



SKRIPSI

**EFEKTIVITAS MODEL PBL DISERTAI DENGAN LKPD BERBASIS
TEKNIK TABULASI UNTUK PENYELESAIAN SOAL
TUMBUKAN SENTRAL PADA KELAS XI MIPA**

Oleh

Azizah Nur Jannah

NIM.190210102039

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

2023



SKRIPSI

**EFEKTIVITAS MODEL PBL DISERTAI DENGAN LKPD BERBASIS
TEKNIK TABULASI UNTUK PENYELESAIAN SOAL
TUMBUKAN SENTRAL PADA KELAS XI MIPA**

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

Oleh

Azizah Nur Jannah

NIM.190210102039

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

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

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

2023

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya Bapak M. Ali Imron dan Ibu Munifah serta kakak tercinta dan seluruh keluarga besar yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan do'a sehingga semua dapat terlaksana dengan penuh kelancaran dan kemudahan dalam mencari ilmu.
2. Bapak dan Ibu guru saya dari taman kanak-kanak hingga Bapak dan Ibu Dosen di perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu dan membimbing saya dengan penuh kasih sayang.
3. Almamater Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

MOTTO

“Jika kamu tidak dapat menahan lelahnya belajar, maka kamu harus sanggup menahan perihnya kebodohan”

(Imam Syafi’i)^{*}

^{*}Rahmah, D.N., Yuddy, S., Titin, F., Nova, T.A., Catur, W., Rini, I., Anisa, N.S., Dwi, R.D., Belgis, H.N., Miman., Ariana, Y., Juny, Z., Effendi, S., Nur, M.M.A., Suko, T.P., Hani, R., Nilam, Y., Aditya, P.I. 2016. *Anak Anak Kolong Langit*. Kediri: Gelaran Buku Daar El Fikr

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Azizah Nur Jannah

NIM : 190210102039

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Efektivitas Model PBL Disertai Dengan LKPD Berbasis Teknik Tabulasi Untuk Penyelesaian Soal Tumbukan Sentral Pada Kelas XI MIPA” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Februari 2023

Yang menyatakan,

Azizah Nur Jannah

19021010203

SKRIPSI

EFEKTIVITAS MODEL PBL DISERTAI DENGAN LKPD BERBASIS TEKNIK TABULASI UNTUK PENYELESAIAN SOAL TUMBUKAN SENTRAL PADA KELAS XI MIPA

Oleh

Azizah Nur Jannah

NIM 190210102039

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama

: Dr. Sri Handono Budi Prastowo, M.Si

Dosen Pembimbing Anggota

: Drs. Bambang Supriadi, M.Pd

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Efektivitas Model PBL Disertai Dengan LKPD Berbasis Teknik Tabulasi Untuk Penyelesaian Soal Tumbukan Sentral Pada Kelas XI MIPA” karya Azizah Nur Jannah telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim penguji :

Ketua,

Sekretaris,

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

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

Anggota I,

Anggota II,

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

Dr. Yushardi, S.Si., M.Si.
NIP.19650420 199512 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember

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

RINGKASAN

Efektivitas Model PBL Disertai Dengan LKPD Berbasis Teknik Tabulasi Untuk Penyelesaian Soal Tumbukan Sentral Pada Kelas XI MIPA; Azizah Nur Jannah, 19021010239; 2023; 38 halaman; Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Model PBL siswa tidak hanya sekedar mendengarkan, mencatat, dan menghafal materi yang disampaikan oleh guru tetapi siswa juga berpikir, mencari, mengolah data, dan mengomunikasikan dalam proses pembelajaran. Model PBL ini dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada mata pelajaran fisika. Model PBL ini diterapkan pada Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang digunakan siswa sebagai bahan ajar dalam proses pembelajaran. Penggunaan metode, media dan model pembelajaran yang tepat, dapat menjadikan siswa mencapai prestasi belajar yang tinggi. Berdasarkan permasalahan yang dialami siswa dalam menyelesaikan persoalan mata pelajaran fisika maka diperlukan solusi alternatif untuk menyelesaikan persoalan pada materi tumbukan sentral dengan cara yang mudah dan hasil yang akurat yaitu menggunakan cara teknik tabulasi. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan hasil belajar siswa dan menganalisis respon siswa dalam menggunakan model PBL yang disertai LKPD berbasis teknik tabulasi untuk penyelesaian soal tumbukan sentral.

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian eksperimen dengan menggunakan analisis kuantitatif, untuk menunjukkan sebuah teknik tabulasi untuk menyelesaikan sebuah permasalahan pada materi tumbukan sentral. Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri Ambulu, Kecamatan Ambulu, Kabupaten Jember tahun ajaran 2022/2023. Penentuan kelas sampel dilakukan dengan cara uji homogenitas untuk mengetahui tingkat kemampuan siswa kelas XI IPA di SMAN Ambulu. Pengumpulan data dari penelitian ini berupa tes *pretest*, tes *posttest*, dan angket respon dan juga terdapat data pendukung berupa observasi, wawancara, dan dokumentasi. Data pada hasil belajar siswa untuk melihat hasil belajar meningkat atau menurun dengan menggunakan uji N-Gain dan untuk melihat respon siswa

tersebut menduduki kriteria yang seperti apa dengan cara perhitungan penskoran angket respon.

Hasil belajar siswa yang diperoleh menunjukkan adanya perbedaan yang sangat signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest*. Hasil *pretest* memperoleh nilai rata-rata sebesar 42,6 dan sedangkan hasil *posttest* sebesar 87,5. Adanya selisih dari hasil belajar tersebut mendapatkan nilai N-Gain sebesar 0.768 yang menunjukkan bahwa 76,8% peningkatan hasil belajar siswa dalam penyelesaian soal tumbukan sentral menduduki kriteria tinggi. Hasil penelitian selanjutnya yaitu respon siswa terhadap penggunaan teknik tabulasi yang telah diajarkan dan diterapkan pada saat menyelesaikan persoalan yang terdapat pada soal tumbukan sentral dua partikel. Respon yang dihasilkan yaitu cukup tinggi seperti pada indikator pertama belajar menggunakan LKPD memiliki hasil sebesar 88,25% dan indikator tanggap dalam pembelajaran memiliki hasil 90,27% dan pada indikator motivasi memiliki hasil sebesar 84,63% dari hasil yang diperoleh pada setiap indikator diperoleh juga hasil rata-rata keseluruhan sebesar 87,72% dan menduduki kriteria sangat baik.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan hasil belajar siswa dengan menerepkan teknik tabulasi dalam menyelesaikan persoalan pada materi tumbukan sentral dua partikel. Hasil yang diperoleh dari hasil belajar siswa dengan menggunakan uji N-Gain yaitu sebesar 0,768 dan menduduki kriteria tinggi. Sedangkan nilai rata-rata respon siswa pada semua indikator mengenai penggunaan teknik tabulasi untuk menyelesaikan persoalan pada materi tumbukan sentral yaitu menduduki nilai sebesar 87,72% dengan kriteria sangat baik. Penggunaan teknik tabulasi ini diharapkan dapat bermanfaat dan dijadikan sebuah referensi untuk semua pendidik dan peserta didik agar mempermudah dalam menyelesaikan persoalan pada materi tumbukan sentral.

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan Rahmat, Taufik, serta hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas Model PBL Disertai Dengan LKPD Berbasis Teknik Tabulasi Untuk Penyelesaian Soal Tumbukan Sentral Pada Kelas XI MIPA”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

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

1. Prof. Dr. Bambang Soepono, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes. selaku ketua jurusan Pendidikan MIPA;
3. Drs. Bambang Supriadi, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
4. Dr. Yushardi, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik;
5. Dr. Sri Handono Budi Prastowo, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Drs. Bambang Supriadi, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Anggota;
6. Dr. Rif’ati Dina Handayani, S.Pd., M.Si selaku Dosen Penguji Utama dan Dr. Yushardi, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji Anggota;
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Saya menyadari bahwa proposal penelitian ini masih terdapat kekurangan di dalamnya. Maka penulis menerima kritik dan saran agar penyusunan proposal menjadi lebih baik. Penulis berharap, semoga proposal ini dapat bermanfaat

Jember, Februari 2023

Penyusun

Azizah Nur Jannah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pembelajaran Fisika	5
2.2 Model Pembelajaran PBL (Problem Based Learning).....	5
2.3 Lembar Kerja Peserta Didik	6
2.4 Teori Tabulasi Pada Tumbukan Sentral.....	7
2.5 Tahap Penyelesaian Soal Tumbukan Setral Teknik Tabulasi....	7
2.6 Efektivitas	9
2.7 Hasil Belajar.....	10
2.8 Respon Siswa	11
2.9 Tumbukan Sentral Dua Partikel.....	12
2.9.1 Hukum Dalam Tumbukan	12
2.9.2 Jenis-Jenis Tumbukan Sentral	13
2.10 Kajian Penelitian Yang Relevan	15
2.11 Kerangka Berpikir.....	16
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Jenis Penelitian.....	18
3.2 Desain Penelitian	18
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.4 Populasi dan Sampel Penelitian	19
3.5 Definisi Operasional	20
3.6 Prosedur Penelitian	21
3.7 Teknik Pengumpulan Data.....	23
3.8 Teknik Analisis Data.....	23
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Hasil Penelitian	25
4.1.1 Cara Pengambilan Sampel	25
4.1.2 Hasil Test	26
4.1.3 Hasil Angket Respon	27

4.1.4 Hasil Wawancara	28
4.2 Pembahasan	29
4.2.1 Efektivitas Hasil Belajar Siswa	29
4.2.2 Respon Siswa.....	31
BAB 5. PENUTUP.....	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	35

DAFTAR GAMBAR

2.1 Tumbukan sentral dua partikel.....	12
2.2 Tumbukan Lenting Sempurna	13
2.3 Tumbukan lenting sebagian	14
2.4 Tumbukan Tidak Lenting	15
2.5 Kerangka Berpikir	17
3.2 Prosedur Penelitian	22

DAFTAR TABEL

2.1 Analisis Teknik Tabulasi	8
3.1 Kriteria Penilaian Skor N-Gain	24
3.2 Penskoran Angket Respon Siswa.....	24
3.3 Kriteria Respon Siswa.....	24
4.1 Uji Homogenitas Nilai hasil PTS Fisika	25
4.2 Rekapitulasi Data Hasil Pretest dan Posttest.....	26
4.3 Data Hasil Angket Respon Siswa	27
4.4 Rekapitulasi Data Jawaban Hasil Wawancara	28
4.5 Hasil Uji Statistik N-Gain	29

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Model PBL (*problem based learning*) dalam proses pembelajaran menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* secara signifikan dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik (Irwan & Mansurdin, 2020). Melalui model PBL siswa tidak hanya sekedar mendengarkan, mencatat, dan menghafal materi yang disampaikan oleh guru tetapi siswa juga berpikir, mencari, mengolah data, dan mengomunikasikan dalam proses pembelajaran (wahyuni, dkk. 2021). Berdasarkan penelitian Rerung, dkk (2017) membuktikan bahwa penerapan model pembelajaran PBL ini dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada mata pelajaran fisika pada materi usaha dan energi. Penerapan model pembelajaran PBL ini sangat efektif untuk di terapkan kepada peserta didik mulai dari tingkat Sekolah Dasar sampai Sekolah Menengah Atas oleh karena itu pendidik diharapkan menerapkan model PBL tersebut untuk dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik.

LKPD atau *student worksheet* adalah selembarnya kertas untuk menyusun skema pemecahan masalah, mencatat data hasil pengamatan, dan lembar diskusi/latihan kerja siswa (Wardana dkk, 2019). LKPD yang ada di sekolah belum menampilkan karakter dan keterampilan yang harus dikuasai siswa yaitu salah satunya keterampilan menyelesaikan masalah (Effendi dkk, 2021). Menggunakan bantuan media pembelajaran lain seperti buku LKPD menjadi salah satu cara alternatif sebagai cara meningkatkan hasil belajar siswa (Nurliawaty, dkk. 2017). Oleh karena itu LKPD dapat dilakukan sebagai peningkat hasil belajar peserta didik dengan cara memberikan sebuah persoalan berupa permasalahan yang nantinya akan dipecahkan melalui tahap tahap yang sudah tertera dalam lembar tersebut.

Hasil belajar fisika siswa SMA di kabupaten Jember masih tergolong rendah. Hal tersebut dibuktikan melalui hasil wawancara yang dilakukan dengan beberapa guru yang mengampu pelajaran fisika khususnya di kabupaten Jember (Yuwono, 2016). Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan pada peserta didik kelas XI IPA di SMAN 6 Mataram, hasil belajar peserta didik pada mata pelajaran fisika masih dibawah Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) yaitu 70

(Nurmayani, 2018). Rendahnya hasil belajar pada mata pelajaran fisika menjadi salah satu permasalahan di dalam dunia pendidikan saat ini (Pohan dan Simonara, 2014). Pembelajaran dikatakan efektif apabila hasil belajar siswa terjadi peningkatan dan perbedaan antara pemahaman awal dengan pemahaman setelah pembelajaran (Himmah, 2021). Jadi keefektifan suatu pembelajaran itu dapat diukur dengan cara melihat hasil belajar yang diperoleh oleh siswa semakin tinggi hasil belajar yang diperoleh siswa maka semakin efektif suatu pembelajaran tersebut. Tetapi dalam mata pelajaran fisika banyak hasil belajar siswa yang tidak tuntas maka terdapat beberapa penyebab penghambat hasil tersebut tidak maksimal dan mengakibatkan ketidak efektifan suatu pembelajaran.

Data dari Pusat Penilaian Pendidikan (PUSPENDIK) menunjukkan bahwa rata rata nilai ujian nasional pada tahun 2019 jenjang SMA/MA pada mata pelajaran fisika tergolong sangat rendah dibandingkan dengan nilai yang lain seperti bahasa indonesia, bahasa inggris, kimia dan biologi karena pada mata pelajaran fisika menduduki nilai paling bawah pada urutan ke-2 setelah matematika pada tingkat nasional. Nilai rata-rata pada mata pelajaran fisika di jenjang SMA yaitu senilai 46.47 dan jenjang MA senilai 42.05. Data dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan menunjukkan nilai Ujian Nasional fisika tahun ajaran 2018/2019 Jember tingkat nasional pada jenjang SMA swasta dan negeri pada mata pelajaran fisika juga masih menduduki nilai paling bawah ke-2 setelah matematika. Pada jenjang SMA swasta nilai rata-rata ujian nasional fisika yang diperoleh yaitu 45.13 dan pada jenjang SMA negeri 46,95.

Alridh, dkk (2021) menyatakan bahwa momentum dan impuls merupakan suatu materi yang erat kaitanya dalam kehidupan sehari-hari, namun kenyataannya tidak sedikit siswa beranggapan materi momentum dan impuls merupakan materi yang sulit untuk dipahami, dan membosankan. Menurut Purwanto (2018) Hal ini menyebabkan hasil belajar siswa pada pelajaran fisika khususnya pada materi momentum dan impuls rendah. Kurangnya hasil belajar siswa pada materi momentum dan impuls yang disebabkan karena cara pembelajaran yang diterapkan masih didominasi ceramah dan tanya jawab, sehingga motivasi, dan prestasi siswa dalam belajar fisika belum optimal. penggunaan media pembelajaran, model

pembelajaran, dan metode pembelajaran yang tepat dapat menjadikan peserta didik, media dan model pembelajaran yang tepat dapat mencapai hasil belajar yang tinggi (Juliana, dkk. 2017). Oleh karena itu perlu adanya teknik baru yang mana dapat membantu peserta didik untuk menyelesaikan sebuah permasalahan yang ada pada soal tersebut.

Kesulitan yang sering dialami pada mata pelajaran Fisika, salah satunya pada bidang mekanika karena berada di urutan teratas dari bidang-bidang fisika (Suparno, 2013). Materi momentum, impuls, dan tumbukan adalah salah satu materi yang terdapat dalam bidang mekanika. Maka perlu adanya bantuan yang diberikan secara tepat, dan cepat agar kesalahan konsep materi momentum, impuls dan tumbukan dapat diatasi (Anggraeni & Suliyannah, 2017). Teorema pythagoras dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein menunjukkan bahwa terdapat peningkatan hasil belajar siswa dari sebelum dikenalkan teorema pythagoras (Khasanah dkk, 2019). Penyelesain soal dengan teknik tabulasi merupakan salah satu cara yang digunakan untuk menentukan hasil akhir atau menyelesaikan persoalan pada suatu materi (Zulkarnain, 2020). Peneliti menerapkan penyelesaian soal dengan teknik tabulasi pada mata pelajaran fisika materi tumbukan sentral ini karena sebelumnya teknik tabulasi ini sudah dilakukan oleh saudari Elsa dan saudara Bagus tetapi pada materi rangkaian listrik.

Oleh karena itu peneliti ingin mencoba pada materi selain rangkaian listrik yaitu materi tumbukan sentral. Dalam penelitian ini peneliti membuat sebuah judul skripsi yang berjudul **“Efektivitas Model PBL Disertai Dengan LKPD Berbasis Teknik Tabulasi Untuk Penyelesaian Soal Tumbukan Sentral Pada Kelas XI MIPA”** dengan tujuan untuk memberi wawasan bahwa kita dapat menyelesaikan persoalan fisika dengan mudah salah satunya pada materi tumbukan sentral yang diselesaikan dengan cara teknik tabulasi dan dengan hasil belajar yang meningkat. Selain itu hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi baru untuk menyelesaikan soal pada materi tumbukan sentral yang lebih mudah dan akan menjadikan pembelajaran lebih mudah pada materi tumbukan.

1.2 Rumusan Masalah

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

- a. Bagaimanakah efektivitas model PBL disertai LKPD berbasis teknik tabulasi untuk penyelesaian soal tumbukan sentral pada kelas XI MIPA?
- b. Bagaimanakah respon siswa menggunakan model PBL disertai LKPD berbasis teknik tabulasi untuk penyelesaian soal tumbukan sentral pada kelas XI MIPA?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, maka tujuan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Menganalisis efektivitas model PBL disertai LKPD berbasis teknik tabulasi untuk penyelesaian soal tumbukan sentral pada kelas XI MIPA!
- b. Menganalisis respon siswa menggunakan model PBL disertai LKPD berbasis teknik tabulasi untuk penyelesaian soal tumbukan sentral pada kelas XI MIPA!

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

- a. Bagi siswa, hasil dari produk penelitian ini siswa dapat menggunakan penyelesaian dengan teknik tabulasi ini untuk menyelesaikan sebuah permasalahan pada soal tumbukan sentral
- b. Bagi guru, hasil produk dari penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi bahan ajar baru yang mana untuk diajarkan kepada siswanya. Sehingga diharapkan siswa mampu menggunakan teknik tabulasi tersebut dalam menyelesaikan persoalan tentang tumbukan sentral
- c. Bagi peneliti, hasil dari penelitian dapat dijadikan sebagai tambahan wawasan baru mengenai materi tumbukan momentum yang dapat diselesaikan dengan teknik tabulasi.
- d. Bagi peneliti lain, teknik tabulasi dapat dijadikan sebagai pedoman untuk terus menerus dikembangkan pada penelitian selanjutnya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembelajaran Fisika

Belajar merupakan aktivitas yang utama dalam serangkaian proses pendidikan di sekolah yang dapat menjadikan peserta didik yang sebelumnya tidak tahu menjadi tahu, tidak bisa dan menjadi bisa (Arfani, 2016). Belajar merupakan sebuah usaha memperoleh ilmu, latihan, mengubah tingkah laku, atau tanggapan yang disebabkan karena pengalaman yang telah dialaminya (Khuluqo & Istaryatiningtias, 2022). Belajar merupakan suatu proses yang dilakukan untuk mendapatkan sebuah perubahan tingkah laku yang menetap, baik yang dapat diamati maupun yang tidak dapat diamati, yang terjadi sebagai suatu hasil latihan atau pengalaman dalam interaksinya dengan lingkungan (Roziqin, 2007).

Pembelajaran merupakan bantuan yang diberikan pendidik agar dapat terjadi proses perolehan ilmu dan pengetahuan, penguasaan kemahiran dan tabiat, serta pembentukan sikap dan kepercayaan pada peserta didik (Yestiani & Nabila 2020). Pembelajaran adalah proses interaksi antara peserta didik, antara peserta didik dan pendidik, dan antara peserta dan sumber belajar lainnya pada suatu lingkungan belajar yang berlangsung secara edukatif, agar peserta didik dapat membangun sikap, pengetahuan dan keterampilannya untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan (Khuluqo & Istaryatiningtias, 2022).

Pembelajaran fisika merupakan sebuah pembelajaran yang hampir semua pembelajarannya menggambarkan sebuah fenomena alam dalam kehidupan sehari-hari. Fisika merupakan cabang ilmu pengetahuan alam yang pada dasarnya bertujuan untuk mempelajari dan memberi pemahaman kuantitatif terhadap berbagai proses alam dan sifat zat serta penerapannya (Harefa, 2021). Fisika merupakan pelajaran yang banyak menuntut intelektualitas yang relatif sangat tinggi sehingga sebagian besar peserta didik mengalami kesulitan dalam mempelajarinya (Nana, 2022).

2.2 Model Pembelajaran PBL (*Problem Based Learning*)

Menurut Kunandar yang dijelaskan dalam buku Lismaya (2019), *Problem Based Learning* (PBL) merupakan sebuah model pembelajaran yang menerapkan

masalah dalam dunia nyata sebagai suatu kejadian bagi peserta didik untuk belajar tentang bagaimana cara berpikir menyelesaikan masalah serta untuk memperoleh pengetahuan dan konsep yang esensial dari pelajaran tersebut. (Hudoyo, 1979) mendefinisikan bahwa memecahkan sebuah permasalahan merupakan sebuah usaha mencari sebuah kebenaran dari suatu kesulitan yang dialami, dan dapat mencapai tujuan yang belum dicapai. Adapun indikator model PBL menurut Pamungkas (2020), yaitu sebagai berikut : (1) Belajar dimulai dengan sebuah permasalahan; (2) Permasalahan yang diterapkan hanya dengan dunia nyata siswa; (3) Mengorganisasikan pembelajaran di seputar permasalahan; (4) Memberikan tanggung jawab yang besar dalam membentuk dan menjalankan secara langsung proses belajar; (5) Menggunakan kelompok kecil; (6) Menuntut siswa untuk mendemonstrasikan apa yang telah dipelajarinya dalam bentuk produk atau kinerja.

Problem Based Learning merupakan sebuah model pembelajaran yang biasa digunakan oleh seorang pendidik untuk diterapkan pada pembelajaran yang diajarkan kepada siswa. Model *problem based learning* memiliki beberapa indikator yang akan di buat rujukan, setiap peneliti memiliki kesimpulan tersendiri terhadap indikator yang dibuat. Tetapi meskipun terdapat beberapa perbedaan jumlah indikator yang dibuat tetapi dari intinya sama. jadi untuk indikator *problem based learning* yaitu terdapat suatu pembelajaran yang dimulai dari sebuah permasalahan yang real, memecahkan sebuah permasalahan dengan menggunakan metode ilmiah.

2.3 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan perangkat pembelajaran sebagai pelengkap atau pendukung pelaksanaan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan juga untuk melatih daya ingat dan kecerdasan siswa terhadap materi yang telah diperoleh pada saat proses pembelajaran (Ernawati, dkk 2021). LKPD diartikan sebagai bahan ajar cetak berupa lembaran kertas berisi bahan, ringkasan, dan petunjuk pelaksanaan tugas pembelajaran yang harus dilakukan oleh peserta yang mengacu pada Kompetensi Dasar (KD) yang harus dicapai (Prastowo, 2011).

Komponen-komponen lembar kerja peserta didik secara umum yaitu sebagai berikut : (1) judul, mata pelajaran, semester, tempat; (2) petunjuk belajar; (3) kompetensi yang akan dicapai; (4) indikator; (5) informasi pendukung; (6) tugas-tugas dan langkah-langkah kerja; (7) penilaian (Ernawati, dkk 2021).

2.4 Teknik Tabulasi Pada Tumbukan Sentral

Tahap penyelesaian soal tentang tumbukan sentral secara substitusi dan eliminasi dalam suatu pembelajaran sangat membutuhkan waktu yang cukup lama, pemahaman yang kompleks terhadap suatu materi, menghafalkan sebuah persamaan, maupun bahasa yang dicatumkan dalam suatu persoalan tersebut. Salah satu cara sederhana yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan matematis adalah teknik tabulasi. Teknik tabulasi merupakan salah satu tahap untuk menyelesaikan sebuah permasalahan yang mana tidak membutuhkan waktu yang lama. Teknik tabulasi merupakan salah satu teknik dalam bentuk tabel yang digunakan sebagai penentu hasil akhir atau menyelesaikan persoalan pada suatu materi (Zulkarnain, 2020). Tabulasi adalah proses penyusunan data ke dalam bentuk tabel. Sampai pada tahap ini proses pengolahan data sudah selesai dan data siap untuk dianalisis secara kuantitatif dengan menerapkan (Diantha, 2017).

2.5 Tahap Penyelesaian Soal Tumbukan Sentral Dengan Teknik Tabulasi

Tahap penyelesaian soal berbentuk matematis dalam suatu pembelajaran merupakan sebuah pembelajaran yang membutuhkan waktu yang tidak sebentar untuk memahami sebuah konsep yang kompleks terhadap konsep atau suatu materi, rumus, maupun bahasa yang digunakan pada saat proses pembelajaran. Metode *mathmagic* merupakan teknik perhitungan cepat pada operasi matematis (Siregar dan Surya, 2017:47). *Mathmagic* juga memiliki kekurangan yaitu banyak strategi yang harus diketahui (Marbun dkk, 2019). Salah satu metode yang sangat mudah untuk menyelesaikan sebuah permasalahan matematis yaitu menggunakan teknik. Teknik tabulasi adalah sebuah metode dalam bentuk tabel yang dipergunakan sebagai penentu hasil akhir atau menyelesaikan persoalan pada suatu materi (Zulkarnain, 2020).

a. Analisis Penyelesaian Teknik Tabulasi dan Metode Eliminasi-Substitusi

Teori yang digunakan dalam penyelesaian teknik tabulasi adalah teori tumbukan sentral yang kemudian dipadukan dengan analisis secara sederhana. Berikut merupakan tahap analisis teori tumbukan sentral:

1. Tumbukan sentral dengan solusi penyelesaian teknik tabulasi, dianalisis menggunakan hukum kekekalan momentum sebagai dasar

$$m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f} = m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} \quad (2.1)$$

2. Kemudian mensubstitusi persamaan hukum kekekalan momentum dengan persamaan koefisien restitusi, persamaan koefisien restitusi sebagai berikut :

$$e = -\frac{-(v_2' - v_1')}{(v_1 - v_2)} \quad (2.2)$$

3. Kemudian diperoleh persamaan baru dari hasil substitusi antara persamaan hukum kekekalan momentum dengan persamaan koefisien restitusi yaitu :

$$v_{1i}' = \frac{m_2(v_{2i} - v_{1i})e + \sum p}{\sum m} \quad (2.3)$$

$$v_{2i}' = \frac{m_1(v_{1i} - v_{2i})e + \sum p}{\sum m} \quad (2.4)$$

Untuk memudahkan dalam mengerjakan langkah diatas maka digunakan tabel, serta proses perhitungan ataupun analisis akan lebih mudah dan terstruktur :

1. Berdasarkan teori yang telah ada sebelumnya diperoleh persamaan baru (persamaan 2.3 dan 2.4) untuk menentukan kecepatan benda setelah tumbukan.
2. Dari persamaan baru tersebut dapat dianalisis dengan bantuan tabulasi berikut:

Tabel 2.1 Analisis teknik tabulasi

Deskripsi	Benda 1	Benda 2	Total	e
Massa benda m	m_1	m_2	$\sum m$	
Kecepatan benda sebelum tumbukan v_i	v_{1i}	v_{2i}		
Momentum p	$m_1 \cdot v_{1i}$	$m_2 \cdot v_{2i}$	$\sum p$	
Kecepatan benda setelah tumbukan v_i'	$\frac{m_2(v_{2i} - v_{1i})e + \sum p}{\sum m}$	$\frac{m_1(v_{1i} - v_{2i})e + \sum p}{\sum m}$		

2.6 Efektivitas

Pembelajaran yang efektif adalah pembelajaran yang ideal (Kadir, 2020). Pembelajaran juga dapat dikatakan efektif jika pembelajaran dilakukan sesuai perencanaan dan siswa dapat belajar dengan mudah, menyenangkan dan tujuan pembelajaran tercapai sesuai harapan (Abdurahman, 2022). Metode pembelajaran terdapat dua macam yaitu efektivitas dalam proses dan efektivitas dalam hasil. Efektivitas dalam proses berkaitan dengan sejauh mana kegiatan belajar mengajar yang telah direncanakan dapat terlaksana dengan baik berdasarkan tujuan-tujuan pembelajaran yang diinginkan (Idi, 2010). Efektivitas dalam hasil diukur dengan tingkat hasil pencapaian siswa (Himmah, 2021). Indikator efektivitas pembelajaran menurut Muhli (2012) dapat dilihat dari hasil ketuntasan belajar, terjadi peningkatan pemahaman siswa dan dapat meningkatkan minat dan motivasi siswa.

- a. Efektivitas dalam ketuntasan belajar. Pembelajaran dikatakan tuntas apabila sekurang-kurangnya 75% dari jumlah siswa telah memperoleh nilai diatas rata-rata dalam hasil belajarnya.
- b. Efektivitas dalam hasil belajar. Pada proses pembelajaran siswa mengalami peningkatan dan perbedaan pada hasil belajar antara pemahaman awal dengan pemahaman setelah pembelajaran.
- c. Efektif apabila dapat meningkatkan minat dan motivasi siswa. Setelah diajarkan cara baru siswa termotivasi, senang dan semakin mudah dalam menyelesaikan sebuah permasalahan.

Pembelajaran dikatakan efektif jika hasil belajar mengalami peningkatan dan respon siswa yang tergolong berminat dalam proses pembelajaran (Kadir, 2020). Berdasarkan penjelasan mengenai indikator efektivitas diatas, maka dapat disimpulkan bahwa indikator kualitas hasil belajar siswa atau peningkatan hasil belajar siswa dapat mempengaruhi pembelajaran yang efektif. Peningkatan hasil belajar dapat dilihat dari perubahan hasil yang diperoleh siswa yang signifikan antara pengetahuan awal dan pengetahuan setelah kegiatan proses pembelajaran.

2.7 Hasil belajar

Hasil belajar merupakan suatu perubahan yang dicapai oleh seseorang setelah mengalami proses belajar. Perubahan itu meliputi tingkah laku secara menyeluruh dalam sikap, keterampilan, dan pengetahuan (Gunada, 2015). Hasil belajar berkaitan dengan pencapaian dalam memperoleh kemampuan sesuai dengan tujuan khusus yang direncanakan (Harefa, 2021). Hasil belajar siswa akan tercapai dengan baik apabila guru dapat menyampaikan materi pembelajaran secara efektif, efisien dan kondusif. Hasil belajar merupakan timbal balik yang dihasilkan akibat kegiatan pembelajaran.

Menurut Wahyuningsih (2020), hasil belajar dapat dikatakan berhasil apabila telah mencapai tujuan pendidikan yang didalamnya terdiri dari tiga aspek yaitu aspek kognitif, afektif dan psikomotorik. Dari ketiga aspek tersebut yang sesuai untuk diterapkan dalam penelitian ini peneliti akan mengukur hasil belajar menggunakan aspek kognitif. Karena dari ketiga aspek tersebut yang sesuai dan berhubungan dengan tema yang diambil peneliti yaitu teknik tabulasi yaitu aspek kognitif.

Hasil belajar dapat dilihat melalui kegiatan evaluasi yang bertujuan untuk mendapatkan data pembuktian yang akan menunjukkan tingkat kemampuan peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran (Rumiyati, 2021). Hasil belajar dapat dilihat dari di antaranya adalah nilai raport, indeks prestasi, angka kelulusan, predikat keberhasilan dan lain-lain. Menurut Arikunto (1997) dalam bukunya Rusmini (2021), untuk mengetahui hasil belajar peserta didik perlu adanya evaluasi sebagai alat untuk mengukur hasil belajar. Pemberian nilai merupakan memberikan *feed back* yang mencerminkan seberapa jauh seorang peserta didik telah mencapai tujuan yang ditetapkan.

2.8 Respon Siswa

Kegiatan belajar akan berlangsung dengan baik dan efisien jika pada proses pembelajaran terdapat sebuah interaksi antara pendidik dan peserta didik yang baik maka akan menghasilkan sebuah hasil pembelajaran yang baik. Interaksi tersebut dapat berupa tanggapan atau respon yang diberikan siswa terhadap guru

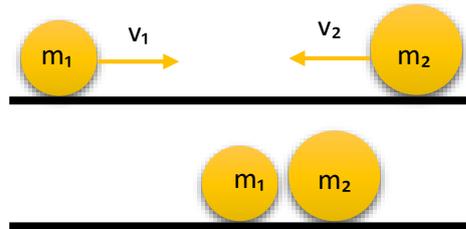
atau sebaliknya. Respon siswa juga dapat didefinisikan sebagai bentuk penerimaan dan tingkah laku siswa pada situasi pengulangan yang dilakukan oleh guru selama berlangsungnya kegiatan pembelajaran (Maharani dan Widhiasih, 2016:90). Respon dikatakan bernilai positif jika siswa dan guru merasa senang terhadap pembelajaran, pembelajaran baru bagi siswa, tertarik pada pembelajaran dan berminat terhadap kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan. Sebaliknya, respon dikatakan bernilai negatif jika siswa dan guru merasa tidak senang terhadap pembelajaran, pembelajaran tidak baru bagi siswa, tidak tertarik pada pembelajaran dan tidak berminat terhadap kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan (Simanjuntak, 2018). Respon siswa terhadap pembelajaran merupakan faktor penting untuk dikembangkan agar kegiatan pembelajaran terlaksana dengan baik dan memberikan hasil yang memuaskan (Ahmad dkk. 2020, Simanjuntak dan Imelda, 2018).

Simanjuntak & Imelda (2018), menyatakan bahwa angket suatu respon peserta didik adalah suatu instrument yang dapat digunakan untuk mengukur suatu masukan dari peserta didik terhadap proses pembelajaran. Hasil sebuah respon peserta didik dapat kita lihat dari beberapa aspek, aspek hasil sebuah respon peserta didik yaitu aspek senang atau aspek tidak senang, aspek baru atau aspek tidak baru, aspek berminat atau tidak berminat dan aspek tertarik atau tidak tertarik. Setiap aspek mencakup beberapa komponen tersendiri. Menurut Hariati dkk, (2020). Indikator respon siswa yang diteliti adalah sebagai berikut :

- a. Siswa mendengarkan penjelasan pembelajaran menggunakan media, respon siswa terhadap suatu media dapat dilihat secara langsung, dimana peserta akan memberikan respon setelah mendengarkan penjelasan mengenai materi.
- b. Siswa aktif dan tanggap dalam pembelajaran, siswa akan aktif dalam mendengarkan dan menerapkan media yang diberikan didalam pembelajaran.
- c. Siswa berani bertanya, siswa akan menanyakan permasalahan mengenai penelitian yang dilakukan sehingga siswa dapat dengan mudah untuk memahami pesan yang disampaikan dalam penelitian.
- d. Siswa berani menyampaikan pendapat, siswa akan berperan dan berpendapat secara langsung dalam penerapan penelitian didalam pembelajaran.

2.9 Tumbukan Sentral Dua Partikel

Kajian teori pada materi fisika yaitu sebagai penjelasan materi untuk dijadikan sebuah pedoman pada saat penelitian. Materi yang diambil yaitu mengenai tumbukan momentum. Berikut penjelasan materi yang diambil mengenai teori tumbukan momentum.



Gambar 2.1 Tumbukan Sentral Dua Partikel

2.9.1 Hukum Dalam Tumbukan

Momentum merupakan besaran vektor dan momentum juga memiliki arah. Momentum sebuah benda yang searah dengan kecepatan benda. Dalam gerakan satu dimensi, arah momentum sering dinyatakan dalam tanda positif untuk ke kanan dan negatif untuk ke kiri dan satuan momentum adalah kg.m/s (Suparno, 2020). Momentum merupakan besaran vektor, momentum sebuah partikel dapat dipandang sebagai ukuran kesulitan untuk mendiamkan sebuah partikel (Giancoli 2014). Momentum linier merupakan sebuah partikel atau benda yang dapat dimodelkan sebagai partikel dengan massa m dan bergerak dengan kecepatan v yang mana dapat didefinisikan sebagai hasil kali massa dan kecepatan

$$P \geq mv \quad (2.5)$$

2.9.2 Jenis – Jenis Tumbukan Sentral

Jenis jenis tumbukan terbagi menjadi dua yaitu tumbukan elastis dengan tumbukan tidak elastis

a. Tumbukan Elastis

Tumbukan elastis memilkin satu jenis tumbukan yaitu tumbukan lenting sempurna.

1. Tumbukan Lenting Sempurna

Tumbukan lenting yaitu sebuah kejadian yang terjadi kepada kedua benda yang telah mengalami tumbukan antara benda satu dengan benda yang lainnya. Tumbukan lenting sempurna, berlaku hukum kekekalan momentum dan hukum

kekekalan energi kinetik, yaitu jumlah energi kinetik kedua benda sesudah tumbukan sama dengan jumlah energi kinetik kedua benda sebelum tumbukan.

Persamaan energi kinetik kedua benda sebelum dan sesudah tumbukan:

$$\frac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 \cdot v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot v_2'^2 \quad (2.6)$$

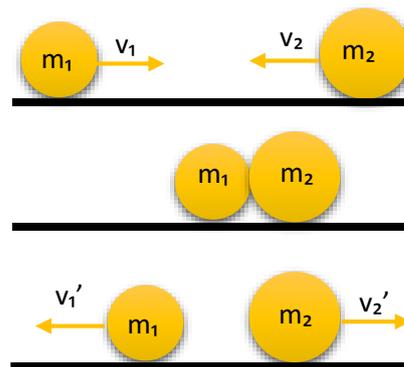
Selanjutnya dari persamaan hukum kekekalan momentum, didapatkan:

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v_1' + m_2 \cdot v_2' \quad (2.7)$$

Dari persamaan energi kinetik dan hukum kekekalan momentum didapatkan nilai koefisien restitusi yaitu :

$$-\frac{(v_1' - v_2')}{(v_1 - v_2)} = -1 \text{ atau } \frac{(v_1' - v_2')}{(v_1 - v_2)} = 1 \quad (2.8)$$

tumbukan lenting sempurna $e = 1$. Jadi untuk menyelesaikan sebuah persoalan yang berhubungan tentang tumbukan lenting sempurna harus menggunakan hukum kekekalan momentum dan hukum kekekalan energi kinetik (Saripudin, 2008).



Gambar 2.2 Tumbukan Lenting Sempurna

b. Tumbukan Tidak Elastis

Tumbukan tidak elastis merupakan sebuah kejadian yang tidak mengalami hukum kekekalan energi kinetik. Pada tumbukan tidak elastis ini terdapat dua jenis tumbukan yaitu sebagai berikut :

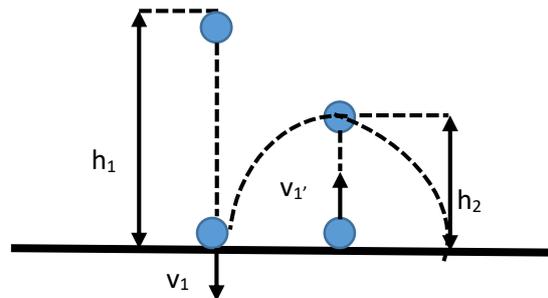
1. Tumbukan lenting sebagian

Hukum kekekalan momentum berlaku untuk seluruh jenis tumbukan tapi hukum kekekalan energi kinetik hanya berlaku di tumbukan lenting sempurna. Pada tumbukan lenting sebagian, sebagian energi kinetik setelah tumbukan akan berubah bentuk menjadi tenaga lain seperti panas, suara, serta sebagainya sehingga jumlah energi kinetik sehabis tumbukan akan lebih kecil daripada sebelum tumbukan

(Indrajit, 2009). Koefisien restitusi pada tumbukan lenting sebagian mempunyai nilai antara 0 sampai 1, dapat ditulis:

$$0 < e < 1 \quad (2.9)$$

$$0 < -\frac{(v_1' - v_2')}{v_1 - v_2} < 1 \quad (2.10)$$



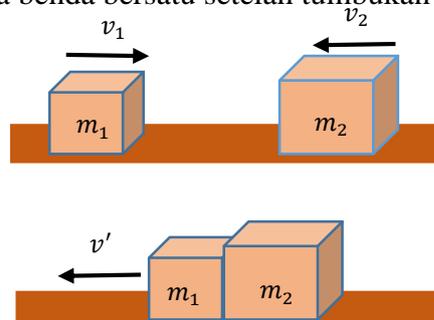
Gambar 2.3 Tumbukan Lenting Sebagian
Sumber : Muhlisun, 2018

2. Tumbukan tidak lenting sama sekali

Menurut Anjani (2018), tumbukan tak elastis dari dua buah benda selalu melibatkan adanya kehilangan energi kinetik dari sistem. Kehilangan energi terbesar terjadi jika kedua benda itu kemudian menyatu, dalam hal ini disebut tumbukan tak elastis sempurna. Pada tumbukan ini besarnya nilai koefisien restitusi $e = 0$. Koefisien restitusi (diberi lambang e) nilai koefisien restitusi adalah terbatas, yaitu nol dan satu ($0 \leq e \leq 1$). Maka untuk tumbukan tak lenting sama sekali yaitu

$$e = -\frac{\Delta v'}{\Delta v} = -\frac{(v_2' - v_1')}{v_2 - v_1} = 0 \quad (2.11)$$

Menurut Salim & Suryani (2018), bahwa tumbukan tidak lenting sama sekali, sesaat setelah tumbukan kedua benda bersatu dan bergerak bersama dengan kecepatan yang sama, karena kedua benda bersatu setelah tumbukan



Gambar 2.4 Tumbukan Tidak Lenting

Berdasarkan hukum kekekalan momentum, kecepatan kedua bola setelah tumbukan seperti pada gambar diatas yaitu :

$$v' = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1+m_2} \quad (\text{Muhlisun, 2018}). \quad (2.12)$$

2.10 Kajian Penelitian Yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dengan menggunakan metode tabel dalam menyelesaikan persoalan pada penelitiannya yaitu sebagai berikut:

- a. Irwan, V. I., & Mansurdin. (2020) dengan Judul Penerapan Model Problem Based Learning Dalam Peningkatan Hasil Belajar Tematik Terpadu Di Sekolah Dasar. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa model *Problem Based Learning* dapat meningkatkan hasil belajar. Keberhasilan ini dilihat berlandaskan pada kegiatan yang telah dilaksanakan oleh para peneliti yaitu mengalami peningkatan dengan menerapkan model PBL.
- b. Zulkarnain, (2020) dengan judul Uji Coba Penerapan Pembelajaran Matematika Dengan metode Tabel Terhadap Kemampuan Siswa Menyelesaikan Soal Cerita Materi Konsep Penarikan Akar Pangkat Tiga Bilangan Kubik Pada Kelas V Di Tiga madrasah Ibtidaiyah Kota Pontianak Tahun Pelajaran 2019/2020. Pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan yang sangat baik karena dapat menggunakan metode tabel dalam menyelesaikan permasalahannya dan memperoleh nilai rata-rata 87,37% dan tergolong dalam kategori sangat baik.
- c. Harefa dkk, (2021) dengan judul Peningkatan Hasil Belajar Siswa Pada model pembelajaran Index Card Match. Pada penelitian tersebut dapat di ambil kesimpulan bahwa peneliti mampu menjelaskan dan menunjukkan hasil akhirnya bahwa model pembelajaran index card match terhadap hasil belajar siswa.
- d. Hawa dkk, (2021) dengan judul Efektivitas Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Pbl Berbantuan Simulasi Phet Pada Materi Termodinamika Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. Pada penelitian ini menjelaskan efektifitas pengembangan perangkat pembelajaran model PBL berbantuan simulasi PhET dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada uji terbatas N-gain score sebesar 56,93% sedangkan pada kelas XI MIPA 4 sebesar 55,69%.

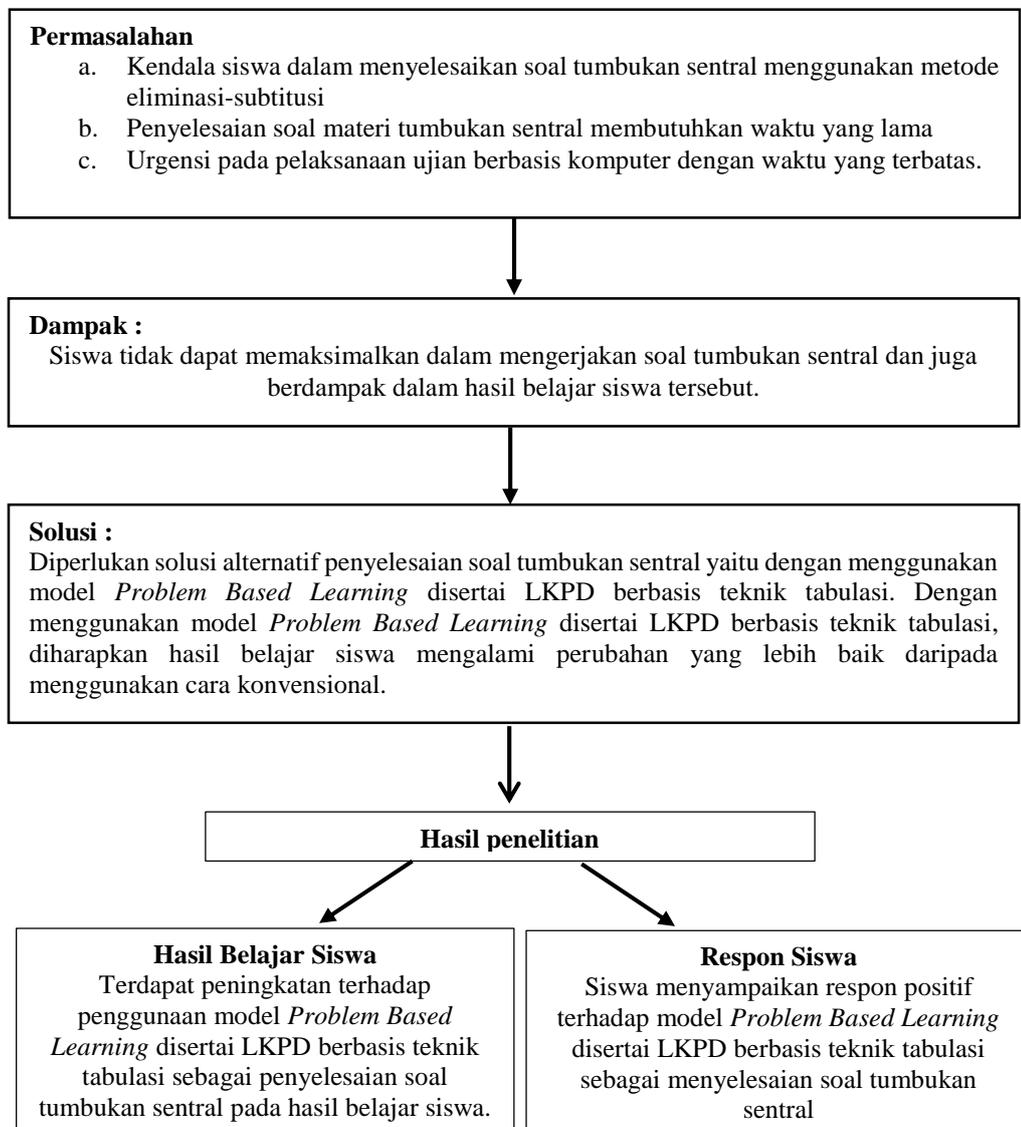
- e. Himmah dkk, (2021) dengan judul Efektivitas Metode Jarimatika dalam Meningkatkan Kemampuan Berhitung Perkalian Siswa. Penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa peneliti mampu membuktikan keefektifitasan pembelajaran dengan cara jarimatika siswa dapat menyelesaikan hitung perkalian dengan tepat. Siswa tidak lagi mengalami hambatan dalam berhitung perkalian sehingga memperoleh nilai yang bagus.
- f. Efendi dkk, (2021) dengan judul Analisis Respon Siswa Terhadap Media Animasi *Powerpoint* Pokok Bahasan Kalor. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan menerapkan media animasi powerpoint sangat bagus karena mendapatkan hasil yang baik yaitu 81,33% yang menduduki kriteria sangat positif.

2.11 Kerangka Berpikir

Tumbukan merupakan sebuah materi pokok yang perlu dipelajari pada Semester Ganjil kelas X SMA. Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan hasil belajar pada penyelesaian soal teknik tabulasi dalam materi tumbukan sentral siswa SMA dan untuk menganalisis respon siswa pada penyelesaian soal teknik tabulasi dalam materi tumbukan sentral siswa SMA. Peneliti ini akan memberikan sebuah teknik yang sangat mudah di pahami dan sangat mudah untuk digunakan menyelesaikan persoalan pada materi tumbukan momentum. Penggunaan teknik tabulasi ini sebagai solusi untuk memperoleh sebuah hasil belajar yang maksimal sesuai dengan yang diharapkan.

Langkah-langkah penelitian ini adalah melakukan sebuah observasi pada kegiatan belajar pada materi tumbukan sentral. Selanjutnya dilakukan kegiatan *pretest* dan *posttest* untuk melihat hasil belajar dalam menggunakan teknik tabulasi dan juga melihat respon dari peserta didik tersebut.

Berdasarkan pemikiran penelitian dalam menyusun teori seperti yang dijelaskan pada gambar berikut :



Gambar 2.5 Kerangka Berpikir

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian eksperimen dengan menggunakan pendekatan kuantitatif, untuk menunjukkan sebuah teknik tabulasi untuk menyelesaikan sebuah permasalahan pada materi tumbukan sentral. Penelitian eksperimen merupakan salah satu metode penelitian utama dalam mencoba, mencari dan mengkonfirmasi berbagai hubungan antara berbagai hal yang menjadi variabel penelitian (Lusiana & Mohammad, 2021).

Penelitian kuantitatif ialah penelitian ilmiah secara sistematis, berkala, dan terstruktur terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya dengan kentara sejak awal sampai hasil akhir penelitian sesuai pengumpulan data info yang berupa simbol nomor atau bilangan. Tujuan penelitian kuantitatif merupakan buat memperoleh penjelasan dari suatu teori dan aturan-hukum empiris. Penelitian kuantitatif dikembangkan dengan memakai contoh-contoh matematis, teori-teori dan atau hipotesis (Hermawan, 2019). Pada penelitian kuantitatif ini data yang dikumpulkan berupa hasil penelitian variabel dengan instrumen, berupa wawancara, dan dokumentasi. Penelitian kuantitatif berisi dari data tersebut yang berupa fakta atau sebuah teori yang berlaku secara umum. Penelitian ini bermaksud mengidentifikasi pengaruh penggunaan teknik tabulasi dalam menyelesaikan sebuah persoalan pada materi tumbukan sentral pada kelas eksperimen yang nantinya di gunakan untuk penelitian.

3.3 Desain Penelitian

Desain penelitian adalah pedoman atau prosedur serta teknik dalam perencanaan penelitian yang berguna sebagai panduan untuk membangun strategi yang menghasilkan model (Endra, 2017). Pada penelitian ini nanti hanya menggunakan satu kelas saja untuk mendapatkan data yang akan di ambil. Jadi tidak terdapat perbandingan antar kelas, karena disini hanya melihat respon dan hasil belajar siswa dalam menggunakan metode tabel untuk menyelesaikan sebuah permasalahan pada materi tumbukan momentum.

3.4 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri Ambulu, Kecamatan Ambulu, Kabupaten Jember. Pelaksanaan penelitian terbagi menjadi dua bagian yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian lanjutan. Penelitian pendahuluan dilaksanakan oleh peneliti untuk memperoleh sebuah informasi tentang sekolah yang ingin tuju terkait ketersediaan sekolah sebagai tempat pelaksanaan penelitian dan selain itu juga untuk memastikan siswa kelas XI IPA di SMAN Ambulu belum pernah mendapatkan penelitian tentang penggunaan teknik tabulasi sebagai penyelesaian soal tumbukan sentral dua partikel pada tumbukan lenting sempurna, tumbukan lenting sebagian, dan tumbukan tidak lenting. Informasi yang telah didapat pada penelitian pendahuluan ini diperoleh melalui kegiatan wawancara bersama guru fisika kelas XI IPA. Kemudian dilanjutkan pada penelitian lanjutan yang dilaksanakan secara tatap muka yang dimulai pada tanggal 5 Januari 2023 sampai dengan 25 Januari 2023 dengan tiga kali pertemuan pada kelas eksperimen. Sistem pembelajaran dikelas juga dibantu menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sebagai bahan ajar peserta didik dikelas. Setiap pertemuan, pembelajaran fisika pada kelas eksperimen berlangsung selama 2 x 45 menit.

3.5 Sampel Penelitian

Subjek dalam penelitian ini diperoleh melalui beberapa teknik pengambilan populasi dan sampel sebagai berikut:

a. Populasi Penelitian

Menurut Hermawan (2019), populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri dari objek/subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulan. Populasi bagi suatu penelitian harus dibedakan ke dalam sifat-sifat sebagai berikut:

1. Populasi yang bersifat homogen, yakni populasi yang unsur unsurnya memiliki sifat yang sama, sehingga tidak perlu dipermasalahkan jumlahnya secara kuantitatif.
2. Populasi yang bersifat heterogen, yakni populasi yang unsur unsurnya memiliki sifat atau keadaan yang bervariasi, sehingga perlu di tetapkan batas-

batasnya, Populasi pada penelitian ini yaitu dilakukan kepada salah satu sekolah SMA di wilayah Jember, dan diberikan kepada siswa SMA kelas XI.

b. Sampel Penelitian

Sampel ialah bagian suatu subjek atau objek yang mewakili populasi. Pengambilan sampel harus sesuai menggunakan kualitas dan karakteristik suatu populasi. Pengambilan sampel yang tidak sesuai dengan kualitas serta ciri suatu populasi akan menyebabkan suatu penelitian menjadi tidak akurat, tidak bisa dianggap, dan kesimpulannya pun bisa keliru hal ini sebab tidak bisa mewakili populasi. (Tika, 2006: 33). Untuk kelas sampel ini di tentukan setelah dilakukan uji homogen dengan menggunakan bantuan SPSS, untuk data yang digunakan yaitu dari nilai hasil dari belajar siswa pada materi materi sebelumnya, jika pada kelas tersebut sudah homogen maka di lakukan pembentukan kelas sampel.

3.6 Definisi Operasional

Beberapa variabel yang diteliti dalam melaksanakan sebuah penelitian ini yaitu, sebagai berikut :

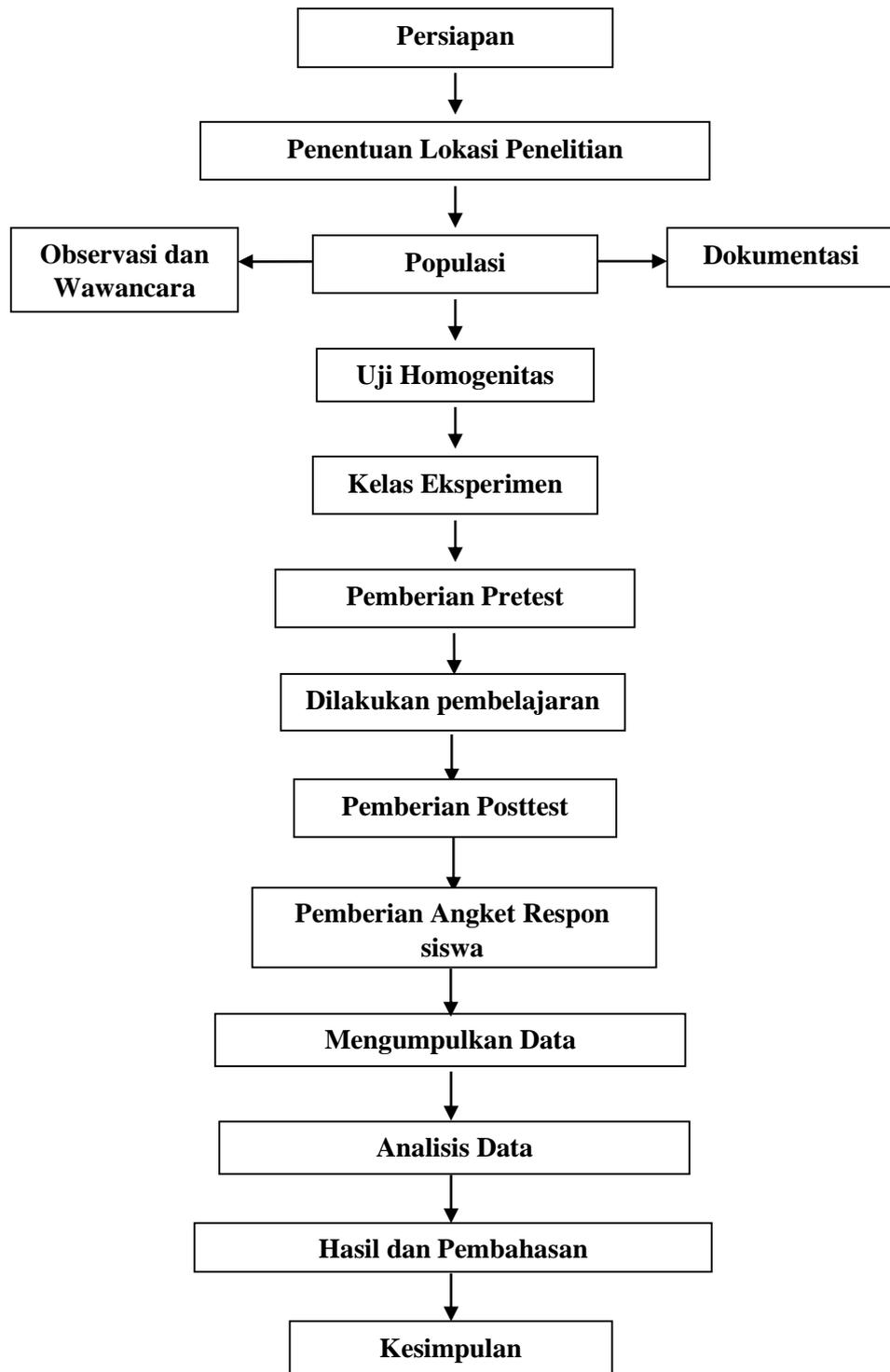
- a. Efektivitas diukur berdasarkan hasil belajar menurut Muhli pada tahun 2012 yang menyatakan bahwa pada proses pembelajaran siswa mengalami peningkatan pada hasil belajarnya. Hasil belajar yang di peroleh diukur pada *pretest* dan *posttest* yang telah diujikan kepada peserta didik.
- b. Teknik tabulasi secara operasional merupakan teknik perhitungan secara cepat dalam bentuk tabel untuk menyelesaikan sebuah persoalan pada materi tumbukan sentral yang mana digunakan dalam penelitian.
- c. Respon siswa didefinisikan sebagai bentuk penerimaan dan tingkah laku siswa pada situasi pengulangan yang dilakukan oleh guru selama berlangsungnya pembelajaran. Tujuan dari respon ini yaitu agar peneliti dapat mendiskripsikan apakah respon positif atau negatif yang di hailkan dari penggunaan teknik tabulasi dalam menyelesaikan sebuah persoalan pada materi tumbukan sentral

3.7 Prosedur Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebuah studi kasus. Tahapan-tahapan atau prosedur pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Persiapan. Pada tahap ini peneliti merancang sebuah teknik pembelajaran dan menyiapkan seperti berkas dan surat-surat untuk meminta izin penelitian
- b. Penentuan lokasi sekolah yang akan dijadikan sebuah penelitian ditentukan secara *Purposiv sampling area*
- c. Peneliti melakukan observasi dengan mendatangi sekolah yang ingin di tuju dengan cara wawancara melalui guru/kurikulum
- d. Peneliti mengambil data berupa dokumentasi hasil belajar materi sebelumnya dari guru fisika
- e. Peneliti melakukan uji homogenitas untuk membentuk kelas sampel yang terdiri kelas eksperimen
- f. Pelaksanaan penelitian. Peneliti melakukan penelitian dengan tahap awal memberikan soal *pretest* sebelum dikenalkan cara teknik tabulasi.
- g. Penyampaian materi dengan didampingi guru mata pelajaran fisika terkait teknik tabulasi untuk menyelesaikan persoalan pada materi tumbukan sentral.
- h. Penelitian selanjutnya yaitu tes *posttest* yang diberikan oleh peneliti untuk melihat peningkatan yang diperoleh siswa dengan menerapkan teknik tabulasi.
- i. Penelitian selanjutnya yaitu pengisian angket respon siswa terhadap penyelesaian soal tumbukan sentral menggunakan teknik tabulasi.
- j. Peneliti melakukan wawancara kepada siswa yang telah diberikan pembelajaran menggunakan teknik tabulasi pada materi tumbukan sentral.
- k. Mengumpulkan semua data yang sudah diujikan kepada siswa mulai dari soal *pretest*, *posttest*, dan angket respon siswa.
- l. Menganalisis hasil yang diperoleh melalui uji N-Gain untuk melihat peningkatan hasil belajar siswa.
- m. Membuat hasil pembahasan penelitian yang telah diperoleh pada analisis data.
- n. Membuat kesimpulan dari pembahasan yang sudah dibuat.

Prosedur penelitian yang dapat dijelaskan secara singkat melalui gambar berikut:



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

3.8 Teknik Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah instrumen tes dan non-tes. Instrumen tes berupa seperangkat soal tes, pada uji tes ini terdapat dua jenis yaitu tes *pretest* dan tes *posttest*, dalam uji tes nya berupa soal pilihan ganda yang mengacu pada materi tumbukan sentral. Selanjutnya terdapat uji respon yang didalamnya terdapat angket atau respon yang akan dijawab oleh responden atau siswa. Angket ini digunakan untuk mendapatkan data respon siswa terhadap teknik penyelesaian soal pada teknik tabulasi tersebut. Respon siswa dalam penelitian ini terdiri dari 3 indikator, yaitu: belajar menggunakan LKPD, tanggap dalam pembelajaran, motivasi siswa dalam mengerjakan soal tumbukan sentral menggunakan teknik tabulasi.

Instrumen non-tes yang pertama yaitu berupa observasi yang mana untuk mengetahui pengaruh penggunaan teknik tabulasi untuk menyelesaikan permasalahan pada materi tumbukan sentral. Selanjutnya terdapat wawancara, untuk wawancara ini dilakukan kepada siswa untuk meminta pendapatnya mengenai teknik tabulasi dalam menyelesaikan permasalahan pada materi tumbukan sentral apakah teknik tabulasi ini mampu bekerja secara maksimal atau tidak. Dan yang terakhir yaitu dokumentasi, jadi setiap memulai kegiatan diwajibkan untuk mendokumentasikan, karena untuk mendukung kegiatan peneliti tersebut. Kegiatan tersebut dilakukan untuk mengetahui validitas tes secara keseluruhan dan tiap butir soal, reliabilitas, daya pembeda, dan tingkat kesukaran.

3.9 Teknik Analisis Data

Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai oleh peneliti, maka metode analisis data yang digunakan penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Analisis Peningkatan Hasil Belajar Siswa

Analisis statistik berdasarkan hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$N-Gain = \frac{x_{posttest} - x_{pretest}}{x_{maksimal} - x_{pretest}} \quad (\text{Purnamawati, dkk. 2017}).$$

Kriteria penilaian skor N-Gain dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Kriteria Penilaian Skor N-Gain

Batasan	Kriteria
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

(Ramdhani dkk, 2020).

b. Analisis Hasil Respon Siswa

Analisis respon siswa pada penelitian ini diperoleh dari hasil angket yang diberikan kepada siswa. Rumus yang digunakan untuk menganalisis respon siswa pada setiap indikator adalah sebagai berikut:

$$\text{Persentase (P)} = \frac{\text{jumlah jawaban}}{\text{skor tertinggi}} \times 100\%$$

Angket respon siswa menggunakan *skala likert* dengan 5 skala penilaian seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.1 dibawah ini :

Tabel 3.2 Penskoran Angket Respon Siswa

Skor	Keterangan
5	Sangat Setuju (SS)
4	Setuju (S)
3	Cukup Setuju (CS)
2	Tidak Setuju (TS)
1	Sangat Tidak Setuju (TST)

(Ratnasari & Melania, 2022).

Hasil persentase akan diklasifikasikan pada kriteria skor yang dijelaskan pada tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.3 Kriteria Respon Siswa

Persentase interval (%)	Keterangan
$85\% \leq RS$	Sangat Positif
$70\% \leq RS < 85\%$	Positif
$50\% \leq RS < 70\%$	Kurang Positif
$RS < 50\%$	Tidak Positif

(Khairiyah & Silviana, 2020).

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian dikaji berdasarkan data yang diperoleh selama penelitian. Data penelitian merupakan data kuantitatif berupa analisis statistik terhadap hasil belajar siswa dalam bentuk tes soal tumbukan sentral dua partikel dengan teknik tabulasi, analisis respon siswa, observasi, wawancara, dan dokumentasi nilai hasil belajar fisika.

4.1.1 Cara Pengambilan Sampel

Kelas sampel ditentukan setelah melakukan uji homogenitas data populasi menggunakan analisis statistik terhadap hasil belajar fisika yang diperoleh dari penilaian ujian tengah semester pada tahun ajaran 2022/2023. Uji homogenitas digunakan untuk memperoleh tingkat kematangan siswa kelas XI IPA di SMAN Ambulu. Data populasi siswa kelas XI IPA di SMAN Ambulu terdiri dari kelas XI IPA 1 sampai dengan kelas XI IPA 7. Berikut merupakan hasil uji homogenitas data populasi siswa:

Tabel 4.1 Uji Homogenitas Nilai Hasil Belajar PTS Fisika

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Nilai Raport	Based on Mean	0.785	6	242	0.583
	Based on Median	0.619	6	242	0.715
	Based on Median and with adjusted df	0.619	6	225.147	0.715
	Based on trimmed mean	0.759	6	242	0.603

Hasil belajar fisika pada tabel 4.1 menunjukkan nilai signifikansi (Sig.) $\geq 0,05$ yaitu 0,583 untuk nilai *Based on mean* atau nilai rata rata yang diperoleh. Berdasarkan kriteria pengambilan keputusan hasil uji homogenitas, maka dapat dinyatakan bahwa data dari populasi adalah homogen. Sehingga kelas sampel ditentukan dengan teknik *cluster random sampling*, yaitu kelas XI IPA 6 sebagai kelas eksperimen. Kelas eksperimen memiliki jumlah partisipan sebanyak 36 siswa.

Pada pelaksanaan penelitian lanjutan, peneliti bersama dengan guru melakukan eksperimen dalam proses pembelajaran dikelas sampel yang sudah dibentuk sebelumnya. Peneliti memberikan pengetahuan dasar tentang konsep tumbukan sentral dua partikel akan tetapi peneliti belum memberikan pendahuluan tentang materi tumbukan sentral dua partikel. Peneliti memberikan perlakuan

eksperimen yang pertama, yaitu memberikan soal *pretest* di kelas sampel tersebut. Setelah mengerjakan soal *pretest*, peneliti memberikan sebuah pembelajaran tumbukan sentral dengan menggunakan bantuan LKPD sebagai bahan ajar peserta didik untuk mengenal dan mengetahui mengenai teknik tabulasi pada pengerjaan soal tumbukan sentral. Teknik tabulasi tersebut diberikan kepada siswa melalui proses pembelajaran dikelas eksperimen. Setelah melakukan proses pembelajaran pada kelas eksperimen, peneliti melakukan tahap selanjutnya yaitu memberikan soal *posttest* pada kelas eksperimen untuk mengetahui hasil belajar siswa. Peneliti juga memberikan angket respon pada siswa. respon siswa yaitu bertujuan untuk mengetahui tanggapan siswa setelah menerima pembelajaran tentang teknik tabulasi ini untuk menyelesaikan persoalan yang ada pada materi tumbukan sentral.

4.1.2 Hasil Belajar

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di dalam kelas, diperoleh hasil penelitian berupa nilai *pretest* dan nilai *posttest* sebagai nilai hasil belajar siswa, di kelas eksperimen. Adapun rekapitulasi data hasil *pretest* dan *posttest* siswa secara ringkas adalah sebagai berikut:

Keterangan	Pretest	Posttest
Jumlah siswa	36	36
Nilai terendah	10	70
Nilai tertinggi	90	100
Rata-rata hasil tes	42,6	87,5

Data yang terdapat pada tabel 4.2 menjelaskan bahwa pada kelas eksperimen terdapat 36 siswa. Dari 36 siswa tersebut diperoleh nilai *pretest* terendah sebesar 10 dan nilai *pretest* tertinggi yaitu 90. Dan nilai untuk soal *posttest* diperoleh nilai *posttest* terendah sebesar 70 dan nilai *posttest* tertinggi sebesar 100. Rata-rata nilai hasil *pretest* dan *posttest* siswa pada kelas eksperimen memiliki perbedaan yang besar. Pemberian soal *pretest* pada kelas eksperimen ini dilakukan sebelum diajarkan tentang teknik tabulasi sebagai teknik mengerjakan soal tumbukan sentral. Hasil rata-rata nilai *pretest* pada kelas eksperimen yaitu sebesar 42,6 sedangkan pada rata-rata hasil *posttest* menunjukkan sebesar 87,5. Perbedaan yang terdapat pada nilai *pretest* dan *posttest* ini terjadi karena pada saat *posttest* siswa sudah dikenalkan mengenai teknik tabulasi dan diterapkan pada saat

mengerjakan soal yang terdapat pada LKPD yang diberikan kepada siswa tentang tumbukan sentral. Penggunaan teknik tabulasi dalam menyelesaikan persoalan tentang tumbukan sentral dua partikel ini juga memiliki perbedaan waktu pengerjaan dibandingkan dengan menggunakan cara konvensional. Seperti yang sudah terjadi pada kelas eksperimen siswa mampu mengerjakan soal *pretest* dengan waktu dua jam pelajaran bahkan dalam soal tersebut masih banyak soal yang belum terjawab, tetapi pada saat mengenal teknik tabulasi siswa mampu mengerjakan soal *posttest* dengan waktu satu jam pelajaran karena satu jam pelajaran yang sebelumnya dipergunakan untuk menjelaskan LKPD. Nilai hasil *pretest* dan *posttest* pada kelas sampel selengkapnya terdapat dalam lampiran.

4.1.3 Hasil Angket Respon

Angket respon dalam penelitian ini diberikan pada kelas eksperimen dengan tujuan agar peneliti dapat mengetahui *feedback* terhadap penggunaan teknik tabulasi untuk menyelesaikan soal tumbukan sentral dua partikel. Tabel data hasil angket respon siswa berdasarkan penilaian tiap indikator respon secara ringkas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Tabel Data Hasil Angket Respon Siswa

Keterangan	Hasil
Nilai respon tertinggi	70
Nilai respon terendah	49
Nilai respon maksimum tiap indikator	
1. Belajar menggunakan LKPD	35
2. Tanggap dalam pembelajaran	20
3. Motivasi	15
Total skor maksimum semua indikator	70
Total skor yang diperoleh pada semua indikator	2099
Persentase rata-rata tiap indikator:	
1. Belajar menggunakan LKPD	86,75 %
2. Tanggap dalam pembelajaran	81,80 %
3. Motivasi	77,22 %
Presentrase rata-rata keseluruhan	83,29%

Nilai respon siswa diperoleh dengan memberikan skor pada setiap jawaban berdasarkan skala likert. Nilai maksimum tiap pertanyaan pada angket respon siswa adalah 70. Dari data diatas dapat kita lihat bahwa nilai respon terendah yaitu 49 dan nilai respon tertinggi yaitu 70. Total skor yang diperoleh pada semua indikator pada jumlah siswa 36 yaitu sebesar 2099. Dari hasil yang diperoleh pada jawaban respon siswa yaitu memperoleh presentase rata-rata total indikator yang cukup tinggi yaitu

pada indikator pertama belajar menggunakan LKPD memiliki hasil sebesar 86,75% dan indikator tanggap dalam pembelajaran memiliki hasil 81,80% dan pada indikator motivasi memiliki hasil sebesar 77,22% dari hasil yang diperoleh pada setiap indikator diperoleh juga hasil rata-rata keseluruhan sebesar 83,29% dan menduduki kriteria positif. Penelitian hasil angket respon siswa berdasarkan skala likert secara rinci terdapat dalam lampiran.

4.1.4 Hasil Wawancara

Wawancara dalam penelitian ini digunakan untuk mendukung data penelitian yang telah dilaksanakan oleh peneliti mengenai penggunaan teknik tabulasi untuk menyelesaikan sebuah permasalahan yang terdapat pada materi fisika pada tumbukan sentral dua partikel yang dilakukan pada kelas eksperimen. Hasil wawancara atau respon siswa menunjukkan bahwa penggunaan teknik tabulasi untuk menyelesaikan persoalan pada tumbukan sentral menunjukkan respon positif atau dengan kata lain dapat membantu menyelesaikan persoalan tumbukan sentral dua partikel dengan mudah dan menghasilkan nilai yang sangat akurat. Berikut merupakan sebuah jawaban hasil dari wawancara terhadap siswa SMA Negeri Ambulu pada kelas XI MIPA 6 tercatat pada tabel data berikut.

Tabel 4.4 Rekapitulasi Data Jawaban Hasil Wawancara

Pertanyaan	Jawaban
Bagaimana pendapat anda terhadap cara peneliti dalam mengajar dan menerapkan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal tumbukan sentral dua partikel?	Memberikan pengajaran yang singkat, mudah dipahami, baik dalam menjelaskan, mudah dipahami dan mengerjakan soal jauh lebih mudah
Apa hambatan yang dihadapi pada saat menggunakan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal tumbukan sentral dua partikel?	Hambatannya yaitu pada saat pembuatan tabel yang dapat menyita waktu jadi terkatang tidak digambar untuk tabelnya, dan juga butuh waktu untuk menghafal rumusnya karena sebelumnya belum pernah diajarkan teknik tersebut.
Dalam menyelesaikan persoalan tumbukan sentral tersebut, teknik manakah yang menurut anda memiliki langkah penyelesaian yang lebih mudah?	Teknik tabulasi
Jika ditinjau dari konsep fisis, penggunaan rumus dan operasi matematis, manakah yang lebih mudah antara metode eliminasi-substitusi dengan teknik tabulasi?	Teknik tabulasi karena lebih cepat untuk mendapatkan hasilnya
Pada proses pengerjaan soal, tahap manakah yang menurut Anda membutuhkan proses ketelitian yang tinggi?	Cara konvensional

Jika ditinjau dari efisiensi waktu, lebih efisien mana antara penyelesaian materi tumbukan sentral dua partikel dengan teknik tabulasi dan metode eliminasi-substitusi?	Teknik tabulasi, karena teknik tersebut menyingkat waktu dengan cara pengerjaannya yang sangat mudah dan singkat.
Bagaimana perasaan Anda setelah mencoba mengerjakan soal tumbukan setral dua partikel menggunakan teknik tabulasi?	Senang, karena dapat mengetahui cara yang lebih cepat dan mudah.
Jika ditinjau dari segi efektivitas dalam proses pengerjaan soal, lebih efektif mana antara penggunaan metode eliminasi substitusi dan penggunaan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal tumbukan setral dua partikel?	Teknik tabulasi yang lebih efektif, dengan teknik tabulasi angka angka yang ditulis tidak terlihat berantakan dan bisa dilihat mana yang salah dan benarnya dengan jelas
Sebelum memperoleh pengetahuan tentang penggunaan teknik tabulasi sebagai metode alternatif penyelesaian, bagaimana perasaan anda ketika dihadapkan soal tumbukan setral dua partikel?	Ya pertama berfikir pasti cara mengerjakannya sulit, panjang dan lama. Tetapi setelah mengenal teknik tabulasi ini tidak lagi merasa kesulitan dan lebih cepat untuk mngerjakan soal.
Setelah memperoleh pengetahuan tentang penggunaan teknik tabulasi sebagai metode alternatif penyelesaian soal tumbukan setral dua partikel, apakah Anda akan menggunakan teknik tersebut jika Anda menemukan soal yang serupa?	Tentu saya akan menggunakan teknik ini, melihat dari lebih banyaknya point plus dari teknik ini dari pada teknik sebelumnya.

4.2 Pembahasan

Pembahasan pada penelitian ini mengkaji hasil penelitian yang diperoleh pada saat pelaksanaan proses penelitian yang mana untuk menentukan jawaban dari rumusan masalah dan hipotesis yang telah dibuat oleh peneliti.

4.2.1 Efektivitas model PBL disertai LKPD berbasis teknik tabulasi untuk penyelesaian soal tumbukan sentral

Penelitian ini memiliki tujuan untuk melihat keefektivitasan model PBL yang disertai LKPD dengan mengukur hasil belajar siswa menggunakan teknik tabulasi untuk menyelesaikan sebuah persoalan pada materi tumbukan sentral dua partikel yang dilaksanakan di SMA Negeri Ambulu. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sebagai bahan ajar yang disalurkan kepada siswa untuk menjelaskan teknik tabulasi tersebut. Untuk melihat keefektivitasan tersebut dilakukan di kelas eksperimen yang sebelumnya sudah diuji homogenitas untuk mendapatkan kelas eksperimen tersebut. Identifikasi efektivitas penggunaan model PBL disertai LKPD berbasis teknik tabulasi untuk penyelesaian soal tumbukan sentral dari analisis data yang diperoleh dari hasil pengerjaan siswa melalui soal *pretest* dan *posttest* lalu yang dilakukan uji statistik N-Gain persen.

Tabel 4.5 Hasil Uji Statistik N-Gain

Descriptives

		Ekperimen	Statistic	Std. Error
NGain_persen	ekperimen	Mean	78.2573	3.04963
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	72.0662
			Upper Bound	84.4484
		5% Trimmed Mean	79.3908	
		Median	78.8889	
		Variance	334.810	
		Std. Deviation	18.29780	
		Minimum	25.00	
		Maximum	100.00	
		Range	75.00	
		Interquartile Range	33.33	
		Skewness	-0.609	0.393
		Kurtosis	0.396	0.768

Kesimpulan sementara yang diambil dari proses pengolahan data adalah terdapat pengaruh signifikan terhadap hasil *pretest* dan *posttest* yang di hasilkan dari jawaban yang di jawab oleh siswa tersebut. Perbedaan yang sangat antara hasil yang diperoleh. Pada saat pengerjaan soal *pretest* nilai tertinggi menduduki nilai sebesar 90 dan nilai terendah sebesar 10. Sedangkan untuk nilai *posttest* nilai tertinggi menduduki nilai sebesar 100 dan untuk nilai terkecil menduduki nilai sebesar 70. Kriteria teknik tabulasi dalam penelitian ini berada dalam kriteria tinggi, karena dalam uji N-Gain menunjukkan nilai 0,768. Dari hasil tersebut sudah dapat kita lihat bahwa penggunaan LKPD untuk menjelaskan teknik tabulasi sebagai teknik pengerjaan soal tumbukan sentral dengan cepat dan akurat sangat baik untuk diterapkan karena dapat membantu siswa untuk mengerjakan soal tumbukan sentral dua partikel dengan mudah dan hasilnya sangat akurat. Terdapat perbedaan rumus antara teknik tabulasi dan cara konvensional, teknik tabulasi memiliki tahap pengerjaan yang ringkas dan terstruktur yang cukup dengan satu persamaan saja. Jadi dari sinilah siswa lebih mudah untuk mengerjakan dan mendapatkan lebih tinggi di tes *posttest* karena pada tes *posttest* siswa sudah dikenalkan teknik tabulasi.

Tetapi juga terdapat beberapa hasil yang masih kurang memuaskan, karena

terdapat beberapa faktor seperti siswa yang kurang teliti dalam menghitung dan beberapa soal yang tidak dijawab oleh siswa tersebut. Dari kesalahan tersebut dapat berpengaruh terhadap hasil belajar yang dihasilkan oleh siswa. Semakin banyak jawaban yang salah maka semakin kecil juga hasil belajar yang dialami oleh siswa tersebut. Hal ini di dukung oleh penelitian Himmah, (2021), Pembelajaran dikatakan efektif apabila hasil belajar siswa terjadi peningkatan dan perbedaan antara pemahaman awal dengan pemahaman setelah pembelajaran. Dari pernyataan tersebut sudah terbukti pada penelitian ini karena memiliki peningkatan hasil belajar yang sangat baik.

Uraian pernyataan di atas sesuai dengan literatur bahwa teknik tabulasi merupakan salah satu teknik dalam bentuk tabel yang digunakan untuk menentukan hasil akhir atau menyelesaikan persoalan pada suatu materi dengan cara yang ringkas dan hasil yang akurat (Zulkarnain, 2020). Selain lebih mudah, teknik tabulasi juga memiliki tahapan penyelesaian yang ringkas, efisien, tidak melibatkan proses operasi matematis yang panjang dan rumit. Pernyataan tersebut relevan dengan istilah metode penyelesaian yang dijelaskan oleh Siregar dan Surya (2017:47) yaitu metode *mathmagic* yang merupakan metode perhitungan matematis yang cepat. Sehingga data menunjukkan fakta yang seragam dengan hipotesis penelitian yaitu penggunaan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal tumbukan sentral dua partikel berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar siswa. Sehingga hipotesis penelitian dinyatakan benar sesuai dengan hasil analisis data dan berhasil dibuktikan melalui kegiatan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti.

4.2.2 Respon siswa menggunakan model PBL disertai LKPD berbasis teknik tabulasi untuk penyelesaian soal tumbukan sentral

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan respon siswa terhadap penggunaan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal pada materi tumbukan sentral dua partikel. Data respon siswa ini diperoleh dari analisis hasil angket, serta didukung dengan data yang diperoleh dari observasi dan wawancara. Siswa memberikan respon yang positif karena merasa lebih mudah dan terbantu dalam mengerjakan soal pada materi tumbukan sentral dua partikel berbantuan teknik tabulasi. Hal ini disebabkan karena penggunaan teknik tabulasi memiliki langkah

lebih sederhana, singkat, dan mudah daripada metode konvensional. Siswa juga termotivasi untuk menyelesaikan soal pada materi tumbukan sentral dua partikel dengan menggunakan teknik tabulasi yang sudah dijelaskan. Hal tersebut dapat terjadi karena siswa diberikan kesempatan untuk membandingkan penggunaan metode penyelesaian secara konvensional dengan teknik tabulasi. Berdasarkan pengalaman tersebut, siswa dapat menentukan respon terhadap penggunaan metode penyelesaian alternatif yang sesuai dengan kemampuan mereka. Siswa terlihat lebih percaya diri dan berminat untuk mengerjakan soal, baik soal latihan yang terdapat pada LKPD maupun *posttest*. Setelah diberikan pengetahuan tentang teknik tabulasi untuk menyelesaikan soal pada materi tumbukan sentral dua partikel, siswa dapat mengkonstruksi pengetahuan yang dimilikinya untuk menjawab soal *posttest*. Selain itu, siswa juga memiliki wawasan baru tentang metode penyelesaian alternatif yang lebih mudah dan efisien.

Persentase nilai rata-rata indikator respon secara keseluruhan adalah 83,29%. Kesimpulan sementara yang dapat diambil adalah siswa memberikan respon positif terhadap penggunaan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal pada materi tumbukan sentral dua partikel. Respon yang positif dengan nilai persentase yang tinggi juga dapat menjadi landasan dalam menginterpretasikan kelayakan penggunaan teknik tabulasi untuk menyelesaikan soal pada materi tumbukan sentral dua partikel. Berdasarkan kriteria respon siswa dalam Arikunto (2010), Andriani (2020), dan Midroro, dkk (2021), data persentase 83,29% yang diperoleh dalam penelitian termasuk dalam kategori positif. Artinya, teknik tabulasi efektif dan patut untuk digunakan untuk menyelesaikan soal pada materi tumbukan sentral dua partikel. Meski demikian, masih terdapat beberapa hambatan yang terjadi pada proses penyelesaian soal, baik dalam fokus perhitungan matematis, maupun fokus dalam menentukan hasil akhir seperti arahnya setelah tumbukan. Respon positif tersebut didapatkan karena siswa merasa puas dan dapat mencapai hasil yang lebih baik sesuai dengan yang diharapkan. Sesuai dengan pernyataan oleh peneliti sebelumnya respon dikatakan bernilai positif jika siswa merasa senang terhadap pembelajaran, pembelajaran baru bagi siswa, tertarik pada pembelajaran dan berminat terhadap kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan (Simanjuntak, 2018).

Jika hasil respon yang diperoleh merupakan respon positif maka dapat diinterpretasikan bahwa siswa dapat menerima pengetahuan dengan baik, dalam penelitian ini yang dimaksud adalah penggunaan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal pada materi tumbukan sentral dua partikel.

Kegiatan observasi dilaksanakan selama pembelajaran berlangsung. Data observasi mencakup peristiwa yang berhubungan dengan respon siswa dalam pembelajaran dan penggunaan teknik tabulasi untuk menyelesaikan soal pada materi tumbukan sentral dua partikel. Data yang didapatkan dari kegiatan observasi merupakan data pendukung yang digunakan untuk mendeskripsikan hasil secara tertulis. Sampel yang di observasi adalah siswa di kelas XI MIPA 6. Respon siswa pada pembelajaran awal sampai akhir memiliki sedikit perbedaan yang pada awal mulanya siswa menganggap bahwa soal tersebut sangat sulit untuk dipahami dan sedikit kesulitan dalam mengerjakan, jadi pada awal mula siswa mendapatkan materi tersebut respon siswa negatif karena cara pengerjaannya memiliki tahap yang banyak. Tetapi setelah dikenalkan mengenai teknik tabulasi yang melalui LKPD tersebut siswa merasakan perbedaan karena teknik tabulasi ini sangat mudah untuk dipahami dan tahap pengerjaannya tidak banyak hanya dengan menggunakan satu persamaan sudah dapat menyelesaikan persoalan yang terdapat pada soal tumbukan sentral. Jadi siswa memberikan respon positif mengenai penggunaan teknik tabulasi. Berdasarkan analisis hasil angket respon siswa, wawancara, dan observasi secara langsung, pasti terdapat kelebihan dan kekurangan penggunaan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal pada materi tumbukan sentral dua partikel, karena tidak semua siswa memiliki kemampuan yang sama. Tetapi peneliti mengamati terhadap siswa tersebut melalui hasil soal *pretest* dan *posttest* nya bahwa mengalami peningkatan. Jadi dapat disimpulkan bahwa penggunaan teknik tabulasi ini mudah untuk dipahami dan diterapkan kepada siswa untuk menyelesaikan soal pada materi tumbukan sentral dua partikel. Kelebihan dari teknik tabulasi yaitu memiliki tahap pengerjaan yang ringkas, sederhana, hasil yang akurat, dan tidak menguras waktu. Adapun kekurangan pada teknik tabulasi ini terkadang tidak menggambarkan tabelnya tetapi pada pengerjaan terstruktur seperti tabel hanya saja tidak di beri garis seperti pada tabel.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan, maka kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Penggunaan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal tumbukan sentral dua partikel dapat meningkatkan hasil belajar siswa dan sesuai dengan hasil penelitian ini yaitu terdapat peningkatan hasil belajar siswa sebelum mengenal teknik tabulasi dan setelah mengenal teknik tabulasi. Peningkatan hasil belajar siswa dapat dilihat dari rata-rata yang diperoleh yaitu rata-rata nilai soal pretest sebesar 42,5 dan rata-rata soal posttest sebesar 87,2
- b. Penggunaan teknik tabulasi ini memiliki respon positif yang telah dibuktikan dengan angket respon siswa. Penggunaan teknik tabulasi ini menunjukkan bahwa setiap indikator yang terdapat dalam angket memiliki nilai yang baik dan memiliki nilai rata-rata sebesar 83,29% dan menduduki kriteria positif.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian yang diperoleh, maka terdapat beberapa saran sebagai berikut :

- a. Bagi siswa, teknik tabulasi ini dapat dijadikan sebuah solusi alternatif untuk menyelesaikan soal tumbukan sentral dua partikel, karena teknik tabulasi ini memiliki langkah yang sangat mudah, ringkas, dan akurat.
- b. Bagi guru, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi untuk diterapkan pada saat pembelajaran kepada siswa untuk menyelesaikan soal tumbukan sentral dua partikel.
- c. Bagi peneliti, hasil dari penelitian dapat dijadikan sebagai tambahan wawasan baru mengenai materi tumbukan sentral yang dapat diselesaikan dengan teknik tabulasi.
- d. Bagi peneliti lain, Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai rujukan bagi peneliti selanjutnya yang ingin menggunakan teknik tabulasi ini pada materi mata pelajaran fisika selain dari materi tumbukan sentral dua partikel

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman. 2022. *Pembelajaran Pendidikan Agama Islam Berbasis Adobe Flash Dapat Meningkatkan Efektivitas Belajar Siswa*. Tangerang : Pascal Books.
- Afrani, L. 2016. Mengurai hakikat pendidikan, belajar dan pembelajaran. *Jurnal ppkn & hukum pelita bangsa pelestari pancasila*. 2(11): 81-97.
- Ahmad, M., D. P. Nasution, T. Harahap. 2020. Respon siswa dalam pembelajaran matematika sekolah menengah pertama dengan pendekatan openended. *Jurnal Education and Development*. 8(2): 320-327.
- Alridha, A., Sirry. A., N. Fatmi. 2021. Pengaruh metode praktikum berbantuan simulasi phet terhadap hasil belajar kognitif pada materi tumbukan. *Jurnal riset inovasi pembelajaran fisika*. 4(2).
- Anjani, R., Silvia. A., Novia. R., Septian. F., Muhammad P. 2018. Menentukan tumbukan dan koefisien restitusi benda tumbukan menggunakan tracker video analyse. *Jotalp: Journal of Teaching and Learning Physics*. 3(2): 21-25.
- Anggraeni,D,M., Suliyanah. 2017. Diagnosis miskonsepsi siswa pada materi momentum, implus, dan tumbukan menggunakan three tier diagnostic test. *Jurnal inovasi pendidikan fisika (JIPF)*. 6(3):271-274.
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Efendi, D.N., Bambang, S., Lailatu, N. 2021. Analisis respon siswa terhadap media animasi *powerpoint* pokok bahasan kalor. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 10(2): 49-53
- Effendi, R., Herpratiwi., Sugeng, S. 2021. Pengembangan LKPD matematika berbasis problem based learning di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*. 5(2) : 920-929.
- Endra, F. 2017. *Pedoman Metodologi Penelitian*. Sidoarjo : Zifatama Jawara.
- Ernawati., Nirfayanti., Khaerani., Hikmah, R. 2021. *Workshop Pendidikan Matematika*. Selayo : Insan Cendekia Mandiri.
- Giancolli, D. C. 2014. *Fisika Edisi ke Tujuh Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Giancolli, D. C. 2014. *Fisika Edisi ke Tujuh Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.

- Gunada, I.W., Hairunnisyah, S., Sutrio. 2015. Pengembangan perangkat pembelajaran fisika berbasis masalah untuk meningkatkan hasil belajar dan sikap ilmiah mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*. 1(1) : 2407-6902.
- Harefa, D. 2021. Peningkatan hasil belajar ipa fisika siswa pada model pembelajaran *prediction guide*. *Indonesian journal of education and learning*. 4.1: 399-407.
- Hariati, P.,N.,S., Lily, R., Islamiani, S.2020. Pengaruh Penggunaan Media Video Animasi Terhadap Respon Siswa Dalam Pembelajaran Matematika Pada Materi Operasi Bilangan Bulat. *Jurnal Pembelajaran Matematika Sigma*. 6 (1): 18.
- Hawa, A. A., Supriadi, B., & Prastowo, S. H. B. (2021). Efektivitas Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model PBL Berbantuan Simulasi Phet pada Materi Termodinamika untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Orbita: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(2): 327-334.
- Hermawan, I. 2019. *Metodologi Penelitian Pendidikan Kuantitatif, Kualitatif, dan Mixed Methode*. Kuningan : Hidayatul Quran Kuningan.
- Himmah, K., Jamal, M., Latifah N. 2021. Efektivitas metode jarimatika dalam meningkatkan kemampuan berhitung perkalian siswa. *Jurnal pendidikan mi/sd*. 1(1) : 57-68.
- Hudoyo, Herman. 1979. *Pengembangan Kurikulum Matematika*. Surabaya : Usaha Nasional.
- Idi, A. (2010). *Pengembangan Kurikulum Teori dan Praktik*. Sleman : Ar-Ruz Media.
- Indrajit, D. 2009. *Mudah Dan Aktif Belajar Fisika*. Jakarta : PT Setia Purna Inves.
- Irwan, V. I., & Mansurdin. (2020). Penerapan model problem based learning dalam peningkatan hasil belajar tematik terpadu di sekolah dasar. *Jurnal pendidikan tambusai*. 4(3), 2097–2107.
<https://doi.org/https://doi.org/10.31004/jptam.v4i3.686>.
- Juliana, A., Sri W., Rayendra, W.B. 2017. Pengembangan mind map pada pokok bahasan momentum, implus, dan tumbukan. *Jurnal pembelajaran fisika*. 6(4): 340-347.
- Kadir, A. 2020. Efektivitas pembelajaran matematika berbasis edmodo di man lhokseumawe. *Jurnal numeracy*. 7(2) : 225-239.

- Khasanah, R.U., Bambang, S., Sri, H.B.P. 2019. Aplikasi metode pythagoras dalam penyelesaian soalsoal relativitas khusus einstein terhadap hasil belajar siswa kelas xii sma negeri ambulu. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 8(1) : 24-31.
- Khuluqo, I.E., Istaryatiningtias. 2022. *Modul Pembelajaran Manajemen Pengembangan Kurikulum*. Palu : Feniks Muda Sejahtera.
- Lismaya, L. 2019. *Berpikir Kritis dan PBL*. Surabaya : Media Sahabat Cendekia.
- Lusiana, E.D., dan Mohammad M. 2021. *Anova Untuk Penelitian Eksperimen*. Malang : UB Press
- Maharani, A. A. P., dan Widhiasih, L. K. S. 2016. Respon siswa terhadap umpan balik guru saat pelajaran bahasa inggris di sd saraswati 5 denpasar. *Jurnal bakti saraswati*. 2(5) : 88-92.
- Marbun, Natalia Elisabet., Rohani, Muti'ah, Rahma., dan Suriyani. 2019. Pengaruh mathmagic dengan model pembelajaran scramble terhadap hasil belajar siswa. *Mes: journal of mathematics education and science*. 1(5): 1-10.
- Muhli, A. (2012). *Efektivitas Pembelajaran*. Wordpress.
- Muhlisun. 2018. *Smart Book Fisika SMA*. Jakarta : PT Grasindo.
- Nana. 2022. *Inovasi Pembelajaran Fisika Edisi Revisi*. Klaten : Lakeisha.
- Nurliawaty, L., Mujasam., I., Sri, W.W. 2017. Lembar kerja peserta didik (lkpd) berbasis *problem solving* polya. *Jurnal Pendidikan Indonesia*.6(1) : 2541-7207.
- Nurmayani, L., Aris, D., Ni, N.S.P.V. 2018. Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap hasil belajar fisika peserta didik. *Jurnal penelitian pendidikan ipa (JPPIPA)*. 4(2) : 23-28.
- Pamungkas, T. 2020. *Model Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem Based Learning)*. Bogor : Guepedia.
- Prastowo, A. (2011). *Panduan kreatif membuat bahan ajar inovatif*. Yogyakarta : Diva Press.
- Purnamawati, D. Chandra, E. Agus, S. 2017. Keefektifan lembar kerja siswa berbasis inkuiri untuk menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. *Jurnal ilmiah pendidikan fisika al-biruni*. 06 (2) : 209-219.
- Purwanto. 2013. *Evaluasi Hasil Belajar*. Yogyakarta : Bandun Pusat Penilaian

- Ramdhani, E. P., F. Khoirunnisa., dan N. A. N. Siregar. 2020. Efektivitas Modul Elektronik Terintegrasi Multiple Representation Pada Materi Ikatan Kimia. *Journal Of Research and Technology*. 6(01): 162-167
- Ratnasari, A.S., dan Melania, E.W. 2022. Tanggapan siswa terhadap lembar kerja peserta didik elektronik (E-LKPD) berbasis *problem based learning* sebagai media pembelajaran matematika materi sudut. *Jurnal pendidikan dan konseling*. 4(4) : 1929 -1934.
- Rerung N., Iriwi L.S. Sinon., Sri W.W. 2017. Penerapan model pembelajaran *problem based learning* (pbl) untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik sma pada materi usaha dan energi. *Jurnal ilmiah pendidikan fisika Al-BiRuNi*. 06 (1) : 47-55.
- Roziqin, M. Z. 2007. *Moral Pendidikan Di Era Global Pergeeseran Pola Interaksi Guru Murid di Era Global*. Malang : Averroes Press
- Rumiyati. 2021. *Model Talking Stick Sebagai Upaya Peningkatan Kreativitas dan Hasi Belajar*. Pekalongan : Nasya Expanding Management.
- Salim A. Suryani. 2018. *Fisika Dasar 1*. Yogyakarta : Deepublish.
- Saripudin, . 2008. *Fisika Untuk Kelas XI Semester 1 Sekolah Menengah Atas*. Bandung : Grafindo Media Pratama.
- Simanjuntak, S.D., dan Imelda, 2018. Respon siswa terhadap pembelajaran matematika ralistik dengan konteks budaya batak toba. *Mes: journal of mathematics education and science*. 1(4): 81-88.
- Siregar, N., dan Surya, E. 2017. Penggunaan mathmagic dalam meningkatkan motivasi belajar siswa. *Kreano, jurnal matematika kreatif – inovatif*. 1(8): 47-52.
- Suparno, E.E. 2020. *Petunjuk Penggunaan Interactive Physics Mobile Learning Media Materi Impuls dan Momentum*. Yogyakarta : UNY Press
- Suparno, Paul. 2013. *Miskonsepsi dan Perubahan Konsep dalam Pendidikan Fisika*. Jakarta : Grasindo.
- Tika, M. P. 2006. *Budaya Organisasi Dan Peningkatan Kinerja Perusahaan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Wahyuni, A., Citra W., Agus S. 2021. Implementasi model pembelajaran pbl (*problem based learning*) terhadap hasil belajar tematik (muatan pelajaran bahasa indonesia). *Jurnal ilmiah pendidikan profesi guru*. 4(2) : 230-239.

Wibowo, P., Mulyani, R., Maki, Z.S. 2021. *Lembaga Koreksional Dikala Pandemi*. Jombang : CV. Ainun Media.

Yuwono, G. R., I K. Mahardika, dan A. A. Gani. 2016. Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap hasil belajar fisika siswa (kemampuan representasi verbal, gambar, matematis, dan grafik) di sma. *Jurnal pembelajaran fisika*. 5 (1): 60-65.

Zulkarnain. 2020. Uji coba penerapan pembelajaran matematika dengan metode tabel terhadap kemampuan siswa menyelesaikan soal cerita materi konsep penarikan akar pangkat tiga bilangan kubik pada kelas v di tiga madrasah ibtdaiyah kota pontianak tahun pelajaran 2019/2020. *Alhikmah: jurnal pendidikan dan pendidikan agama islam*. 1(2): 1-14.

Lampiran 1. Matrik Penelitian

MATRIK PENELITIAN

Nama : Azizah Nur Jannah
 NIM : 190210102039
 RG : 3 (Theoretical Physics Learning)

JUDUL	LATAR BELAKANG	RUMUSAN MASALAHAN	VARIABEL	INDIKATOR	SUMBER DATA	METODOLOGI PENELITIAN
Efektivitas Model PBL Disertai Dengan LKPD Berbasis Teknik Tabulasi Untuk Penyelesaian Soal Tumbukan Sentral Pada Kelas XI IPA	Model pembelajaran PBL Siswa tidak hanya sekedar mendengarkan, mencatat, dan menghafal materi yang disampaikan oleh guru tetapi siswa juga berpikir, mencari, mengolah data, dan mengomunikasikan dalam proses pembelajaran (wahyuni, dkk. 2021). Penggunaan media pembelajaran Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik (Nurliawaty, dkk. 2017) Pembelajaran dikatakan efektif apabila hasil belajar siswa terjadi peningkatan dan perbedaan antara pemahaman awal dengan pemahaman setelah pembelajaran (Himmah, 2021). Hasil belajar fisika siswa SMA di kabupaten Jember masih	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bagaimanakah efektivitas hasil belajar siswa SMA menggunakan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal tumbukan sentral dalam model PBL (<i>Problem Based Learning</i>)? 2. Bagaimanakah respon siswa SMA menggunakan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal tumbukan sentral dalam model PBL (<i>Problem Based Learning</i>)? 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Variabel Terikat : <ul style="list-style-type: none"> - Hasil belajar siswa SMA - Respon siswa SMA 2. Variabel Bebas : Penyelesaian soal materi tumbukan sentral dengan model PBL disertai LKPD berbasis teknik tabulasi 3. Variabel kontrol : 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hasil belajar siswa SMA 2. Respon siswa SMA 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sumber data Responden : <ol style="list-style-type: none"> a. Guru mata pelajaran fisika SMA b. Siswa SMA Kelas XI IPA 2. Sumber Rujukan : <ol style="list-style-type: none"> a. Jurnal penelitian yang terkait b. Buku fisika c. Internet yang linier dengan penelitian 3. Teknik pengambilan: <ol style="list-style-type: none"> a. Data Utama : <ol style="list-style-type: none"> 1) Tes (<i>pretest</i> dan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jenis penelitian : Penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen 2. Penentuan lokasi : <i>Purposiv sampling area</i> 3. Penentuan sampling : <i>Cluster Random Sampling</i> 4. Teknis analisis data : <ol style="list-style-type: none"> a. Uji efektivitas (uji N-

	<p>tergolong rendah. Hal tersebut dibuktikan melalui hasil wawancara yang dilakukan dengan beberapa guru yang mengampu pelajaran fisika khususnya di kabupaten Jember salah satunya yaitu pada materi momentum dan impuls yang disebabkan karena cara pembelajaran yang diterapkan masih didominasi ceramah dan tanya jawab, sehingga motivasi, dan prestasi siswa dalam belajar fisika belum optimal. Maka perlu adanya bantuan yang diberikan secara tepat, dan cepat agar kesalahan konsep materi momentum, impuls dan tumbukan dapat diatasi yaitu dengan teknik tabulasi.</p>		<p>- Materi tumbukan sentral</p>		<p><i>posttest</i>) 2) Angket b. Data Pendukung : 1) Observasi 2) Wawancara 3) Dokumentasi</p>	<p>Gain) b. Uji Respon</p>
--	--	--	----------------------------------	--	--	--------------------------------

Mengetahui,
Dosen Pembimbing Utama

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

Lampiran 2. RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran)

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

(RPP)

Satuan Pendidikan	:
Kelas/ Semester	: XI/ Ganjil
Mata Pelajaran	: Fisika
Materi	: Tumbukan Sentral
Alokasi Waktu	: 6 x 45 Menit (3 Pertemuan)

A. Kompetensi Inti

- **KI-1** dan **KI-2**: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, santun, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), bertanggung jawab, responsif, dan pro-aktif dalam berinteraksi secara efektif sesuai dengan perkembangan anak di lingkungan, keluarga, sekolah, masyarakat dan lingkungan alam sekitar, bangsa, negara, kawasan regional, dan kawasan internasional”.
- **KI 3**: Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah
- **KI 4**: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan

B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Dasar	Indikator
3.10 Menerapkan konsep momentum dan impuls, serta hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari	<ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi konsep dan hukum yang tercantum pada materi momentum dan impuls • Menganalisis jenis-jenis tumbukan yang tercantum pada tumbukan momentum (tumbukan lenting

- sempurna, tumbukan lenting sebagian, tumbukan tidak lenting).
- 4.10 Menyajikan hasil pengujian penerapan hukum kekekalan momentum, misalnya bola jatuh bebas ke lantai dan roket sederhana**
- Mempresentasikan penerapan tumbukan momentum dalam kehidupan sehari-hari
 - Mengukur kecepatan benda setelah mengalami tumbukan.
-

C. Tujuan Pembelajaran

Adapun tujuan pembelajaran antara lain:

1. Siswa mampu memahami konsep momentum dan impuls serta hubungan keduanya melalui penerapan model *problem based learning* disertai LKPD sebagai bahan ajar dengan baik.
2. Siswa mampu menganalisis jenis-jenis tumbukan momentum (tumbukan lenting sempurna, tumbukan lenting sebagian, tumbukan tidak lenting) melalui penerapan model *problem based learning* disertai LKPD sebagai bahan ajar dengan baik.
3. Siswa mampu mempresentasikan penerapan tumbukan dalam kehidupan sehari-hari melalui bantuan teknik tabulasi dengan tbaik
4. Siswa mampu menentukan tumbukan yang terjadi setelah mengali tumbukan antara benda satu dengan yang lainnya melalui bantuan teknik tabulasi dengan tepat dan cepat.

D. Materi Pembelajaran

Momentum dan Implus:

- Konsep momentum dan impuls
- Hukum kekekalan momentum
- Jenis-jenis tumbukan sentral

E. Metode Pembelajaran

Model Pembelajaran : *Problem Based Learning*

Metode : Diskusi dan Ceramah

F. Media Pembelajaran

Media:

- Bahan ajar LKPD
- Lembar soal
- Instrumen Penilaian

Alat:

- Alat tulis

G. Sumber Belajar

- Bahan ajar LKPD sebagai penyelesaian soal tumbukan sentral dengan teknik tabulasi
- Buku fisika siswa kelas X
- Sumber yang relevan

H. Langkah - Langkah Pembelajaran

1. Pertemuan Ke-1 (2 x 45 menit)
Kegiatan Pendahuluan (10 menit)
<p>Pembukaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa memasuki kelas dengan waktu yang sudah ditetapkan. - Siswa memimpin doa sebelum memulai pembelajaran - Siswa diperiksa oleh guru untuk mengetahui kehadirannya. <p>Apersepsi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa mendengarkan ulasan Guru mengenai materi pembelajaran - Siswa mengaitkan tema pembelajaran yang akan diajarkan dengan pengalaman yang sudah di alami - Siswa menjawab pertanyaan dari Guru mengenai materi prasyarat. - Siswa memperhatikan Guru sedang menyampaikan gambaran prosedur, manfaat, dan tujuan pembelajaran. - Siswa memperhatikan penjelasan Guru mengenai skenario pembelajaran selama satu pertemuan
Kegiatan Inti (70 menit)
Kegiatan <i>Pretest</i> (30 menit)
<p>Kegiatan <i>pretest</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Pretest</i> dilakukan untuk mengetahui kemampuan awal siswa - <i>Pretest</i> dilakukan dengan media <i>paper based learning</i> - Siswa melakukan <i>pretest</i> dengan mekanisme yang biasa dilakukan.
Kegiatan Pembelajaran (40 menit)

Materi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran
Orientasi masalah kepada peserta didik	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa memperhatikan guru dalam memberi gambaran serta contoh tumbukan sentral dua dimensi dalam kehidupan sehari-hari. - Siswa menjawab pertanyaan ringan yang diberikan guru untuk mengarahkan kepada pembahasan tumbukan sentral dua dimensi - Siswa mengidentifikasi permasalahan umum terkait tumbukan sentral dua dimensi yang diberikan oleh guru.
Mengorganisasi peserta didik	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa diberi kesempatan oleh guru untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan dan bertanya saat proses pengerjaan. - Siswa dihibau untuk membuka sumber belajar yang relevan terkait permasalahan yang diberikan oleh guru
Membimbing pemecahan masalah peserta didik	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa mengumpulkan informasi dari bahan ajar terkait tumbukan sentral dua dimensi dengan bimbingan guru. - Siswa diarahkan untuk mempelajari tumbukan sentral dua dimensi, jenis-jenis tumbukan sntral - Siswa diarahkan untuk mencari dan memahami terkait jenis-jenis tumbukan sentral dua dimensi, lenting yang terjadi benda yang tumbukan. - Siswa memperhatikan guru untuk mengetahui cara mengerjakan tumbukan sentral dua dimensi menggunakan teknik tabulasi.
Menyajikan hasil	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa dapat menyelesaikan masalah tumbukan sentral dua dimensi, dan membedakan lenting yang dialami benda ketika tumbukan. - Siswa dapat menyajikan solusi permasalahan tumbukan sentral dua dimensi menggunakan teknik tabulasi.
Menganalisis dan mengevaluasi pada saat proses pemecahan masalah	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa diberi apersepsi oleh guru atas partisipasi yang dilakukan. - Siswa dan guru mengevaluasi kecocokan antara jawaban permasalahan dengan tujuan masalah.
Catatan: <ul style="list-style-type: none"> - Proses pembelajaran berlangsung di ruang kelas - Materi terkait mengidentifikasi informasi tentang tumbukan sentral dua dimensi, jenis-jenis tumbukan 	
Kegiatan Penutup (10 menit)	
Siswa: <ul style="list-style-type: none"> - Membuat kesimpulan terkait hasil dan proses pemecahan soal tumbukan sentral dua dimensi 	

- **Memimpin doa penutup pertemuan.**

Guru:

- **Membuat pertanyaan untuk mengulas pembelajaran pada pertemuan ini.**
- **Menutup pertemuan pertama dengan memberi salam penutup.**

2. Pertemuan Ke-2 (2 x 45 menit)

Kegiatan Pendahuluan (10 menit)

Pembukaan:

- **Siswa memasuki kelas dengan waktu yang sudah ditetapkan.**
- **Siswa memimpin doa sebelum memulai pembelajaran**
- **Siswa diperiksa oleh guru untuk mengetahui kehadirannya.**

Apersepsi

- **Siswa mendengarkan ulasan guru mengenai materi pembelajaran**
- **Siswa mengaitkan tema pembelajaran yang akan diajarkan dengan pengalaman yang sudah di alami**
- **Siswa menjawab pertanyaan dari guru mengenai materi prasyarat.**
- **Siswa memperhatikan guru sedang menyampaikan gambaran prosedur, manfaat, dan tujuan pembelajaran.**
- **Siswa memperhatikan penjelasan guru mengenai skenario pembelajaran selama satu pertemuan**

Kegiatan Inti (70 menit)

Sintak Model Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran
Orientasi masalah kepada peserta didik	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa memperhatikan guru dalam memberi gambaran serta contoh tumbukan sentral dua dimensi dalam kehidupan sehari-hari. - Siswa menjawab pertanyaan ringan yang diberikan guru untuk mengarahkan kepada pembahasan tumbukan sentral dua dimensi - Siswa mengidentifikasi permasalahan umum terkait tumbukan sentral dua dimensi yang diberikan oleh guru.
Mengorganisasi peserta didik	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa diberi kesempatan oleh guru untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan dan bertanya saat proses pengerjaan. - Siswa dihibau untuk membuka sumber belajar yang relevan terkait permasalahan yang diberikan oleh guru
Membimbing pemecahan masalah peserta didik	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa mengumpulkan informasi dari bahan ajar terkait tumbukan sentral dua dimensi dengan bimbingan Guru. - Siswa diarahkan untuk mempelajari tumbukan sentral dua dimensi, jenis-jenis tumbukan sntral

	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa diarahkan untuk mencari dan memahami terkait jenis-jenis tumbukan sentral dua dimensi, lenting yang terjadi benda yang tumbukan. - Siswa memperhatikan guru untuk mengetahui cara mengerjakan tumbukan sentral dua dimensi menggunakan teknik tabulasi.
Menyajikan hasil	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa dapat menyelesaikan masalah tumbukan sentral dua dimensi, dan membedakan lenting yang dialami benda ketika tumbukan. - Siswa dapat menyajikan solusi permasalahan tumbukan sentral dua dimensi menggunakan teknik tabulasi.
Catatan:	
<ul style="list-style-type: none"> - Proses pembelajaran berlangsung di ruang kelas - Materi terkait mengidentifikasi informasi tentang tumbukan sentral dua dimensi, jenis-jenis tumbukan 	
Kegiatan Penutup (10 menit)	
Siswa:	
<ul style="list-style-type: none"> - Membuat kesimpulan terkait hasil dan proses pemecahan soal tumbukan sentral dua dimensi dan jenis-jenis tumbukan sentral - Memimpin doa penutup pertemuan. 	
Guru:	
<ul style="list-style-type: none"> - Membuat pertanyaan untuk mengulas pembelajaran pada pertemuan ini. - Menutup pertemuan pertama dengan memberi salam penutup. 	

3. Pertemuan Ke-3 (2 x 45 menit)

Kegiatan Pendahuluan (10 menit)	
Pembukaan:	
<ul style="list-style-type: none"> - Siswa memasuki kelas dengan waktu yang sudah ditetapkan. - Siswa memimpin doa sebelum memulai pembelajaran - Siswa diperiksa oleh guru untuk mengetahui kehadirannya. 	
Apersepsi	
<ul style="list-style-type: none"> - Siswa mendengarkan ulasan guru mengenai materi pembelajaran - Siswa mengaitkan tema pembelajaran yang akan diajarkan dengan pengalaman yang sudah di alami - Siswa menjawab pertanyaan dari guru mengenai materi prasyarat. - Siswa memperhatikan guru sedang menyampaikan gambaran prosedur, manfaat, dan tujuan pembelajaran. - Siswa memperhatikan penjelasan Guru mengenai skenario pembelajaran selama satu pertemuan 	

Kegiatan Inti (70 menit)
Kegiatan Pembelajaran (40 menit)
<p>Mengulas kembali seluruh materi tumbukan sentral dua dimensi dan jenis-jenis tumbukan yang terjadi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa dapat mengidentifikasi dan menjelaskan tumbukan sentral dua dimensi dan jenis-jenis tumbukan - Siswa berlatih beberapa pertanyaan untuk mengulas materi tumbukan sentral dan jenis-jenis tumbukan dengan didampingi guru - Guru dan siswa untuk mengulas materi tumbukan sentral dan jenis-jenis tumbukan
Kegiatan <i>Posttest</i> (30 menit)
<p>Kegiatan <i>posttest</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Posttest</i> dilakukan untuk mengetahui kemampuan akhir siswa yang sudah diajarkan teknik tabulasi - <i>Posttest</i> dilakukan dengan model <i>Paper Based Test</i> - Siswa melakukan <i>posttest</i> dengan mekanisme yang biasa dilakukan.
Kegiatan Penutup (10 menit)
<p>Siswa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Membuat kesimpulan terkait hasil dan proses pemecahan soal tumbukan sentral dua dimensi dan jenis-jenis tumbukan sentral - Memimpin doa penutup pertemuan. <p>Guru:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Membuat pertanyaan untuk mengulas pembelajaran pada pertemuan ini. - Menutup pertemuan pertama dengan memberi salam penutup.

I. Teknik Penilaian

1. Metode dan Instrumen Penilaian

Metode	Instrumen Penilaian
Tes pengetahuan	<i>Paper Based Test</i> (<i>Pretest</i> dan <i>posttest</i>)
Tes respon siswa	Lembar angket

a. Lembar soal *Paper Based Test*
(*Terlampir*)

b. Lembar respon siswa
(*Terlampir*)

2. Rubrik Penilaian

a. Penilaian pengetahuan

Rubrik penilaian pretest dan posttest:

- Jawaban benar = 10
- Jawaban salah = 0
- Jawaban kosong = 0

Nilai pengetahuan:

$$\text{Nilai pengetahuan} = \text{jumlah jawaban benar} \times 10$$

b. Penilaian angket respon siswa

Rubrik penilaian respon siswa :

- 1 = jika siswa sangat kurang tidak setuju dengan pernyataan tersebut
- 2 = jika siswa tidak setuju dengan pernyataan tersebut
- 3 = jika siswa cukup setuju dengan pernyataan tersebut
- 4 = jika siswa setuju dengan pernyataan tersebut
- 5 = jika siswa sangat setuju dengan pernyataan tersebut

Nilai angket respon siswa :

$$\text{Hasil Presentase} = \frac{\text{jumlah jawaban}}{\text{skor tertinggi}} \times 100\%$$

Mengetahui,
Kepala Sekolah

Mengetahui,
Guru Mata Pelajaran Fisika

Drs. Moehammad Irfan, M.Pd
NIP. 19630407 199003 1 014

Patikno, S.Pd
NIP.1964 0312 198901 1 004

Lampiran 3. LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik)



TUMBUKAN SENTRAL

TUMBUKAN LENTING SEMPURNA

NAMA :

KELAS :

MATA PELAJARAN :

NO.ABSEN :



PETUNJUK Pengerjaan

1. Kerjakan secara berkelompok
2. Siapkan buku dan alat tulis
3. Amati sebuah permasalahan yang terdapat pada gambar
4. Catatlah data yang diketahui sesuai pada kriteria tabel
5. Lakukan perhitungan dengan teknik tabulasi dengan menggunakan persamaan yang tersedia
6. Diskusikan secara berkelompok hasil dari perhitungan yang diperoleh

A. TUJUAN TEKNIK TABEL

- permasalahan tentang tumbukan sentral dengan teknik tabulasi sebagai peningkatan hasil belajar dengan tepat
- Peserta didik dapat menggunakan teknik tabulasi sebagai cara cepat pada saat menyelesaikan soal ujian seperti UTBK.

B. LANDASAN TEORI

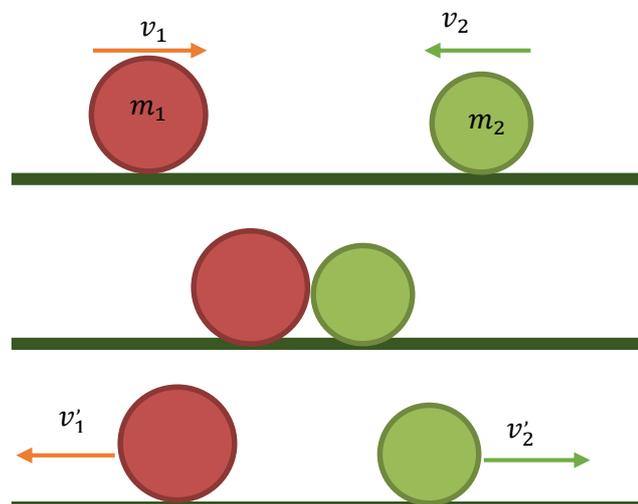
Momentum merupakan besaran vektor dan momentum juga memiliki arah. Momentum sebuah benda yang searah dengan kecepatan benda. Dalam gerakan satu dimensi, arah momentum sering dinyatakan dalam tanda positif untuk ke kanan dan negatif untuk ke kiri dan satuan momentum adalah $kg \frac{m}{s}$. Momentum linier merupakan sebuah partikel atau benda yang dapat dimodelkan sebagai partikel dengan massa m dan bergerak dengan kecepatan v yang mana dapat didefinisikan sebagai hasil kali massa dan kecepatan

$$p = mv$$

Tumbukan merupakan bertemunya dua benda yang bergerak. Tumbukan sentral adalah apabila vektor-vektor kecepatan dari benda benda yang bertumbukan adalah segaris. Jenis jenis tumbukan terbagi menjadi dua yaitu tumbukan elastis dengan tumbukan tidak elastis. Tumbukan elastis memiliki satu jenis tumbukan yaitu tumbukan lenting sempurna dengan koefisien restitusi $e = 1$ seperti pada persamaan dibawah ini

$$e = -\frac{(v'_1 - v'_2)}{v_1 - v_2} = 1$$

Tumbukan lenting sempurna atau elastis sempurna, berlaku hukum kekekalan momentum dan hukum kekekalan energi kinetik, yaitu jumlah energi kinetik kedua benda sesudah tumbukan sama dengan jumlah energi kinetik kedua benda sebelum tumbukan. Berikut merupakan contoh tumbukan lenting sempurna



a. Hukum kekekalan energi kinetik

$$Ek_1 + Ek_2 = Ek_1' + Ek_2'$$

$$\frac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 \cdot v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot v_2'^2$$

b. Hukum kekekalan momentum

$$P_1 + P_2 = P_1' + P_2'$$

$$m_1 \cdot v_1 - m_1 \cdot v_1' = m_2 \cdot v_2' - m_2 \cdot v_2'$$

Untuk mencari kecepatan sebuah benda setelah tumbukan yaitu bisa menggunakan persamaan berikut :

$$m_1 \cdot v_1 - m_1 \cdot v_1' = m_2 \cdot v_2' - m_2 \cdot v_2'$$

C. ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan : Buku ajar fisika, buku catatan, dan alat tulis.

D. LANGKAH PENYELESAIAN

1. Berkelompoklah dengan teman sebangkumu!
2. Amati permasalahan yang terdapat pada gambar 1 dibawah ini!
3. Catat data yang terdapat pada setiap gambar di dalam tabel teknik tabulasi!
4. Hitunglah kecepatan kedua benda setelah terjadinya tumbukan!
5. Buatlah suatu kesimpulan sesuai hasil pada diskusimu!

Gambar 1



E. TEKNIK TABULASI

Deskripsi	Benda 1	Benda 2	Total	e
Massa benda m				
Kecepatan benda sebelum tumbukan v_i				
Momentum p				
Kecepatan benda setelah tumbukan v_i'	$\frac{m_2(v_2 - v_1)e + \sum p}{\sum m}$	$\frac{m_1(v_1 - v_2)e + \sum p}{\sum m}$		

Keterangan simbol diatas :

m = massa benda (kg)

v_i = kecepatan benda sebelum tumbukan (m/s)

p = momentum (kg m/s)

v_i' = kecepatan benda setelah tumbukan (m/s)

Berikut persamaan untuk mencari kecepatan kedua benda setelah tumbukan menggunakan teknik tabulasi :

$$v_1' = \frac{m_2(v_2 - v_1)e + \sum p}{\sum m}$$

$$v_2' = \frac{m_1(v_1 - v_2)e + \sum p}{\sum m}$$



F. ANALISA DATA

1. Berdasarkan gambar 1 Tentukan kecepatan kedua benda (nilai dan arah) setelah tumbukan beserta tanda positif (+) dan negatif (-), jika koefisien restitusi $e = 1$ dengan menggunakan persamaan dibawah ini

$$v_1' = \frac{m_2(v_2 - v_1)e + \sum p}{\sum m}$$

$$v_2' = \frac{m_1(v_1 - v_2)e + \sum p}{\sum m}$$

Jawaban:

.....

.....

.....

2. Berdasarkan data pada tabel tentukan besar energi kinetik sebelum tumbukan ?

Jawaban :

.....

.....

.....

3. Berdasarkan data pada tabel dan nomor 1 tentukan besar energi kinetik setelah tumbukan ?

Jawaban :

.....

.....

.....



G. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan anda pada gambar 1, maka tuliskan kesimpulan hasil diskusi dengan kelompok anda !

Jawaban :

.....

.....

.....

.....





LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

TUMBUKAN SENTRAL

TUMBUKAN TIDAK LENTING SAMA SEKALI

NAMA :

KELAS :

MATA PELAJARAN :

NO.ABSEN :



PETUNJUK Pengerjaan

1. Kerjakan secara berkelompok
2. Siapkan buku dan alat tulis
3. Amati sebuah permasalahan yang terdapat pada gambar
4. Catatlah data yang diketahui sesuai pada kriteria tabel
5. Lakukan perhitungan dengan teknik tabulasi dengan menggunakan persamaan yang tersedia
6. Diskusikan secara berkelompok hasil dari perhitungan yang diperoleh

A. TUJUAN TEKNIK TABEL

- Peserta didik dapat menyelesaikan sebuah permasalahan tentang tumbukan sentral dengan teknik tabulasi sebagai peningkatan hasil belajar siswa dengan tepat
- Peserta didik dapat menggunakan teknik tabulasi sebagai cara cepat pada saat menyelesaikan soal ujian seperti UTBK.

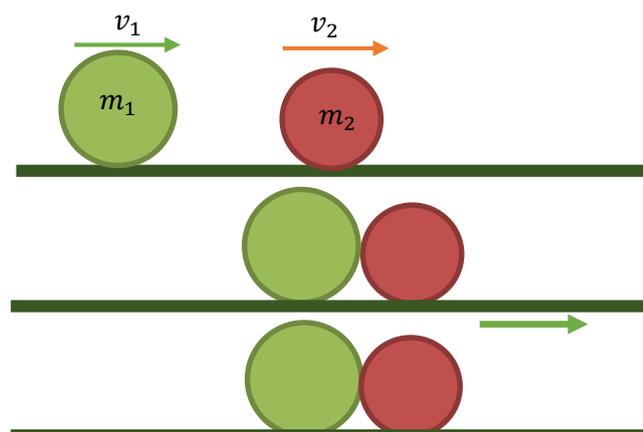
B. LANDASAN TEORI

Momentum merupakan besaran vektor dan momentum juga memiliki arah. Momentum sebuah benda yang searah dengan kecepatan benda. Dalam gerakan satu dimensi, arah momentum sering dinyatakan dalam tanda positif untuk ke kanan dan negatif untuk ke kiri dan satuan momentum adalah $kg \frac{m}{s}$. Momentum linier merupakan sebuah partikel atau benda yang dapat dimodelkan sebagai partikel dengan massa m dan bergerak dengan kecepatan v yang mana dapat didefinisikan sebagai hasil kali massa dan kecepatan

$$p = mv$$

Tumbukan merupakan bertemunya dua benda yang bergerak. Tumbukan sentral adalah apabila vektor-vektor kecepatan dari benda benda yang bertumbukan adalah segaris. Jenis jenis tumbukan terbagi menjadi dua yaitu tumbukan elastis dengan tumbukan tidak elastis. Tumbukan tidak elastis memiliki dua jenis tumbukan yaitu tumbukan lenting sebagian dan tumbukan tidak lenting sama sekali. Tumbukan tidak lenting sama sekali, sesaat setelah tumbukan kedua benda bersatu dan bergerak bersama dengan kecepatan yang sama. Tumbukan tidak lenting sama sekali dari dua buah benda selalu melibatkan adanya kehilangan energi kinetik dari sistem. Kehilangan energi terjadi jika kedua benda itu kemudian menyatu, dalam hal ini disebut tumbukan tidak lenting sama sekali. Pada tumbukan tidak lenting ini besarnya nilai koefisien restitusi $e = 0$ seperti pada persamaan dibawah ini dan beserta contohnya :

$$e = -\frac{(v_1' - v_2')}{v_1 - v_2} = 0$$



Hukum kekekalan momentum

$$P_1 + P_2 = P_1' + P_2'$$

$$m_1 \cdot v_1 - m_1 \cdot v_1' = m_2 \cdot v_2' - m_2 \cdot v_2$$

Untuk mencari energi kinetik dapat menggunakan persamaan :

$$\frac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 \cdot v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot v_2'^2$$

Untuk mencari kecepatan sebuah benda setelah tumbukan yaitu bisa menggunakan persamaan berikut :

$$v' = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}$$

C. ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan : Buku ajar fisika, buku catatan, dan alat tulis.

D. LANGKAH PENYELESAIAN

1. Berkelompoklah dengan teman sebangkumu!
2. Amati permasalahan yang terdapat pada gambar 2 dibawah ini!
3. Catat data yang terdapat pada setiap gambar di tabel teknik tabulasi!
4. Hitunglah kecepatan kedua benda setelah terjadinya tumbukan!
5. Buatlah suatu kesimpulan sesuai hasil pada diskusimu!

Gambar 2



E. TEKNIK TABULASI

Deskripsi	Benda 1	Benda 2	Total	e
Massa benda m				
Kecepatan benda sebelum tumbukan v_i				
Momentum p				
Kecepatan benda setelah tumbukan v_i'	$\frac{m_2(v_2 - v_1)e + \sum p}{\sum m}$	$\frac{m_1(v_1 - v_2)e + \sum p}{\sum m}$		

Keterangan simbol diatas :

m = massa benda (kg)

v_i = kecepatan benda sebelum tumbukan (m/s)

p = momentum (kg m/s)

v_i' = kecepatan benda setelah tumbukan (m/s)

Berikut persamaan untuk mencari kecepatan kedua benda setelah tumbukan menggunakan teknik tabulasi :

$$v_1' = \frac{m_2(v_2 - v_1)e + \sum p}{\sum m}$$

$$v_2' = \frac{m_1(v_1 - v_2)e + \sum p}{\sum m}$$



F. ANALISA DATA

1. Berdasarkan gambar 1 Tentukan kecepatan kedua benda (nilai dan arah) setelah tumbukan beserta tanda positif (+) dan negatif (-), jika koefisien restitusi $e = 0$ dengan menggunakan persamaan dibawah ini

$$v_1' = \frac{m_2(v_2 - v_1)e + \sum p}{\sum m}$$
$$v_2' = \frac{m_1(v_1 - v_2)e + \sum p}{\sum m}$$

Jawaban:

.....

.....

.....

2. Berdasarkan data pada tabel tentukan besar energi kinetik sebelum tumbukan ?

Jawaban :

.....

.....

.....

3. Berdasarkan data pada tabel dan nomer 1 tentukan besar energi kinetik setelah tumbukan ?

Jawaban :

.....

.....

.....



G. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan anda pada gambar 2, maka tuliskan kesimpulan hasil diskusi dengan kelompok anda !

Jawaban :

.....

.....

.....

.....





LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

TUMBUKAN SENTRAL

TUMBUKAN LENTING SEBAGIAN

NAMA :

KELAS :

MATA PELAJARAN :

NO.ABSEN :



PETUNJUK Pengerjaan

1. Kerjakan secara berkelompok
2. Siapkan buku dan alat tulis
3. Amati sebuah permasalahan yang terdapat pada gambar
4. Catatlah data yang diketahui sesuai pada kriteria tabel
5. Lakukan perhitungan dengan teknik tabulasi dengan menggunakan persamaan yang tersedia
6. Diskusikan secara berkelompok hasil dari perhitungan yang diperoleh

A. TUJUAN TEKNIK TABEL

- Peserta didik dapat menyelesaikan sebuah permasalahan tentang tumbukan sentral dengan teknik tabulasi sebagai peningkatan hasil belajar dengan tepat
- Peserta didik dapat menggunakan teknik tabulasi sebagai cara cepat pada saat menyelesaikan soal ujian seperti UTBK.

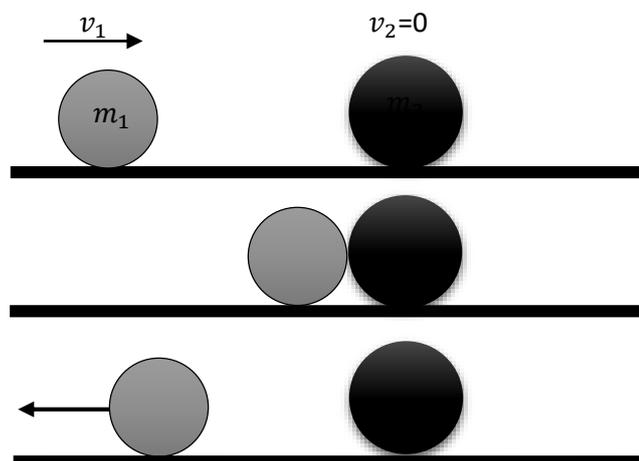
B. LANDASAN TEORI

Momentum merupakan besaran vektor dan momentum juga memiliki arah. Momentum sebuah benda yang searah dengan kecepatan benda. Dalam gerakan satu dimensi, arah momentum sering dinyatakan dalam tanda positif untuk ke kanan dan negatif untuk ke kiri dan satuan momentum adalah kg.m/s. Momentum linier merupakan sebuah partikel atau benda yang dapat dimodelkan sebagai partikel dengan massa m dan bergerak dengan kecepatan v yang mana dapat didefinisikan sebagai hasil kali massa dan kecepatan

$$P = mv$$

Tumbukan merupakan bertemunya dua benda yang bergerak. Tumbukan sentral adalah apabila vektor-vektor kecepatan dari benda-benda yang bertumbukan adalah segaris. Jenis-jenis tumbukan terbagi menjadi dua yaitu tumbukan elastis dengan tumbukan tidak elastis. Tumbukan tidak elastis memiliki dua jenis tumbukan yaitu tumbukan lenting sebagian dan tumbukan tidak lenting sama sekali. Hukum kekekalan momentum berlaku untuk semua jenis tumbukan. Akan tetapi, hukum kekekalan energi kinetik hanya berlaku pada tumbukan lenting sempurna. Pada tumbukan lenting sebagian, sebagian energi kinetik setelah tumbukan akan berubah bentuk menjadi energi lain seperti energi panas, bunyi, dan sebagainya sehingga jumlah energi kinetik setelah tumbukan akan lebih kecil daripada sebelum tumbukan. Koefisien restitusi pada tumbukan lenting sebagian mempunyai nilai antara 0 sampai 1, dapat ditulis:

$$0 < -\frac{(v_1' - v_2')}{v_1 - v_2} < 1$$



e =

Hukum kekekalan momentum

$$m_1 \cdot v_1 - m_1 \cdot v_1' = m_2 \cdot v_2' - m_2 \cdot v_2$$

Untuk mencari energi kinetik dapat menggunakan persamaan :

$$\frac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 \cdot v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot v_2'^2$$

Untuk mencari kecepatan sebuah benda setelah tumbukan yaitu bisa menggunakan persamaan berikut :

$$v' = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}$$

C. ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan : Buku ajar fisika, buku catatan, dan alat tulis.

D. LANGKAH PENYELESAIAN

1. Berkelompoklah dengan teman sebangkumu!
2. Amati permasalahan yang terdapat pada gambar 3 dibawah ini!
3. Catat data yang terdapat pada setiap gambar di tabel teknik tabulasi!
4. Hitunglah kecepatan kedua benda setelah terjadinya tumbukan!
5. Buatlah suatu kesimpulan sesuai hasil pada diskusimu!

Gambar 3



$$v_1 = 60 \frac{m}{s}$$

$$m_1 = 110 \text{ kg}$$

$$E = 0,5 \text{ cm}$$



$$v_2 = 0 \frac{m}{s}$$

$$m_2 = 900 \text{ kg}$$



E. TEKNIK TABULASI

Deskripsi	Benda 1	Benda 2	Total	e
Massa benda m				
Kecepatan benda sebelum tumbukan v_i				
Momentum p				
Kecepatan benda setelah tumbukan v_i'	$\frac{m_2(v_2 - v_1)e + \sum p}{\sum m}$	$\frac{m_1(v_1 - v_2)e + \sum p}{\sum m}$		

Keterangan simbol diatas :

m = massa benda (kg)

v_i = kecepatan benda sebelum tumbukan (m/s)

p = momentum (kg.m/s)

v_i' = kecepatan benda setelah tumbukan (m/s)

Berikut persamaan untuk mencari kecepatan kedua benda setelah tumbukan menggunakan teknik tabulasi :

$$v_1' = \frac{m_2(v_2 - v_1)e + \sum p}{\sum m}$$

$$v_2' = \frac{m_1(v_1 - v_2)e + \sum p}{\sum m}$$



F. ANALISA DATA

1. Berdasarkan gambar 1 Tentukan kecepatan kedua benda (nilai dan arah) setelah tumbukan beserta tanda positif (+) dan negatif (-), jika koefisien restitusi $e = 0,5$ dengan menggunakan persamaan dibawah ini

$$v_1' = \frac{m_2(v_2 - v_1)e + \sum p}{\sum m}$$
$$v_2' = \frac{m_1(v_1 - v_2)e + \sum p}{\sum m}$$

Jawaban:

.....

.....

.....

2. Berdasarkan data pada tabel tentukan besar energi kinetik sebelum tumbukan ?

Jawaban :

.....

.....

.....

3. Berdasarkan data pada tabel dan nomer 1 tentukan besar energi kinetik setelah tumbukan ?

Jawaban :

.....

.....

.....



KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan anda pada gambar 3, maka tuliskan kesimpulan hasil diskusi dengan kelompok anda !

Jawaban :

.....

.....

.....

.....



Lampiran 4. Kisi- Kisi Soal dan Soal *Pretest Posttest*

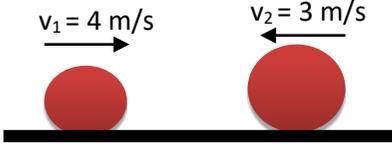
Lmpiran 4a. Kisi-Kisi Soal *Pretest*

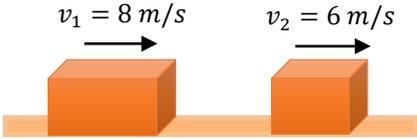
KISI – KISI DAN RUBRIK PENILAIAN PRETEST TUMBUKAN SENTRAL

Nama Sekolah : SMA Negeri Ambulu Alokasi Waktu : 30 Menit
 Mata Pelajaran : Fisika Jumlah Soal : 10
 Materi Pokok : Tumbukan Sentral Bentuk Soal : Pilihan Ganda
 Kelas/Semester : XI/Ganjil

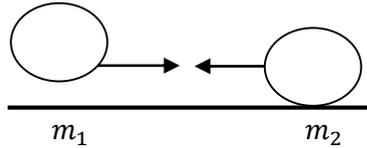
Kompetensi Dasar	Indikator	Indikator Soal	Nomor Soal	Soal	Kunci Jawaban	Nilai																				
Menganalisis tumbukan sentral pada lenting sempurna ($e=1$)	Mengukur kecepatan yang terjadi setelah mengalami tumbukan	Mengukur besarnya kecepatan setelah tumbukan pada lenting sempurna	1	 <p>Dua benda A (3 kg) dan B (5 kg) bergerak searah dengan kecepatan masing-masing 8 m/s dan 4 m/s. Apabila benda A menumbuk benda B secara lenting sempurna, maka kecepatan masing-masing</p>	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Benda A</th> <th>Benda B</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>8</td> <td>4</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>24</td> <td>20</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>v'</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> $v_A' = \frac{m_B(v_B - v_A)e + \sum p}{\sum m}$ $v_A' = \frac{5(4-8)1 + (44)}{8} = 3 \text{ m/s}$		Benda A	Benda B	Total	m	3	5	8	v	8	4	12	p	24	20	44	v'				10
	Benda A	Benda B	Total																							
m	3	5	8																							
v	8	4	12																							
p	24	20	44																							
v'																										

				<p>benda sesudah tumbukan adalah ...</p> <p>A. 3 m/s dan 7 m/s B. 6 m/s dan 10 m/s C. 4,25 m/s dan 10 m/s D. 5,5 m/s dan 9,5 m/s E. 8 m/s dan 4 m/s</p>	$v_B' = \frac{m_A(v_A - v_B)e + \sum p}{\sum m}$ $v_B' = \frac{3(8-4)1 + 44}{8} = 7 \text{ m/s}$ <p>Jadi $v_A' = 3 \text{ m/s}$ dan $v_B' = 7 \text{ m/s}$.</p>																									
			2	<p>Suatu truk bermuatan sembako dengan berat total 500 kg di tol Cipularang melaju dengan kecepatan 20 m/s, saat di tengah jalan truk mengalami rem blong dan menumbruk truk bermuatan pupuk dengan berat total 700 kg didepannya yang sedang melaju dengan kecepatan 10 m/s. Jika terjadi tumbukan lentng sempurna, kecepatan masing-masing truk setelah tumbukan adalah....</p> <p>A. 8,3 m/s dan 18,3 m/s B. 6 m/s dan 10 m/s C. 4,25 m/s dan 10 m/s D. 5,5 m/s dan 9,5 m/s</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Benda A</th> <th>Benda B</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>500</td> <td>700</td> <td>1.200</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>20</td> <td>10</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>10.000</td> <td>7000</td> <td>17.000</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>'</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> $v_A' = \frac{m_B(v_B - v_A)e + \sum p}{\sum m}$ $v_A' = \frac{700(10 - 20)1 + 17.000}{1.200}$ $= 8,3 \text{ m/s}$ $v_B' = \frac{m_A(v_A - v_B)e + \sum p}{\sum m}$		Benda A	Benda B	Total	m	500	700	1.200	v	20	10	30	p	10.000	7000	17.000	v				'				10
	Benda A	Benda B	Total																											
m	500	700	1.200																											
v	20	10	30																											
p	10.000	7000	17.000																											
v																														
'																														

				E. 8 m/s dan 4 m/s	v_B' $= \frac{500(20 - 10)1 + 17.000}{1.200}$ $= 18,3 \frac{m}{s}$ <p>Jadi $v_A' = 8,3$ m/s dan $v_B' = 18,3$ m/s.</p>																				
		3	 <p>Bola A dan bola B saling bergerak mendekat dan mengalami tumbukan. Massa bola A dan massa bola B berturut-turut 4 kg dan 5 kg. Kecepatan benda A 4 m/s ke kanan dan kecepatan benda B 3 m/s ke kiri. Jika keduanya mengalami tumbukan lenting sempurna, kecepatan bola A dan bola B berturut-turut setelah tumbukan adalah ...</p> <p>A. -3.78 m/s dan 7 m/s B. -3.78 m/s dan 3.22 m/s C. -3.2 m/s dan 7 m/s</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Benda A</th> <th>Benda B</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>4</td> <td>-3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>16</td> <td>-15</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>v'</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> $v_A' = \frac{m_B(v_B - v_A)e + \sum p}{\sum m}$ $v_A' = \frac{5(-3 - 4)1 + 1}{9} = -3.78 \text{ m/s}$ $v_B' = \frac{m_A(v_A - v_B)e + \sum p}{\sum m}$ $v_B' = \frac{4(4 - (-3))1 + 1}{9} = 3.22 \text{ m/s}$		Benda A	Benda B	Total	m	4	5	9	v	4	-3	1	p	16	-15	1	v'				10
	Benda A	Benda B	Total																						
m	4	5	9																						
v	4	-3	1																						
p	16	-15	1																						
v'																									

				D. -3.2 m/s dan 3.8 m/s E. -7 m/s dan 3.78 m/s																						
Menganalisis tumbukan sentral pada lenting sebagian ($0 < e < 1$)	Mengukur kecepatan yang terjadi setelah mengalami tumbukan	Mengukur besarnya kecepatan setelah tumbukan pada lenting sebagian	4	 <p>Dua buah benda masing-masing bermassa $m_1 = 5\text{kg}$ dan $m_2 = 4\text{kg}$ bergerak pada satu garis lurus dengan arah yang sama dengan kecepatan $v_1 = 8\text{m/s}$ dan $v_2 = 6\text{m/s}$, kemudian bertumbukan dengan koefisien 0,5. Kecepatan masing-masing benda setelah tumbukan adalah.....</p> <p>A. $6,6 \text{ m.s}^{-1}$ dan $7,6 \text{ m.s}^{-1}$ B. $9,6 \text{ m.s}^{-1}$ dan $8,6 \text{ m.s}^{-1}$ C. 13 m.s^{-1} dan 14 m.s^{-1} D. $15,6 \text{ m.s}^{-1}$ dan $14,6 \text{ m.s}^{-1}$ E. 7 m.s^{-1} dan $6,6 \text{ m.s}^{-1}$</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Benda1</th> <th>Benda 2</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>8</td> <td>6</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>40</td> <td>24</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>v'</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p> $v_2' = \frac{m_1(v_1 - v_2)e + \sum p}{\sum m}$ $v_2' = \frac{5(8-6)0,5 + (64)}{9}$ $v_2' = \frac{5+64}{9}$ $v_2' = \frac{69}{9}$ $v_2' = 7,6 \text{ m/s}$ Maka v_1' $v_1' = \frac{m_2(v_2 - v_1)e + \sum p}{\sum m}$ $v_1' = \frac{4(6-8)0,5 + (64)}{9}$ $v_1' = \frac{-4+64}{9}$ $v_1' = \frac{60}{9} = 6,6 \text{ m/s}$ jadi diperoleh kecepatan $v_1' = 6,6 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 7,6 \text{ m/s}$ </p>		Benda1	Benda 2	Total	m	5	4	9	v	8	6	14	p	40	24	64	v'				10
	Benda1	Benda 2	Total																							
m	5	4	9																							
v	8	6	14																							
p	40	24	64																							
v'																										

5



Dua bola dengan massa $m_1 = m_2 = 4$ kg bergerak pada satu garis lurus dalam arah berlawanan dengan kecepatan $v_1 = 3$ m/s dan $v_2 = -5$ m/s, kemudian bertumbukan dengan koefisien kelentingan $\frac{1}{2}$. Kecepatan masing-masing benda sesaat setelah tumbukan adalah ...

- A. $v_1' = -1$ m/s dan $v_2' = 1$ m/s berlawanan arah
- B. $v_1' = 2$ m/s dan $v_2' = 2$ m/s searah
- C. $v_1' = 3$ m/s dan $v_2' = -1$ m/s berlawanan arah
- D. $v_1' = 2$ m/s dan $v_2' = 1$ m/s searah
- E. $v_1' = -3$ m/s dan $v_2' = 1$ m/s berlawanan arah

10

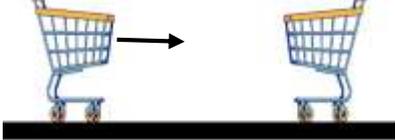
	Bola 1	Bola 2	Total
m	4	4	8
v	3	-5	-2
p	12	-20	-8
v'			

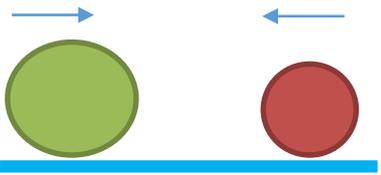
$$v_1' = \frac{m_2(v_2 - v_1)e + \sum p}{\sum m}$$

$$v_1' = \frac{4(-5 - 3)1/2 + (-8)}{8} = -\frac{24}{8} = -3 \text{ m/s}$$

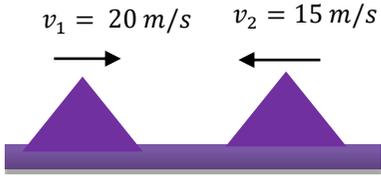
$$v_2' = \frac{m_1(v_1 - v_2)e + \sum p}{\sum m}$$

$$v_2' = \frac{4(3 - (-5))1/2 + (-8)}{8} = \frac{8}{8} = 1 \text{ m/s}$$

		6	<p>$v_A = 6 \text{ m/s}$ $v_B = 0$</p>  <p>Dua troli A dan B memiliki massa sama sebesar 500 g. Troli A bergerak dengan kecepatan 6 m/s menumbuk troli B yang diam. Tentukan kecepatan kedua troli setelah tumbukan, jika tumbukan yang terjadi lenting sebagian dengan koefisien kelentingan 0.4 ...</p> <p>A. 1.8 m/s dan 4.2 m/s B. -1.8 m/s dan 4.2 m/s C. 4.2 m/s dan 1.8 m/s D. -4.2 m/s dan 1.8 m/s E. 6 m/s dan -6 m/s</p>	<table border="1" data-bbox="1301 256 1776 427"> <thead> <tr> <th></th> <th>Troli A</th> <th>Troli B</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>6</td> <td>0</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> $v_A' = \frac{m_B(v_B - v_A)e + \sum p}{\sum m}$ $v_A' = \frac{0.5(0 - 6)0.4 + 3}{1} = 1.8 \text{ m/s}$ $v_B' = \frac{m_A(v_A - v_B)e + \sum p}{\sum m}$ $v_B' = \frac{0.5(6 - 0)0.4 + 3}{1} = 4.2 \text{ m/s}$		Troli A	Troli B	Total	m	0.5	0.5	1	v	6	0	6	p	3	0	3	10
	Troli A	Troli B	Total																		
m	0.5	0.5	1																		
v	6	0	6																		
p	3	0	3																		
		7		<table border="1" data-bbox="1301 1265 1776 1383"> <thead> <tr> <th></th> <th>Benda 1</th> <th>Benda 2</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>		Benda 1	Benda 2	Total	m	4	2	6	10								
	Benda 1	Benda 2	Total																		
m	4	2	6																		

				<p> $v_1 = 3 \text{ m/s}$ $v_2 = 6 \text{ m/s}$  </p> <p> Dua bola masing-masing mempunyai massa $m_1 = 4 \text{ kg}$ dan $m_2 = 2 \text{ kg}$ bergerak pada satu garis lurus dalam arah berlawanan dengan kecepatan $v_1 = 3 \text{ m/s}$ dan $v_2 = 6 \text{ m/s}$, kemudian bertumbukan dengan koefisien kelentingan $1/3$. Kecepatan masing-masing benda sesaat setelah tumbukan adalah ... </p> <p> A. $v_1' = 0$ dan $v_2' = 0$ B. $v_1' = 3 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 6 \text{ m/s}$ searah C. $v_1' = 3 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 6 \text{ m/s}$ berlawanan arah D. $v_1' = 6 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 3 \text{ m/s}$ searah E. $v_1' = 1 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 2 \text{ m/s}$ berlawanan arah </p>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>v</td> <td>3</td> <td>-6</td> <td>-3</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>12</td> <td>-12</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>v'</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> $v_1' = \frac{m_2(v_2 - v_1)e + \Sigma p}{\Sigma m}$ $v_1' = \frac{2(-6 - 3)1/3 + 0}{6} = -1 \text{ m/s}$ $v_2' = \frac{m_1(v_1 - v_2)e + \Sigma p}{\Sigma m}$ $v_2' = \frac{4(3 - (-6))1/3 + 0}{6} = 2 \text{ m/s}$	v	3	-6	-3	p	12	-12	0	v'				
v	3	-6	-3															
p	12	-12	0															
v'																		

Menganalisis tumbukan sentral tidak lenting sama sekali $e = 0$	Mengukur kecepatan yang terjadi setelah mengalami tumbukan	Mengukur besarnya kecepatan setelah tumbukan tidak lenting sama sekali	8	<p>Sebuah truk A dengan kelajuan 25m/s menubruk truk B yang diam. Jika massa truk sama yaitu 500 kg dan tumbukan tidak tidak lenting. Tentukan kecepatan truk A dan truk B setelah tumbukan!</p> <p>A. 40 m/s B. 11 m/s C. 20 m/s D. 6 m/s E. 12,5 m/s</p>	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Benda A</th> <th>Benda B</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>500</td> <td>500</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>25</td> <td>0</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>12.500</td> <td>0</td> <td>12.500</td> </tr> </tbody> </table> $v_A' = v_B' = V = \frac{m_B(v_B - v_A)e + \sum p}{\sum m}$ $V = \frac{500(0 - 25)0 + (12.500)}{1000} = 12,5 \text{ m/s}$		Benda A	Benda B	Total	m	500	500	1000	v	25	0	25	p	12.500	0	12.500	10
	Benda A	Benda B	Total																			
m	500	500	1000																			
v	25	0	25																			
p	12.500	0	12.500																			
			9	 <p>Dua benda dengan kecepatan 2 m/s dan 4 m/s bergerak searah. Massa benda masing-masing sebesar 2 kg dan 3 kg. Apabila terjadi tumbukan tidak lenting sama sekali, kecepatan kedua</p>	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Benda 1</th> <th>Benda 2</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>4</td> <td>12</td> <td>16</td> </tr> </tbody> </table> $v_1' = v_2' = V = \frac{m_2(v_2 - v_1)e + \sum p}{\sum m}$		Benda 1	Benda 2	Total	m	2	3	5	v	2	4	6	p	4	12	16	10
	Benda 1	Benda 2	Total																			
m	2	3	5																			
v	2	4	6																			
p	4	12	16																			

				<p>benda tersebut setelah bertumbukan ...</p> <p>A. 3.4 m/s D. 6.2 m/s B. 3.2 m/s 6.7 m/s C. 4.2 m/s</p> <p>E.</p>	$v' = \frac{3(4-2)0+16}{5} = 3.2 \text{ m/s}$																									
			10	 <p>Dua benda masing-masing bermassa m, bergerak berlawanan arah dengan kecepatan masing-masing 20 m/s dan 15 m/s. Setelah tumbukan, kedua benda tersebut bersatu. Kecepatan kedua benda dan arah geraknya setelah tumbukan adalah ...</p> <p>A. 2.5 m/s ke kiri B. 2.5 m/s ke kanan</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Benda A</th> <th>Benda B</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>m</td> <td>m</td> <td>$2m$</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>20</td> <td>-15</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>$20m$</td> <td>$-15m$</td> <td>$5m$</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>,</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> $v_A' = v_B' = V = \frac{m_B(v_B - v_A)e + \Sigma p}{\Sigma m}$ $V = \frac{m(-15-20)0 + (5m)}{2m} = 2.5 \text{ m/s}$		Benda A	Benda B	Total	m	m	m	$2m$	v	20	-15	5	p	$20m$	$-15m$	$5m$	v				,				10
	Benda A	Benda B	Total																											
m	m	m	$2m$																											
v	20	-15	5																											
p	$20m$	$-15m$	$5m$																											
v																														
,																														

				C. 3.5 m/s ke kiri D. 3.5 m/s ke kanan E. 4.0 m/s ke kanan		
--	--	--	--	--	--	--

Lampiran 4b. Soal *Pretest*

LAMPIRAN SOAL PRETEST

NAMA SISWA :

.....

KELAS :

.....

NOMOR ABSEN:

.....

1. Dua benda A (3 kg) dan B (5 kg) bergerak searah dengan kecepatan masing-masing 8 m/s dan 4 m/s. Apabila benda A menumbuk benda B secara lenting sempurna, maka kecepatan masing-masing benda sesudah tumbukan adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah...



- A. 3 m/s dan 7 m/s
- B. 6 m/s dan 10 m/s
- C. 4,25 m/s dan 10 m/s
- D. 5,5 m/s dan 9,5 m/s
- E. 8 m/s dan 4 m/s

Jawab:.....

.....

.....

.....

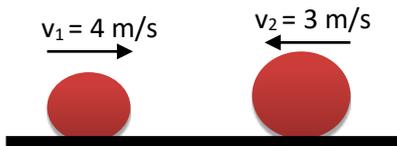
.....

2. Suatu truk bermuatan sembako dengan berat total 500kg di tol Cipularang melaju dengan kecepatan 20 m/s, sesampainya di tengah jalan truk mengalami rem blong dan menumbruk truk bermuatan pupuk dengan berat total 700kg didepannya yang sedang melaju dengan kecepatan 10 m/s. Jika terjadi tumbukan lentng sempurna, kecepatan masing-masing truk setelah tumbukan adalah....

- A. 8,3 m/s dan 18,3 m/s
- B. 6 m/s dan 10 m/s
- C. 4,25 m/s dan 10 m/s
- D. 5,5 m/s dan 9,5 m/s
- E. 8 m/s dan 4 m/s

Jawab:.....

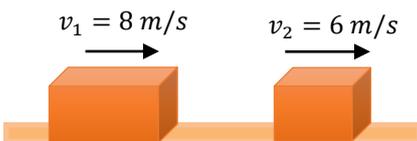
3. Bola A dan bola B saling bergerak mendekat dan mengalami tumbukan. Massa bola A dan massa bola B berturut-turut 4 kg dan 5 kg. Kecepatan benda A 4 m/s ke kanan dan kecepatan benda B 3 m/s ke kiri. Jika keduanya mengalami tumbukan lenting sempurna, kecepatan bola A dan bola B berturut-turut setelah tumbukan adalah ...



- A. -3.78 m/s dan 7 m/s
- B. -3.78 m/s dan 3.22 m/s
- C. -3.2 m/s dan 7 m/s
- D. -3.2 m/s dan 3.8 m/s
- E. -7 m/s dan 3.78 m/s

Jawab:.....

4.



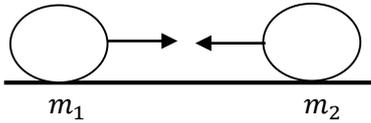
Seperti gambar diatas terdapat dua buah benda masing-masing bermassa $m_1 = 5\text{kg}$ dan $m_2 = 4\text{kg}$ bergerak pada satu garis lurus dengan arah yang sama dengan kecepatan $v_1 = 8\text{m/s}$ dan $v_2 = 6\text{m/s}$, kemudian bertumbukan dengan koefesien 0,5. Kecepatan masing-masing benda setelah tumbukan adalah.....

- A. $6,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dan $7,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- B. $9,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dan $8,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- C. $13 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dan $14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- D. $15,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dan $14,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- E. $7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dan $6,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Jawab:.....

.....

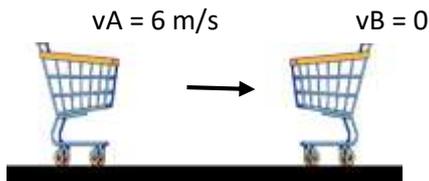
5. Dua bola dengan massa $m_1 = m_2 = 4 \text{ kg}$ bergerak pada satu garis lurus dalam arah berlawanan dengan kecepatan $v_1 = 3 \text{ m/s}$ dan $v_2 = -5 \text{ m/s}$, kemudian bertumbukan dengan koefisien kelentingan $\frac{1}{2}$. Kecepatan masing-masing benda sesaat setelah tumbukan adalah ...



- A. $v_1' = -1 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 1 \text{ m/s}$ berlawanan arah
- B. $v_1' = 2 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 2 \text{ m/s}$ searah
- C. $v_1' = 3 \text{ m/s}$ dan $v_2' = -1 \text{ m/s}$ berlawanan arah
- D. $v_1' = 2 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 1 \text{ m/s}$ searah
- E. $v_1' = -3 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 1 \text{ m/s}$ berlawanan arah

Jawab:.....

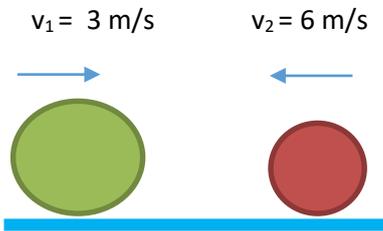
6. Dua troli A dan B seperti pada gambar memiliki massa sama sebesar 500 g. Troli A bergerak dengan kecepatan 6 m/s menumbuk troli B yang diam. Tentukan kecepatan kedua troli setelah tumbukan, jika tumbukan yang terjadi lenting sebagian dengan koefisien kelentingan 0.4 ...



- A. 1.8 m/s dan 4.2 m/s
- B. -1.8 m/s dan 4.2 m/s
- C. 4.2 m/s dan 1.8 m/s
- D. -4.2 m/s dan 1.8 m/s
- E. 6 m/s dan -6 m/s

Jawab:.....

7. Dua bola masing-masing mempunyai massa $m_1 = 4 \text{ kg}$ dan $m_2 = 2 \text{ kg}$ bergerak pada satu garis lurus dalam arah berlawanan dengan kecepatan $v_1 = 3 \text{ m/s}$ dan $v_2 = 6 \text{ m/s}$, kemudian bertumbukan dengan koefisien kelentingan $1/3$. Kecepatan masing-masing benda sesaat setelah tumbukan adalah ...



- A. $v_1' = 0$ dan $v_2' = 0$
- B. $v_1' = 3 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 6 \text{ m/s}$ searah
- C. $v_1' = 3 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 6 \text{ m/s}$ berlawanan arah
- D. $v_1' = 6 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 3 \text{ m/s}$ searah
- E. $v_1' = 1 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 2 \text{ m/s}$ berlawanan arah

Jawab:.....

8. Sebuah truk A dengan kelajuan 25 m/s menubruk truk B yang diam. Jika massa truk sama yaitu 500 kg dan tumbukan tidak lenting. Tentukan kecepatan truk A dan truk B setelah tumbukan!

- A. 40 m/s
- B. 11 m/s
- C. 20 m/s
- D. 6 m/s
- E. $12,5 \text{ m/s}$

Jawab:.....

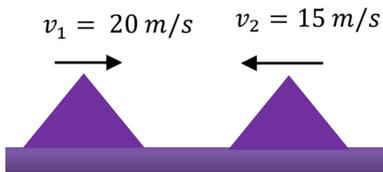
9. Dua benda dengan kecepatan 2 m/s dan 4 m/s bergerak searah. Massa benda masing-masing sebesar 2 kg dan 3 kg . Apabila terjadi tumbukan tidak lenting sama sekali, kecepatan kedua benda tersebut setelah bertumbukan, seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ...



- A. 3.4 m/s
- B. 6.2 m/s
- C. 3.2 m/s
- D. 6.7 m/s
- E. 4.2 m/s

Jawab:.....

10. Dua benda masing-masing bermassa m seperti pada gambar dibawah, bergerak berlawanan arah dengan kecepatan masing-masing 20 m/s dan 15 m/s. Setelah tumbukan, kedua benda tersebut bersatu. Kecepatan kedua benda dan arah geraknya setelah tumbukan adalah ...



- A. 2.5 m/s ke kiri
- B. 2.5 m/s ke kanan
- C. 3.5 m/s ke kiri
- D. 3.5 m/s ke kanan
- E. 4.0 m/s ke kanan

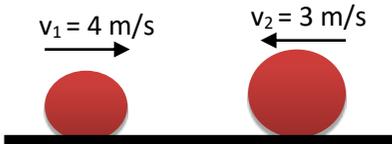
Jawab:.....

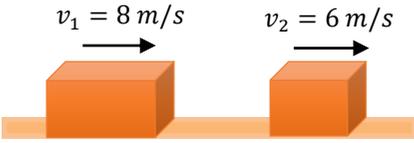
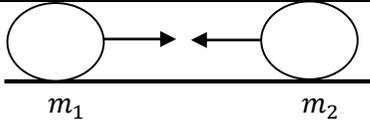
Lampiran 4c. Kisi- Kisi Soal *Posttest***KISI – KISI DAN RUBRIK PENILAIAN POSTTEST TUMBUKAN SENTRAL**

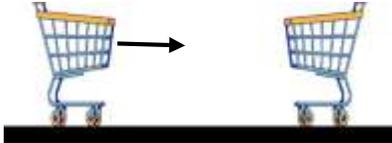
Nama Sekolah : SMA Negeri Ambulu Alokasi Waktu : 30 Menit
 Mata Pelajaran : Fisika Jumlah Soal : 10
 Materi Pokok : Tumbukan Sentral Bentuk Soal : Pilihan Ganda
 Kelas/Semester : XI/Ganjil

Kompetensi Dasar	Indikator	Indikator Soal	Nomor Soal	Soal	Kunci Jawaban	Nilai																				
Menganalisis tumbukan sentral pada lenting sempurna ($e=1$)	Mengukur kecepatan yang terjadi setelah mengalami tumbukan	Mengukur besarnya kecepatan setelah tumbukan pada lenting sempurna	1	 <p>Dua benda A (3 kg) dan B (5 kg) bergerak searah dengan kecepatan masing-masing 8 m/s dan 4 m/s. Apabila benda A menumbuk benda B secara lenting sempurna, maka kecepatan masing-masing benda sesudah tumbukan adalah ...</p> <p>A. 3 m/s dan 7 m/s</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Benda A</th> <th>Benda B</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>8</td> <td>4</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>24</td> <td>20</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>v'</td> <td colspan="3"></td> </tr> </tbody> </table> $v_A' = \frac{m_B(v_B - v_A)e + \Sigma p}{\Sigma m}$ $v_A' = \frac{5(4-8)1 + (44)}{8} = 3 \text{ m/s}$		Benda A	Benda B	Total	m	3	5	8	v	8	4	12	p	24	20	44	v'				10
	Benda A	Benda B	Total																							
m	3	5	8																							
v	8	4	12																							
p	24	20	44																							
v'																										

				<p>B. 6 m/s dan 10 m/s C. 4,25 m/s dan 10 m/s D. 5,5 m/s dan 9,5 m/s E. 8 m/s dan 4 m/s</p>	$v_B' = \frac{m_A(v_A - v_B)e + \sum p}{\sum m}$ $v_B' = \frac{3(8-4)1 + 44}{8} = 7 \text{ m/s}$ <p>Jadi $v_A' = 3 \text{ m/s}$ dan $v_B' = 7 \text{ m/s}$.</p>																									
			2	<p>Suatu truk bermuatan sembako dengan berat total 500 kg di tol Cipularang melaju dengan kecepatan 20 m/s, saat di tengah jalan truk mengalami rem blong dan menumbruk truk bermuatan pupuk dengan berat total 700 kg didepannya yang sedang melaju dengan kecepatan 10 m/s. Jika terjadi tumbukan lentng sempurna, kecepatan masing-masing truk setelah tumbukan adalah....</p> <p>A. 8,3 m/s dan 18,3 m/s B. 6 m/s dan 10 m/s C. 4,25 m/s dan 10 m/s D. 5,5 m/s dan 9,5 m/s E. 8 m/s dan 4 m/s</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Benda A</th> <th>Benda B</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>m</i></td> <td>500</td> <td>700</td> <td>1.200</td> </tr> <tr> <td><i>v</i></td> <td>20</td> <td>10</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td><i>p</i></td> <td>10.000</td> <td>7000</td> <td>17.000</td> </tr> <tr> <td><i>v</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>,</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> $v_A' = \frac{m_B(v_B - v_A)e + \sum p}{\sum m}$ $v_A' = \frac{700(10 - 20)1 + 17.000}{1.200}$ $= 8,3 \text{ m/s}$ $v_B' = \frac{m_A(v_A - v_B)e + \sum p}{\sum m}$		Benda A	Benda B	Total	<i>m</i>	500	700	1.200	<i>v</i>	20	10	30	<i>p</i>	10.000	7000	17.000	<i>v</i>				,				10
	Benda A	Benda B	Total																											
<i>m</i>	500	700	1.200																											
<i>v</i>	20	10	30																											
<i>p</i>	10.000	7000	17.000																											
<i>v</i>																														
,																														

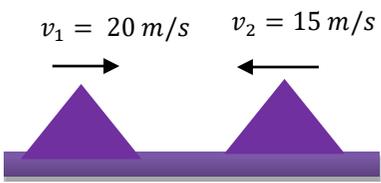
					$v_B' = \frac{500(20 - 10)1 + 17.000}{1.200}$ $= 18,3 \frac{m}{s}$ <p>Jadi $v_A' = 8,3$ m/s dan $v_B' = 18,3$ m/s.</p>																					
			3	 <p>Bola A dan bola B saling bergerak mendekat dan mengalami tumbukan. Massa bola A dan massa bola B berturut-turut 4 kg dan 5 kg. Kecepatan benda A 4 m/s ke kanan dan kecepatan benda B 3 m/s ke kiri. Jika keduanya mengalami tumbukan lenting sempurna, kecepatan bola A dan bola B berturut-turut setelah tumbukan adalah ...</p> <p>A. -3.78 m/s dan 7 m/s B. -3.78 m/s dan 3.22 m/s C. -3.2 m/s dan 7 m/s D. -3.2 m/s dan 3.8 m/s E. -7 m/s dan 3.78 m/s</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Benda A</th> <th>Benda B</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>4</td> <td>-3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>16</td> <td>-15</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>v'</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> $v_A' = \frac{m_B(v_B - v_A)e + \sum p}{\sum m}$ $v_A' = \frac{5(-3 - 4)1 + 1}{9} = -3.78 \text{ m/s}$ $v_B' = \frac{m_A(v_A - v_B)e + \sum p}{\sum m}$ $v_B' = \frac{4(4 - (-3))1 + 1}{9} = 3.22 \text{ m/s}$		Benda A	Benda B	Total	m	4	5	9	v	4	-3	1	p	16	-15	1	v'				10
	Benda A	Benda B	Total																							
m	4	5	9																							
v	4	-3	1																							
p	16	-15	1																							
v'																										

<p>Menganalisis tumbukan sentral pada lenting sebagian ($0 < e < 1$)</p>	<p>Mengukur kecepatan yang terjadi setelah mengalami tumbukan</p>	<p>Mengukur besarnya kecepatan setelah tumbukan pada lenting sebagian</p>	<p>4</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Dua buah benda masing-masing bermassa $m_1 = 5\text{kg}$ dan $m_2 = 4\text{kg}$ bergerak pada satu garis lurus dengan arah yang sama dengan kecepatan $v_1 = 8\text{m/s}$ dan $v_2 = 6\text{m/s}$, kemudian bertumbukan dengan koefisien 0,5. Kecepatan masing-masing benda setelah tumbukan adalah.....</p> <p>A. $6,6 \text{ m.s}^{-1}$ dan $7,6 \text{ m.s}^{-1}$ B. $9,6 \text{ m.s}^{-1}$ dan $8,6 \text{ m.s}^{-1}$ C. 13 m.s^{-1} dan 14 m.s^{-1} D. $15,6 \text{ m.s}^{-1}$ dan $14,6 \text{ m.s}^{-1}$ E. 7 m.s^{-1} dan $6,6 \text{ m.s}^{-1}$</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Benda 1</th> <th>Benda 2</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>8</td> <td>6</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>40</td> <td>24</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>v'</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> $v_2' = \frac{m_1(v_1 - v_2)e + \sum p}{\sum m}$ $v_2' = \frac{5(8 - 6)0,5 + (64)}{9}$ $v_2' = \frac{5 + 64}{9}$ $v_2' = \frac{69}{9}$ $v_2' = 7,6 \text{ m/s}$ <p>Maka v_1'</p> $v_1' = \frac{m_2(v_2 - v_1)e + \sum p}{\sum m}$ $v_1' = \frac{4(6 - 8)0,5 + (64)}{9}$ $v_1' = \frac{-4 + 64}{9}$ $v_1' = \frac{60}{9} = 6,6 \text{ m/s}$ <p>jadi diperoleh kecepatan $v_1' = 6,6 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 7,6 \text{ m/s}$</p>		Benda 1	Benda 2	Total	m	5	4	9	v	8	6	14	p	40	24	64	v'				<p>10</p>
	Benda 1	Benda 2	Total																							
m	5	4	9																							
v	8	6	14																							
p	40	24	64																							
v'																										
			<p>5</p>	<div style="text-align: center;">  </div>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Bola 1</th> <th>Bola 2</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>3</td> <td>-5</td> <td>-2</td> </tr> </tbody> </table>		Bola 1	Bola 2	Total	m	4	4	8	v	3	-5	-2	<p>10</p>								
	Bola 1	Bola 2	Total																							
m	4	4	8																							
v	3	-5	-2																							

				<p>Dua bola dengan massa $m_1 = m_2 = 4$ kg bergerak pada satu garis lurus dalam arah berlawanan dengan kecepatan $v_1 = 3$ m/s dan $v_2 = -5$ m/s, kemudian bertumbukan dengan koefisien kelentingan $\frac{1}{2}$. Kecepatan masing-masing benda sesaat setelah tumbukan adalah ...</p> <p>A. $v_1' = -1$ m/s dan $v_2' = 1$ m/s berlawanan arah B. $v_1' = 2$ m/s dan $v_2' = 2$ m/s searah C. $v_1' = 3$ m/s dan $v_2' = -1$ m/s berlawanan arah D. $v_1' = 2$ m/s dan $v_2' = 1$ m/s searah E. $v_1' = -3$ m/s dan $v_2' = 1$ m/s berlawanan arah</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">p</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">-20</td> <td style="text-align: center;">-8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">v'</td> <td colspan="3"></td> </tr> </table> $v_1' = \frac{m_2(v_2 - v_1)e + \sum p}{\sum m}$ $v_1' = \frac{4(-5 - 3)1/2 + (-8)}{8} = -\frac{24}{8} = -3 \text{ m/s}$ $v_2' = \frac{m_1(v_1 - v_2)e + \sum p}{\sum m}$ $v_2' = \frac{4(3 - (-5))1/2 + (-8)}{8} = \frac{8}{8} = 1 \text{ m/s}$	p	12	-20	-8	v'																				
p	12	-20	-8																											
v'																														
			6	<p>$v_A = 6$ m/s $v_B = 0$</p> 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Troli A</th> <th style="text-align: center;">Troli B</th> <th style="text-align: center;">Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">m</td> <td style="text-align: center;">0.5</td> <td style="text-align: center;">0.5</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">v</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">p</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">v</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">,</td> <td colspan="3"></td> </tr> </tbody> </table>		Troli A	Troli B	Total	m	0.5	0.5	1	v	6	0	6	p	3	0	3	v				,				10
	Troli A	Troli B	Total																											
m	0.5	0.5	1																											
v	6	0	6																											
p	3	0	3																											
v																														
,																														

				<p>Dua troli A dan B memiliki massa sama sebesar 500 g. Troli A bergerak dengan kecepatan 6 m/s menumbuk troli B yang diam. Tentukan kecepatan kedua troli setelah tumbukan, jika tumbukan yang terjadi lenting sebagian dengan koefisien kelentingan 0.4 ...</p> <p>A. 1.8 m/s dan 4.2 m/s B. -1.8 m/s dan 4.2 m/s C. 4.2 m/s dan 1.8 m/s D. -4.2 m/s dan 1.8 m/s E. 6 m/s dan -6 m/s</p>	$v_A' = \frac{m_B(v_B - v_A)e + \Sigma p}{\Sigma m}$ $v_A' = \frac{0.5(0 - 6)0.4 + 3}{1} = 1.8 \text{ m/s}$ $v_B' = \frac{m_A(v_A - v_B)e + \Sigma p}{\Sigma m}$ $v_B' = \frac{0.5(6 - 0)0.4 + 3}{1} = 4.2 \text{ m/s}$																					
			7	<p>$v_1 = 3 \text{ m/s}$ $v_2 = 6 \text{ m/s}$</p>  <p>Dua bola masing-masing mempunyai massa $m_1 = 4 \text{ kg}$ dan $m_2 = 2 \text{ kg}$ bergerak pada satu garis lurus dalam arah berlawanan dengan kecepatan</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Benda 1</th> <th>Benda 2</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>3</td> <td>-6</td> <td>-3</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>12</td> <td>-12</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>v'</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> $v_1' = \frac{m_2(v_2 - v_1)e + \Sigma p}{\Sigma m}$ $v_1' = \frac{2(-6 - 3)1/3 + 0}{6} = -1 \text{ m/s}$		Benda 1	Benda 2	Total	m	4	2	6	v	3	-6	-3	p	12	-12	0	v'				10
	Benda 1	Benda 2	Total																							
m	4	2	6																							
v	3	-6	-3																							
p	12	-12	0																							
v'																										

				<p>$v_1 = 3 \text{ m/s}$ dan $v_2 = 6 \text{ m/s}$, kemudian bertumbukan dengan koefisien kelentingan $1/3$. Kecepatan masing-masing benda sesaat setelah tumbukan adalah ...</p> <p>A. $v_1' = 0$ dan $v_2' = 0$ B. $v_1' = 3 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 6 \text{ m/s}$ searah C. $v_1' = 3 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 6 \text{ m/s}$ berlawanan arah D. $v_1' = 6 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 3 \text{ m/s}$ searah E. $v_1' = 1 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 2 \text{ m/s}$ berlawanan arah</p>	$v_2' = \frac{m_1(v_1 - v_2)e + \sum p}{\sum m}$ $v_2' = \frac{4(3 - (-6))1/3 + 0}{6} = 2 \text{ m/s}$																		
Menganalisis tumbukan sentral tidak lenting sama sekali $e = 0$	Mengukur kecepatan yang terjadi setelah mengalami tumbukan	Mengukur besarnya kecepatan setelah tumbukan tidak lenting sama sekali	8	<p>Sebuah truk A dengan kelajuan 25 m/s menubruk truk B yang diam. Jika massa truk sama yaitu 500 kg dan tumbukan tidak lenting. Tentukan kecepatan truk A dan truk B setelah tumbukan!</p> <p>A. 40 m/s B. 11 m/s C. 20 m/s D. 6 m/s</p>		10																	
							<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Benda A</th> <th>Benda B</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>500</td> <td>500</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>25</td> <td>0</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>12.500</td> <td>0</td> <td>12.500</td> </tr> </tbody> </table>		Benda A	Benda B	Total	m	500	500	1000	v	25	0	25	p	12.500	0	12.500
							Benda A	Benda B	Total														
					m		500	500	1000														
					v		25	0	25														
p	12.500	0	12.500																				
	$v_A' = v_B' = V$ $= \frac{m_B(v_B - v_A)e + \sum p}{\sum m}$																						

				E. 12,5 m/s	$V = \frac{500(0 - 25)0 + (12.500)}{1000}$ $= 12,5 \text{ m/s}$																				
		9	 <p>Dua benda dengan kecepatan 2 m/s dan 4 m/s bergerak searah. Massa benda masing-masing sebesar 2 kg dan 3 kg. Apabila terjadi tumbukan tidak lenting sama sekali, kecepatan kedua benda tersebut setelah bertumbukan ...</p> <p>A. 3.4 m/s B. 6.2 m/s C. 3.2 m/s D. 6.7 m/s E. 4.2 m/s</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Benda 1</th> <th>Benda 2</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>4</td> <td>12</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>v'</td> <td colspan="3"></td> </tr> </tbody> </table> $v_1' = v_2' = V = \frac{m_2(v_2 - v_1)e + \Sigma p}{\Sigma m}$ $v' = \frac{3(4-2)0 + 16}{5} = 3.2 \text{ m/s}$		Benda 1	Benda 2	Total	m	2	3	5	v	2	4	6	p	4	12	16	v'				10
	Benda 1	Benda 2	Total																						
m	2	3	5																						
v	2	4	6																						
p	4	12	16																						
v'																									
		10		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Benda A</th> <th>Benda B</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>m</td> <td>m</td> <td>$2m$</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>20</td> <td>-15</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>		Benda A	Benda B	Total	m	m	m	$2m$	v	20	-15	5	10								
	Benda A	Benda B	Total																						
m	m	m	$2m$																						
v	20	-15	5																						

				<p>Dua benda masing-masing bermassa m, bergerak berlawanan arah dengan kecepatan masing-masing 20 m/s dan 15 m/s. Setelah tumbukan, kedua benda tersebut bersatu. Kecepatan kedua benda dan arah geraknya setelah tumbukan adalah ...</p> <p>A. 2.0 m/s ke kiri B. 2.5 m/s ke kanan C. 3.0 m/s ke kiri D. 3.5 m/s ke kanan E. 4.0 m/s ke kanan</p>	$p \quad 20m \quad -15m \quad 5m$ <hr/> v <hr/> $v_A' = v_B' = V = \frac{m_B(v_B - v_A)e + \Sigma p}{\Sigma m}$ $V = \frac{m(-15 - 20)0 + (5m)}{2m} = 2.5 \text{ m/s}$	
--	--	--	--	--	--	--

Lampiran 4d. Soal *Posttest*

LAMPIRAN SOAL POSTTEST

NAMA SISWA :

.....

KELAS :

.....

NOMOR ABSEN:

.....

1. Dua benda A (3 kg) dan B (5 kg) bergerak searah dengan kecepatan masing-masing 8 m/s dan 4 m/s. Apabila benda A menumbuk benda B secara lenting sempurna, maka kecepatan masing-masing benda sesudah tumbukan adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah...



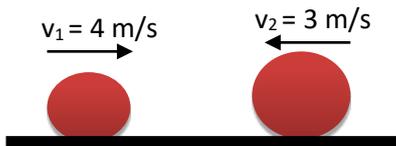
- A. 3 m/s dan 7 m/s
 B. 6 m/s dan 10 m/s
 C. 4,25 m/s dan 10 m/s
 D. 5,5 m/s dan 9,5 m/s
 E. 8 m/s dan 4 m/s

Jawab:.....

2. Suatu truk bermuatan sembako dengan berat total 500kg di tol Cipularang melaju dengan kecepatan 20 m/s, sesampainya di tengah jalan truk mengalami rem blong dan menumbuk truk bermuatan pupuk dengan berat total 700kg didepannya yang sedang melaju dengan kecepatan 10 m/s. Jika terjadi tumbukan lentng sempurna, kecepatan masing-masing truk setelah tumbukan adalah....
- A. 8,3 m/s dan 18,3 m/s
 B. 6 m/s dan 10 m/s
 C. 4,25 m/s dan 10 m/s
 D. 5,5 m/s dan 9,5 m/s
 E. 8 m/s dan 4 m/s

Jawab:.....

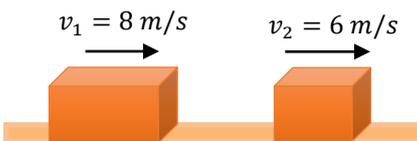
3. Bola A dan bola B saling bergerak mendekat dan mengalami tumbukan. Massa bola A dan massa bola B berturut-turut 4 kg dan 5 kg. Kecepatan benda A 4 m/s ke kanan dan kecepatan benda B 3 m/s ke kiri. Jika keduanya mengalami tumbukan lenting sempurna, kecepatan bola A dan bola B berturut-turut setelah tumbukan adalah ...



- A. -3.78 m/s dan 7 m/s
- B. -3.78 m/s dan 3.22 m/s
- C. -3.2 m/s dan 7 m/s
- D. -3.2 m/s dan 3.8 m/s
- E. -7 m/s dan 3.78 m/s

Jawab:.....

4.



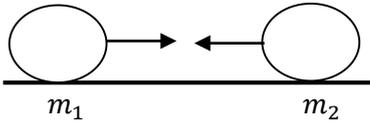
Seperti gambar diatas terdapat dua buah benda masing-masing bermassa $m_1 = 5\text{kg}$ dan $m_2 = 4\text{kg}$ bergerak pada satu garis lurus dengan arah yang sama dengan kecepatan $v_1 = 8\text{m/s}$ dan $v_2 = 6\text{m/s}$, kemudian bertumbukan dengan koefesien 0,5. Kecepatan masing-masing benda setelah tumbukan adalah.....

- A. $6,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dan $7,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- B. $9,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dan $8,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- C. $13 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dan $14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- D. $15,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dan $14,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- E. $7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dan $6,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Jawab:.....

.....

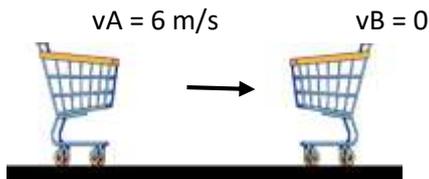
5. Dua bola dengan massa $m_1 = m_2 = 4 \text{ kg}$ bergerak pada satu garis lurus dalam arah berlawanan dengan kecepatan $v_1 = 3 \text{ m/s}$ dan $v_2 = -5 \text{ m/s}$, kemudian bertumbukan dengan koefisien kelentingan $\frac{1}{2}$. Kecepatan masing-masing benda sesaat setelah tumbukan adalah ...



- A. $v_1' = -1 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 1 \text{ m/s}$ berlawanan arah
- B. $v_1' = 2 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 2 \text{ m/s}$ searah
- C. $v_1' = 3 \text{ m/s}$ dan $v_2' = -1 \text{ m/s}$ berlawanan arah
- D. $v_1' = 2 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 1 \text{ m/s}$ searah
- E. $v_1' = -3 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 1 \text{ m/s}$ berlawanan arah

Jawab:.....

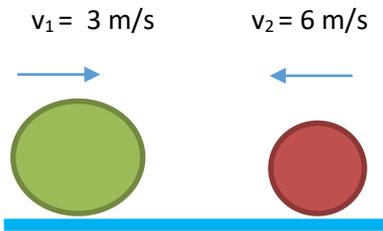
6. Dua troli A dan B seperti pada gambar memiliki massa sama sebesar 500 g. Troli A bergerak dengan kecepatan 6 m/s menumbuk troli B yang diam. Tentukan kecepatan kedua troli setelah tumbukan, jika tumbukan yang terjadi lenting sebagian dengan koefisien kelentingan 0.4 ...



- A. 1.8 m/s dan 4.2 m/s
- B. -1.8 m/s dan 4.2 m/s
- C. 4.2 m/s dan 1.8 m/s
- D. -4.2 m/s dan 1.8 m/s
- E. 6 m/s dan -6 m/s

Jawab:.....

7. Dua bola masing-masing mempunyai massa $m_1 = 4 \text{ kg}$ dan $m_2 = 2 \text{ kg}$ bergerak pada satu garis lurus dalam arah berlawanan dengan kecepatan $v_1 = 3 \text{ m/s}$ dan $v_2 = 6 \text{ m/s}$, kemudian bertumbukan dengan koefisien kelentingan $1/3$. Kecepatan masing-masing benda sesaat setelah tumbukan adalah ...



- A. $v_1' = 0$ dan $v_2' = 0$
- B. $v_1' = 3 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 6 \text{ m/s}$ searah
- C. $v_1' = 3 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 6 \text{ m/s}$ berlawanan arah
- D. $v_1' = 6 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 3 \text{ m/s}$ searah
- E. $v_1' = 1 \text{ m/s}$ dan $v_2' = 2 \text{ m/s}$ berlawanan arah

Jawab:.....

8. Sebuah truk A dengan kelajuan 25 m/s menubruk truk B yang diam. Jika massa truk sama yaitu 500 kg dan tumbukan tidak lenting. Tentukan kecepatan truk A dan truk B setelah tumbukan!

- A. 40 m/s
- B. 11 m/s
- C. 20 m/s
- D. 6 m/s
- E. $12,5 \text{ m/s}$

Jawab:.....

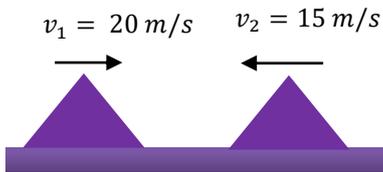
9. Dua benda dengan kecepatan 2 m/s dan 4 m/s bergerak searah. Massa benda masing-masing sebesar 2 kg dan 3 kg . Apabila terjadi tumbukan tidak lenting sama sekali, kecepatan kedua benda tersebut setelah bertumbukan, seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ...



- A. 3.4 m/s
- B. 6.2 m/s
- C. 3.2 m/s
- D. 6.7 m/s
- E. 4.2 m/s

Jawab:.....

10. Dua benda masing-masing bermassa m seperti pada gambar dibawah, bergerak berlawanan arah dengan kecepatan masing-masing 20 m/s dan 15 m/s. Setelah tumbukan, kedua benda tersebut bersatu. Kecepatan kedua benda dan arah geraknya setelah tumbukan adalah ...



- A. 2.0 m/s ke kiri
- B. 2.5 m/s ke kanan
- C. 3.0 m/s ke kiri
- D. 3.5 m/s ke kanan
- E. 4.0 m/s ke kanan

Jawab:.....

Lampiran 5. Angket Respon Siswa

RESPON SISWA TERHADAP PENGGUNAAN TEKNIK TABULASI PADA PENYELESAIAN SOAL TUMBUKAN SENTRAL

Nama :

Kelas :

Absen :

Petunjuk pengisian :

Berdasarkan penilaian anda, berilah tanda check pada salah satu kolom yang saudara pilih

- SS : Sangat Setuju
- S : Setuju
- CS : Cukup Setuju
- TS : Tidak Setuju
- STS : Sangat Tidak Setuju

NO	INDIKATOR	PERNYATAAN	RESPON				
			SS	S	CS	TS	STS
1	Siswa mendengarkan penjelasan pembelajaran menggunakan LKPD sebagai media pembelajaran	Penggunaan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal tumbukan sentral dua dimensi dapat menambah wawasan saya					
2		Bahasa yang digunakan pada LKPD dalam penggunaan teknik tabulasi pada materi tumbukan sentral mudah dipahami					
3		Setelah mengenal teknik tabulasi saya merasa sangat mudah untuk menyelesaikan soal tumbukan sentral dua dimensi					
4		Informasi pada LKPD dalam menjelaskan penggunaan teknik tabulasi mudah untuk saya pahami					
5		Gambar yang terdapat dalam LKPD sebagai ilustrasi tumbukan sentral dua dimensi jelas					
6		Tahap penyelesaian soal menggunakan teknik tabulasi sangat mudah					
7		Penggunaan LKPD dalam menjelaskan teknik tabulasi dapat memotivasi saya untuk mempelajari materi tumbukan sentral dua dimensi					

8	Siswa berperan aktif dan tanggap dalam pembelajaran	Penggunaan teknik tabulasi pada tumbukan sentral dua dimensi membuat saya lebih aktif diskusi dengan teman-teman					
9		Penggunaan teknik tabulasi sangat menarik untuk menyelesaikan soal tumbukan sentral dua dimensi					
10		Penggunaan teknik tabulasi pada tumbukan sentral dua dimensi membuat saya lebih aktif diskusi dengan guru					
11		Penyelesaian soal tumbukan sentral dua dimensi dengan teknik tabulasi menambah rasa ingin tahu saya untuk mempelajari materi tentang tumbukan sentral					
12	Siswa berani bertanya	Penyelesaian soal tumbukan sentral dua dimensi dengan teknik tabulasi membuat saya menjadi aktif bertanya jika ada materi yang belum dimengerti					
13		Penyelesaian soal tumbukan sentral dua dimensi dengan teknik tabulasi membantu saya menjawab pertanyaan guru dengan baik					
14		Jika ada pertanyaan dari guru saya aktif menjawab					

Lampiran 6. Uji Homogenitas

Data uji homogenitas pada penelitian ini diambil dari nilai rapor kelas XI

NO	XI MIPA 1		XII MIPA 2		XI MIPA 3	
	NAMA	NILAI	NAMA	NILAI	NAMA	NILAI
1	AFA	90	AWL	83	AF	79
2	AAPL	89	ADDP	85	ADR	85
3	AFK	86	ADLR	90	AS	85
4	ASJ	93	ANA	86	ANN	92
5	ANP	87	AYA	87	DMN	84
6	AT	84	ATR	89	DPB	82
7	ABF	85	ADA	86	DAPW	85
8	DGP	86	AIY	91	EGD	85
9	BATA	79	DMA	86	FR	85
10	DA	86	DFA	78	FJ	81
11	EUN	84	DK	79	FRS	88
12	FA	84	DBP	92	FD FAG	80
13	FNI	92	EVA	86	GAP	85
14	FH	90	EDPC	85	GLAR	88
15	FDG	89	FSA	87	IZNL	86
16	FAP	88	FA	85	IR	86
17	FDH	84	FA	78	KPH	85
18	FFI	86	FMN	85	LS	85
19	FES	86	FJAD	88	LA	88
20	IN	87	FEA	85	LR	86
21	LH	82	GW	85	LA	85
22	LKP	82	IIR	86	MNH	86
23	MRA	82	IN	89	MHI	85
24	MRI	80	IMH	85	MNA	85
25	MWT	87	KA	88	NYM	81
26	NIF	90	MFA	87	PDA	79
27	NKES	92	MY	77	RHN	92
28	OW	87	MYR	88	RA	88
29	RBA	85	MZF	87	RSHJ	82
30	MRI	87	NANS	86	RA	88
31	MWT	86	NDL	84	SSR	85
32	NIF	86	PVA	79	TAP	83
33	SNS	86	SNAC	90	TAP	84
34	OW	86	SIDL	91	YFSW	82
35	RBA	86	TFRP	88	ZR	92
36	RCS	88	TNJ	81	ZR	82

NO	XI MIPA 4		XII MIPA 5		XI MIPA 6	
	NAMA	NILAI	NAMA	NILAI	NAMA	NILAI
1	ABA	82	AFAP	85	AEP	86
2	AWMS	87	AF	85	AS	85
3	BRD	88	AFRN	83	ADIP	83
4	BDA	85	AHN	81	AR	85
5	DAAWA	87	AKM	87	AW	87
6	DDJ	92	ANM	86	CN	85
7	DDS	87	AR	85	DA	87
8	FOF	85	DPA	92	DIP	87
9	FNA	88	DNH	86	FA	92
10	FYAK	85	DRRUM	85	FPR	92
11	GTNY	87	DKW	86	IHS	84
12	GDPW	81	DAM	87	JAI	82
13	GAM	87	DF	86	LJGS	85
14	GRS	87	ARNT	85	MUF	83
15	AMR	86	HAZ	86	MRS	80
16	IS	85	IZR	86	MRR	82
17	JS	82	ISJ	84	MAP	82
18	JRP	84	JA	86	MAAZ	82
19	KDBP	87	LDR	87	MYU	81
20	LA	92	MAKD	87	MAIA	81
21	MNG	87	MAY	85	MAF	85
22	MES	86	MYA	84	MTA	84
23	MMN	86	MNF	84	MCG	82
24	MANA	84	NTLP	92	NIA	87
25	NA	85	NIN	86	TAF	86
26	PR	85	NRA	83	RHQ	86
27	RCP	85	NFZ	85	RPH	86
28	REPL	87	NRST	82	RN	86
29	RAVW	84	NA	87	RSTA	83
30	RRG	85	PDW	92	SPW	88
31	SMS	84	RPWI	87	SM	84
32	SARS	87	RAF	81	SLW	82
33	RWP	81	SWAK	82	SM	84
34	UAQP	92	SAD	81	VV	83
35	FTA	84	SMA	85	VAS	87
36	FAUM	85	WYN	87	VKN	92

NO	XI MIPA 7	
	NAMA	NILAI
1	ABP	80
2	AMW	80
3	BDP	87
4	BPV	87
5	BHPP	87
6	EPJ	87
7	EPA	92
8	GRD	79
9	GSNS	86
10	HFH	92
11	M	85
12	MW	82
13	MKDYP	85
14	MF	79
15	MPF	82
16	MYK	87
17	MAPU	84
18	MMNS	84
19	NSA	83
20	NA	87
21	NNH	86
22	NYA	86
23	OS	87
24	PH	92
25	RAC	85
26	RLNA	86
27	RMP	86
28	RSM	86
29	SMDP	87
30	SFH	85
31	VF	83
32	VWPS	81

Hasil uji homogenitas nilai raport pada kelas XI MIPA yaitu di tunjukkan pada tabel dibawah ini :

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Nilai Raport	Based on Mean	0.785	6	242	0.583
	Based on Median	0.619	6	242	0.715
	Based on Median and with adjusted df	0.619	6	225.147	0.715
	Based on trimmed mean	0.759	6	242	0.603

Berdasarkan nilai signifikansi yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai sig > 0.05 yaitu 0.603. maka nilai tersebut berarti data populasi telah homogenitas. Sehingga kelas sampel dapat ditentukan dengan *cluster random sampling*. Kelas yang digunakan yaitu kelas XI MIPA 6 dengan jumlah siswa 36 siswa.

Lampiran 7. Hasil Belajar Siswa kelas XI MIPA 6 (Pretest dan Posttest)

No	Nama	Pretest	Posttest
1	AEP	40	80
2	AS	40	90
3	ADIP	40	80
4	AR	30	90
5	AW	60	90
6	CN	10	70
7	DA	90	100
8	DIP	70	100
9	FA	80	100
10	FVR	60	100
11	IHS	20	90
12	JAI	50	90
13	LJGS	50	100
14	MUF	30	80
15	MRS	40	80
16	MRR	30	90
17	MAP	60	70
18	MAAZ	40	90
19	MYU	30	100
20	MAIA	10	80
21	MAF	50	80
22	MTA	30	70
23	MCG	60	80
24	NIA	10	90
25	TAF	10	100
26	RHQ	50	80
27	RPH	60	90
28	RN	30	80
29	RSTA	40	70
30	SPW	40	80
31	SM	40	90
32	SLW	40	80
33	SM	30	100
34	VV	40	80
35	VAS	80	100
36	VKN	40	100
Rata-Rata		1530	3140
Nilai N-Gain		0,768	
Presentase Nilai N-Gain		76%	
kriteria Tingkatan N-Gain		Tinggi	

Lampiran 8. Hasil Angket Respon Siswa Kelas XI MIPA 6

No	Nama	Nomor Soal														Hasil
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	AEP	5	4	5	5	5	5	5	4	4	3	4	4	5	3	61
2	AS	5	5	4	4	5	4	4	4	4	3	4	4	3	3	56
3	ADIP	4	3	5	4	3	3	5	4	4	4	4	3	3	3	52
4	AR	5	4	5	5	4	5	5	4	4	4	5	4	5	3	62
5	AW	5	5	5	5	4	4	4	3	5	3	4	3	5	4	59
6	CN	5	4	5	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5	3	62
7	DA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	70
8	DIP	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	66
9	FA	5	5	4	4	4	4	3	3	5	4	3	4	3	4	55
10	FPR	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4	4	51
11	IHS	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	3	61
12	JAI	5	5	3	4	5	5	4	4	5	4	4	4	3	4	59
13	LJGS	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	3	58
14	MUF	3	3	4	4	4	3	4	3	5	5	5	5	5	5	58
15	MRS	5	4	3	4	5	4	3	4	5	3	5	3	4	4	56
16	MRR	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	58
17	MAP	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	63
18	MAAZ	3	3	4	3	4	3	3	5	4	3	4	4	4	3	50
19	MYU	4	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	5	4	5	64
20	MAIA	5	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	3	4	60
21	MAF	5	4	4	5	5	4	4	4	3	3	3	3	4	3	54
22	MTA	4	3	4	4	5	3	3	3	3	3	3	4	4	3	49
23	MCG	4	4	5	4	5	5	4	4	5	4	5	4	4	2	59
24	NIA	5	3	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	60
25	TAF	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	3	4	3	59
26	RHQ	5	4	5	5	4	5	5	3	5	4	5	5	5	4	64
27	RPH	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4	62
28	RN	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	5	3	61
29	RSTA	5	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	3	59
30	SPW	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	58
31	SM	5	4	3	4	4	4	3	5	4	3	3	4	3	3	52
32	SLW	5	4	3	4	4	4	3	5	4	4	4	4	4	3	55
33	SM	4	5	3	4	5	4	4	2	4	3	5	3	3	2	51
34	VV	4	4	4	4	5	5	3	3	5	4	5	4	4	4	58
35	VAS	5	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	52
36	VKN	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	4	5	65
Total									2099							
Total Maksimum									2520							
Presentase									83,29%							
Kriteria									Positif							

Lampiran 9. Lembar wawancara

LEMBAR WAWANCARA

Petunjuk Wawancara

1. Wawancara dilakukan sesudah pembelajaran
2. Pertanyaan yang diberikan berkaitan dengan kegiatan pembelajaran dan penyelesaian soal tumbukan sentral dua partikel
3. Wawancara dilakukan oleh dua narasumber, yaitu siswa dikelas XI MIPA 6 sebagai kelas eksperimen

A. Wawancara kepada siswa kelas XI MIPA 6

- Nama : farah Anisa

Pertanyaan	Jawaban
Bagaimana pendapat anda terhadap cara peneliti dalam mengajar dan menerapkan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal tumbukan sentral dua partikel?	Peneliti menjelaskan dengan baik dan dengan teknik tersebut mengerjakan jauh lebih mudah
Apa hambatan yang dihadapi pada saat menggunakan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal tumbukan sentral dua partikel?	Sejauh ini belum ada, justru teknik ini dapat mempermudah penyelesaian soal
Dalam menyelesaikan persoalan tumbukan sentral tersebut, teknik manakah yang menurut anda memiliki langkah penyelesaian yang lebih mudah?	Teknik tabulasi
Jika ditinjau dari konsep fisis, penggunaan rumus dan operasi matematis, manakah yang lebih mudah antara metode eliminasi-substitusi dengan teknik tabulasi?	Teknik tabulasi, karena lebih cepat menemukan jawaban apalagi digunakan ketika ujian.
Pada proses pengerjaan soal, tahap manakah yang menurut Anda membutuhkan proses ketelitian yang tinggi?	Ketika menggunakan cara eliminasi substitusi karena masih mencari satu persatu
Jika ditinjau dari efisiensi waktu, lebih efisien mana antara penyelesaian materi tumbukan sentral dua partikel dengan teknik tabulasi dan metode eliminasi-substitusi?	Teknik tabulasi karena teknik tersebut menyingkat waktu dan mudah dipahami
Bagaimana perasaan Anda setelah mencoba mengerjakan soal tumbukan setral dua partikel menggunakan teknik tabulasi?	Senang, karena dapat mengetahui cara yang lebih cepat dan mudah.
Jika ditinjau dari segi efektivitas dalam proses pengerjaan soal, lebih efektif mana antara penggunaan metode eliminasi substitusi dan penggunaan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal tumbukan setral dua partikel?	sama sama efektif yang membedakan hanya waktu pengerjaannya lebih cepat selesai pada teknik tabulasi dan jawabannya juga sesuai.
Sebelum memperoleh pengetahuan tentang penggunaan teknik tabulasi sebagai metode alternatif penyelesaian, bagaimana perasaan anda ketika dihadapkan soal tumbukan setral dua partikel?	Mencoba untuk tetap mengerjakan meskipun bingung terhadap tahapnya yang panjang, karena juga membutuhkan waktu ketelitian dalam membaca soal
Setelah memperoleh pengetahuan tentang penggunaan teknik tabulasi sebagai metode alternatif penyelesaian soal tumbukan setral dua partikel, apakah Anda akan menggunakan teknik tersebut jika Anda menemukan soal yang serupa?	Tentu saja iya, karena menyingkat waktu, mudah, dan juga efektif jadi lebih cepat selesai.

- Nama : faza Valerina Ristya

Pertanyaan	Jawaban
Bagaimana pendapat anda terhadap cara peneliti dalam mengajar dan menerapkan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal tumbukan sentral dua partikel?	Menurut saya dalam mengajar dan menerapkan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal, peneliti telah memberikan pengajaran yang singkat dan mudah dipahami. Hal ini dibuktikan dalam pertemuan yang cukup singkat saya sudah bisa menggunakan teknik tabulasi tersebut.
Apa hambatan yang dihadapi pada saat menggunakan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal tumbukan sentral dua partikel?	Hambatan yang saya hadapi dengan teknik tabulasi adalah pembuatan tabel yang bisa menyita waktu pengerjaan.
Dalam menyelesaikan persoalan tumbukan sentral tersebut, teknik manakah yang menurut anda memiliki langkah penyelesaian yang lebih mudah?	Dalam menyelesaikan soal tumbukan sentral, saya telah mencoba 2 teknik. Teknik yang lama dan tabulasi. Menurut saya teknik yang mudah digunakan adalah tabulasi, karena dengan begitu hitungan yang ada lebih jelas dilihat sehingga tidak membingungkan.
Jika ditinjau dari konsep fisis, penggunaan rumus dan operasi matematis, manakah yang lebih mudah antara metode eliminasi-substitusi dengan teknik tabulasi?	jika ditinjau dari konsep fisis, penggunaan rumus dan operasi matematis yang lebih mudah adalah tabulasi
Pada proses pengerjaan soal, tahap manakah yang menurut Anda membutuhkan proses ketelitian yang tinggi?	Proses yang sangat membutuhkan ketelitian tinggi yaitu saat menghitung angka angka pada soal.
Jika ditinjau dari efisiensi waktu, lebih efisien mana antara penyelesaian materi tumbukan sentral dua partikel dengan teknik tabulasi dan metode eliminasi-substitusi?	Memang pada opini pada poin 2 bahwa membuat tabel dapat menyita waktu, namun teknik tabulasi yang lebih efisien dibanding metode eliminasi-substitusi. Dengan metode ini kemungkinan salah hitung juga tidak sebesar eliminasi dan substitusi, sehingga dapat menghemat waktu, karena tidak perlu menghitung ulang.
Bagaimana perasaan Anda setelah mencoba mengerjakan soal tumbukan setral dua partikel menggunakan teknik tabulasi?	Saya merasa mendapatkan jalan baru yang lebih baik dalam menyelesaikan soal tumbukan sentral 2 partikel dengan teknik tabulasi, saya merasa senang dengan itu.
Jika ditinjau dari segi efektivitas dalam proses pengerjaan soal, lebih efektif mana antara penggunaan metode eliminasi substitusi dan penggunaan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal tumbukan setral dua partikel?	Ditinjau dari efektivitas proses pengerjaan soal, teknik tabulasi yang lebih efektif. Dengan tabulasi angka angka yang ditulis tidak terlihat berantakan dan bisa dilihat mana yang salah dan benarnya dengan jelas
Sebelum memperoleh pengetahuan tentang penggunaan teknik tabulasi sebagai metode alternatif penyelesaian, bagaimana perasaan anda ketika dihadapkan soal tumbukan setral dua partikel?	Perasaan saya waktu mengerjakan soal tumbukan sentral sebelum tau teknik tabulasi adalah biasa saja
Setelah memperoleh pengetahuan tentang penggunaan teknik tabulasi sebagai metode alternatif penyelesaian soal tumbukan setral dua partikel, apakah Anda akan menggunakan teknik tersebut jika Anda menemukan soal yang serupa?	Tentu saya akan menggunakan teknik ini, melihat dari lebih banyaknya point plus dari teknik ini dari pada teknik sebelumnya

- Nama : Vila Khoirun Nisa

Pertanyaan	Jawaban
Bagaimana pendapat anda terhadap cara peneliti dalam mengajar dan menerapkan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal tumbukan sentral dua partikel?	Menurut saya, cara samean menyampaikan materinya mudah dipahami. Langsung <i>to the point</i> nggak bertele-tele, sehingga mudah nangkep.
Apa hambatan yang dihadapi pada saat menggunakan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal tumbukan sentral dua partikel?	Ya, karna saya baru tau teknik tabulasi itu, jadi hambatan saya hanya butuh hafal rumusnya. Karna kalau pakai tabel itu lama. Jadi langsung saja.
Dalam menyelesaikan persoalan tumbukan sentral tersebut, teknik manakah yang menurut anda memiliki langkah penyelesaian yang lebih mudah?	Teknik tabulasi
Jika ditinjau dari konsep fisis, penggunaan rumus dan operasi matematis, manakah yang lebih mudah antara metode eliminasi-substitusi dengan teknik tabulasi?	Teknik tabulasi karena menurut saya teknik tabulasi yang lebih mudah.
Pada proses pengerjaan soal, tahap manakah yang menurut Anda membutuhkan proses ketelitian yang tinggi?	Tahap penghitungan akhir dan memperhatikan kecepatan, karna punya arah baik positif maupun negatif.
Jika ditinjau dari efisiensi waktu, lebih efisien mana antara penyelesaian materi tumbukan sentral dua partikel dengan teknik tabulasi dan metode eliminasi-substitusi?	Teknik tabulasi
Bagaimana perasaan Anda setelah mencoba mengerjakan soal tumbukan setral dua partikel menggunakan teknik tabulasi?	Senang, Karena menghemat waktu dalam mengerjakan.
Jika ditinjau dari segi efektivitas dalam proses pengerjaan soal, lebih efektif mana antara penggunaan metode eliminasi substitusi dan penggunaan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal tumbukan setral dua partikel?	Teknik tabulasi
Sebelum memperoleh pengetahuan tentang penggunaan teknik tabulasi sebagai metode alternatif penyelesaian, bagaimana perasaan anda ketika dihadapkan soal tumbukan setral dua partikel?	Ya pertama berfikir pasti cara mengerjakannya sulit, panjang dan lama.
Setelah memperoleh pengetahuan tentang penggunaan teknik tabulasi sebagai metode alternatif penyelesaian soal tumbukan setral dua partikel, apakah Anda akan menggunakan teknik tersebut jika Anda menemukan soal yang serupa?	Tentu saya akan menggunakan teknik tabulasi

Nilai pretest tertinggi

LABORATORIUM FISIKA

No. _____
 Nama _____
 Kelas _____
 Tanggal _____
 No. _____

1. Dua benda A (2 kg) dan B (3 kg) bergerak menuju dengan kecepatan masing-masing 4 m/s dan 6 m/s. Setelah kedua benda bertumbukan elastis sempurna, berapakah kecepatan masing-masing benda setelah tumbukan? (Gambarkan vektor kecepatan sebelum dan sesudah tumbukan)

$m_A v_{A1} + m_B v_{B1} = m_A v_{A2} + m_B v_{B2}$
 $2 \cdot 4 + 3 \cdot 6 = 2v_{A2} + 3v_{B2}$
 $8 + 18 = 2v_{A2} + 3v_{B2}$
 $26 = 2v_{A2} + 3v_{B2}$ (1)

$v_{A2} - v_{B2} = - (v_{A1} - v_{B1})$
 $v_{A2} - v_{B2} = - (4 - 6)$
 $v_{A2} - v_{B2} = 2$ (2)

Jawab: $v_{A2} = 5$ m/s, $v_{B2} = 4$ m/s

2. Dua benda bergerak dengan kecepatan masing-masing 10 m/s dan 5 m/s. Setelah bertumbukan elastis sempurna, berapakah kecepatan masing-masing benda setelah tumbukan? (Gambarkan vektor kecepatan sebelum dan sesudah tumbukan)

$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$
 $2 \cdot 10 + 3 \cdot 5 = 2v_{1f} + 3v_{2f}$
 $20 + 15 = 2v_{1f} + 3v_{2f}$
 $35 = 2v_{1f} + 3v_{2f}$ (1)

$v_{1f} - v_{2f} = - (v_{1i} - v_{2i})$
 $v_{1f} - v_{2f} = - (10 - 5)$
 $v_{1f} - v_{2f} = -5$ (2)

Jawab: $v_{1f} = 10$ m/s, $v_{2f} = 5$ m/s

3. Dua benda bergerak dengan kecepatan masing-masing 10 m/s dan 5 m/s. Setelah bertumbukan elastis sempurna, berapakah kecepatan masing-masing benda setelah tumbukan? (Gambarkan vektor kecepatan sebelum dan sesudah tumbukan)

$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$
 $2 \cdot 10 + 3 \cdot 5 = 2v_{1f} + 3v_{2f}$
 $20 + 15 = 2v_{1f} + 3v_{2f}$
 $35 = 2v_{1f} + 3v_{2f}$ (1)

$v_{1f} - v_{2f} = - (v_{1i} - v_{2i})$
 $v_{1f} - v_{2f} = - (10 - 5)$
 $v_{1f} - v_{2f} = -5$ (2)

Jawab: $v_{1f} = 10$ m/s, $v_{2f} = 5$ m/s

4. Sebuah benda A dengan massa 2 kg bergerak dengan kecepatan 10 m/s. Setelah bertumbukan elastis sempurna dengan benda B yang diam, berapakah kecepatan masing-masing benda setelah tumbukan? (Gambarkan vektor kecepatan sebelum dan sesudah tumbukan)

$m_A v_{A1} + m_B v_{B1} = m_A v_{A2} + m_B v_{B2}$
 $2 \cdot 10 + 3 \cdot 0 = 2v_{A2} + 3v_{B2}$
 $20 = 2v_{A2} + 3v_{B2}$ (1)

$v_{A2} - v_{B2} = - (v_{A1} - v_{B1})$
 $v_{A2} - v_{B2} = - (10 - 0)$
 $v_{A2} - v_{B2} = -10$ (2)

Jawab: $v_{A2} = 10$ m/s, $v_{B2} = 0$ m/s

5. Dua benda bergerak dengan kecepatan masing-masing 10 m/s dan 5 m/s. Setelah bertumbukan elastis sempurna, berapakah kecepatan masing-masing benda setelah tumbukan? (Gambarkan vektor kecepatan sebelum dan sesudah tumbukan)

$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$
 $2 \cdot 10 + 3 \cdot 5 = 2v_{1f} + 3v_{2f}$
 $20 + 15 = 2v_{1f} + 3v_{2f}$
 $35 = 2v_{1f} + 3v_{2f}$ (1)

$v_{1f} - v_{2f} = - (v_{1i} - v_{2i})$
 $v_{1f} - v_{2f} = - (10 - 5)$
 $v_{1f} - v_{2f} = -5$ (2)

Jawab: $v_{1f} = 10$ m/s, $v_{2f} = 5$ m/s

6. Sebuah benda A dengan massa 2 kg bergerak dengan kecepatan 10 m/s. Setelah bertumbukan elastis sempurna dengan benda B yang diam, berapakah kecepatan masing-masing benda setelah tumbukan? (Gambarkan vektor kecepatan sebelum dan sesudah tumbukan)

$m_A v_{A1} + m_B v_{B1} = m_A v_{A2} + m_B v_{B2}$
 $2 \cdot 10 + 3 \cdot 0 = 2v_{A2} + 3v_{B2}$
 $20 = 2v_{A2} + 3v_{B2}$ (1)

$v_{A2} - v_{B2} = - (v_{A1} - v_{B1})$
 $v_{A2} - v_{B2} = - (10 - 0)$
 $v_{A2} - v_{B2} = -10$ (2)

Jawab: $v_{A2} = 10$ m/s, $v_{B2} = 0$ m/s

Lampiran 10b. Bukti Hasil posttest - Nilai posttest terendah

70

KARTU HASIL POSTTEST

NAMA SISWA

Ny. D. S. H.

NIS

012019010

Kelas/Paralel

11

1. Dua buah A (1 kg) dan B (2 kg) bergerak awal dengan kecepatan masing-masing 3 m/s dan 4 m/s. Setelah tumbukan, A bergerak dengan kecepatan 1 m/s. Berapa kecepatan B setelah tumbukan? (Asumsikan tumbukan elastis sempurna)

Handwritten solution:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$1(3) + 2(4) = 1(1) + 2v_2'$$

$$3 + 8 = 1 + 2v_2'$$

$$11 = 1 + 2v_2'$$

$$10 = 2v_2'$$

$$v_2' = 5 \text{ m/s}$$

2. Dua mobil bergerak mendekati dengan kecepatan 20 m/s dan 10 m/s. Setelah tumbukan elastis sempurna, kecepatan mobil pertama adalah 10 m/s. Berapa kecepatan mobil kedua setelah tumbukan?

Handwritten solution:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$20 + 10 = 10 + 2v_2'$$

$$30 = 10 + 2v_2'$$

$$20 = 2v_2'$$

$$v_2' = 10 \text{ m/s}$$

3. Dua bola bergerak mendekati dengan kecepatan 3 m/s dan 4 m/s. Setelah tumbukan elastis sempurna, kecepatan bola pertama adalah 1 m/s. Berapa kecepatan bola kedua setelah tumbukan?

Handwritten solution:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$3 + 4 = 1 + 2v_2'$$

$$7 = 1 + 2v_2'$$

$$6 = 2v_2'$$

$$v_2' = 3 \text{ m/s}$$

4. Dua bola bergerak mendekati dengan kecepatan 3 m/s dan 4 m/s. Setelah tumbukan elastis sempurna, kecepatan bola pertama adalah 1 m/s. Berapa kecepatan bola kedua setelah tumbukan?

Handwritten solution:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$3 + 4 = 1 + 2v_2'$$

$$7 = 1 + 2v_2'$$

$$6 = 2v_2'$$

$$v_2' = 3 \text{ m/s}$$

5. Dua bola bergerak mendekati dengan kecepatan 3 m/s dan 4 m/s. Setelah tumbukan elastis sempurna, kecepatan bola pertama adalah 1 m/s. Berapa kecepatan bola kedua setelah tumbukan?

Handwritten solution:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$3 + 4 = 1 + 2v_2'$$

$$7 = 1 + 2v_2'$$

$$6 = 2v_2'$$

$$v_2' = 3 \text{ m/s}$$

6. Dua bola bergerak mendekati dengan kecepatan 3 m/s dan 4 m/s. Setelah tumbukan elastis sempurna, kecepatan bola pertama adalah 1 m/s. Berapa kecepatan bola kedua setelah tumbukan?

Handwritten solution:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$3 + 4 = 1 + 2v_2'$$

$$7 = 1 + 2v_2'$$

$$6 = 2v_2'$$

$$v_2' = 3 \text{ m/s}$$

7. Dua bola bergerak mendekati dengan kecepatan 3 m/s dan 4 m/s. Setelah tumbukan elastis sempurna, kecepatan bola pertama adalah 1 m/s. Berapa kecepatan bola kedua setelah tumbukan?

Handwritten solution:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$3 + 4 = 1 + 2v_2'$$

$$7 = 1 + 2v_2'$$

$$6 = 2v_2'$$

$$v_2' = 3 \text{ m/s}$$

8. Dua bola bergerak mendekati dengan kecepatan 3 m/s dan 4 m/s. Setelah tumbukan elastis sempurna, kecepatan bola pertama adalah 1 m/s. Berapa kecepatan bola kedua setelah tumbukan?

Handwritten solution:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$3 + 4 = 1 + 2v_2'$$

$$7 = 1 + 2v_2'$$

$$6 = 2v_2'$$

$$v_2' = 3 \text{ m/s}$$

9. Dua bola bergerak mendekati dengan kecepatan 3 m/s dan 4 m/s. Setelah tumbukan elastis sempurna, kecepatan bola pertama adalah 1 m/s. Berapa kecepatan bola kedua setelah tumbukan?

Handwritten solution:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$3 + 4 = 1 + 2v_2'$$

$$7 = 1 + 2v_2'$$

$$6 = 2v_2'$$

$$v_2' = 3 \text{ m/s}$$

10. Dua bola bergerak mendekati dengan kecepatan 3 m/s dan 4 m/s. Setelah tumbukan elastis sempurna, kecepatan bola pertama adalah 1 m/s. Berapa kecepatan bola kedua setelah tumbukan?

Handwritten solution:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$3 + 4 = 1 + 2v_2'$$

$$7 = 1 + 2v_2'$$

$$6 = 2v_2'$$

$$v_2' = 3 \text{ m/s}$$

- Nilai posttest tertinggi

/100

LAMBEK MAU PORTEST

NAMA: _____
 NO. URUT: _____
 KELAS: _____
 MATA PELAJARAN: _____

1. Dua benda A (1 kg) dan B (2 kg) bergerak menuju dengan kecepatan masing-masing 4 m/s ke arah kanan. Setelah tumbukan elastis sempurna kedua benda bergerak dengan kecepatan yang berbeda-beda.

Diagram:

Jawab:
$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$1 \cdot 4 + 2 \cdot (-4) = 1 \cdot v_1' + 2 \cdot v_2'$$

$$-4 = v_1' + 2v_2'$$

$$v_1' = -4 - 2v_2'$$

 Substitusikan ke persamaan ke-2:

$$v_1' - v_2' = -v_1 - v_2$$

$$(-4 - 2v_2') - v_2' = -4 - 4$$

$$-4 - 3v_2' = -8$$

$$-3v_2' = -4$$

$$v_2' = \frac{4}{3} \text{ m/s}$$

$$v_1' = -4 - 2 \cdot \frac{4}{3} = -4 - \frac{8}{3} = -\frac{20}{3} \text{ m/s}$$

Jawab: **B. 1,33 m/s ke kanan**

2. Dua benda A (1 kg) dan B (2 kg) bergerak menuju dengan kecepatan masing-masing 4 m/s ke arah kanan. Setelah tumbukan elastis sempurna kedua benda bergerak dengan kecepatan yang berbeda-beda.

Diagram:

Jawab:
$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$1 \cdot 4 + 2 \cdot (-4) = 1 \cdot v_1' + 2 \cdot v_2'$$

$$-4 = v_1' + 2v_2'$$

$$v_1' = -4 - 2v_2'$$

 Substitusikan ke persamaan ke-2:

$$v_1' - v_2' = -v_1 - v_2$$

$$(-4 - 2v_2') - v_2' = -4 - 4$$

$$-4 - 3v_2' = -8$$

$$-3v_2' = -4$$

$$v_2' = \frac{4}{3} \text{ m/s}$$

$$v_1' = -4 - 2 \cdot \frac{4}{3} = -4 - \frac{8}{3} = -\frac{20}{3} \text{ m/s}$$

Jawab: **B. 1,33 m/s ke kanan**

3. Dua benda A (1 kg) dan B (2 kg) bergerak menuju dengan kecepatan masing-masing 4 m/s ke arah kanan. Setelah tumbukan elastis sempurna kedua benda bergerak dengan kecepatan yang berbeda-beda.

Diagram:

Jawab:
$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$1 \cdot 4 + 2 \cdot (-4) = 1 \cdot v_1' + 2 \cdot v_2'$$

$$-4 = v_1' + 2v_2'$$

$$v_1' = -4 - 2v_2'$$

 Substitusikan ke persamaan ke-2:

$$v_1' - v_2' = -v_1 - v_2$$

$$(-4 - 2v_2') - v_2' = -4 - 4$$

$$-4 - 3v_2' = -8$$

$$-3v_2' = -4$$

$$v_2' = \frac{4}{3} \text{ m/s}$$

$$v_1' = -4 - 2 \cdot \frac{4}{3} = -4 - \frac{8}{3} = -\frac{20}{3} \text{ m/s}$$

Jawab: **B. 1,33 m/s ke kanan**

4. Dua benda A (1 kg) dan B (2 kg) bergerak menuju dengan kecepatan masing-masing 4 m/s ke arah kanan. Setelah tumbukan elastis sempurna kedua benda bergerak dengan kecepatan yang berbeda-beda.

Diagram:

Jawab:
$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$1 \cdot 4 + 2 \cdot (-4) = 1 \cdot v_1' + 2 \cdot v_2'$$

$$-4 = v_1' + 2v_2'$$

$$v_1' = -4 - 2v_2'$$

 Substitusikan ke persamaan ke-2:

$$v_1' - v_2' = -v_1 - v_2$$

$$(-4 - 2v_2') - v_2' = -4 - 4$$

$$-4 - 3v_2' = -8$$

$$-3v_2' = -4$$

$$v_2' = \frac{4}{3} \text{ m/s}$$

$$v_1' = -4 - 2 \cdot \frac{4}{3} = -4 - \frac{8}{3} = -\frac{20}{3} \text{ m/s}$$

Jawab: **B. 1,33 m/s ke kanan**

5. Dua benda A (1 kg) dan B (2 kg) bergerak menuju dengan kecepatan masing-masing 4 m/s ke arah kanan. Setelah tumbukan elastis sempurna kedua benda bergerak dengan kecepatan yang berbeda-beda.

Diagram:

Jawab:
$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$1 \cdot 4 + 2 \cdot (-4) = 1 \cdot v_1' + 2 \cdot v_2'$$

$$-4 = v_1' + 2v_2'$$

$$v_1' = -4 - 2v_2'$$

 Substitusikan ke persamaan ke-2:

$$v_1' - v_2' = -v_1 - v_2$$

$$(-4 - 2v_2') - v_2' = -4 - 4$$

$$-4 - 3v_2' = -8$$

$$-3v_2' = -4$$

$$v_2' = \frac{4}{3} \text{ m/s}$$

$$v_1' = -4 - 2 \cdot \frac{4}{3} = -4 - \frac{8}{3} = -\frac{20}{3} \text{ m/s}$$

Jawab: **B. 1,33 m/s ke kanan**

6. Dua benda A (1 kg) dan B (2 kg) bergerak menuju dengan kecepatan masing-masing 4 m/s ke arah kanan. Setelah tumbukan elastis sempurna kedua benda bergerak dengan kecepatan yang berbeda-beda.

Diagram:

Jawab:
$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$1 \cdot 4 + 2 \cdot (-4) = 1 \cdot v_1' + 2 \cdot v_2'$$

$$-4 = v_1' + 2v_2'$$

$$v_1' = -4 - 2v_2'$$

 Substitusikan ke persamaan ke-2:

$$v_1' - v_2' = -v_1 - v_2$$

$$(-4 - 2v_2') - v_2' = -4 - 4$$

$$-4 - 3v_2' = -8$$

$$-3v_2' = -4$$

$$v_2' = \frac{4}{3} \text{ m/s}$$

$$v_1' = -4 - 2 \cdot \frac{4}{3} = -4 - \frac{8}{3} = -\frac{20}{3} \text{ m/s}$$

Jawab: **B. 1,33 m/s ke kanan**

Lampiran 11. Hasil angket respon siswa
- Hasil angket respon siswa tertinggi

RESPON SISWA TERHADAP PENGGUNAAN LKPD DENGAN TEKNIK
TABULASI PADA PENYELESAIAN SOAL TUMBUKAN SENTRAL

Nama : Difa Anindya
Kelas : XI MIPA 6
Absen : 03

70

Petunjuk pengisian :

Berdasarkan penilaian anda, berilah tanda check pada salah satu kolom yang saudara pilih

- SS : Sangat Setuju
- S : Setuju
- CS : Cukup Setuju
- TS : Tidak Setuju
- STS : Sangat Tidak Setuju

NO	INDIKATOR	PERNYATAAN	RESPON				
			SS	S	CS	TS	STS
1	Siswa mendengarkan penjelasan pembelajaran menggunakan LKPD sebagai media pembelajaran	Penggunaan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal tumbukan sentral dua partikel dapat menambah wawasan saya	✓				
2		Bahasa yang digunakan pada LKPD dalam penggunaan teknik tabulasi pada materi tumbukan sentral mudah dipahami	✓				
3		Setelah mengenal teknik tabulasi saya merasa sangat mudah untuk menyelesaikan soal tumbukan sentral dua partikel	✓				35
4		Informasi pada LKPD dalam menjelaskan penggunaan teknik tabulasi mudah untuk saya pahami	✓				
5		Gambar yang terdapat dalam LKPD sebagai ilustrasi tumbukan sentral dua partikel jelas	✓				
6		Tahap penyelesaian soal menggunakan teknik tabulasi sangat mudah	✓				
7		Penggunaan LKPD dalam menjelaskan teknik tabulasi pada materi tumbukan sentral dapat memotivasi saya untuk mempelajari materi tumbukan sentral dua partikel	✓				
8		Siswa berperan aktif dan tanggap	Penggunaan teknik tabulasi pada tumbukan sentral dua partikel membuat saya lebih aktif diskusi dengan teman-teman	✓			

9	dalam pembelajaran	Penggunaan teknik tabulasi sangat menarik untuk menyelesaikan soal tumbukan sentral dua partikel	✓				
10		Penggunaan teknik tabulasi pada tumbukan sentral dua partikel membuat saya lebih aktif diskusi dengan guru	✓				20
11		Penyelesaian soal tumbukan sentral dua partikel dengan teknik tabulasi menambah rasa ingin tahu saya untuk mempelajari materi tentang tumbukan sentral	✓				
12	Siswa berani bertanya	Penyelesaian soal tumbukan sentral dua partikel dengan teknik tabulasi membuat saya menjadi aktif bertanya jika ada materi yang belum dimengerti	✓				15
13		Penyelesaian soal tumbukan sentral dua dimensi dengan teknik tabulasi membantu saya menjawab pertanyaan guru dengan baik	✓				
14		Jika ada pertanyaan dari guru saya aktif menjawab	✓				

15

15

- Hasil angket respon siswa terendah

**RESPON SISWA TERHADAP PENGGUNAAN LKPD DENGAN TEKNIK
TABULASI PADA PENYELESAIAN SOAL TUMBUKAN SENTRAL**

Nama : Natasya Tri Adireto

Kelas : XI IPA 6

Absen : 22

Petunjuk pengisian :

Berdasarkan penilaian anda, berilah tanda check pada salah satu kolom yang saudara pilih

- SS : Sangat Setuju
- S : Setuju
- CS : Cukup Setuju
- TS : Tidak Setuju
- STS : Sangat Tidak Setuju

49

NO	INDIKATOR	PERNYATAAN	RESPON				
			SS	S	CS	TS	STS
1	Siswa mendengarkan penjelasan pembelajaran menggunakan LKPD sebagai media pembelajaran	Penggunaan teknik tabulasi dalam menyelesaikan soal tumbukan sentral dua partikel dapat menambah wawasan saya		✓			
2		Bahasa yang digunakan pada LKPD dalam penggunaan teknik tabulasi pada materi tumbukan sentral mudah dipahami			✓		
3		Setelah mengenal teknik tabulasi saya merasa sangat mudah untuk menyelesaikan soal tumbukan sentral dua partikel		✓			
4		Informasi pada LKPD dalam menjelaskan penggunaan teknik tabulasi mudah untuk saya pahami		✓			
5		Gambar yang terdapat dalam LKPD sebagai ilustrasi tumbukan sentral dua partikel jelas	✓				
6		Tahap penyelesaian soal menggunakan teknik tabulasi sangat mudah			✓		
7		Penggunaan LKPD dalam menjelaskan teknik tabulasi pada materi tumbukan sentral dapat memotivasi saya untuk mempelajari materi tumbukan sentral dua partikel			✓		
8		Siswa berperan aktif dan tanggap	Penggunaan teknik tabulasi pada tumbukan sentral dua partikel membuat saya lebih aktif diskusi dengan teman-teman			✓	

9	dalam pembelajaran	Penggunaan teknik tabulasi sangat menarik untuk menyelesaikan soal tumbukan sentral dua partikel			✓		
10		Penggunaan teknik tabulasi pada tumbukan sentral dua partikel membuat saya lebih aktif diskusi dengan guru			✓		
11		Penyelesaian soal tumbukan sentral dua partikel dengan teknik tabulasi menambah rasa ingin tahu saya untuk mempelajari materi tentang tumbukan sentral			✓		
12	Siswa berani bertanya	Penyelesaian soal tumbukan sentral dua partikel dengan teknik tabulasi membuat saya menjadi aktif bertanya jika ada materi yang belum dimengerti			✓		
13		Penyelesaian soal tumbukan sentral dua dimensi dengan teknik tabulasi membantu saya menjawab pertanyaan guru dengan baik			✓		
14		Jika ada pertanyaan dari guru saya aktif menjawab			✓		

Lampiran 12. Dokumentasi Kegiatan**Lampiran 12a. Pelaksanaan Penelitian****a. Pertemuan ke-1****b. Pertemuan Ke-2**

c. Wawancara kepada siswa



d. Dokumentasi beesama guru fisika dan waka kurikulum



Lampiran 12b. Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jalan Kalimantan 37, Kampus Bumi Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121
Telepon 0331-334988,336084, Faximile 0331-332475
Laman: www.fkip.unej.ac.id

Nomor  155 /UN25.1.5/SP/2023
Hal : Permohonan Izin Penelitian

04 JAN 2023

Yth. Kepala Sekolah
SMA Negeri Ambulu
di
Jember

Diberitahukan dengan hormat, bahwa mahasiswa FKIP Universitas Jember di bawah ini:

Nama : Azizah Nur Jannah
NIM : 190210102039
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Program Studi : Pendidikan Fisika
Rencana Penelitian : bulan Januari – Februari 2023

Berkenaan dengan penyelesaian studinya, mahasiswa tersebut bermaksud melaksanakan penelitian di SMA Negeri Ambulu dengan judul "Efektifitas Model PBL Disertai Dengan LKPD Berbasis Teknik Tabulasi Untuk Penyelesaian Soal Tumbukan Sentral Pada Kelas XI MIPA". Sehubungan dengan hal tersebut mohon saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

Demikian permohonan ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik kami sampaikan terimakasih.

an. Dekan
Wakil Dekan I,

Drs. Nurman, Ph. D
06011993021001



Lampiran 12c. Surat Telah Melakukan Penelitian



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS PENDIDIKAN

SMA NEGERI AMBULU

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

SURAT KETERANGAN

No : 489/033/101.6.5.9/2023

Yang bertanda tangan di bawah ini :

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

Menerangkan bahwa :

Nama : **AZIZAH NUR JANNAH**
NIM : 190210102039
Program Studi : Pendidikan Fisika
Jurusan : Pendidikan MIPA

Telah melaksanakan penelitian/riset , mengenai

“ Efektifitas Model PBL disertai Dengan LKPD Berbasis Teknik Tabulasi Untuk Penyelesaian Soal Tumbukan Sentral Pada Kelas XI MIPA.

Demikian, keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Ambulu, 6 Februari 2023

Kepala SMA Negeri Ambulu


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