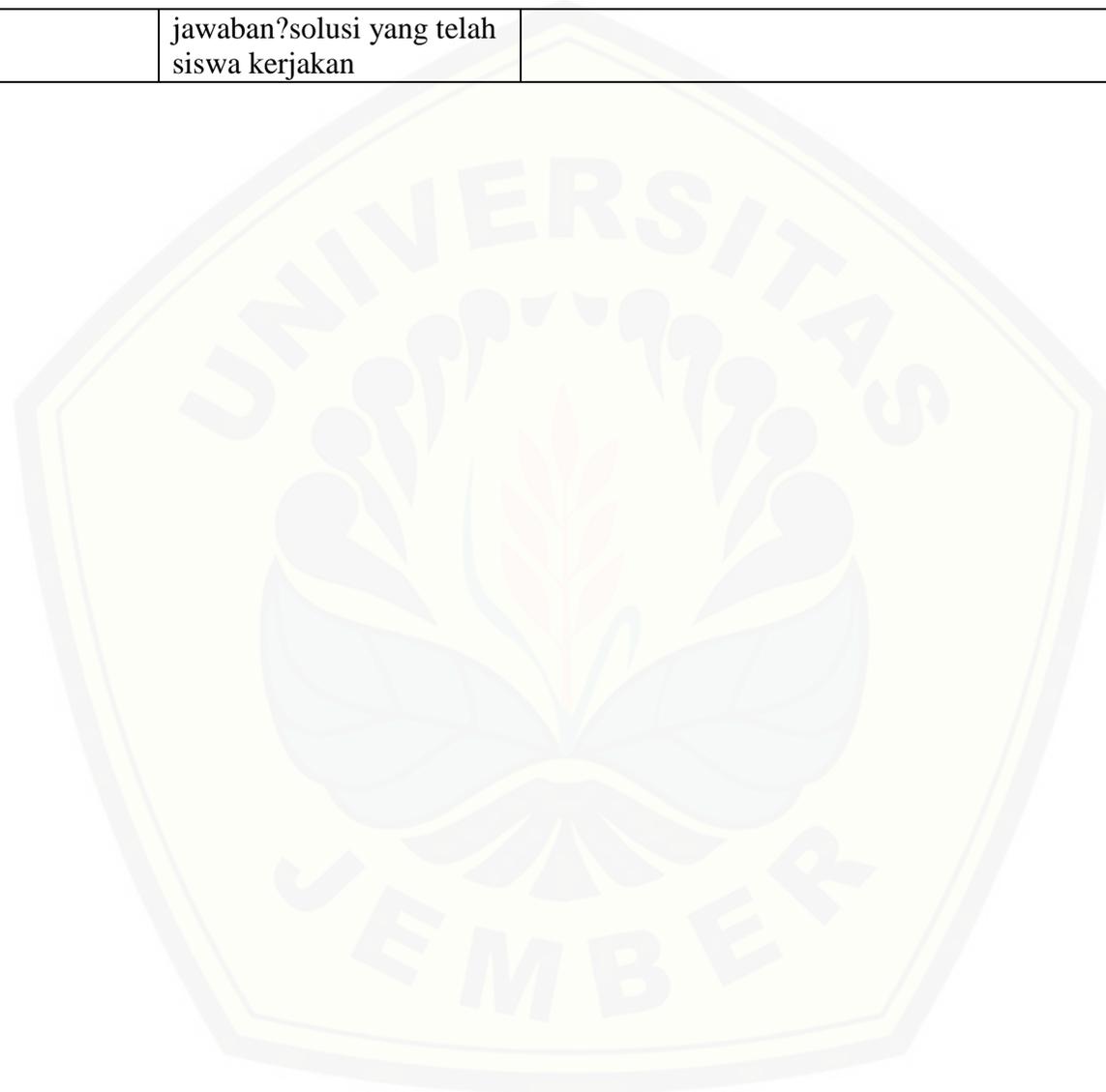
			jawaban?solusi yang telah siswa kerjakan		
2.	Tetapan Transformasi	Menghitung tetapan transformasi untuk menghubungkan Massa diam dengan massa bergerak, Energi diam dengan energy kinetik	<p>Mengenali Masalah, siswa dapat menyebutkan informasi-informasi yang diberikan dan pertanyaan yang diajukan</p> <p>Merencanakan Strategi Penyelesaian, siswa memiliki rencana penyelesaian masalah yang ia gunakan</p> <p>Menerapkan Strategi Penyelesaian, siswa dapat menyelesaikan masalah sesuai dengan langkah-langkah yang ia gunakan dengan hasil yang benar</p> <p>Mengevaluasi Solusi, siswa mengevaluasi jawaban?solusi yang telah siswa kerjakan</p>	<p>2. Sebuah partikel bergerak dengan laju $\frac{1}{2} \sqrt{3} c$. Jika m_0 = massa diam, m = massa bergerak, E_k = energy kinetic, dan E_0 = energy diam, maka akan berlaku ?</p> <p>(ill structured)</p>	15
3.	Relativitas Massa	Menghitung perbandingan massa relativistik	<p>Mengenali Masalah, siswa dapat menyebutkan informasi-informasi yang</p>	<p>3. Bila kelajuan partikel $0,6c$, tentukanlah perbandingan massa relativistik partikel itu terhadap massa diamnya!</p> <p>(well structured)</p>	15

		terhadap massa diam	<p>diberikan dan pertanyaan yang diajukan</p> <p>Merencanakan Strategi Penyelesaian, siswa memiliki rencana penyelesaian masalah yang ia gunakan</p> <p>Menerapkan Strategi Penyelesaian, siswa dapat menyelesaikan masalah sesuai dengan langkah-langkah yang ia gunakan dengan hasil yang benar</p> <p>Mengevaluasi Solusi, siswa mengevaluasi jawaban?solusi yang telah siswa kerjakan</p>		
4.	Dilatasi Waktu	Menghitung perbandingan dilatasi waktu	<p>Mengenali Masalah, siswa dapat menyebutkan informasi-informasi yang diberikan dan pertanyaan yang diajukan</p> <p>Merencanakan Strategi Penyelesaian, siswa memiliki rencana</p>	<p>4. Tentukanlah besar perbandingan dilatasi waktu untuk sistem yang bergerak pada kecepatan $0,8c$ dengan sistem yang bergerak dengan kecepatan $0,6c$! (well structured)</p>	15

			<p>penyelesaian masalah yang ia gunakan</p> <p>Menerapkan Strategi Penyelesaian, siswa dapat menyelesaikan masalah sesuai dengan langkah-langkah yang ia gunakan dengan hasil yang benar</p> <p>Mengevaluasi Solusi, siswa mengevaluasi jawaban?solusi yang telah siswa kerjakan</p>		
5.	Momentum Linier Relativitas	Menentukan momentum linier relativitas	<p>Mengenali Masalah, siswa dapat menyebutkan informasi-informasi yang diberikan dan pertanyaan yang diajukan</p> <p>Merencanakan Strategi Penyelesaian, siswa memiliki rencana penyelesaian masalah yang ia gunakan</p> <p>Menerapkan Strategi Penyelesaian, siswa dapat menyelesaikan masalah</p>	<p>5. Energi total benda bermassa m sama dengan 5 kali energi rehatnya. Maka tentukanlah momentum linear benda tersebut!</p> <p>(ill structured)</p>	20

			<p>sesuai dengan langkah-langkah yang ia gunakan dengan hasil yang benar</p> <p>Mengevaluasi Solusi, siswa mengevaluasi jawaban?solusi yang telah siswa kerjakan</p>		
6.	Energi Kinetik Relativitas	Menghitung energy kinetic jika kecepatan benda bertambah	<p>Mengenali Masalah, siswa dapat menyebutkan informasi-informasi yang diberikan dan pertanyaan yang diajukan</p> <p>Merencanakan Strategi Penyelesaian, siswa memiliki rencana penyelesaian masalah yang ia gunakan</p> <p>Menerapkan Strategi Penyelesaian, siswa dapat menyelesaikan masalah sesuai dengan langkah-langkah yang ia gunakan dengan hasil yang benar</p> <p>Mengevaluasi Solusi, siswa mengevaluasi</p>	<p>6. Sebuah elektron bergerak dengan kecepatan $0,6c$. Berapakah energi kinetik yang harus ditambahkan untuk menambah kecepatannya menjadi $0,8c$? (Ill structured)</p>	25

			jawaban?solusi yang telah siswa kerjakan		
--	--	--	--	--	--



Lampiran 3 SOAL TES KEMAMPUAN MENYELESAIKAN MASALAH

Satuan Pendidikan : SMA
Mata Pelajaran : Fisika
Kelas : XII
Waktu : 60 Menit

Petunjuk:

1. Tuliskan nama dan kelas Anda pada kotak yang tersedia
2. Bacalah contoh soal dengan baik dan teliti
3. Kerjakan soal sesuai dengan instruksi pengawas
4. Bacalah soal dengan baik
5. Kerjakan secara individu dan tanyakan pada guru pengawas jika terdapat soal yang belum jelas

Soal!

1. Pesawat antariksa bergerak dengan kecepatan $0,4c$ terhadap Bumi. Dari dalam pesawat, ditembakkan peluru dengan kecepatan $0,6c$ terhadap Bumi dengan arah tembakan searah pesawat. Tentukan besarnya kecepatan peluru relatif terhadap pesawat!
2. Sebuah partikel bergerak dengan laju $\frac{1}{2}\sqrt{3}c$. Jika m_0 = massa diam, m = massa bergerak, E_k = energy kinetic, dan E_0 = energy diam, maka akan berlaku ?
3. Bila kelajuan partikel $0,6c$, tentukanlah perbandingan massa relativistik partikel itu terhadap massa diamnya!
4. Tentukanlah besar perbandingan dilatasi waktu untuk sistem yang bergerak pada kecepatan $0,8c$ dengan sistem yang bergerak dengan kecepatan $0,6c$!
5. Energi total benda bermassa m sama dengan 5 kali energi rehatnya. Maka tentukanlah momentum linear benda tersebut!
6. Sebuah elektron bergerak dengan kecepatan $0,6c$. Berapakah energi kinetik yang harus ditambahkan untuk menambah kecepatannya menjadi $0,8c$?

Lampiran 4 Lembar Jawaban

No	Jawaban	Skor
1.	<p>Dik :</p> $v_1 = 0,4 c$ $v_2 = 0,6c$ <p>Dit : Kecepatan Peluru Relatif terhadap Pesawat</p> <p>Jawab :</p> $v_r = \frac{v_2 - v_1}{1 + \frac{v_2(-v_1)}{c^2}}$ $v_r = \frac{0,6c - 0,4c}{1 + \frac{0,6c(-0,4c)}{c^2}}$ $v_r = \frac{0,2c}{1 - \frac{0,24c^2}{c^2}}$ $v_r = \frac{0,2c}{1 - 0,24}$ $v_r = \frac{0,2c}{0,76}$ $v_r = \frac{20}{76} c$ $v_r = \frac{5}{19} c$	10

2. Diketahui : $v = \frac{1}{2}c\sqrt{3}$

Ditanya : hubungan m dengan m_0 , E_k dengan E_0 ?

Jawab :

$$m = \gamma m_0$$

mencari γ terlebih dahulu

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(\frac{1}{2}c\sqrt{3})^2}{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{3}{4}\frac{c^2}{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{3}{4}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\frac{1}{2}}$$

$$\gamma = 2$$

10

	$m = 2 m_0$ $E_k = (\gamma - 1) E_0$ $E_k = (2-1) E_0$ $E_k = E_0$	
3.	<p>Diket : $v = 0,6c$</p> <p>Ditanya : $\frac{m}{m_0}$?</p> <p>Jawab :</p> $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{(0,6c)^2}{c^2}}}$ $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{0,36c^2}{c^2}}}$ $m = \frac{m_0}{0,8}$ $m = \frac{m_0}{4/5}$ $m = \frac{5}{4} m_0$	10

	$\frac{m}{m_0} = \frac{5}{4}$	
4.	<p>Diket : $v_1 = 0,6 c$ $v_2 = 0,8c$</p> <p>Ditanya: $\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} ?$</p> <p>Jawab :</p> $\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{\frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v_1^2}{c^2}}}}{\frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v_2^2}{c^2}}}}$ $\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{\frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{(0,6c)^2}{c^2}}}}{\frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{(0,8c)^2}{c^2}}}}$ $\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{\frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{0,36c^2}{c^2}}}}{\frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{0,64c^2}{c^2}}}}$	10

	$\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{\Delta t_0 \sqrt{1 - \frac{0,64c^2}{c^2}}}{\sqrt{1 - \frac{0,36c^2}{c^2}} \Delta t_0}$ $\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{\Delta t_0 \sqrt{0,36}}{\sqrt{0,64} \Delta t_0}$ $\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{\Delta t_0 0,6}{0,8 \Delta t_0}$ $\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{0,6}{0,8}$	
5.	<p>Diket : $E_{tot} = 5 E_0$ Ditanya : P ? Jawab :</p> $E_{tot} = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 c^2$ $5 m_0 c^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 c^2$	10

	$5 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1$ $6 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $P = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $P = 6 m_0 c^2$	
6.	<p>Diket : $v_1 = 0,6c$ $v_2 = 0,8c$ Ditanya : ΔE_k ? Jawab :</p> $\Delta E_k = Ek_2 - Ek_1$ $\Delta E_k = \left(\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_2^2}{c^2}}} - m_0 c^2 \right) - \left(\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_1^2}{c^2}}} - m_0 c^2 \right)$ $\Delta E_k = \left(\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{(0,8c)^2}{c^2}}} - m_0 c^2 \right) - \left(\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{(0,6c)^2}{c^2}}} - m_0 c^2 \right)$	10

$$\Delta Ek = \left(\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{0,64c^2}{c^2}}} - m_0 c^2 \right) - \left(\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{0,36c^2}{c^2}}} - m_0 c^2 \right)$$

$$\Delta Ek = \left(\frac{m_0 c^2}{\sqrt{0,36}} - m_0 c^2 \right) - \left(\frac{m_0 c^2}{\sqrt{0,64}} - m_0 c^2 \right)$$

$$\Delta Ek = \left(\frac{m_0 c^2}{0,6} - m_0 c^2 \right) - \left(\frac{m_0 c^2}{0,8} - m_0 c^2 \right)$$

$$\Delta Ek = \frac{m_0 c^2}{0,6} - \frac{m_0 c^2}{0,8}$$

$$\Delta Ek = \frac{0,8 m_0 c^2 - 0,6 m_0 c^2}{0,48}$$

$$\Delta Ek = \frac{0,2 m_0 c^2}{0,48}$$

$$\Delta Ek = \frac{0,2}{0,48} m_0 c^2$$

$$\Delta Ek = \frac{1}{2,4} m_0 c^2$$

TOTAL

100

Lampiran 5 Rubrik Penilaian

Kajian Materi	Indikator Soal	Soal	Indikator Menyelesaikan Masalah				Skor $\frac{n}{N} \times 100$
			MM	MR	MN	MG	
Relativitas Kecepatan	Menghitung kecepatan benda pada relativitas kecepatan	1. Pesawat antariksa bergerak dengan kecepatan $0,4c$ terhadap Bumi. Dari dalam pesawat, ditembakkan peluru dengan kecepatan $0,6c$ terhadap Bumi dengan arah tembakan searah pesawat. Tentukan besarnya kecepatan peluru relatif terhadap pesawat!					
Tetapan Transformasi	Menghitung perbedaan umur pada saat berada di tempat yang berbeda	2. Sebuah partikel bergerak dengan laju $\frac{1}{2}\sqrt{3}c$. Jika m_0 = massa diam, m = massa bergerak, E_k = energy kinetic, dan E_0 = energy diam, maka akan berlaku ?					
Relativitas Massa	Menghitung perbandingan massa relativistik terhadap massa diam	3. Bila kelajuan partikel $0,6c$, tentukanlah perbandingan massa relativistik partikel itu terhadap massa diamnya!					
Dilatasi Waktu	Menghitung perbandingan dilatasi waktu	4. Tentukanlah besar perbandingan dilatasi waktu untuk sistem yang bergerak pada kecepatan $0,8c$ dengan sistem yang bergerak dengan kecepatan $0,6c$!					
Momentum Linier Relativitas	Menentukan momentum linier relativitas	5. Energi total benda bermassa m sama dengan 5 kali energi rehatnya. Maka tentukanlah momentum linear benda tersebut!					
Energi Kinetik Relativitas	Menghitung energy kinetic jika kecepatan benda bertambah	6. Sebuah elektron bergerak dengan kecepatan $0,6c$. Berapakah energi kinetic yang harus ditambahkan untuk menambah kecepatannya menjadi $0,8c$?					

Keterangan :

MM = Mengenali Masalah

MR = Merencanakan Strategi

MN = Menerapkan Strategi

MG = Evaluasi

n = Jumlah nilai yang di dapat

Lampiran 6 Pedoman Penskoran

No	Indikator	Kategori	Keterangan
1.	Mengenali Masalah	a. Diketahui b. Ditanya	3 : menyebutkan diketahui dan ditanya 2 : hanya menyebutkan diketahui saja 1 : hanya menyebutkan ditanya saja 0 : tidak menyebutkan kedua-duanya
	Merencanakan Strategi	a. Menemukan cara yang sesuai dengan masalah b. Menemukan rumus yang sesuai dengan yang di tanya	3 : menuliskan cara dan rumus yang sesuai 2 : hanya menuliskan rumusnya saja 1 : hanya menuliskan cara awalnya saja 0 : tidak menuliskan cara dan rumus yang sesuai
	Menerapkan Strategi	a. Melakukan perhitungan sesuai langkah-langkah b. Menyelesaikan soal sesuai dengan pertanyaan	3 : melakukan perhitungan sesuai dengan langkah-langkah dan sesuai pertanyaan 2 : hanya melakukan perhitungan sesuai langkah-langkah 1 : tidak melakukan perhitungan yang sesuai dengan langkah-langkah 0 : tidak menyelesaikan soal sesuai dengan pertanyaan
	Mengevaluasi	a. Hasil akhir	3 : mendapatkan hasil benar dan ada satuan 2 : mendapatkan hasil benar tanpa satuan 1 : mendapatkan hasil salah tapi langkah tepat 0 : tidak mendapatkan hasil yang benar
2.	Mengenali Masalah	a. Diketahui b. Ditanya	3 : menyebutkan diketahui dan ditanya 2 : hanya menyebutkan diketahui saja 1 : hanya menyebutkan ditanya saja 0 : tidak menyebutkan kedua-duanya

	Merencanakan Strategi	<p>a. Menemukan cara yang sesuai dengan masalah</p> <p>b. Menemukan rumus yang sesuai dengan yang di Tanya</p>	<p>3 : menuliskan cara dan rumus yang sesuai</p> <p>2 : hanya menuliskan rumusnya saja</p> <p>1 : hanya menuliskan cara awalnya saja</p> <p>0 : tidak menuliskan cara dan rumus yang sesuai</p>
	Menerapkan Strategi	<p>a. Melakukan perhitungan sesuai langkah-langkah</p> <p>b. Menyelesaikan soal sesuai dengan pertanyaan</p>	<p>3 : melakukan perhitungan sesuai dengan langkah-langkah dan sesuai pertanyaan</p> <p>2 : hanya melakukan perhitungan sesuai langkah-langkah</p> <p>1 : tidak melakukan perhitungan yang sesuai dengan langkah-langkah</p> <p>0 : tidak menyelesaikan soal sesuai dengan pertanyaan</p>
	Mengevaluasi	a. Hasil akhir	<p>3 : mendapatkan hasil benar dan ada satuan</p> <p>2 : mendapatkan hasil benar tanpa satuan</p> <p>1 : mendapatkan hasil salah tapi langkah tepat</p> <p>0 : tidak mendapatkan hasil yang benar</p>
3.	Mengenali Masalah	<p>a. Diketahui</p> <p>b. Ditanya</p>	<p>3 : menyebutkan diketahui dan ditanya</p> <p>2 : hanya menyebutkan diketahui saja</p> <p>1 : hanya menyebutkan ditanya saja</p> <p>0 : tidak menyebutkan kedua-duanya</p>
	Merencanakan Strategi	<p>a. Menemukan cara yang sesuai dengan masalah</p> <p>b. Menemukan rumus yang</p>	<p>3 : menuliskan cara dan rumus yang sesuai</p> <p>2 : hanya menuliskan rumusnya saja</p> <p>1 : hanya menuliskan cara awalnya saja</p> <p>0 : tidak menuliskan cara dan rumus yang sesuai</p>

		sesuai dengan yang di tanya	
	Menerapkan Strategi	<p>a. Melakukan perhitungan sesuai langkah-langka</p> <p>b. Menyelesaikan soal susai dengan pertanyaan</p>	<p>3 : melakukan perhitungan sesuai dengan langkah-langkah dan sesuai pertanyaan</p> <p>2 : hanya melakukan perhitungan sesuai langkah-langkah</p> <p>1 : tidak melakukan perhitungan yang sesuai dengan langkah-langkah</p> <p>0 : tidak menyelesaikan soal sesuai dengan pertanyaan</p>
	Mengevaluasi	a. Hasil akhir	<p>3 : mendapatkan hasil benar dan ada satuan</p> <p>2 : mendapatkan hasil benar tanpa satuan</p> <p>1 : mendapatkan hasil salah tapi langkah tepat</p> <p>0 : tidak mendapatkan hasil yang benar</p>
4.	Mengenali Masalah	<p>a. Diketahui</p> <p>b. Ditanya</p>	<p>3 : menyebutkan diketahui dan ditanya</p> <p>2 : hanya menyebutkan diketahui saja</p> <p>1 : hanya menyebutkan ditanya saja</p> <p>0 : tidak menyebutkan kedua-duanya</p>
	Merencanakan Strategi	<p>a. Menemukan cara yang sesuai dengan masalah</p> <p>b. Menemukan rumus yang sesuai dengan yang di tanya</p>	<p>3 : menuliskan cara dan rumus yang sesuai</p> <p>2 : hanya menuliskan rumusnya saja</p> <p>1 : hanya menuliskan cara awalnya saja</p> <p>0 : tidak menuliskan cara dan rumus yang sesuai</p>
	Menerapkan Strategi	a. Melakukan perhitungan sesuai langkah-langkah	<p>3 : melakukan perhitungan sesuai dengan langkah-langkah dan sesuai pertanyaan</p> <p>2 : hanya melakukan perhitungan sesuai langkah-langkah</p>

		b. Menyelesaikan soal sesuai dengan pertanyaan	1 : tidak melakukan perhitungan yang sesuai dengan langkah-langkah 0 : tidak menyelesaikan soal sesuai dengan pertanyaan
	Mengevaluasi	a. Hasil akhir	3 : mendapatkan hasil benar dan ada satuan 2 : mendapatkan hasil benar tanpa satuan 1 : mendapatkan hasil salah tapi langkah tepat 0 : tidak mendapatkan hasil yang benar
5.	Mengenali Masalah	a. Diketahui b. Ditanya	3 : menyebutkan diketahui dan ditanya 2 : hanya menyebutkan diketahui saja 1 : hanya menyebutkan ditanya saja 0 : tidak menyebutkan kedua-duanya
	Merencanakan Strategi	a. Menemukan cara yang sesuai dengan masalah b. Menemukan rumus yang sesuai dengan yang di tanya	3 : menuliskan cara dan rumus yang sesuai 2 : hanya menuliskan rumusnya saja 1 : hanya menuliskan cara awalnya saja 0 : tidak menuliskan cara dan rumus yang sesuai
	Menerapkan Strategi	a. Melakukan perhitungan sesuai langkah-langkah b. Menyelesaikan soal sesuai dengan pertanyaan	3 : melakukan perhitungan sesuai dengan langkah-langkah dan sesuai pertanyaan 2 : hanya melakukan perhitungan sesuai langkah-langkah 1 : tidak melakukan perhitungan yang sesuai dengan langkah-langkah 0 : tidak menyelesaikan soal sesuai dengan pertanyaan
	Mengevaluasi	a. Hasil akhir	1 : mendapatkan hasil yang benar 0 : tidak mendapatkan hasil yang benar

6.	Mengenali Masalah	a. Diketahui b. Ditanya	3 : menyebutkan diketahui dan ditanya 2 : hanya menyebutkan diketahui saja 1 : hanya menyebutkan ditanya saja 0 : tidak menyebutkan kedua-duanya
	Merencanakan Strategi	a. Menemukan cara yang sesuai dengan masalah b. Menemukan rumus yang sesuai dengan yang di tanya	3 : menuliskan cara dan rumus yang sesuai 2 : hanya menuliskan rumusnya saja 1 : hanya menuliskan cara awalnya saja 0 : tidak menuliskan cara dan rumus yang sesuai
	Menerapkan Strategi	a. Melakukan perhitungan sesuai langkah-langkah b. Menyelesaikan soal sesuai dengan pertanyaan	3 : melakukan perhitungan sesuai dengan langkah-langkah dan sesuai pertanyaan 2 : hanya melakukan perhitungan sesuai langkah-langkah 1 : tidak melakukan perhitungan yang sesuai dengan langkah-langkah 0 : tidak menyelesaikan soal sesuai dengan pertanyaan
	Mengevaluasi	b. Hasil akhir	3 : mendapatkan hasil benar dan ada satuan 2 : mendapatkan hasil benar tanpa satuan 1 : mendapatkan hasil salah tapi langkah tepat 0 : tidak mendapatkan hasil yang benar

Lampiran 7. Data Skor Siswa

7.1 Data Skor Kemampuan Menyelesaikan *Well Structured Problem* Siswa SMA

Muhammadiyah Jember XII IPA 1

no	nama	soal no 1				t	soal no 3				t	soal no 4				t	% well
		a	b	c	d		a	b	c	d		a	b	c	d		
1	A	2	3	2	3	83,333	3	3	3	3	100	3	3	1	2	75	86,11
2	B	3	3	2	3	91,667	3	3	3	0	75	3	3	1	1	66,7	77,78
3	C	1	3	3	1	66,667	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	88,89
4	D	3	2	0	3	66,667	3	3	2	2	83,33	2	3	3	0	66,7	72,22
5	E	3	2	3	3	91,667	3	0	1	3	58,33	3	3	3	3	100	83,33
6	F	3	0	3	3	75	3	3	0	3	75	2	3	3	3	91,7	80,56
7	G	3	3	3	3	100	3	3	3	0	75	3	3	3	3	100	91,67
8	H	1	3	3	3	83,333	3	3	3	3	100	2	3	3	3	91,7	91,67
9	I	3	0	3	3	75	2	3	0	3	66,67	3	0	0	3	50	63,89
10	J	0	2	3	3	66,667	3	2	1	3	75	2	3	3	3	91,7	77,78
11	K	3	3	1	3	83,333	3	3	3	3	100	2	3	3	2	83,3	88,89
12	L	3	3	1	3	83,333	3	3	3	3	100	2	3	3	2	83,3	88,89
13	M	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	100
14	N	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	100
15	O	0	2	3	3	66,667	3	3	1	3	83,33	3	3	3	3	100	83,33
16	P	3	1	3	3	83,333	0	3	1	0	33,33	3	3	2	3	91,7	69,44
17	Q	3	3	3	3	100	3	2	3	3	91,67	3	3	3	3	100	97,22
18	R	3	3	3	3	100	3	0	3	3	75	3	0	3	3	75	83,33
19	S	3	3	3	3	100	3	2	3	2	83,33	3	3	3	2	91,7	91,67
20	T	3	3	3	3	100	3	0	3	2	66,67	3	2	3	0	66,7	77,78
21	U	2	3	3	3	91,667	3	3	3	0	75	3	2	2	3	83,3	83,33
22	V	1	3	3	2	75	3	3	3	3	100	2	3	1	3	75	83,33
23	W	3	0	0	1	33,333	3	3	0	3	75	3	3	0	3	75	61,11
24	X	3	3	3	3	100	2	3	3	0	66,67	3	0	3	3	75	80,56
25	Y	3	3	3	3	100	3	0	3	2	66,67	3	3	3	0	75	80,56
26	Z	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	3	3	0	3	75	91,67
27	AA	3	3	3	3	100	3	0	3	3	75	3	3	1	0	58,3	77,78
28	AB	3	3	3	3	100	3	2	3	3	91,67	2	3	3	2	83,3	91,67
29	AC	1	3	3	3	83,333	3	0	3	3	75	3	3	3	0	75	77,78
30	AD	3	2	3	1	75	3	3	2	2	83,33	3	3	3	3	100	86,11
31	AE	2	3	3	3	91,667	3	2	3	0	66,67	3	2	3	3	91,7	83,33
32	AF	3	1	0	1	41,667	3	3	1	2	75	3	2	1	3	75	63,89
33	AG	3	2	1	2	66,667	2	2	1	2	58,33	3	3	2	3	91,7	72,22

7.2 Data Skor Kemampuan Menyelesaikan *Ill Structured Problem* Siswa SMA Muhammadiyah Jember XII IPA 1

no	nama	soal no 2				t	soal no 5				t	soal no 6				t	% ill
		a	b	c	d		a	b	c	d		a	b	c	d		
1	A	3	0	0	0	25	3	3	0	1	58,3	3	0	1	0	33,3	38,89
2	B	0	3	1	1	41,7	3	0	0	1	33,3	2	0	1	0	25	33,33
3	C	3	3	2	1	75	3	0	0	1	33,3	0	0	1	2	25	44,44
4	D	0	0	1	2	25	0	3	0	0	25	0	3	0	2	41,7	30,56
5	E	0	0	1	2	25	0	3	0	0	25	0	0	0	1	8,33	19,44
6	F	0	0	1	2	25	3	0	0	1	33,3	1	1	1	1	33,3	30,56
7	G	3	0	1	2	50	3	0	0	1	33,3	3	3	1	0	58,3	47,22
8	H	3	3	0	0	50	3	0	0	1	33,3	2	3	1	0	50	44,44
9	I	3	0	0	0	25	3	0	0	1	33,3	2	2	1	0	41,7	33,33
10	J	3	1	1	2	58,3	3	3	0	0	50	3	1	0	0	33,3	47,22
11	K	0	3	1	2	50	3	0	0	3	50	0	0	0	1	8,33	36,11
12	L	3	3	1	1	66,7	3	0	3	3	75	2	1	1	1	41,7	61,11
13	M	3	2	1	1	58,3	3	2	0	0	41,7	3	2	1	1	58,3	52,78
14	N	0	1	0	0	8,33	3	2	3	2	83,3	3	1	2	0	50	47,22
15	O	3	3	0	0	50	2	1	0	0	25	3	1	2	0	50	41,67
16	P	0	0	0	0	0	3	1	0	0	33,3	3	1	2	1	58,3	30,56
17	Q	3	0	0	0	25	3	0	0	0	25	0	1	2	1	33,3	27,78
18	R	1	2	0	0	25	3	0	1	0	33,3	0	0	3	1	33,3	30,56
19	S	3	2	0	0	41,7	0	0	1	1	16,7	0	3	3	1	58,3	38,89
20	T	3	1	0	0	33,3	0	0	3	2	41,7	0	3	1	0	33,3	36,11
21	U	3	1	1	0	41,7	3	3	3	3	100	1	0	1	0	16,7	52,78
22	V	3	0	1	0	33,3	3	0	0	0	25	3	3	3	0	75	44,44
23	W	3	3	0	2	66,7	3	3	1	0	58,3	1	0	0	0	8,33	44,44
24	X	2	1	3	1	58,3	3	0	3	3	75	2	3	1	1	58,3	63,89
25	Y	0	0	3	1	33,3	2	3	0	0	41,7	0	0	0	0	0	25
26	Z	0	3	0	0	25	3	1	1	1	50	3	3	1	0	58,3	44,44
27	AA	3	3	3	3	100	0	1	0	0	8,33	0	1	1	3	41,7	50
28	AB	3	0	3	1	58,3	0	1	1	0	16,7	0	2	1	3	50	41,67
29	AC	3	0	0	0	25	3	0	2	1	50	1	3	1	1	50	41,67
30	AD	2	0	0	3	41,7	3	1	3	3	83,3	3	0	0	0	25	50
31	AE	3	1	1	1	50	3	3	3	0	75	3	1	1	3	66,7	63,89
32	AF	3	0	0	0	25	2	0	3	0	41,7	3	0	0	1	33,3	33,33
33	AG	2	0	0	1	25	3	0	0	2	41,7	3	0	0	0	25	30,56

7.3 Data Skor Kemampuan Menyelesaikan *Well Structured Problem* Siswa SMA Muhammadiyah Jember XII IPA 4

no	nama	soal no 1				t	soal no 3				t	soal no 4				t	% Well
		a	b	c	d		a	b	c	d		a	b	c	d		
1	A	3	3	3	3	100	3	2	2	2	75	0	3	3	3	75	83,33
2	B	1	3	3	2	75	2	3	2	1	67	1	3	3	3	83	75
3	C	3	3	2	2	83	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	94,44
4	D	3	3	1	2	75	0	0	0	0	0	3	3	3	3	100	58,33
5	E	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	0	0	0	0	0	66,67
6	F	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	100
7	G	1	3	3	2	75	0	3	3	3	75	1	3	3	3	83	77,78
8	H	3	3	2	2	83	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	94,44
9	I	2	2	1	2	58	0	3	3	3	75	1	3	3	3	83	72,22
10	J	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	3	2	2	3	83	94,44
11	K	1	3	3	3	83	2	2	1	2	58	3	3	3	3	100	80,56
12	L	3	3	3	3	100	2	2	1	2	58	1	3	3	3	83	80,56
13	M	1	3	3	2	75	0	3	3	3	75	1	3	3	3	83	77,78
14	N	3	3	2	2	83	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	94,44
15	O	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	1	3	3	2	75	91,67
16	P	0	0	0	0	0	3	3	3	3	100	3	3	2	2	83	61,11
17	Q	0	3	3	3	75	1	3	3	3	83	2	2	1	2	58	72,22
18	R	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	0	0	0	0	0	66,67
19	S	0	3	3	3	75	1	3	3	3	83	2	2	1	2	58	72,22
20	T	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	0	0	0	0	0	66,67
21	U	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	100
22	V	3	3	2	2	83	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	94,44
23	W	3	3	1	2	75	0	0	0	0	0	3	3	3	3	100	58,33
24	X	2	2	1	2	58	1	3	3	3	83	3	3	3	3	100	80,56
25	Y	0	3	3	3	75	1	3	3	3	83	0	0	0	0	0	52,78
26	Z	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	0	3	3	3	75	91,67
27	AA	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	0	0	0	0	0	66,67
28	AB	0	3	3	3	75	1	3	3	3	83	2	2	1	2	58	72,22
29	AC	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	0	0	0	0	0	66,67
30	AD	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	100
31	AE	3	3	2	2	83	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	94,44
32	AF	3	3	1	2	75	0	0	0	0	0	3	3	3	3	100	58,33
33	AG	2	2	1	2	58	1	3	3	3	83	3	3	3	3	100	80,56
34	AH	3	3	3	3	100	3	2	2	2	75	0	3	3	3	75	83,33

7.4 Data Skor Kemampuan Menyelesaikan *Ill Structured Problem* Siswa SMA Muhammadiyah Jember XII IPA 4

no	nama	soal no 2				t	soal no 5				t	soal no 6				t	% <i>Ill</i>
		a	b	c	d		a	b	c	d		a	b	c	d		
1	A	3	0	0	0	25	0	3	1	1	42	3	3	1	1	67	44,44
2	B	2	0	0	0	17	1	3	3	1	67	2	3	3	3	92	58,33
3	C	0	0	0	0	0	3	3	3	3	100	0	0	0	0	0	33,33
4	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	F	0	0	0	0	0	2	3	1	0	50	1	1	1	2	42	30,56
7	G	3	0	0	0	25	2	3	3	2	83	3	3	1	2	75	61,11
8	H	0	0	0	0	0	1	3	3	1	67	2	3	1	1	58	41,67
9	I	2	0	0	0	17	1	3	3	1	67	2	3	3	3	92	58,33
10	J	3	0	0	0	25	0	3	1	1	42	3	3	1	1	67	44,44
11	K	0	0	0	0	0	3	3	3	3	100	0	0	0	0	0	33,33
12	L	0	0	0	0	0	1	3	3	1	67	2	3	1	1	58	41,67
13	M	3	0	0	0	25	0	3	3	2	67	3	2	2	1	67	52,78
14	N	0	0	0	0	0	3	3	3	3	100	3	2	1	2	67	55,56
15	O	0	0	0	0	0	2	2	1	1	50	3	2	1	2	67	38,89
16	P	3	0	0	0	25	2	3	3	2	83	3	3	1	2	75	61,11
17	Q	3	0	0	0	25	2	3	3	2	83	0	3	1	2	50	52,78
18	R	0	0	0	0	0	3	3	3	3	100	0	0	0	0	0	33,33
19	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	U	0	0	0	0	0	2	3	1	0	50	1	1	1	2	42	30,56
22	V	3	0	0	0	25	2	3	3	2	83	3	3	1	2	75	61,11
23	W	0	0	0	0	0	2	3	1	0	50	1	1	1	2	42	30,56
24	X	0	0	0	0	0	1	3	3	1	67	2	3	1	1	58	41,67
25	Y	0	0	0	0	0	3	2	3	3	92	0	3	3	3	75	55,56
26	Z	0	0	0	0	0	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	66,67
27	AA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	AB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	AC	0	0	0	0	0	2	3	1	0	50	1	1	1	2	42	30,56
30	AD	3	0	0	0	25	0	3	3	2	67	3	2	2	1	67	52,78
31	AE	0	0	0	0	0	3	3	3	3	100	3	2	1	2	67	55,56
32	AF	0	0	0	0	0	2	2	1	1	50	3	2	1	2	67	38,89
33	AG	3	0	0	0	25	2	3	3	2	83	3	3	1	2	75	61,11
34	AH	3	0	0	0	25	2	3	3	2	83	3	3	1	2	75	61,11

7.5 Data Skor Kemampuan Menyelesaikan *Well Structured Problem* Siswa SMA

Muhammadiyah Jember XII IPA 5

no	nama	soal no 1				t	soal no 3				t	soal no 4				t	% Well
		a	b	c	d		a	b	c	d		a	b	c	d		
1	A	3	3	3	3	100	0	3	3	0	50	3	3	3	3	100	83,33
2	B	0	3	3	3	75	0	3	3	3	75	3	3	3	3	100	83,33
3	C	2	2	1	2	58,33	3	3	3	3	100	0	1	1	0	16,67	58,33
4	D	3	3	3	3	100	3	2	2	2	75	0	3	3	3	75	83,33
5	E	1	3	3	3	83,33	2	2	1	2	58,33	0	1	1	0	16,67	52,78
6	F	3	3	3	3	100	0	0	0	0	0	0	3	3	3	75	58,33
7	G	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	0	3	3	0	50	83,33
8	H	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	3	2	2	3	83,33	94,44
9	I	3	3	3	2	91,67	0	0	0	0	0	3	3	1	2	75	55,56
10	J	1	3	3	3	83,33	2	2	1	2	58,33	0	3	3	2	66,67	69,44
11	K	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	0	0	0	0	0	66,67
12	L	0	3	3	3	75	1	3	3	3	83,33	2	2	1	2	58,33	72,22
13	M	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	0	0	0	0	0	66,67
14	N	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	100,00
15	O	3	3	3	3	100	2	2	1	2	58,33	1	3	3	3	83,33	80,56
16	P	3	3	3	2	91,67	0	1	1	0	16,67	0	0	0	0	0	36,11
17	Q	0	3	3	3	75	0	3	3	3	75	3	3	3	3	100	83,33
18	R	3	3	3	2	91,67	0	3	3	0	50	1	3	3	3	83,33	75,00
19	S	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	100,00
20	T	3	3	3	2	91,67	3	3	3	2	91,67	0	0	0	0	0	61,11
21	U	0	3	3	3	75	1	3	3	3	83,33	2	2	1	2	58,33	72,22
22	V	3	3	2	2	83,33	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	94,44
23	W	3	3	1	2	75	0	0	0	0	0	3	3	3	3	100	58,33
24	X	0	3	3	2	66,67	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	88,89
25	Y	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	0	0	0	0	0	66,67
26	Z	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	100,00
27	AA	0	3	3	3	75	0	3	3	3	75	3	3	3	3	100	83,33
28	AB	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	0	0	0	0	0	66,67
29	AC	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	100,00
30	AD	3	1	1	3	66,67	3	2	2	3	83,33	0	0	0	0	0	50,00
31	AE	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	100,00

7.6 Data Skor Kemampuan Menyelesaikan *Ill Structured Problem* Siswa SMA Muhammadiyah Jember XII IPA 5

no	nama	soal no 2				t	soal no 5				t	soal no 6				t	% Ill
		a	b	c	d		a	b	c	d		a	b	c	d		
1	A	0	0	0	0	0	2	3	1	0	50	1	1	1	2	41,67	30,556
2	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	C	3	0	0	0	25	2	3	3	2	83,33	3	3	1	2	75	61,111
4	D	3	0	0	0	25	0	0	0	0	0	3	2	0	0	41,67	22,222
5	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	G	0	0	0	0	0	2	3	1	0	50	1	1	1	2	41,67	30,556
8	H	3	0	0	0	25	0	3	1	1	41,67	3	3	1	1	66,67	44,444
9	I	3	0	0	0	25	2	3	3	2	83,33	0	3	1	2	50	52,778
10	J	0	0	0	0	0	3	3	3	3	100	0	0	0	0	0	33,333
11	K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	L	0	0	0	0	0	2	3	1	0	50	1	1	1	2	41,67	30,556
13	M	0	0	0	0	0	3	3	3	3	100	0	0	0	0	0	33,333
14	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	O	3	0	0	0	25	0	3	1	1	41,67	3	3	1	1	66,67	44,444
16	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Q	0	0	0	0	0	2	3	1	0	50	1	1	1	2	41,67	30,556
18	R	2	0	0	0	16,67	2	1	1	3	58,33	0	3	1	0	33,33	36,111
19	S	0	0	0	0	0	3	3	3	3	100	0	0	0	0	0	33,333
20	T	0	0	0	0	0	3	3	3	3	100	0	0	0	0	0	33,333
21	U	0	0	0	0	0	3	3	3	3	100	3	2	1	2	66,67	55,556
22	V	3	0	0	0	25	0	3	3	2	66,67	3	2	2	1	66,67	52,778
23	W	0	0	0	0	0	3	3	3	3	100	3	2	1	2	66,67	55,556
24	X	0	0	0	0	0	2	2	1	1	50	3	2	1	2	66,67	38,889
25	Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	AA	0	0	0	0	0	2	3	1	0	50	1	1	1	2	41,67	30,556
28	AB	0	0	0	0	0	2	3	1	0	50	1	1	1	2	41,67	30,556
29	AC	0	0	0	0	0	1	3	3	1	66,67	2	3	1	1	58,33	41,667
30	AD	0	0	0	0	0	3	2	3	3	91,67	0	3	3	3	75	55,556
31	AE	0	0	0	0	0	3	3	3	3	100	3	3	3	3	100	66,667

Lampiran 8. Surat-surat Penelitian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121

Telepon: 0331- 334988, 330738 Faks: 0331-332475

Laman: www.fkip.unej.ac.id

Nomor **2164** /UN25.1.5/LT/2018

12 MAR 2018

Lampiran : -

Perihal : Permohonan Izin Penelitian

Yth. Kepala SMA Muhammadiyah 3 Jember
Jember

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

Nama : Lupita Rahayu

NIM : 140210102012

Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Program Studi : Pendidikan Fisika

Bermaksud mengadakan penelitian tentang "Identifikasi Kemampuan Menyelesaikan *Ill* dan *Well Structured Problem* dalam Pembelajaran Fisika pokok bahasan Teori Relativitas pada SMA di Jember" di sekolah yang saudara pimpin.

Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

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



n. Dekan
Dekan I,

Dr. Suratno, M. Si.

NIP.19670625 199203 1 003



MAJLIS PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH MUHAMMADIYAH
SMA MUHAMMADIYAH 3 JEMBER
 NPSN: 20523799 TERAKREDITASI A
 Jl. Mastrip No.3 * 0331-335127 * (0331) 325 316 Jember Kp. 68126
 Web : www.smanuh3jbr.sch.id



SURAT KETERANGAN
Nomor : 107 / SKT / III.4.A / AU / F / 2018

Yang bertandatangan di bawah ini Kepala SMA Muhammadiyah 3 Jember,

Nama : Mohamad Zaenal Mahfud, S.Pd., M.Si
 NUPTK : 5355749651200013
 Jabatan : Kepala Sekolah
 Unit kerja : SMA Muhammadiyah 3 Jember
 Alamat : Jl. Mastrip No. 3 Telp (0331) 335 127
 Jember

Menerangkan bahwa nama di bawah ini :

Nama : Lupita Rahayu
 NIM : 140210102012
 Perguruan Tinggi : Universitas Jember
 Fakultas : Keguruan Dan Ilmu Pendidikan
 Jurusan : Pendidikan Matematika Dan Ilmu
 Pengetahuan Alam
 Program Studi : Pendidikan Fisika

Telah melakukan penelitian skripsi pada tanggal 2 April sampai 6 April 2018 di SMA Muhammadiyah 3 Jember dengan judul "**Identifikasi Kemampuan Menyelesaikan Well dan III Structured Problem Dalam Pembelajaran Fisika Pokok Bahasan Teori Relativitas pada SMA di Jember**".
 Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Jember, 18 Oktober 2018



Mohamad Zaenal Mahfud, S.Pd., M.Si
 NUPTK, 5355749651200013

Lampiran 9. Foto Kegiatan

1. Foto Kegiatan Tes Kemampuan Menyelesaikan Masalah Kelas IPA 1



2. Foto Kegiatan Tes Kemampuan Menyelesaikan Masalah Kelas IPA 4



3. Foto Kegiatan Tes Kemampuan Menyelesaikan Masalah Kelas IPA 5



Lampiran 10. Contoh Jawaban Siswa

No. 1

1.) Diket $v_1 = 0,4c$
 $v_2 = 0,6c$
 Dit = kecepatan relatif
 jwb = $v_r = \frac{v_1 - v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$ | $v_r = \frac{20}{76}c$
 $v_r = \frac{0,6c - 0,4c}{1 + \frac{0,6c \cdot 0,4c}{c^2}}$ | $v_r = \frac{5}{19}c$
 $v_r = \frac{0,2c}{1 - \frac{0,24c^2}{c^2}}$
 $v_r = \frac{0,2c}{1 - 0,24}$
 $v_r = \frac{0,2c}{0,76}$

No. 2

2 Diket: $v = \frac{1}{2} \sqrt{3}c$
 Ditanya: $m = m_0 \cdot \gamma$?
 Hubungan massa diam dg massa
 $m = \gamma m_0$ → $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
 $m = 2 m_0$
 $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(\frac{1}{2}\sqrt{3}c)^2}{c^2}}}$
 $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{3}{4}}}$
 $\gamma = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4}}} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2$
 Hubungan Energi kinetik terhadap Energi diam
 $E_k = (\gamma - 1) E_0$
 $E_k = (2 - 1) E_0$
 $E_k = E_0$

No. 3

β Diket: $0,6c$
 Ditanya: $\frac{M}{M_0}$?
 Jawab: $M = \frac{M_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

$$M = \frac{M_0}{\sqrt{1 - \frac{(0,6c)^2}{c^2}}}$$

$$M = \frac{M_0}{\sqrt{1 - 0,36c^2/c^2}}$$

$$M = \frac{M_0}{0,8}$$

$$M = \frac{5}{4} M_0$$

$$\frac{M}{M_0} = \frac{5}{4}$$

No. 4

A) Diket: $v_1 = 0,6c$
 dit: Δt_1 ?
 Δt_2
 jawab:

$$\Delta t_2 = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{(0,6c)^2}{c^2}}} = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - 0,36c^2/c^2}}$$

$$= \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - 0,36}} = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{0,64}} = \frac{\Delta t_0}{0,8}$$

$$= \frac{\Delta t_0}{0,8} \cdot \frac{0,8}{\Delta t_0} = \frac{0,6}{0,8}$$

No. 5

5) Diket: $E_{tot} = 5 E_0$
 dit: β ?
 Jawab: $P = 6 M_0 c^2$

$$E_{tot} = \frac{M_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = M_0 c^2$$

$$5 M_0 c^2 = \frac{M_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$5 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

No. 6

6) Diket: $v_1 = 0,6c$ $v_2 = 0,8c$
 Dit: ΔE_k ?
 Jawab: $\Delta E_k = E_k - E_k$

$$\Delta E_k = \left(\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_1^2}{c^2}}} - m_0 c^2 \right) - \left(\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_2^2}{c^2}}} - m_0 c^2 \right)$$

$$\Delta E_k = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_1^2}{c^2}}} - m_0 c^2 - \left(\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_2^2}{c^2}}} - m_0 c^2 \right)$$

$$\Delta E_k = \left(\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_1^2}{c^2}}} - m_0 c^2 \right) - \left(\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_2^2}{c^2}}} - m_0 c^2 \right)$$

$$\Delta E_k = \left(\frac{m_0 c^2}{\sqrt{0,36}} - m_0 c^2 \right) - \left(\frac{m_0 c^2}{\sqrt{0,64}} - m_0 c^2 \right)$$

$$\Delta E_k = \left(\frac{m_0 c^2}{0,6} - m_0 c^2 \right) - \left(\frac{m_0 c^2}{0,8} - m_0 c^2 \right)$$

$$\Delta E_k = \frac{m_0 c^2}{0,6} - \frac{m_0 c^2}{0,8}$$

$$\Delta E_k = \frac{0,8 m_0 c^2 - 0,6 m_0 c^2}{0,48}$$

$$\Delta E_k = \frac{0,2 m_0 c^2}{0,48}$$

$$\Delta E_k = \frac{0,2}{0,48} m_0 c^2$$

$$\Delta E_k = \frac{1}{24} m_0 c^2$$