



**ANALISIS KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF SISWA
MELALUI PENERAPAN MODEL *PROJECT BASED
LEARNING* (PjBL) TERINTEGRASI STEM POKOK
BAHASAN HUKUM BERNOULLI**

SKRIPSI

Oleh

**Defi Nurdiana Aprilia
210210102117**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JEMBER
2025**



**ANALISIS KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF SISWA
MELALUI PENERAPAN MODEL *PROJECT BASED
LEARNING* (PjBL) TERINTEGRASI STEM POKOK
BAHASAN HUKUM BERNOULLI**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh Sarjana pada
program studi Pendidikan Fisika*

SKRIPSI

Oleh

**Defi Nurdiana Aprilia
210210102117**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JEMBER
2025**

PERSEMBAHAN

Puji syukur atas limpahan rahmat dan karunia Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan kesehatan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Keberhasilan dalam penulisan skripsi ini tentunya tidak lepas dari dukungan dan bantuan beberapa pihak. Atas terselesaikannya Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya tercinta, Alm. Bapak Suyono dan Ibu Sumila, yang selalu mendoakan, mendukung, dan memberikan yang terbaik untuk kehidupan saya;
2. Bapak dan Ibu guru sejak dari taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi yang telah memberikan bimbingan dan ilmu yang bermanfaat dengan penuh kesabaran;
3. Almamater tercinta Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

MOTTO

“Tugas kita bukanlah untuk berhasil, tugas kita adalah Untuk mencoba karena didalam mencoba itulah kita menemukan kesempatan untuk berhasil”¹

(Buya Hamka)

¹ Hamka. (1982). *Falsafah Hidup*. Jakarta: Pustaka Panjimas.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Defi Nurdiana Aprilia

NIM : 210210102117

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Penerapan Model Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM Pokok Bahasan Hukum Bernoulli* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 04 Juli 2025

Yang Menyatakan,

Defi Nurdiana Aprilia

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul *Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Penerapan Model Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM Pokok Bahasan Hukum Bernoulli* telah di uji dan disetujui oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada :

Hari : Jumat

Tanggal : 04 Juli 2025

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Pembimbing

Tanda Tangan

1. Pembimbing Utama

Nama : Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si (.....)

NIP : 196412301993021001

2. Pembimbing Anggota

Nama : Dr. Rif'ati Dina Handayani, S.Pd., M.Si (.....)

NIP : 198102052006042001

Penguji

1. Penguji Utama

Nama : Prof. Dr. I Ketut Mahardika, M.Si (.....)

NIP : 196507131990031002

2. Penguji Anggota

Nama : Nila Mutia Dewi, S.Pd., M.PFis

NIP : 199306182022032008 (.....)

ABSTRACT

Creative thinking skills are very important in physics learning, because physics not only requires an understanding of theoretical concepts, but also the ability to apply them in real-world contexts. In fact, students' creative thinking skills are still rarely developed. Integrated STEM PjBL is project-based learning aimed at achieving specific contextual outcomes through mastery of several STEM concepts, which is currently widely implemented. The purpose of this study is to analyze students' creative thinking skills through the application of the integrated STEM PjBL model on the topic of Bernoulli's Principle. This is a qualitative descriptive study using a case study approach. It was conducted at SMAN Mumbulsari during the second semester of the 2024/2025 academic year, with the study population being one 11th-grade class. The study subjects consisted of 36 students. Creative thinking skills have four indicators that were analyzed during the learning process. Based on the results and discussion, it can be said that the majority of students' creative thinking skills are in the good category. This can be seen in the originality indicator, which is mostly in the Very Good category, indicating that students are able to generate unique and different ideas from others. Furthermore, the flexibility indicator was mostly in the good category, indicating that the majority of students were able to face challenges in seeing problems from various perspectives. In addition, the fluency indicator was mostly in the Very Poor category, reflecting that students were not yet fully fluent in generating many ideas or alternative solutions in solving problems. Meanwhile, the elaboration indicator was mostly in the Good category. This indicates that students are able to develop and elaborate ideas logically. The conclusion of this study can be stated that students' creative thinking skills through the PjBL model integrated with STEM on the topic of Bernoulli's principle are mostly in the "good" category. Thus, the implementation of the PjBL model integrated with STEM has provided space for the emergence of students' creative ideas, although there are still indicators that require further strengthening.

Keywords: *Creative thinking skills, Project-Based Learning, STEM, Bernoulli's Law.*

RINGKASAN

Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Penerapan Model *Project Based Learning* (PjBL) Terintegrasi STEM Pokok Bahasan Hukum Bernoulli; Defi Nurdiana Aprilia, 210210102117; 2025; 39 Halaman; Program Studi Pendidikan Fisika; Jurusan Pendidikan MIPA; Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Pembelajaran abad ke-21 merupakan pembelajaran yang disusun untuk mengatasi tantangan global dengan fokus pada pengembangan keterampilan peserta didik, terutama dalam melatih soft skill. Kemendikbud merumuskan bahwa paradigma pembelajaran abad 21 yang dikenal kecakapan 4C menjadi 6C, yaitu menekankan pada kemampuan siswa dalam *critical thinking, creativity, collaboration, communication, character, dan citizenship*. Berpikir kreatif merupakan kebiasaan berpikir yang terasah dengan memperhatikan intuisi, menghidupkan imajinasi, mengeksplorasi kemungkinan baru, membentuk sudut pandang yang unik, dan memunculkan ide-ide yang tidak terduga. Berdasarkan hasil observasi di salah satu SMA di Jember, di sekolah tersebut belum pernah melatih keterampilan berpikir kreatif siswa. Hal ini dikarenakan dalam proses pembelajaran metode pembelajaran yang didominasi berpusat pada guru (teacher-centered) dan terlalu berfokus pada penguasaan rumus semata mengakibatkan siswa kurang terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran. Mengadopsi model pembelajaran yang dapat mengasah keterampilan berpikir kreatif siswa merupakan hal yang sangat penting, salah satu model pembelajaran yang direkomendasikan dalam kurikulum merdeka adalah *Project Based Learning* Terintegrasi STEM. Tujuan dalam penelitian ini untuk Menganalisis keterampilan berpikir kreatif siswa melalui penerapan model PjBL terintegrasi STEM.

Jenis penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan tujuan untuk memberikan gambaran mengenai keterampilan berpikir kreatif siswa selama proses pembelajaran hukum Bernoulli melalui model PjBL Terintegrasi STEM. Desain penelitian yang digunakan adalah studi kasus tunggal. Data dalam penelitian ini menggunakan dua jenis yaitu data primer dan data sekunder. Dimana Data primer dalam penelitian ini merupakan hasil keterampilan berpikir kreatif siswa melalui implementasi LKPD PjBL terintegrasi STEM. Data sekunder dalam penelitian ini yaitu hasil wawancara, observasi, dan dokumentasi. Kemudian, dilakukan analisis data kualitatif menggunakan pendekatan interaktif oleh Miles dan Huberman dengan tahapan, pengumpulan data, reduksi data, penyajian data, dan kesimpulan. Penelitian ini menggunakan empat indikator keterampilan berpikir kreatif yaitu, *fluency, flexibility, originality dan elaboration*.

Pada indikator *fluency* mayoritas berada pada kategori Sangat Kurang, mencerminkan bahwa peserta didik belum sepenuhnya lancar dalam menghasilkan banyak ide atau solusi alternatif dalam menyelesaikan masalah. Pada indikator *flexibility* mayoritas berada pada kategori baik, yang mengindikasikan bahwa peserta didik mampu menghadapi tantangan dalam melihat masalah dari berbagai sudut pandang atau mengubah pendekatan yang digunakan. Pada indikator *originality* memperoleh skor tertinggi mayoritas dalam kategori Sangat Baik, yang

menunjukkan bahwa peserta didik mampu menghasilkan ide-ide yang unik dan berbeda dari yang lain. Pada indikator *elaboration* menunjukkan hasil yang cukup bervariasi dimana mayoritas dalam kategori Baik. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik dalam mengembangkan dan merinci ide secara logis sudah baik akan tetapi masih perlu ditingkatkan.

Kesimpulan dalam penelitian ini dapat dikatakan bahwa keterampilan berpikir kreatif siswa melalui model PjBL terintegrasi STEM pokok bahasan hukum Bernoulli mayoritas berada pada kategori baik. Dapat dilihat bahwa pada indikator *originality* berada pada kategori sangat baik. Pada indikator *flexibility* dan *elaboration* berada pada kategori baik. Sedangkan pada indikator *fluency* berada pada kategori sangat kurang. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa keterampilan berpikir kreatif siswa dapat dianalisis melalui model PjBL terintegrasi STEM.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas segala nikmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan studi pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Muhammad Na'im, M.Pd. selaku Dekan FKIP Universitas Jember yang menerbitkan surat permohonan izin penelitian;
2. Dr. Erfan Yudianto, S.Pd., M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember, dan Dr. Rif'ati Dina Handayani, S.Pd., M.Si, selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Fisika yang memfasilitasi pengajuan ujian skripsi;
3. Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Rif'ati Dina Handayani, S.Pd., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam memberikan bimbingan skripsi ini;
4. Prof. Dr. I Ketut Mahardika, M.Si. selaku Dosen Penguji Utama dan Nila Mutia Dewi, S.Pd., M.Pfis selaku Dosen Penguji Anggota yang bersedia memberikan saran untuk perbaikan skripsi ini;
5. Erni Sulistiana, S.Pd., M.P, selaku kepala SMAN Mumbulsari yang memberikan izin untuk melaksanakan kegiatan penelitian dan Prasasti Nur Indahsari S.Pd., M.Pd, selaku guru fisika SMAN Mumbulsari yang memberikan fasilitas kelas untuk kegiatan penelitian;
6. Observer penelitian yang telah membantu mengamati aktivitas siswa dalam proses pembelajaran;
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, Penulis juga menerima kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 16 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

PERSEMBAHAN	iii
MOTTO.....	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
ABSTRACT.....	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Hakikat Pembelajaran Fisika	5
2.2 Model PjBL Terintegrasi STEM.....	5
2.3 Keterampilan Berpikir Kreatif.....	7
2.4 Model PjBL Terintegrasi STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif.....	8
2.5 Hukum Bernoulli	10
2.6 Penelitian Relevan	11
2.7 Kerangka Berpikir	12
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	13

3.2 Subjek Penelitian	13
3.3 Desain Penelitian	13
3.4 Prosedur Penelitian	14
3.5 Pengumpulan Data Penelitian.....	15
3.6 Metode Analisis Data.....	16
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
4.1 Hasil Penelitian.....	17
4.2 Pembahasan	27
BAB 5. PENUTUP	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gaya pada Pesawat	10
Gambar 2.2 Aliran Fluida pada Sayap.....	11
Gambar 2.3 Gaya angkat pada airfoil.....	11
Gambar 2.4 Kerangka Berpikir	12
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian.....	15
Gambar 4.1 Pekerjaan LKPD tahap Reflection pada Indikator <i>Fluency</i> Kategori Kurang.....	20
Gambar 4.2 Pekerjaan LKPD tahap <i>Reflection</i> pada Indikator <i>Fluency</i> Kategori Baik.....	20
Gambar 4.3 Pekerjaan LKPD Indikator <i>Flexibility</i> Kategori Kurang.....	22
Gambar 4.4 Pekerjaan LKPD Siswa Indikator <i>Flexibility</i> Kategori Baik.....	22
Gambar 4.5 Pekerjaan LKPD tahap Discovery pada Indikator <i>Originality</i> Kategori Kurang	24
Gambar 4.6 Pekerjaan LKPD tahap Discovery pada Indikator <i>Originality</i> Kategori Baik.....	25
Gambar 4.7 Pekerjaan LKPD tahap Research pada Indikator <i>Elaboration</i> Kategori Kurang	26
Gambar 4.8 Pekerjaan LKPD tahap research pada Indikator <i>Elaboration</i> Kategori Baik.....	26

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Langkah-langkah Pembelajaran PjBL Terintegrasi STEM	6
Tabel 2.2 Perilaku Keterampilan Berpikir Kreatif.....	8
Tabel 2.3 Langkah Model PjBL Terintegrasi STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif.....	9
Tabel 4.1 Penilaian LKPD Perkelompok.....	18
Tabel 4.2 Penilaian Hasil Observasi Siswa Perindividu	19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Matriks Penelitian	41
Lampiran 2. Lembar Pernyataan <i>Expert Judgement</i>	42
Lampiran 3. Pedoman Wawancara untuk Guru Fisika.....	45
Lampiran 4. Wawancara kepada siswa setelah penelitian.....	49
Lampiran 5. Pedoman Observasi Keterampilan Berpikir Kreatif	51
Lampiran 6. Lembar Observasi Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa	54
Lampiran 7. Kriteria Penilaian LKPD.....	56
Lampiran 8. Modul Ajar.....	65
Lampiran 9. Lembar Kerja Peserta Didik	69
Lampiran 10. Lembar Observasi Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa	76
Lampiran 11. Data Hasil Observasi Siswa	88
Lampiran 12. Triangulasi Teknik	89
Lampiran 13. Hasil Penilaian LKPD Siswa	108
Lampiran 14. Transkrip Reduksi Kegiatan	110
Lampiran 15. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	147
Lampiran 16. Hasil Produk Siswa.....	148
Lampiran 17. Permohonan Izin Penelitian	149
Lampiran 18. Surat Selesai Penelitian.....	150
Lampiran 19. <i>Expert Judgement</i>	151

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembelajaran abad ke-21 merupakan pembelajaran yang disusun untuk mengatasi tantangan global dengan fokus pada pengembangan keterampilan peserta didik, terutama dalam melatih *soft skill* (Wulansari & Sunarya, 2023). Kemendikbud menetapkan bahwa paradigma pembelajaran abad ke-21, yang awalnya dikenal dengan kecakapan 4C, telah berkembang menjadi 6C. Paradigma ini menekankan pentingnya penguasaan enam kompetensi utama oleh siswa yaitu *critical thinking, creativity, collaboration, communication, character, dan citizenship* (Setiyowati *et al.*, 2023). Proses pembelajaran abad ke-21 bertujuan untuk meningkatkan intelektual, moral, serta berbagai keterampilan, seperti keterampilan bertanya, keterampilan berpikir kreatif, pemahaman dalam berkreasi, pemecahan masalah, dan penguasaan standar pengetahuan, yang semuanya didukung oleh peran pendidik (Syamina *et al.*, 2021; Lestari & Ilhami, 2022). Salah satu aspek utama yang harus dicapai dalam pembelajaran abad ke-21 adalah keterampilan berpikir kreatif (Budiyono *et al.*, 2020).

Berpikir kreatif adalah suatu proses berpikir yang berkembang melalui latihan, dengan melibatkan intuisi, membangkitkan imajinasi, menjelajahi berbagai kemungkinan baru, membangun cara pandang yang berbeda, serta menghasilkan gagasan-gagasan yang orisinal dan tak terduga (Safriana *et al.*, 2022). Keterampilan berpikir kreatif sangat penting dalam pembelajaran fisika, karena fisika tidak hanya menuntut pemahaman konsep-konsep teoretis, tetapi juga untuk menerapkannya dalam konteks nyata (Goran *et al.*, 2021). Dengan keterampilan berpikir kreatif, siswa diharapkan dapat mengembangkan cara-cara baru untuk memahami fenomena fisika, merancang eksperimen yang inovatif serta menemukan solusi kreatif terhadap masalah-masalah fisika yang kompleks (Nailufari *et al.*, 2024). Dalam pembelajaran fisika, keterampilan berpikir kreatif juga mendorong siswa untuk mengajukan pertanyaan yang mendalam dan mengeksplorasi berbagai kemungkinan solusi, yang pada akhirnya membantu siswa memahami hubungan antar konsep secara lebih mendalam (Kassi *et al.*, 2021).

Pentingnya keterampilan berpikir kreatif dalam mata pelajaran fisika pada kenyataannya belum sepenuhnya tercermin dalam praktik pembelajaran di sekolah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sari *et al.*, (2022), keterampilan berpikir kreatif siswa masih tergolong rendah. Hal tersebut disebabkan karena pembelajaran fisika di sekolah cenderung berfokus pada penguasaan rumus dan penyelesaian soal secara mekanis tanpa mendorong keterampilan berpikir kreatif terhadap konsep-konsep yang dipelajari. Menurut Nurhakiki & Hartini (2020), proses pembelajaran masih banyak didominasi oleh metode ceramah, yang menyebabkan siswa tidak terlibat secara aktif dalam kegiatan belajar. Akibatnya, siswa cenderung pasif, hanya memperhatikan, mendengarkan, dan mencatat penjelasan dari guru tanpa keterlibatan langsung dalam proses pembelajaran. Guru perlu menciptakan lingkungan yang mendorong siswa untuk aktif dalam pemecahan masalah dan mengembangkan potensi berpikir kreatif peserta didik secara mandiri (Safriana *et al.*, 2022). Berdasarkan hasil wawancara dengan guru mata pelajaran fisika di salah satu SMA di Jember, diketahui bahwa sekolah tersebut sebenarnya telah melatih keterampilan berpikir kreatif siswa dalam beberapa mata pelajaran. Namun, khusus pada mata pelajaran fisika, keterampilan berpikir kreatif belum pernah secara khusus dilatihkan. Hal tersebut disebabkan oleh proses pembelajaran yang masih didominasi oleh pendekatan berpusat pada guru (*teacher-centered*) dan terlalu berfokus pada penguasaan rumus semata, sehingga siswa kurang terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran. Selain itu, dalam pembelajaran terdapat beberapa materi telah dilaksanakan kegiatan praktikum, akan tetapi pelaksanaannya masih bersifat *teacher-centered*, di mana guru lebih mendominasi jalannya kegiatan dibandingkan memberikan ruang kepada siswa untuk mengeksplorasi dan membangun pemahaman secara mandiri.

Fluida dinamis merupakan materi yang mempelajari fluida yang bergerak dan menjadi salah satu materi yang paling kompleks, sehingga membutuhkan pemahaman yang mendalam (Affandy *et al.*, 2019). Siswa cenderung menganggap konsep-konsep fluida sebagai sesuatu yang sulit dan abstrak (Sa'adah *et al.*, 2022). Menurut Resa *et al.*, (2024), siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi fluida dinamis karena pembelajaran yang terlalu informatif dan kurang interaktif

tanpa adanya keterlibatan langsung dengan fenomena nyata, siswa cenderung tidak memahami konsep fluida dinamis dengan baik, yang juga berdampak pada rendahnya keterampilan berpikir kreatif siswa.

Mengadopsi model pembelajaran yang dapat mengasah keterampilan berpikir kreatif siswa merupakan hal yang sangat penting, salah satu model pembelajaran yang direkomendasikan dalam kurikulum merdeka adalah *Project Based Learning* Terintegrasi STEM (Amin & Sholihah, 2024). Model PjBL terintegrasi STEM direkomendasikan dalam Kurikulum Merdeka karena menekankan pembelajaran kolaboratif. Dalam model ini, siswa terlibat secara aktif melalui kerja kelompok dan saling berbagi informasi, yang pada akhirnya dapat memperluas wawasan mereka dan mendorong pengembangan keterampilan berpikir kreatif (Mamahit *et al.*, 2020). Proyek dikerjakan secara berkelompok, di mana siswa bekerja sama mengintegrasikan pengetahuan yang mereka miliki dengan fenomena yang terjadi di lingkungan sekitar. Kegiatan ini merupakan salah satu bentuk penerapan pendekatan STEM yang terintegrasi dalam proses pembelajaran (Lorensia *et al.*, 2024). Melalui proyek-proyek ini, siswa dihadapkan pada tantangan yang memerlukan pemikiran kreatif dan solusi inovatif yang relevan dengan kehidupan sehari-hari (Mahombar *et al.*, 2023). Dengan adanya proyek ini, siswa mendapatkan kesempatan untuk menghasilkan karya orisinal dan mengasah keterampilan berpikir kreatif siswa (Cahyani & Viyanti, 2023).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Rohman *et al.*, (2021) bahwa siswa dengan tingkat pemahaman konsep yang tinggi umumnya juga menunjukkan keterampilan berpikir kreatif yang tinggi. Sedangkan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Rahma, (2023) bahwa dengan pendekatan STEM mempengaruhi keterampilan berpikir kreatif siswa. Dalam pembelajaran ini, siswa diberikan tantangan untuk berpikir kreatif melalui berbagai tugas berbasis proyek yang secara khusus dirancang untuk melatih dan mengembangkan keterampilan berpikir kreatif siswa.

Berdasarkan latar belakang dan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa penelitian mengenai keterampilan berpikir kreatif siswa perlu dilakukan dalam pembelajaran fisika untuk menganalisis keterampilan berpikir kreatif siswa pada

pembelajaran abad ke-21. Dalam hal ini menjadi dasar peneliti untuk melakukan penelitian dengan judul “**Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Penerapan Model *Project Based Learning* (PjBL) Terintegrasi STEM Pokok Bahasan Hukum Bernoulli**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: “Bagaimana keterampilan berpikir kreatif siswa melalui penerapan model PjBL terintegrasi STEM Pokok Bahasan Hukum Bernoulli?”.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dalam penelitian ini adalah: “Menganalisis keterampilan berpikir kreatif siswa melalui penerapan model PjBL terintegrasi STEM Pokok Bahasan Hukum Bernoulli”.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian, maka manfaat yang diharapkan dapat dari penelitian sebagai berikut:

a. Bagi Sekolah

Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar untuk menerapkan metode pembelajaran yang lebih sesuai dengan kebutuhan siswa, khususnya dalam mata pelajaran fisika.

b. Bagi Guru

Hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan baru mengenai metode dan pendekatan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa, yang dapat diterapkan dalam proses pembelajaran fisika.

c. Bagi Peneliti Lain

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut terkait keterampilan berpikir kreatif yang dapat diterapkan dalam pembelajaran fisika.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hakikat Pembelajaran Fisika

Fisika merupakan cabang ilmu pengetahuan alam yang mengkaji sifat, perilaku materi, energi dalam ruang dan waktu, serta interaksi yang terjadi di antaranya (Syahrial *et al.*, 2022). Melalui hukum-hukum dasar, fisika berupaya menjelaskan berbagai fenomena alam, mulai dari partikel terkecil hingga struktur yang luas (Setyaningrum *et al.*, 2023). Hakikat fisika meliputi tiga aspek utama: fisika sebagai produk, yaitu kumpulan pengetahuan ilmiah; fisika sebagai proses, yakni pendekatan ilmiah untuk memahami alam; dan fisika sebagai sikap, yang menggambarkan sikap kritis, inovatif, dan terbuka terhadap perkembangan ilmu pengetahuan (Murdani, 2020). Oleh karena itu, fisika tidak hanya berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan, tetapi juga memainkan peran penting dalam mendorong kemajuan peradaban manusia. (Harefa, 2019).

Pembelajaran fisika perlu dirancang untuk memberikan pemahaman yang mendalam kepada siswa mengenai konsep dan prinsip-prinsip dasar yang mengatur fenomena alam (Putri *et al.*, 2024). Aktivitas pembelajaran juga sebaiknya menitikberatkan pada partisipasi aktif siswa dalam mengeksplorasi dan memahami materi melalui observasi, eksperimen, serta analisis (Septiani *et al.*, 2024). Pembelajaran diharapkan mampu menciptakan lingkungan belajar yang mendorong eksplorasi, eksperimen, dan refleksi kritis, sehingga siswa dapat menerapkan pengetahuan fisika dalam kehidupan sehari-hari (Mukin & Maing, 2018).

2.2 Model PjBL Terintegrasi STEM

Project Based Learning adalah pembelajaran berbasis proyek yang berfokus pada siswa, memberikan pengalaman belajar yang bermakna, serta membangun pemahaman konsep melalui produk yang dihasilkan selama proses belajar (Rahmania, 2021). PjBL menekankan pembelajaran yang aktif dan relevan, di mana siswa secara aktif menyelidiki dan menjawab pertanyaan atau tantangan, mengeluarkan pemikiran kreatif, serta menghasilkan karya (Ramadianti, 2021). Namun, pembelajaran berbasis proyek perlu dimodifikasi agar sesuai dengan

tuntutan zaman dan untuk mengoptimalkan keterampilan berpikir kreatif siswa, salah satunya dengan mengintegrasikan model PjBL dengan STEM (Pangestika *et al.*, 2020).

Pendekatan STEM merupakan integrasi dari dua atau lebih disiplin ilmu, yaitu sains, teknologi, rekayasa (*engineering*), dan matematika, yang bertujuan untuk mendorong siswa menggabungkan keempat bidang tersebut guna menghasilkan inovasi atau penemuan baru (Rukamana *et al.*, 2020). Pendekatan STEM melatih siswa untuk menerapkan prinsip, konsep, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam pembelajaran dengan mengintegrasikannya ke dalam produk atau proyek (Mahombar *et al.*, 2023).

PjBL terintegrasi STEM mampu menunjang kegiatan pembelajaran aktif dan fokus pada kegiatan ilmiah yang menuntut siswa untuk menghasilkan produk dan untuk mengasah keterampilan berpikir kreatif siswa (Mamahit *et al.*, 2020). Integrasi antara PjBL dan STEM menjadi sarana untuk mengikuti perkembangan di era globalisasi dengan mengembangkan keterampilan abad 21 pada siswa (Elva & Irawati, 2021). Dengan demikian, PjBL dan STEM dapat digabungkan karena pembelajaran yang mengintegrasikan keduanya memberikan pengalaman langsung kepada siswa melalui kegiatan belajar yang aktif, menyenangkan, dan bermakna, serta proyek-proyek yang berfokus pada penyelesaian masalah dalam kehidupan sehari-hari, yang melatih siswa untuk siap menghadapi tantangan. Berikut merupakan tahapan pembelajaran PjBL Terintegrasi STEM menurut Laboy-Rush dalam (Elva & Irawati, 2021) dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Langkah-langkah Pembelajaran PjBL Terintegrasi STEM

Langkah PjBL Terintegrasi STEM	Kegiatan Siswa
<i>Reflection</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik mengidentifikasi informasi penting dari surat kabar yang akan diselesaikan berdasarkan permasalahan nyata yang diberikan oleh guru. - Peserta didik mengidentifikasi permasalahan dari surat kabar yang akan diselesaikan berdasarkan permasalahan nyata yang diberikan oleh guru. - Peserta didik mengidentifikasi solusi dari permasalahan yang ada pada surat kabar.
<i>Research</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik mencari informasi dari berbagai sumber untuk memahami masalah secara mendalam.

Langkah PjBL Terintegrasi STEM	Kegiatan Siswa
	- Peserta didik mengeksplorasi konsep hukum Bernoulli pada pesawat terbang.
<i>Discovery</i>	- Peserta didik berdiskusi dengan kelompok untuk merancang alat dan bahan yang dibutuhkan. - Peserta didik berdiskusi dengan kelompok untuk proses merancang dan mendesain proyek.
<i>Application</i>	- Peserta didik membuat prototype sayap pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan. - Peserta didik membuat prototype sayap pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan. - Peserta didik menganalisis konsep hukum Bernoulli dari proyek yang mereka buat.
<i>Communication</i>	Peserta didik mempresentasikan hasil proyek yang dibuat dalam lingkup kelas.

(Elva & Irawati, 2021)

Berdasarkan tahapan pembelajaran di atas, dapat diketahui bahwa PjBL Teintegrasi STEM berfokus pada pembelajaran berbasis proyek dimana siswa terlibat aktif dalam proses pembelajaran. PjBL Terintegrasi STEM ini berpusat pada siswa sehingga siswa mampu mengeksplor pengetahuan dengan dengan mengaitkannya dengan sains, teknologi, *engineering*, seni, dan matematika.

2.3 Keterampilan Berpikir Kreatif

Keterampilan berpikir kreatif adalah salah satu bentuk keterampilan berpikir tingkat tinggi yang melibatkan berpikir logis dan divergen, yaitu berpikir berdasarkan apa yang telah dipelajari, menyelidiki informasi yang ingin diketahui, dan menciptakan informasi baru (Nuraini & Hidayah, 2023). Keterampilan berpikir kreatif muncul dari kebiasaan melatih pikiran dengan intuisi, imajinasi, dan eksplorasi ide baru (Rukamana *et al.*, 2020). Keterampilan berpikir kreatif membantu siswa mengembangkan ide dan solusi inovatif serta memecahkan masalah kompleks (Azzahra *et al.*, 2023). Dengan demikian, keterampilan berpikir kreatif melibatkan berpikir logis dan divergen, memungkinkan individu untuk menciptakan informasi baru dan solusi inovatif dalam menghadapi tantangan. Keterampilan berpikir kreatif memiliki empat indikator yang mencakup kelancaran (*fluency*), fleksibilitas (*flexibility*), orisinalitas (*originality*), dan elaborasi

(*elaboration*) (Nuraini & Hidayah, 2023). Dari 4 indikator tersebut, adapun bentuk perilaku dari keterampilan berpikir kreatif dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perilaku Keterampilan Berpikir Kreatif

Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif	Perilaku
<i>Fluency</i>	Kemampuan untuk menghasilkan banyak ide atau solusi
<i>Flexibility</i>	Kemampuan untuk melihat masalah dari berbagai sudut pandang menghasilkan ide dan jawaban yang variatif.
<i>Originality</i>	Kemampuan untuk menghasilkan ide atau solusi yang unik dan baru
<i>Elaboration</i>	Kemampuan untuk mengembangkan ide secara mendetail dan menyempurnakannya.

(Nuraini & Hidayah, 2023)

Berdasarkan indikator keterampilan berpikir kreatif di atas, dapat diketahui bahwa keterampilan berpikir kreatif membantu siswa menghasilkan ide baru dan menyelesaikan masalah secara inovatif, sehingga siswa menjadi lebih aktif dan siap menghadapi tantangan dalam pembelajaran.

2.4 Model PjBL Terintegrasi STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif

Salah satu upaya untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa adalah dengan menggunakan model pembelajaran yang tepat. Salah satu model yang dapat diterapkan adalah *Project Based Learning* (PjBL) terintegrasi STEM (Munawwaroh *et al.*, 2024). Model PjBL Terintegrasi STEM adalah pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan elemen STEM untuk mendukung proses belajar siswa (Rukamana *et al.*, 2020). Terdapat kesamaan dalam karakteristik antara model PjBL dan PjBL yang terintegrasi dengan STEM, namun PjBL Terintegrasi STEM memberikan penekanan lebih pada proses perancangan atau desain sebagai bagian utama dalam pembelajaran (Rahmania, 2021). Pembelajaran PjBL Terintegrasi STEM dalam Fisika meningkatkan kreativitas dan keterlibatan siswa dalam pemecahan masalah (Sukmawijaya *et al.*, 2019; Megawati *et al.*, 2023). Oleh karena itu, perpaduan antara PjBL Terintegrasi STEM diharapkan menjadi salah satu pilihan untuk dapat mengembangkan keterampilan berpikir kreatif siswa dalam proses pembelajaran (Storina, 2022). Adapun sintaks model PjBL Terintegrasi STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif yang diadopsi dari

Elva & Irawati (2021) dan Nuraini & Hidayah, (2023) sebagaimana dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Langkah Model PjBL Terintegrasi STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif

Langkah PjBL Teintegrasi STEM	Kegiatan Siswa	Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif
<i>Reflection</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik mengidentifikasi informasi penting dari surat kabar yang akan diselesaikan berdasarkan permasalahan nyata yang diberikan oleh guru. - Peserta didik mengidentifikasi permasalahan dari surat kabar yang akan diselesaikan berdasarkan permasalahan nyata yang diberikan oleh guru. - Peserta didik mengidentifikasi solusi dari permasalahan yang ada pada surat kabar. 	<i>Fluency & Flexibility</i>
<i>Research</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik mencari informasi dari berbagai sumber untuk memahami masalah secara mendalam. - Peserta didik mengeksplorasi konsep hukum Bernoulli pada pesawat terbang. 	<i>Flexibility & Elaboration</i>
<i>Discovery</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik berdiskusi dengan kelompok untuk merancang alat dan bahan yang dibutuhkan. - Peserta didik berdiskusi dengan kelompok untuk proses merancang dan mendesain proyek. 	<i>Flexibility & Originality</i>
<i>Application</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik membuat prototype sayap pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan. - Peserta didik membuat prototype sayap pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan. - Peserta didik menganalisis konsep hukum Bernoulli dari proyek yang mereka buat. 	<i>Originality & Elaboration</i>
<i>Communication</i>	Peserta didik mempresentasikan hasil proyek yang dibuat dalam lingkup kelas.	<i>Fluency</i>

Berdasarkan Tabel 2.3 di atas, dapat diketahui bahwa keterampilan berpikir kreatif melalui PjBL terintegrasi STEM mendorong siswa mengembangkan ide dalam proyek untuk menghasilkan produk dan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah di bidang sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika.

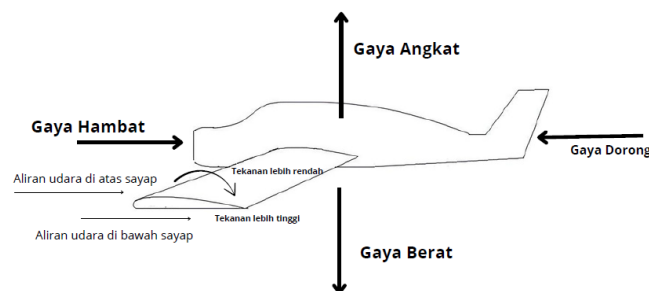
2.5 Hukum Bernoulli

Menurut prinsip Bernoulli, dalam aliran fluida yang konservatif, energi total per satuan massa tetap konstan sepanjang jalur aliran. Ini berarti bahwa dalam aliran fluida, kecepatan, tekanan, dan ketinggian dapat berubah-ubah. Prinsip Bernoulli menyatakan bahwa ketika kecepatan fluida meningkat, tekanan cenderung menurun, dan sebaliknya (Giancoli, 2014). Bernoulli berhasil menggambarkan hubungan ini dalam bentuk sebuah persamaan yang dikenal sebagai persamaan Bernoulli.

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2 \quad (2.1)$$

Dari persamaan di atas, didapatkan bahwa ketika kecepatan fluida meningkat, maka tekanan akan mengalami penurunan (Abdullah, 2016).

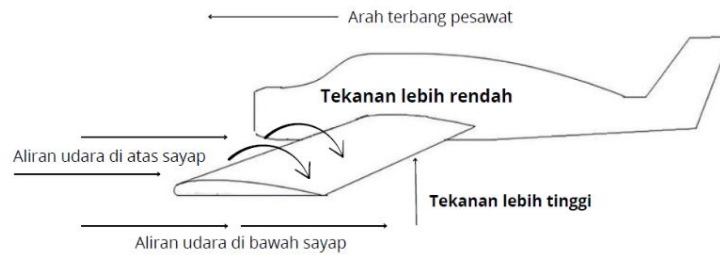
Apabila udara dianggap mengikuti hukum Bernoulli, maka dapat mengetahui bagaimana pesawat menghasilkan gaya angkat saat bergerak melalui udara. Pesawat dapat terbang karena adanya gaya angkat guna mengimbangi berat pesawat (Sugihandoko, 2023). Ada empat gaya yang bekerja pada pesawat terbang, yaitu gaya dorong, gaya hambat, gaya angkat, dan gaya berat (Anggraeni, 2013).



Gambar 2.1 Gaya pada Pesawat
(Sumber : Dokumen Pribadi)

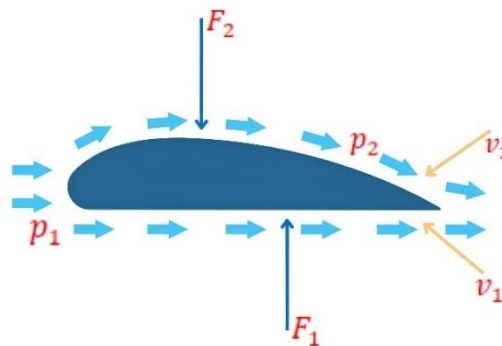
2.5.1 Aplikasi Hukum Bernoulli pada Gaya Angkat Pesawat

Pesawat terbang dapat mengudara di udara bukan hanya karena mesin, tetapi juga dengan memanfaatkan hukum Bernoulli. Hukum ini menyebabkan aliran udara di bawah sayap lebih lambat dibandingkan dengan aliran di atas sayap, sehingga tekanan di atas sayap lebih rendah daripada tekanan di bawah sayap yang lebih tinggi (Kusrini, 2020). Aplikasi Pada Sayap Pesawat dengan teori di atas, maka sayap pesawat di buat seperti Gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2 Aliran Fluida pada Sayap
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Gaya angkat merupakan besaran vektor sehingga angka negatif pada gaya angkat menunjukkan arah dari gaya angkat tersebut (Aziz et al., 2024). Gaya angkat tegak lurus dengan gaya berat. Gaya angkat juga terjadi karena perbedaan tekanan pada permukaan atas dan bawah airfoil. Ketika tekanan pada permukaan bawah airfoil lebih besar, maka airfoil akan terangkat (Putranto & Sulisetyono, 2017).



Gambar 2.3 Gaya angkat pada airfoil
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Gaya angkat pesawat dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$F_1 - F_2 = \frac{1}{2} \rho A (v_2^2 - v_1^2) \quad (2.2)$$

Dari persamaan diatas, gaya angkat yang dihasilkan oleh sayap pesawat merupakan selisih tekanan akibat perbedaan kecepatan aliran udara di atas dan di bawah sayap. Semakin besar perbedaan kecepatan antara aliran udara di atas (v_2) dan di bawah sayap (v_1), semakin besar gaya angkat yang dihasilkan.

(Kusrini, 2020)

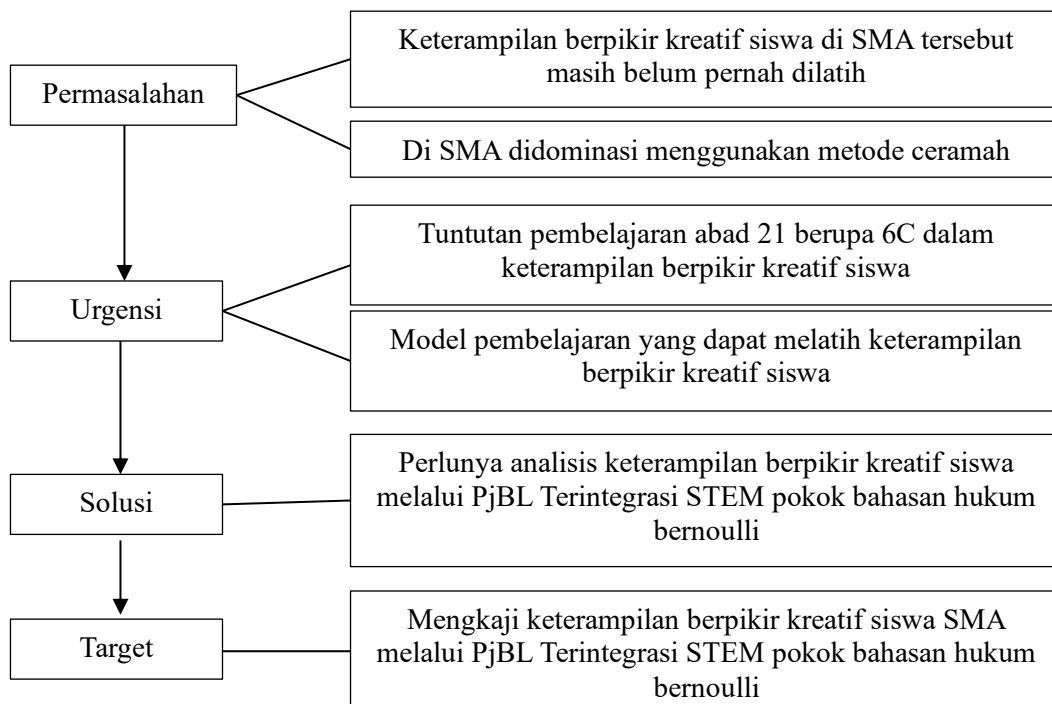
2.6 Penelitian Relevan

Penelitian ini menelaah hasil-hasil penelitian yang relevan untuk digunakan sebagai bahan perbandingan dan referensi. Berikut adalah hasil-hasil penelitian yang relevan:

- a. Amin & Sholihah., (2024) menyatakan bahwa nilai kemampuan berpikir kreatif mengalami peningkatan setelah dilakukan pembelajaran konvensional pada kelas kontrol dan PjBL berbasis STEM pada kelas eksperimen.
- b. Na'ilufari *et al.*, (2024) menyatakan bahwa siswa mampu menghasilkan ide-ide yang orisinal serta memiliki kemampuan berpikir kreatif yang menonjol, khususnya dalam aspek fleksibilitas, keaslian, dan pengembangan ide.
- c. Udju *et al.*, (2023) menyatakan bahwa penggunaan model PjBL berbasis STEM efektif untuk dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik kelas XI MIA pada materi fluida statis.

2.7 Kerangka Berpikir

Pembelajaran fisika di salah satu SMA di Jember masih belum melatih pada keterampilan berpikir kreatif yang merupakan keterampilan yang dibutuhkan pada pembelajaran abad 21. SMA ini telah menerapkan kurikulum merdeka, tetapi metode pembelajaran yang digunakan masih didominasi menggunakan metode ceramah. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk menganalisis keterampilan berpikir kreatif siswa sebagai pusat dalam pembelajaran.



Gambar 2.4 Kerangka Berpikir

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di semester genap dan lokasi penelitian di SMAN Mumbulsari pada semester genap tahun ajaran 2024/2025. Penelitian berfokus pada mata pelajaran fisika, pada materi hukum Bernoulli. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis keterampilan berpikir kreatif siswa.

3.2 Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI-4. Kelas tersebut dipilih oleh peneliti sebagai partisipan karena materi fluida dinamis tercakup dalam silabus pembelajaran fisika. Penelitian ini menggunakan metode purposive sampling, Dimana pemilihan kelas ini dilakukan berdasarkan rekomendasi dari guru fisika.

3.3 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif kualitatif dengan tujuan untuk memberikan gambaran mengenai keterampilan berpikir kreatif siswa selama proses pembelajaran fluida dinamis melalui model PjBL Terintegrasi STEM. Desain penelitian yang digunakan adalah studi kasus tunggal. Menurut Morissan (2019), desain studi kasus ini memiliki beberapa tahapan sebagai berikut:

- a. Perencanaan penelitian, tahap ini mencakup fokus penelitian, perumusan tujuan penelitian, pemilihan kasus dan objek yang akan diteliti.
- b. Studi awal, tahap ini melibatkan pengumpulan informasi dan pemahaman awal terkait dengan kasus yang akan diteliti. Peneliti mengembangkan instrument pengumpulan data, membuat daftar pertanyaan, dan mencari solusi permasalahan ketika penelitian berlangsung.
- c. Pengumpulan data, tahap ini merupakan proses pengumpulan data melalui wawancara, observasi langsung, LKPD dan dokumentasi.
- d. Analisis data, tahap ini peneliti melakukan analisis terhadap data yang telah dikumpulkan untuk mendapatkan pemahaman mendalam terkait kasus yang diteliti.

- e. Penulisan laporan, tahap ini menggambarkan interpretasi dari kasus yang sedang diteliti serta mencatat opsi solusi alternatif yang muncul selama proses penelitian.

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terdiri dari tiga tahapan, yaitu tahap awal, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir.

a. Tahap Awal

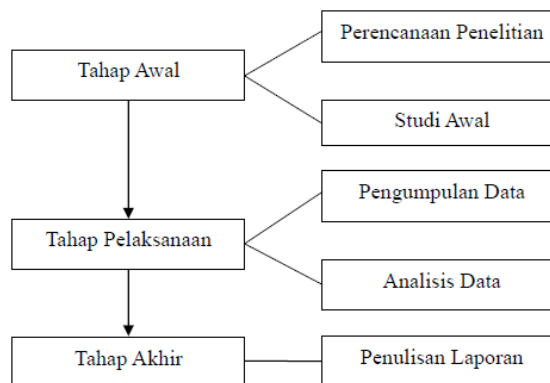
Tahap awal penelitian terdiri dari perencanaan penelitian dan studi awal. Pada tahap perencanaan penelitian, fokus penelitian adalah menganalisis keterampilan berpikir kreatif siswa dalam pembelajaran fluida dinamis dengan model PjBL Teintegrasi STEM. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat sejauh mana keterampilan berpikir kreatif siswa menggunakan model PJBL Terintegrasi STEM. Pada tahap studi awal, peneliti mengumpulkan informasi tentang latar belakang siswa, pemahaman siswa tentang hukum Bernoulli, serta kondisi kelas, dan mengembangkan instrumen penelitian berupa rubrik penilaian keterampilan berpikir kreatif, pedoman wawancara, lembar observasi, dan LKPD berbasis PjBL Terintegrasi STEM.

b. Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan melibatkan pengumpulan data melalui observasi langsung, wawancara, LKPD, dan dokumentasi. Wawancara dengan siswa dan guru bertujuan untuk mengetahui pemahaman siswa tentang hukum Bernoulli serta perkembangan keterampilan berpikir kreatif. Observasi langsung mencatat aktivitas siswa selama pembelajaran. Pada tahap analisis, data yang terkumpul dianalisis dan di uji kredibilitasnya untuk memastikan keabsahan data menggunakan teknik triangulasi.

c. Tahap Akhir

Tahap akhir adalah penulisan laporan, peneliti menginterpretasikan temuan-temuan dari studi kasus tersebut, dengan fokus pada bagaimana keterampilan berpikir kreatif siswa berkembang melalui penerapan PjBL-STEM. Dari penjelasan diatas, maka dilakukan alur penelitian sebagai berikut.



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

3.5 Pengumpulan Data Penelitian

Menurut Sugiyono (2020), pengumpulan data dalam penelitian kualitatif dilakukan di lingkungan alami dengan sumber data primer, menggunakan teknik seperti observasi, wawancara, dan dokumentasi. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini mengikuti metode yang diuraikan oleh Sugiyono (2020) sebagai berikut:

a. Observasi

Observasi adalah metode pengumpulan data langsung melalui pengamatan objek penelitian. Dalam penelitian ini, observasi dilakukan terhadap aktivitas siswa secara langsung dan melalui recording video.

b. Wawancara

Wawancara adalah percakapan antara dua pihak yang dilakukan antara pewawancara dan narasumber. Dalam penelitian ini, wawancara dilakukan sebelum penelitian untuk mengidentifikasi masalah dalam proses pembelajaran dan setelah penelitian untuk mendapatkan umpan balik dari siswa mengenai penerapan model PjBL Terintegrasi STEM dalam pembelajaran hukum Bernoulli.

c. Dokumentasi

Dokumentasi adalah catatan peristiwa yang terjadi di lapangan dalam bentuk gambar atau video. Dalam penelitian ini dokumentasi dilakukan berupa foto dan video setiap kelompok.

d. LKPD

LKPD adalah perangkat pembelajaran berupa lembar kerja yang disediakan untuk siswa guna memfasilitasi siswa untuk menganalisis dan merefleksikan proses dan hasil pembelajaran atau penelitian yang telah dilakukan. Dalam penelitian ini LKPD digunakan ketika proses pembelajaran untuk menyajikan langkah-langkah kegiatan belajar yang harus dilakukan siswa.

3.6 Metode Analisis Data

Data dalam penelitian ini diperoleh melalui wawancara, observasi, dan dokumentasi. Sesuai dengan jenis penelitiannya, analisis data dilakukan dengan menggunakan model interaktif dari Miles dan Huberman. Selain itu, metode analisis data dalam penelitian ini mengacu pada pendapat Sugiyono (2020), yang mencakup empat tahapan utama, yaitu:

a. Pengumpulan data

Pada tahap ini pengumpulan data keterampilan berpikir kreatif didapatkan melalui observasi, wawancara, LKPD, dokumentasi. Dari data yang didapatkan kemudian dianalisis dan diolah menjadi data teks.

b. Reduksi data

Pada tahap ini, peneliti mereduksi data dengan cara merangkum, memilih data yang relevan dengan tujuan penelitian dan menghapus data yang tidak relevan.

c. Penyajian data.

Pada tahap ini, data yang telah disesuaikan dengan tujuan penelitian disajikan secara sistematis dalam bentuk tabel, gambar, uraian, atau hubungan antar kategori. Selanjutnya, dilakukan proses verifikasi data menggunakan teknik triangulasi.

d. Kesimpulan

Pada tahap ini, peneliti memaparkan data yang telah diverifikasi melalui teknik triangulasi untuk memberikan solusi terhadap permasalahan penelitian.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di salah satu sekolah menengah atas di Kabupaten Jember yaitu di SMAN Mumbulsari. Penelitian ini dilakukan di semester genap pada 14 Januari - 6 Februari pada siswa kelas XI-4 dengan partisipan 36 siswa yang sedang mempelajari materi tentang Hukum Bernoulli dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, khususnya terkait konsep gaya angkat pada pesawat. Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam beberapa tahap kegiatan, yang terbagi ke dalam tahap *Reflection, Research, Discovery, Application, dan Communication*. Setiap tahap kegiatan melibatkan aktivitas berbasis proyek, di mana siswa secara berkelompok menganalisis permasalahan, mencari solusi, merancang, hingga menguji produk berupa sayap dan badan pesawat sederhana berbahan Styrofoam.

Data yang dianalisis dalam penelitian ini bersumber dari penilaian Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dikembangkan berdasarkan sintaks PjBL dan indikator keterampilan berpikir kreatif. Penilaian dilakukan per kelompok pada setiap tahap kegiatan model PjBL terintegrasi STEM. Selain itu observasi dilakukan secara individu, dan hasilnya direkap berdasarkan indikator keterampilan berpikir kreatif. Hasil penelitian dapat ditunjukkan sebagai berikut.

4.1.1 Hasil Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Model PjBL Terintegrasi STEM

Data dalam penelitian ini diperoleh dari hasil analisis terhadap pekerjaan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) yang dikerjakan oleh siswa secara berkelompok. LKPD tersebut digunakan sebagai instrumen utama untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung. Adapun hasil lengkap dari analisis tersebut disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Penilaian LKPD Perkelompok

Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif	Tahap PjBL terintegrasi STEAM	Kegiatan	Frekuensi			
			SK	K	B	SB
<i>Fluency</i>	<i>Reflection</i>	Siswa mengidentifikasi informasi	4	1	1	-
		Siswa mengidentifikasi Solusi	4	-	2	-
	<i>Communication</i>	Siswa mempresentasikan hasil proyek	-	-	6	-
<i>Flexibility</i>	<i>Reflection</i>	Siswa mengidentifikasi masalah	3	2	1	-
	<i>Research</i>	Siswa mencari informasi dari berbagai sumber	2	1	1	2
	<i>Discovery</i>	Siswa mengidentifikasi alat dan bahan	-	1	5	-
<i>Originality</i>	<i>Discovery</i>	Siswa merancang desain terkait proyek	-	5	-	1
	<i>Application</i>	Peserta didik membuat sayap pesawat, melakukan uji coba dan mencatat hasil pengamatan	-	-	-	6
		Perta didik membuat badan pesawat, melakukan uji coba dan mencatat hasil pengamatan	-	1	2	3
<i>Elaboration</i>	<i>Research</i>	Siswa menjelaskan pesawat berdasarkan referensi	-	5	1	-
	<i>Application</i>	Siswa menganalisis konsep bernaulli	-	-	5	1

Selain diperoleh dari hasil pekerjaan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) yang dikerjakan secara berkelompok, data dalam penelitian ini juga bersumber dari hasil observasi langsung terhadap aktivitas peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung. Observasi dilakukan oleh observer yang telah memahami indikator keterampilan berpikir kreatif, sehingga mampu mencatat perilaku dan respons siswa secara objektif pada setiap tahapan kegiatan berbasis proyek. Data hasil observasi tersebut disajikan secara sistematis dalam Tabel 4.2.

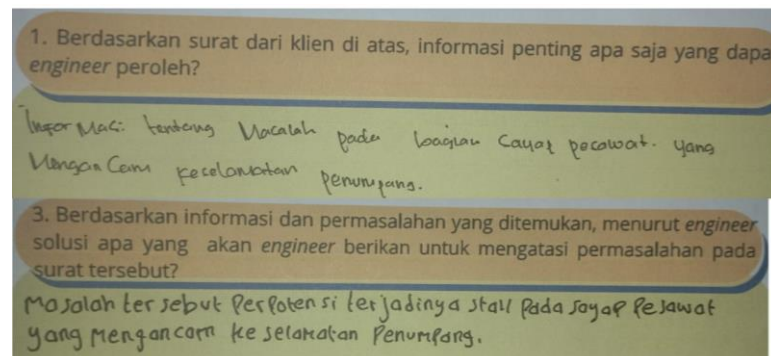
Tabel 4.2 Penilaian Hasil Observasi Siswa Perindividu

Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif	Tahap PjBL terintegrasi STEAM	Kegiatan	Frekuensi			
			SK	K	B	SB
<i>Fluency</i>	<i>Reflection</i>	Siswa mengidentifikasi informasi	34	1	1	-
		Siswa mengidentifikasi solusi	33		3	-
	<i>Communication</i>	Siswa mempresentasikan hasil proyek	6	12	18	-
<i>Flexibility</i>	<i>Reflection</i>	Siswa mengidentifikasi masalah	33	1	2	
	<i>Research</i>	Siswa mencari informasi dari berbagai sumber	34	-	1	1
	<i>Discovery</i>	Siswa mengidentifikasi alat dan bahan	23	13	-	-
<i>Originality</i>	<i>Discovery</i>	Siswa merancang desain terkait proyek	32		3	1
	<i>Application</i>	Peserta didik membuat sayap pesawat, melakukan uji coba dan mencatat hasil pengamatan	22	14	-	-
		Perta didik membuat badan pesawat, melakukan uji coba dan mencatat hasil pengamatan	24	11	1	-
<i>Elaboration</i>	<i>Research</i>	Siswa menjelaskan pesawat berdasarkan referensi	34	1	1	-
	<i>Application</i>	Siswa menganalisis konsep bernaulli	36	-		-

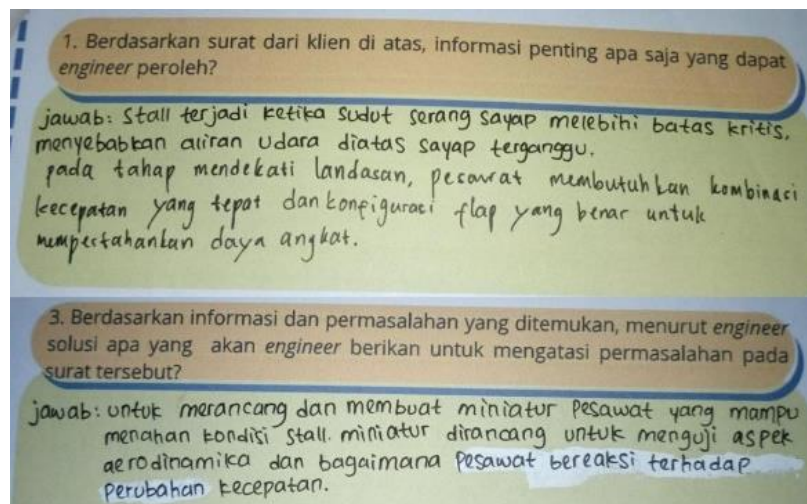
a. *Fluency*

Berdasarkan hasil analisis data, pada Tabel 4.1 tahap *reflection* yaitu peserta didik dalam mengidentifikasi informasi penting dari surat, menunjukkan bahwa 4 kelompok masih berada pada kategori “Sangat Kurang”, 1 kelompok berada pada kategori “Kurang”, dan 1 kelompok yang menunjukkan kategori “Baik”. Selanjutnya, dalam Tabel 4.1 tahap *reflection* kegiatan mengidentifikasi solusi dari permasalahan pada surat, hasil analisis menunjukkan pola yang serupa yaitu 4 kelompok masih berada dalam kategori “Sangat Kurang”, dan terdapat 2 kelompok

menunjukkan pada kategori “Baik”. Berbeda dengan dua kegiatan sebelumnya, Tabel 4.1 tahap *communication* yaitu kemampuan peserta didik dalam mempresentasikan hasil proyek di depan kelas menunjukkan hasil yang lebih positif. Dari kelompok 1 hingga kelompok 6, berada dalam kategori “Baik”. Dalam hal ini dapat dilihat dari hasil LKPD kelompok.



Gambar 4.1 Pekerjaan LKPD tahap *Reflection* pada Indikator *Fluency* Kategori Kurang



Gambar 4.2 Pekerjaan LKPD tahap *Reflection* pada Indikator *Fluency* Kategori Baik

Gambar 4.1 merupakan jawaban peserta didik yang terdapat pada kategori kurang karena peserta didik tidak menyebutkan banyak informasi penting dan solusi dari surat tersebut. Gambar 4.2 merupakan jawaban peserta didik yang terdapat pada kategori baik karena karena peserta didik mampu memberikan banyak ide dan solusi dari permasalahan pada surat tersebut.

Selanjutnya pada Tabel 4.2 yaitu hasil observasi siswa bahwa dalam indikator *fluency* tahap reflection terdapat 34 siswa dalam kategori sangat kurang, 1 siswa dalam kategori kurang, 1 siswa dalam kategori baik dan tidak ada siswa pada

kategori sangat baik. Selanjutnya pada Tabel 4.2 tahap *reflection* hasil observasi menunjukkan bahwa terdapat 33 siswa dalam kategori sangat kurang dan 3 siswa dalam kategori baik. Tidak ada siswa pada kategori kurang dan sangat baik. Selain itu pada Tabel 4.2 tahap *communication* melalui kegiatan presentasi, terdapat 6 siswa dalam kategori sangat kurang, 12 siswa kategori kurang, dan 18 siswa mendapatkan kategori baik. Dalam hal ini dapat dilihat dari diskusi kelompok.

“Ya itu pesawat sriwijaya, Terjadinya stall pada sayap pesawat”
(Diskusi, K2, MSH)

“Berarti ini tentang bagaimana terjadinya stall, terus gimana caranya mencegah dengan cara membuat miniatur nya” (Diskusi, K5, AUPAS)

“Adanya masalah pada bagian sayap pesawat, sudut serang sayap melebihi batas kritis sehingga menyebabkan aliran udara di atas sayap terganggu” (Diskusi, K2, MSH)

“Membuat miniatur sayap pesawat yang mampu menahan kondisi stall” (Diskusi, K2, IS)

“Kalo menurutku ini merancang dan membuat miniatur pesawat yang mampu menahan kondisi stall dengan miniatur dirancang dengan aspek aerodinamis dan bagaimana pesawat bereaksi terhadap perubahan kecepatan” (Diskusi, K5, AUPAS)

Selain diskusi juga terdapat wawancara berikut contoh wawancara yang sudah dilakukan peserta didik.

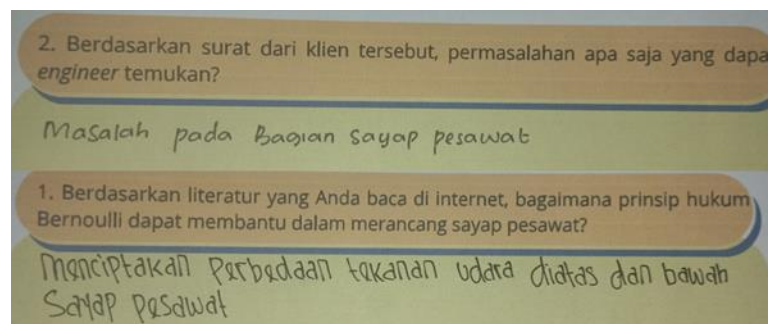
“.....Dengan cara membaca studi kasus tersebut lalu memilah masalah utamanya” (Wawancara, K6, AHK)

“.....Dengan merancang dan membuat miniatur pesawat yang mampu menahan kondisi *stall* dan miniatur dirancang untuk menguji aspek aerodinamika dan bagaimana bereaksi pada perubahan dan kecepatan angin” (Wawancara, K5, AUPAS)

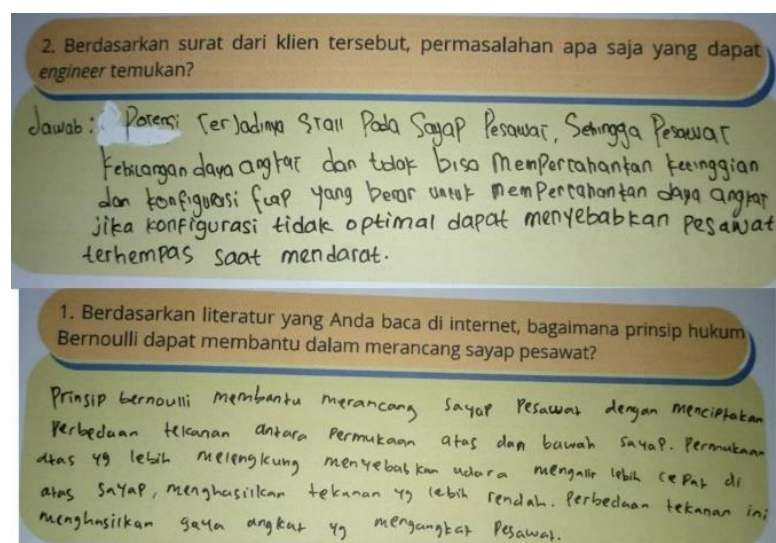
b. *Flexibility*

Berdasarkan hasil analisis Tabel 4.1 menunjukkan bahwa pada tahap *reflection* yakni peserta didik mengidentifikasi permasalahan berdasarkan surat yang diberikan, diperoleh hasil beragam. Dimana 3 Kelompok menunjukkan kategori “sangat kurang”, 2 kelompok “kurang”, dan 1 kelompok kategori “baik”. Pada tahap *research*, yaitu mencari informasi dari berbagai sumber untuk

memahami masalah secara mendalam, ditemukan bahwa 2 kelompok dalam kategori “sangat kurang”, 1 Kelompok memperoleh hasil “kurang”, 1 Kelompok masuk dalam kategori “baik”, dan 2 kelompok memperoleh kategori “sangat baik”. Pada tahap *discovery*, yaitu peserta didik mengidentifikasi alat dan bahan yang akan digunakan dalam proyek, mayoritas kelompok pada kategori “baik”. Dari enam kelompok yang diamati, 1 kelompok mendapatkan kategori “kurang” dan 5 kelompok kategori “baik”. Hal ini mengindikasikan bahwa mayoritas peserta didik mampu menentukan alat dan bahan yang relevan untuk digunakan dalam proyek berbasis STEM. Berdasarkan data LKPD dapat dilihat dari hasil penilaian LKPD yang telah siswa kerjakan melalui diskusi kelompok.



Gambar 4.3 Pekerjaan LKPD Indikator *Flexibility* Kategori Kurang



Gambar 4.4 Pekerjaan LKPD Siswa Indikator *Flexibility* Kategori Baik

Gambar 4.3 merupakan jawaban siswa pada indikator *flexibility* yang terdapat pada kategori kurang karena siswa tidak melihat masalah dari berbagai

sudut pandang. Gambar 4.4 merupakan jawaban siswa yang terdapat pada kategori baik karena karena siswa mampu melihat masalah dari berbagai sudut pandang sesuai dengan studi kasus yang terdapat dalam LKPD tersebut. Selanjutnya, berdasarkan hasil observasi pada tabel 4.2 indikator *flexibility* bahwa pada tahap *reflection* terdapat 33 siswa kategori sangat kurang, 1 siswa dalam kategori kurang, dan 2 siswa dalam kategori baik. Tidak ada siswa dalam kategori sangat baik. Selanjutnya pada tahap *research* terdapat 34 siswa dalam kategori sangat kurang, 1 siswa kategori baik, dan 1 siswa kategori sangat baik. Selain itu, pada tahap *discovery* terdapat 23 siswa kategori sangat kurang dan 13 siswa ada pada kategori kurang. Berdasarkan diskusi yang telah dilakukan, berikut merupakan kutipan diskusi dari siswa.

“Pesawat berada dalam pendekatan akhir yang terlalu lambat dan sudut menanjak terlalu curam, sehingga pesawat kehilangan daya angkat dan tidak bisa mempertahankan ketinggian” (Diskusi, K2, MSH)

“Permasalahannya pesawat berada dalam pendekatan akhir yang terlalu lambat dan sudut menanjak terlalu curam sehingga pesawat kehilangan gaya angkat yang tidak bisa mempertahankan ketinggian, itu permasalahannya” (Diskusi, K5, FS)

“Ini konsepsi terjadinya *stall* pada sayap pesawat, *stall* ini, masalah *stall* ini membuat pesawat kehilangan daya angkat dan ngga bisa mempertahankan ketinggian, sama ini konfigurasi flap yang tidak optimal menyebabkan penurunan” (Diskusi, K5, AUPAS)

“Dengan membentuk airfoil yaitu melengkung di bagian atas dan lurus bagian bawah” (Diskusi, K5, AUPAS)

“Menciptakan perbedaan tekanan udara di atas dan dibawah sayap pesawat” (Diskusi, K2, MSH)

Selain itu juga terdapat hasil dari wawancara siswa.

“.....Pesawat sriwijaya gagal terbang dalam kondisi stall” (Wawancara, K2, MSH)

”.....Mengalami masalah dalam sayap pesawat. Kehilangan daya angkat dan tidak bisa mempertahankan ketinggian” (Wawancara, K2, IS)

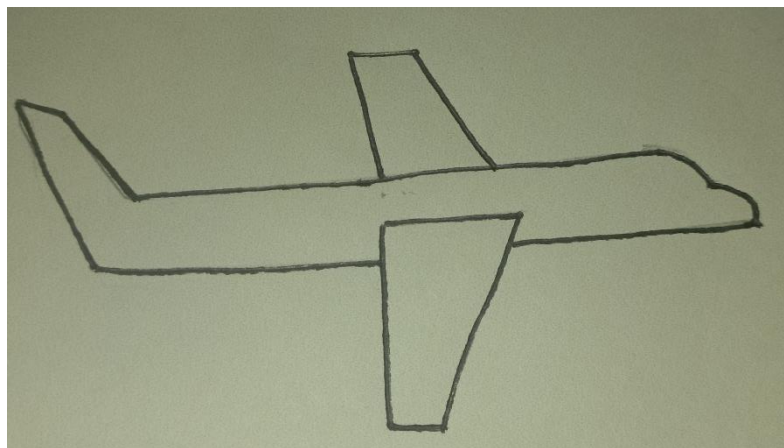
“.....Iya, tentang potensi terjadinya stall pada sayap pesawat sehingga pesawat kehilangan gaya angkat dan tidak bisa mempertahankan ketinggian.” (Wawancara, K5, AUPAS)

“.....Karena sayap pesawat dirancang dengan bagian atas yang lebih melengkung daripada bagian bawahnya sehingga terdapat perbedaan tekanan yang di atas dan dibawah saya” (Wawancara, K2, IS)

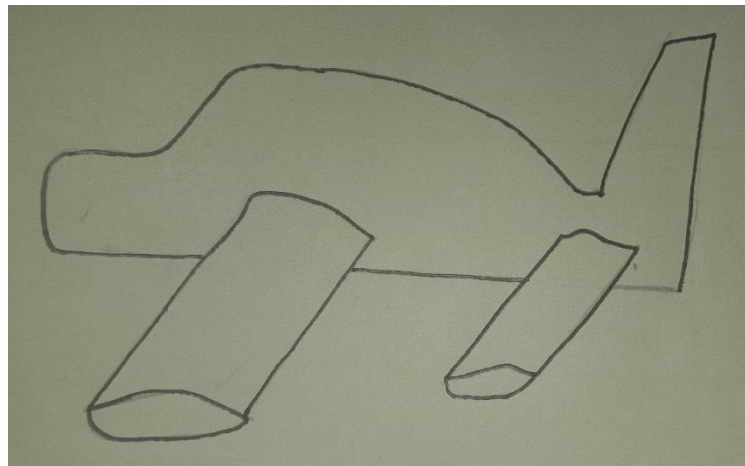
“.....Karena sayap pesawat tersebut dibuat besar didepan dan tipis di belakang pada konsep bernoulli, maka kecepatan udara diatas sayap lebih tinggi dibandingkan kecepatan udara di bawah sayap” (Wawancara, K5, AUPAS)

c. *Originality*

Berdasarkan hasil analisis data Tabel 4.1 tahap *discovery* yaitu peserta didik diminta untuk merancang desain proyek yang berkaitan dengan pembuatan sayap pesawat berbentuk airfoil. Dari enam kelompok yang diamati, sebagian besar kelompok menunjukkan kategori “kurang” sebanyak 5 kelompok dan 1 kelompok menunjukkan kategori “sangat baik”. Pada tahap *application* proyek 1 yakni peserta didik membuat proyek sayap pesawat dan melakukan uji coba produk bahwa 6 kelompok menunjukkan hasil kategori “sangat baik”. Tidak ditemukan kelompok yang memperoleh kategori “kurang” maupun “sangat kurang”. Sedangkan pada tahap *application* proyek 2 yakni peserta didik membuat badan pesawat dan melakukan uji coba terdapat 1 kelompok kategori “kurang”, 2 kelompok kategori “baik”, dan 3 kelompok kategori “sangat baik”. Adapun hasil kerja siswa pada indikator *originality* tahap desain terdapat pada gambar berikut.



Gambar 4.5 Pekerjaan LKPD tahap *Discovery* pada Indikator *Originality* Kategori Kurang



Gambar 4.6 Pekerjaan LKPD tahap *Discovery* pada Indikator *Originality* Kategori Baik

Dari Gambar 4.5 merupakan kategori kurang karena tidak dapat membuat desain dengan hasil pemikiran kelompok. Dari Gambar 4.6 merupakan kategori baik karena hasil merupakan dari ide pemikiran sendiri dan diskusi kelompok.

Selanjutnya hasil observasi pada Tabel 4.2 tahap *discovery* terdapat 32 siswa dalam kategori sangat kurang, 3 siswa kategori baik dan 1 siswa kategori sangat baik. Pada Tabel 4.2 tahap *application* proyek 1 terdapat 22 siswa dalam kategori sangat kurang dan 14 siswa dalam kategori kurang. Sedangkan pada Tabel 4.2 tahap *application* proyek 2 terdapat 24 siswa kategori sangat kurang, 11 siswa dalam kategori kurang, dan 1 siswa kategori baik. Dari diskusi yang telah dilakukan siswa, berikut merupakan contoh kutipan dari siswa.

“Desainnya jangan ambil yang itu, itu susah” (Diskusi, K1, AJA)

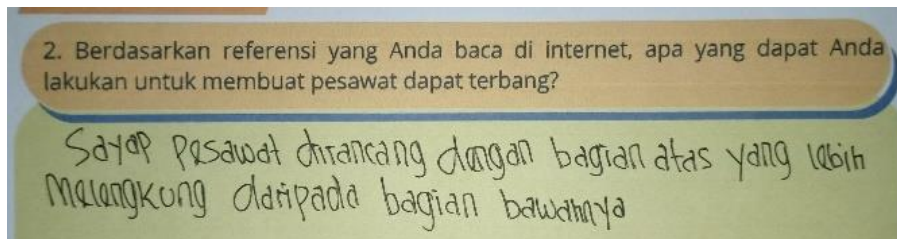
“Ini dibuat badannya dulu, nanti sayapnya ini gambar lain” (Diskusi, K2, MSH)

“Yang penting gambar, kan ini Cuma desain” (Diskusi, K5, BRS)

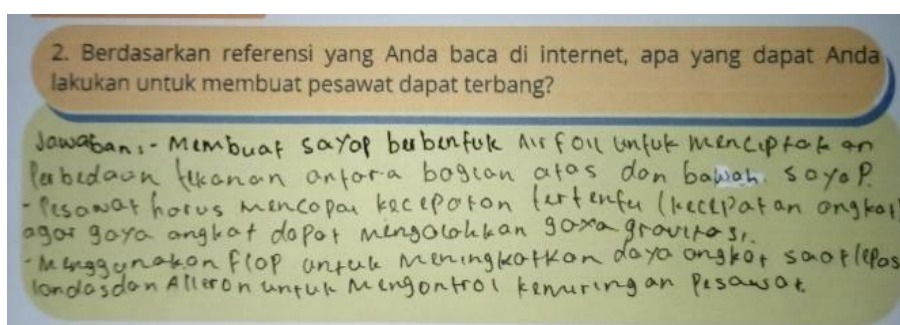
d. *Elaboration*

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 4.1 tahap *research*, yakni peserta didik mengembangkan penjelasan secara rinci mengenai prinsip pesawat dapat terbang berdasarkan referensi dari internet, diperoleh data bahwa 5 kelompok berada pada kategori “Kurang” dan 1 kelompok memperoleh kategori “Baik”. Selanjutnya, pada tabel 4.1 tahap *application*, yaitu keterampilan peserta didik dalam menganalisis konsep hukum Bernoulli terkait gaya angkat pesawat berdasarkan proyek yang mereka buat, pada kegiatan ini terdapat 5 Kelompok mendapatkan kategori “Baik”

dan 1 kelompok kategori “Sangat Baik”. Dalam hal ini dapat dilihat hasil penilaian LKPD yang telah peserta didik kerjakan melalui diskusi kelompok.



Gambar 4.7 Pekerjaan LKPD tahap *Research* pada Indikator *Elaboration* Kategori Kurang



Gambar 4.8 Pekerjaan LKPD tahap *research* pada Indikator *Elaboration* Kategori Baik

Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa jawaban siswa pada indikator *elaboration* pada kategori kurang karena siswa hanya menyebutkan 1 jawaban tanpa memberikan jawaban tersebut secara rinci. Gambar 4.8 merupakan jawaban siswa pada kategori baik karena karena siswa mampu mengembangkan jawaban secara jelas.

Selanjutnya, berdasarkan hasil observasi Tabel 4.2 tahap *research* terdapat 34 siswa dalam kategori sangat kurang, 1 siswa kategori kurang, dan 1 siswa kategori baik. Sedangkan pada Tabel 4.2 tahap *elaboration*, terdapat 36 siswa mayoritas kategori sangat kurang. Dari hasil diskusi berikut merupakan kutipan diskusi yang siswa lakukan.

“Merancang sayap pesawat dengan lebih melengkung ke atas daripada bagian bawahnya” (Diskusi, K2, MSH)

“Membuat sayap berbentuk airfoil untuk menciptakan tekanan antara bagian atas dan bawah sayap. pesawat mencapai kecepatan tertentu agar gaya angkat dapat mengalahkan gaya gravitasi. menggunakan flap untuk meningkatkan gaya angkat” (Diskusi, K5, BRS)

4.2 Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) terintegrasi STEM pada materi fluida dinamis, khususnya pada pembahasan hukum Bernoulli, mampu memfasilitasi keterampilan berpikir kreatif peserta didik dengan hasil yang bervariasi pada setiap indikatornya. Berdasarkan hasil analisis data pada Tabel 4.1, indikator *originality* memperoleh skor tertinggi mayoritas dalam kategori “Sangat Baik”, yang menunjukkan bahwa peserta didik mampu menghasilkan ide-ide yang unik dan berbeda dari yang lain. Selanjutnya, indikator *flexibility* mayoritas berada pada kategori “baik”, yang mengindikasikan bahwa mayoritas peserta didik mampu menghadapi tantangan dalam melihat masalah dari berbagai sudut pandang atau mengubah pendekatan yang digunakan. Selain itu, indikator *fluency* juga mayoritas berada pada kategori “Sangat Kurang”, mencerminkan bahwa peserta didik belum sepenuhnya lancar dalam menghasilkan banyak ide atau solusi alternatif dalam menyelesaikan masalah. Sementara itu, indikator *elaboration* menunjukkan hasil yang cukup bervariasi dimana mayoritas dalam kategori “Baik”. Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan peserta didik mampu dalam mengembangkan dan merinci ide secara logis. Dengan demikian, penerapan model PjBL terintegrasi STEM telah memberikan ruang bagi munculnya ide-ide kreatif peserta didik, meskipun masih terdapat indikator yang memerlukan penguatan lebih lanjut. Pembahasan berikut akan menguraikan masing-masing indikator secara terperinci disertai pengaitan dengan sintaks model PjBL terintegrasi STEM yang diterapkan selama kegiatan pembelajaran.

4.2.1 Hasil Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Model PjBL Terintegrasi STEM

a. *Fluency*

Indikator *fluency* merujuk pada kelancaran peserta didik dalam menghasilkan berbagai ide, gagasan atau solusi (Nuraini & Hidayah, 2023). Berdasarkan data yang diperoleh, mayoritas peserta didik masih menunjukkan kategori sangat kurang dalam indikator *fluency*. Hal ini terlihat dari dominasi kategori sangat kurang pada dua dari tiga indikator yang dianalisis. Indikator

fluency pada sintak PjBL tahap *reflection* kegiatan 1 di mana sebagian besar kelompok berada pada kategori sangat kurang. Hal ini dapat dilihat ketika peserta didik menjawab pertanyaan pada indikator *fluency* pada tahap *reflection*, di mana mayoritas peserta didik terbiasa berpola pikir satu arah, sehingga mereka hanya mampu menyampaikan satu hingga dua informasi penting dari surat kabar. Sejalan dengan penelitian Goran et al., (2021) peserta didik belum mampu mengeluarkan ide atau gagasan dikarenakan peserta didik menjawab hanya sesuai dengan bahan bacaan yang ada sehingga mereka hanya mampu memberikan satu atau dua gagasan. Kondisi ini menunjukkan bahwa peserta didik belum sepenuhnya mampu memahami dan memilah informasi yang relevan dari konteks permasalahan yang diberikan.

Aktivitas selanjutnya pada indikator *fluency* tahap *reflection* kegiatan 2 terdapat pada solusi yang diberikan untuk mengatasi permasalahan pada surat kabar dengan memberikan banyak jawaban. Hasil analisis menunjukkan bahwa mayoritas kelompok masih berada pada kategori sangat kurang dalam keterampilan merumuskan solusi. Hal ini dapat dilihat ketika peserta didik menjawab pertanyaan pada tahap *reflection*, dimana mayoritas peserta didik cenderung berpola pikir konvergen sehingga peserta didik hanya mampu memberikan 1 hingga 2 solusi tanpa memberikan penyampaian dengan jelas. Sejalan dengan penelitian Rahman et al., (2019) menyatakan bahwa peserta didik belum mampu memberikan ide yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan. Hal ini dikarenakan jawaban yang diberikan siswa kurang logis dan hanya memberikan 1 hingga 2 solusi saja. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik belum terbiasa berpikir secara divergen, atau belum mampu mengembangkan berbagai alternatif solusi yang logis dan inovatif terhadap permasalahan yang ada.

Berbeda dengan dua kegiatan sebelumnya, pada tahap *communication* seluruh kelompok menunjukkan hasil yang positif mayoritas berada pada kategori baik. Sejalan dengan penelitian Budiyo et al., (2020) menyatakan bahwa peserta didik mampu melakukan presentasi dan menyajikan hasil dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik memiliki kepercayaan diri dan keterampilan komunikasi yang cukup baik dalam mempresentasikan hasil proyek. Kemampuan

presentasi merupakan bagian penting dari keterampilan berpikir kreatif, karena menyampaikan ide dengan jelas, runtut, dan membutuhkan penguasaan terhadap materi dan keberanian berbicara di depan umum.

Dari tiga tahapan di atas memiliki perbedaan yaitu siswa lebih lancar memberikan ide ketika siswa berbicara dan menyampaikan hasil karyanya daripada menulis jawaban dari ide sendiri. Oleh karena itu, dari tiga tahapan sintak PjBL Terintegrasi STEM diperlukan pendekatan pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk terbiasa menghasilkan banyak alternatif ide melalui teknik seperti brainstorming, thinking map, atau diskusi eksploratif pada awal kegiatan pembelajaran.

b. *Flexibility*

Indikator *flexibility* mencerminkan keterampilan peserta didik dalam menghasilkan gagasan dari berbagai sudut pandang atau pendekatan alternatif (Nuraini & Hidayah, 2023). Hasil penelitian menunjukkan bahwa indikator ini mayoritas berada pada kategori baik. Indikator ini menggambarkan keterampilan peserta didik dalam menyesuaikan pendekatan mereka saat menyelesaikan masalah dan melihat suatu situasi dari berbagai pendekatan.

Aktivitas pertama dilakukan pada tahap *reflection*, di mana siswa diminta mencari permasalahan dari surat kabar melalui berbagai sudut pandang. Namun, mayoritas siswa hanya mampu menyebutkan satu atau dua permasalahan, sehingga menunjukkan bahwa pola pikir mereka masih terbatas dan belum mampu melihat masalah secara luas dan mendalam. Sejalan dengan penelitian Goran *et al.*, (2021) menyatakan bahwa peserta didik tidak memberikan jawaban dari berbagai sudut pandang. Dalam hal ini jawaban peserta didik monoton dan kurang melihat masalah dalam kehidupan sehari-hari. Kelemahan ini mencerminkan bahwa peserta didik masih cenderung terpaku pada satu sudut pandang dalam memahami masalah, serta kesulitan dalam menemukan dimensi lain dari permasalahan yang diberikan.

Aktivitas kedua dilakukan pada tahap *research*, di mana peserta didik diminta mencari informasi terkait prinsip Hukum Bernoulli sebagai dasar perancangan sayap pesawat melalui sumber internet. Berdasarkan hasil

pengamatan, mayoritas peserta didik masih berada pada kategori sangat kurang, hanya sebagian kecil yang mencapai kategori baik. Temuan ini mengindikasikan bahwa pada tahap *research*, sebagian besar peserta didik belum mampu mengkaji informasi secara mendalam dan kontekstual, serta cenderung berpola pikir konvergen, yaitu hanya berfokus pada satu sumber atau sudut pandang tanpa mengeksplorasi alternatif lain yang relevan dengan permasalahan. Sejalan dengan penelitian Wardani *et al.*, (2023) menyatakan bahwa peserta didik belum mampu memberikan jawaban dengan menghubungkan satu konsep dengan konsep yang lain dikarenakan masih terbatas dalam satu solusi saja dalam penyelesaian satu kasus. Dalam hal ini di setiap kelompok tidak memberikan jawaban dari berbagai sudut pandang dan hanya terpaku pada satu jawaban saja.

Aktivitas ketiga dilakukan pada tahap *discovery*, yaitu saat peserta didik mengidentifikasi alat dan bahan yang diperlukan dalam perancangan. Pada bagian ini, mayoritas peserta didik tergolong dalam kategori baik, karena sebagian besar kelompok mampu mengidentifikasi alat dan bahan secara bervariasi dan sesuai kebutuhan. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik mulai menunjukkan pola pikir divergen, dengan kemampuan mengeksplorasi berbagai kemungkinan alat dan bahan yang relevan dengan proyek yang dirancang. Menurut Susilowati *et al.*, (2020) menjelaskan bahwa siswa dapat dikategorikan memiliki indikator *flexibility* apabila mereka mampu menghasilkan berbagai jawaban dengan pendekatan atau pola pikir yang berbeda.

Berdasarkan aktivitas yang telah dilakukan siswa pada indikator *flexibility* dapat dilihat bahwa pada indikator ini mayoritas kelompok masih kurang dalam memberikan jawaban dari berbagai sudut pandang. Oleh karena itu, keterlibatan peserta didik dalam proses pemecahan masalah nyata dalam proyek menjadi faktor penting dalam menghasilkan gagasan dari berbagai sudut pandang.

c. *Originality*

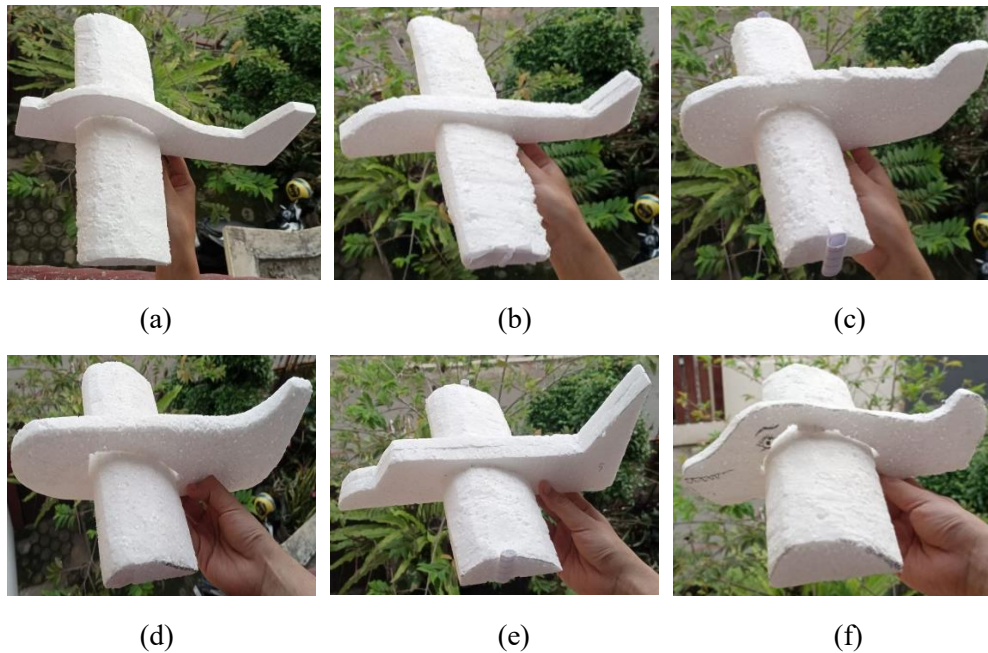
Indikator *originality* menunjukkan keterampilan peserta didik dalam mengemukakan gagasan yang orisinal, tidak umum, dan memiliki kebaruan (Nuraini & Hidayah, 2023). Berdasarkan temuan penelitian, indikator ini

menunjukkan capaian tertinggi di antara keempat indikator keterampilan berpikir kreatif, yakni mayoritas berada dalam kategori Sangat baik.

Aktivitas pertama pada tahap *discovery* dilakukan dengan meminta peserta didik merancang sayap dan badan pesawat. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa mayoritas peserta didik berada pada kategori kurang. Hal ini disebabkan karena mereka lebih berfokus pada desain pesawat secara keseluruhan tanpa mengaitkannya secara jelas dengan konsep Hukum Bernoulli, khususnya gaya angkat pesawat. Desain yang dihasilkan cenderung bersifat umum dan belum mencerminkan pemikiran yang orisinal atau inovatif, sehingga menunjukkan bahwa kemampuan *originality* peserta didik masih perlu dikembangkan. Sejalan dengan penelitian Lestari (2021) menyatakan bahwa keterampilan siswa dalam mendesain untuk produk yang mereka buat tidak optimal dikarenakan tidak sesuai dengan ketentuan bentuk serta ukuran.

Aktivitas selanjutnya yaitu pada tahap *application*. Pada tahap *application* kegiatan 1 sebagian besar peserta didik mampu menunjukkan kreativitas dalam merancang model sayap pesawat yang tidak hanya berbeda dari contoh yang diberikan, tetapi juga mengandung inovasi dalam bentuk maupun bahan. Misalnya, beberapa kelompok merancang bentuk airfoil dengan profil tidak simetris dan mengubah ketebalan sayap untuk menyesuaikan aliran udara. Ketika melakukan pengujian menggunakan kipas angin seluruh kelompok berada pada kategori sangat baik karena hasil proyek yang mereka buat dapat terangkat. Pada tahap *application* kegiatan 2 yaitu membuat badan pesawat dimana hasil proyek siswa mayoritas berada kategori sangat baik dikarenakan hasil proyek sesuai dengan desain yang mereka buat. Akan tetapi, ketika pengujian pesawat menggunakan kipas angin terdapat 1 kelompok pada kategori kurang dikarenakan sayap pesawat patah ketika pengujian. Selain itu terdapat 2 kelompok pada kategori baik dikarenakan ketika pengujian pesawat terangkat akan tetapi badan pesawat lebih berat dibagian belakang. Menurut Zahirah dan Sulistina (2023), tahap *application* (pelaksanaan proyek) menjadi kegiatan aktif di mana kemampuan berpikir kreatif siswa paling banyak muncul, karena pada tahap ini mereka menerapkan berbagai strategi yang

unik untuk mengatasi tantangan selama pelaksanaan pembuatan proyek. Berikut merupakan hasil proyek yang siswa buat sesuai dengan LKPD.



Gambar 4.9 Hasil produk peserta didik

Dalam hal ini penerapan model PjBL terintegrasi STEM pada tahap *application* memungkinkan peserta didik dapat berkreasi sesuai dengan pemahaman dan imajinasi mereka.

d. *Elaboration*

Indikator *elaboration* digunakan untuk mengukur sejauh mana peserta didik mampu menjelaskan, memperinci, dan mengembangkan suatu ide secara logis, sistematis, dan ilmiah (Nuraini & Hidayah, 2023). Berdasarkan hasil penelitian, pada indikator *elaboration* mayoritas kelompok ada pada kategori baik.

Aktivitas pertama pada tahap *research* berfokus pada keterampilan peserta didik dalam mengembangkan penjelasan secara rinci mengenai bagaimana pesawat dapat terbang berdasarkan referensi dari internet. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa mayoritas kelompok berada pada kategori kurang. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik masih mengalami kesulitan dalam menggali informasi secara mendalam dari sumber digital, serta belum mampu mengelaborasi informasi tersebut menjadi penjelasan yang logis, terstruktur, dan sesuai konteks

ilmiah. Sejalan dengan penelitian Hamdi *et al.*, (2023) menyatakan bahwa peserta didik belum mampu menyelesaikan masalah secara sistematis dan bertahap, serta cenderung memberikan penjelasan yang kurang rinci dan tidak mendalam. Hal ini mencerminkan keterbatasan dalam literasi informasi serta kurangnya strategi dalam mengembang jawaban secara rinci.

Pada tahap *application* kegiatan 2, yaitu keterampilan peserta didik dalam menganalisis konsep hukum Bernoulli khususnya gaya angkat pesawat pada proyek yang mereka rancang. Hasil penelitian ini mayoritas kelompok pada kategori baik. Temuan ini mengindikasikan bahwa peserta didik cukup mampu mengaitkan konsep teori dengan praktik proyek yang mereka buat, khususnya dalam memahami hubungan antara perbedaan tekanan udara dan gaya angkat berdasarkan bentuk dan desain sayap pesawat yang mereka rancang. Sejalan dengan penelitian Firdaus *et al.* (2018) mengungkapkan bahwa siswa sudah menunjukkan kemampuan yang cukup baik dalam mendeskripsikan dan menjelaskan secara rinci serta mendalam gagasan yang mereka miliki. Ketika menghadapi suatu permasalahan, siswa dengan kemampuan elaborasi yang tinggi tidak hanya memberikan jawaban singkat, tetapi juga mampu menyampaikan alasan yang tepat, jelas, dan logis melalui penjelasan yang runtut, sehingga memudahkan pembaca untuk memahami jawaban yang disampaikan.

Beberapa jawaban LKPD menunjukkan bahwa mereka cukup mampu menghasilkan banyak ide serta menguraikan gagasan secara terperinci dan logis, meskipun belum maksimal. Selain itu terdapat beberapa kelompok cenderung mendeskripsikan bagian-bagian proyek secara deskriptif, tanpa menjelaskan keterkaitannya dengan konsep hukum Bernoulli yang telah dipelajari. Oleh karena itu, *Elaboration* tidak hanya tampak dalam produk akhir, tetapi juga dalam keterampilan peserta didik menjelaskan, memperinci, dan mengembangkan suatu ide secara logis, sistematis, dan ilmiah.

Dalam pelaksanaan penelitian ini, terdapat beberapa kendala dan keterbatasan yang dihadapi. Kendala pertama yaitu kurangnya perhatian peserta didik selama kegiatan pembelajaran berlangsung, sehingga menimbulkan kebingungan ketika memasuki tahapan sintaks pembelajaran yang telah dirancang.

Kedua, waktu yang tersedia untuk pelaksanaan penelitian pada setiap pertemuan sangat terbatas, sehingga proses pembelajaran tidak dapat terlaksana secara optimal. Ketiga, jumlah alat yang disiapkan untuk uji coba produk sangat terbatas, sehingga peserta didik harus menggunakannya secara bergantian dan membutuhkan waktu yang lebih lama, yang pada akhirnya menghambat kelancaran proses pengujian. Adapun keterbatasan dalam penelitian ini terletak pada ruang lingkup materi yang dikaji, yakni hanya berfokus pada penerapan Hukum Bernoulli dalam konteks gaya angkat pesawat. Pembahasan belum mencakup penerapan konsep Hukum Bernoulli secara lebih luas dalam fluida dinamis, sehingga hasil penelitian ini belum dapat menggambarkan secara menyeluruh pemahaman peserta didik terhadap konsep Hukum Bernoulli secara keseluruhan.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah di uraikan, maka dapat disimpulkan bahwa keterampilan berpikir kreatif siswa melalui model PjBL terintegrasi STEM pokok bahasan hukum Bernoulli mayoritas berada pada kategori baik. Dapat dilihat bahwa pada indikator *originality* berada pada kategori sangat baik. Pada indikator *flexibility* dan *elaboration* berada pada kategori baik. Sedangkan pada indikator *fluency* berada pada kategori sangat kurang. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa keterampilan berpikir kreatif siswa dapat dianalisis melalui model PjBL terintegrasi STEM.

5.2 Saran

Berdasarkan Kesimpulan dalam penelitian, maka terdapat beberapa saran dari peneliti sebagai berikut:

- a. Disarankan agar guru menyediakan durasi pembelajaran yang lebih panjang, sehingga setiap tahapan dalam model PjBL terintegrasi STEM dapat dilaksanakan secara optimal.
- b. Peneliti selanjutnya disarankan untuk mempersiapkan alat dan bahan dalam jumlah yang lebih memadai guna mendukung efisiensi waktu pembelajaran dan kelancaran pelaksanaan kegiatan proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Mikrajuddin. 2017. *Fisika Dasar I*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Affandy, H., Aminah, N. S., & Supriyanto, S. (2019). Analisis keterampilan berpikir kritis siswa pada materi fluida dinamis di SMA Batik 2 Surakarta. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*, 9(1), 25-33.
- Amin, S., & Sholihah, M. A. (2024). PJBL Terintegrasi Stem Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas XII SMA. *Jurnal Yudistira: Publikasi Riset Ilmu Pendidikan dan Bahasa*, 2(2), 357-362.
- Anggraeni, N. (2013). *Seri Transportasi Pesawat Terbang*. Jakarta : Elex Media Komputindo.
- Aziz, R., & Siswanto, I. W. A. (2024). Analisis Airfoil 2412 Dan Streamline Sayap Pada Pesawat Terbang Cessna 172 (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Azzahra, U., Arsih, F., & Alberida, H. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Project-Based Learning (PjBL) Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Pembelajaran Biologi: Literature Review. In *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 03(1), 49-60.
- Budiyono, A., Husna, H., & Wildani, A. (2020). Pengaruh Penerapan Model Pbl Terintegrasi Steam Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Ditinjau Dari Pemahaman Konsep Siswa. *EDUSAINS*, 12(2), 166–176.
- Elva, Y., & Irawati, R. K. (2021). Pengaruh *Project Based Learning* STEM (*Science, Technology, Engineering, And Mathematics*) Terhadap Pembelajaran Sains Pada Abad 21. *Ed-Humanistics: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(1), 793-798.
- Firdaus, H. M., Widodo, A., & Rochintaniawati, D. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Dan Proses Pengembangan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Pada Pembelajaran Biologi. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 1(1), 21-28.
- Giancoli, D.C. (2016). *FISIKA: Prinsip dan Aplikasi* (7thed). Jakarta : Erlangga.
- Goran, M. B., Kaleka, M. B. U., & Daud, M. H. (2021). Profil Kemampuan Berpikir Kreatif Fisika Siswa Kelas X SMA Negeri 1 Demon Pagong Flores Timur. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(2), 113–121.
- Hamdi, H., Muchsin, M., & Nuradila, N. (2023). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Fisika Di SMA Negeri 1 MILA Kabupaten Pidie. *Education Enthusiast: Jurnal Pendidikan dan Keguruan*, 3(4), 52-65.

- Harefa, A. R. (2019). Peran ilmu fisika dalam kehidupan sehari-hari. *Warta Dharmawangsa*, 13(2).
- Kassi, R., Aji, S. D., & Sundaygara, C. (2021). Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Fisika Kelas Viii B Di Smp Pgri 02 Pakisaji. *RAINSTEK: Jurnal Terapan Sains & Teknologi*, 3(4), 336-341.
- Kusrini. (2020). *Modul Pembelajaran SMA Fisika*. Jakarta: Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS, dan DIKME
- Lestari, I., & Ilhami, A. (2022). Penerapan Model Project Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Smp: Systematic Review. *Lensa (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 12(2), 135–144.
- Loresnia, S. L., Handayani, R. A. D., & Lesmono, A. D. (2024). Analisis Scientific Reasoning Siswa dalam Pembelajaran Fluida Dinamis dengan Model STEM-PjBL. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 9(1), 165-176.
- Mahombar, A., Padang, H. P., & Hutagalung, P. (2023). Dampak Penerapan Model PjBL dengan STEM pada Kemampuan Berpikir Kreatif dan Berpikir Kritis Siswa. *Journal of Physics and Science Learning*, 7(2), 49–57.
- Mamahit, J. A., Aloysius, D. C., & Suwono, H. (2020). Efektivitas model project-based learning terintegrasi STEM (PjBL-STEM) terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa kelas X (Doctoral dissertation, State University of Malang).
- Megawati, A. Y. I., Lukito, A., & Rachmasari, D. H. (2023). Integrasi Project Based Learning Dengan Stem Pada Pembelajaran Fisika Sebagai Pendekatan Efektif Untuk Meningkatkan Keterampilan Abad 21. *Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia*, 2(5), 894–904.
- Morissan. (2019). *Riset Kualitatif* (1sted.). Jakarta : Kencana.
- Munawwaroh, A. M., Sugiman, S., & Munahefi, D. N. (2024). Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, dan Mathematic). *In PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, (987-991).
- Mukin, M. U. J., & Maing, C. M. M. (2018). Integrasi pembelajaran fisika berbasis proyek untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa pada materi mekanika fluida. *In Prosiding Seminar Nasional Fisika (SNF)*, 174-179.
- Murdani, E. (2020). Hakikat Fisika dan keterampilan proses Sains. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 3(3), 72-80.
- Nailufari, N. N. A., Septiani, A. K., Dato, A. A. K., & Lesmono, A. D. (2024). Analisis Berpikir Kreatif Siswa Menggunakan Metode Pembelajaran Project Based Learning. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika)*, 12(1), 39-45.

- Nuraini, S., & Hidayah, R. (2023). Validitas Website sebagai Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif pada Materi Ikatan Kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo*, 8(3), 196-207.
- Nurhakiki, E., & Hartini, T. I. (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Keatif Pada Pembelajaran Fisika Topik Bahasan Momentum Impuls. *In Prosiding Seminar Pendidikan Fisika FITK UNSIQ*, 2(1), 174-178.
- Radja Udju, D. F. P., Limba, A., & Tamaela, E. (2023). Efektivitas Penggunaan Model Project Based Learning Berbasis STEM Pada Materi Fluida Statis untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Peserta Didik di Kelas XI MIA SMA Negeri 8 Ambon. *PHYSIKOS Journal of Physics and Physics Education*, 2(2), 64–78.
- Rahma, T. T. (2023). Kajian Teori: Peran Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEAM Terhadap Kemampuan Berpiir Kreatif Siswa. *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 7, 309–316.
- Rahman, M. K., Suharto, B., & Iriani, R. (2019). Meningkatkan berpikir kreatif dan hasil belajar menggunakan model PjBL berbasis STEAM pada Materi Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit. *JCAE (Journal of Chemistry And Education)*, 3(1), 10-22.
- Rahmania, I. (2021). Project Based Learning (PjBL) Learning Model with STEM Approach in Natural Science Learning for the 21st Century. *Budapest International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal): Humanities and Social Sciences*, 4(1), 1161–1167.
- Ramadianti, A. A. (2021). Efektivitas model pembelajaran *project based learning* terhadap hasil belajar matematika sekolah dasar. *Primatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 93-98.
- Resa, R. J., Asrizal, L, Dwiridal, & Emiliannur. (2024). Pengembangan E-Bahan Ajar Fluida Dinamis Terintegrasi Model PBL untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(2), 33986-33994.
- Rohman, A., Ishafit, & Husna, H. (2021). Effect of Project Based Learning Model integration with STEAM on Creative Thinking Based on the Understanding of the Physics Concepts of High School Students on Rotation Dynamics. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online*, 9(1), 15–21.
- Rukamana, D. C., Maharani, H. R., & Ubaidah, N. (2021). Identifikasi kemampuan berpikir kreatif siswa pada model pembelajaran PjBL dengan pendekatan STEM. *Prosiding Konstelasi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) Klaster Humanoira*. 618-630.

- Sa'adah, U. (2022). Pengembangan Students Worksheet Online Berbasis STREAM Pada Materi Fluida Dinamis Untuk Meningkatkan Kreativitas Peserta Didik. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 11(1), 44-53.
- Safriana, S., Ginting, F. W., & Khairina, K. (2022). Pengaruh Model Project Based Learning Berbasis STEAM Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Alat-Alat Optik Di SMA. *Jurnal Dedikasi Pendidikan*, 6(1), 127-136.
- Sari, W. P., Sahidu, H., & Harjono, A. (2022). Efektivitas Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Discovery berbantuan Simulasi PhET untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2c), 995–1000.
- Setiyowati, A., Apriyani, D. C. N., & Qudsiyah, K. (2023). Pengembangan Desain Bahan Ajar Bermuatan 6C Pada Materi Trigonometri Kelas X SMKN 2 Pacitan. *Jurnal Edumatic*, 4(2), 44-53.
- Setyaningrum, S., Setyaningrum, V., Novia, N., Nurmatin, S., Candra, A. D., Mirnawati, M., & Novianawati, N. (2023). *ILMU ALAMIAH DASAR: Prinsip-Prinsip Dasar & Fenomena Alam*. Yogyakarta : PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Sugihandoko, Lufti, A., & Harjanto, B. (2023). Analisis Airfoil (Sayap Pesawat) Terhadap Coefisien Lift (CL) dan Coefisien Draf (CD) Dengan Variasi Kecepatan Udara. *Jurnal Mekanikasista*, 2(1), 74-91.
- Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Method)*. Bandung : Alfabeta.
- Syahrial, A., Sarjan, M., Rokhmat, J., Arizona, K., Sucilestari, R., Syahidi, K., Syamsuddin, S., & Mertha, I. G. (2022). Kebermaknaan Fisika Kuantum Sebagai Solusi Membangun Karakter Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2), 672–679.
- Wulansari, K., & Sunarya, Y. (2023). Keterampilan 4c (Critical Thinking, Creativity, Communication, dan Collaborative) Guru Bahasa Indonesia Sma dalam Pembelajaran Abad 21 di Era Industri 4.0. *Jurnal Basicedu*, 7(3), 1667–167.
- Yasa, P., Wardani, A. L., & Suswandi, I. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Pjbl-Stem Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Kelas XI MIPA SMA NEGERI 4. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 13(2), 352-361.
- Zahirah, D. F., & Sulistina, O. (2023). Efektifitas Pembelajaran Stem–Project-Based Learning Untuk Peningkatan Kemampuan Literasi Sains Dan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Keseimbangan Kimia. *UNESA Journal of Chemical Education*, 12(2), 121-131.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Matriks Penelitian

Lampiran 2. Lembar Pernyataan *Expert Judgement*

Lampiran 3. Pedoman Wawancara untuk Guru Fisika

Lampiran 4. Wawancara Kepada Siswa Setelah Penelitian

Lampiran 5. Pedoman Observasi Keterampilan Berpikir Kreatif

Lampiran 6. Lembar Observasi Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa

Lampiran 7. Kriteria Penilaian LKPD

Lampiran 8. Modul Ajar

Lampiran 9. Lembar Kerja Peserta Didik

Lampiran 10. Lembar Observasi Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa

Lampiran 11. Frekuensi Hasil Observasi Siswa

Lampiran 12. Triangulasi Teknik

Lampiran 13. Hasil Penilaian LKPD Siswa

Lampiran 14. Transkrip Reduksi Kegiatan

Lampiran 15. Dokumentasi Kegiatan Penelitian

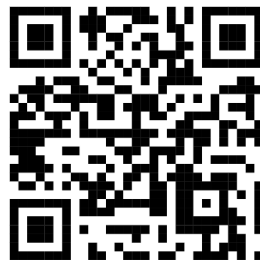
Lampiran 16. Hasil Produk Siswa

Lampiran 17. Permohonan Izin Penelitian

Lampiran 18. Surat Selesai Penelitian

Lampiran 19. *Expert Judgement*

Lampiran tertera pada link google drive, scan QR-Code berikut ini:



Lampiran 1. Matriks Penelitian

MATRIKS PENELITIAN

Nama : Defi Nurdiana Aprilia

NIM : 210210102117

RG : 3

Judul	Rumusan masalah	Variabel	Teknik pengumpulan data	Analisa data	Target
Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Penerapan Model Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM Pada Materi Fluida Dinamis	Bagaimana keterampilan berpikir kreatif siswa melalui penerapan model PjBL terintegrasi STEM pada materi Fluida Dinamis?	a. Variabel bebas : Penerapan Model PjBL-STEM b. Variabel terikat : Keterampilan Berpikir Kreatif c. Variabel kontrol : Materi Fluida Dinamis	1. Observasi 2. Wawancara 3. Dokumentasi	1. Jenis penelitian : Deskriptif kualitatif 2. Analisa data menggunakan model interaktif : a) Pengumpulan data b) Reduksi data c) Penyajian data d) Kesimpulan 3. Sumber data siswa kelas XI semester I	Menganalisis keterampilan berpikir kreatif siswa kelas XI semester I

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Utama,



Dr. Albertus Djoko Lesmono, M.Si

NIP. 196412301993021001

Lampiran 2. Lembar Pernyataan *Expert Judgement*

PERNYATAAN *EXPERT JUDGEMENT*

Setelah memeriksa lembar kerja siswa (LKPD) dari penelitian yang berjudul **“Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Penerapan Model *Project Based Learning (PjBL)* Terintegrasi STEM Pokok Bahasan Hukum Bernoulli”** yang disusun oleh:

Nama :

NIM :

Program Studi :

Fakultas :

Dengan ini saya :

Nama :

NIP :

Jabatan / Instansi :

Menyatakan bahwa lembar kerja siswa (LKPD) tersebut layak dan memberikan saran untuk pembenahan :

.....

Jember, 06 Januari 2025

Validator

Lembar Indikator *Expert Judgement*

INDIKATOR *EXPERT JUDGEMENT*

Nama :

NIP

Jabatan / Instansi :

1. Apakah LKPD sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran?

.....

.....

.....

.....

2. Apakah dalam LKPD sudah memuat tahapan PjBL terintegrasi STEM?

.....

.....

.....

.....

3. Apakah langkah-langkah dalam LKPD sudah sesuai dengan indikator keterampilan berpikir kreatif?

.....

.....

.....

.....

4. Apakah LKPD sudah memiliki struktur yang lengkap (judul, petunjuk penggunaan, peta konsep, ringkasan materi, langkah percobaan, dan tempat kosong pengisian jawaban)?

.....

.....

.....

.....

5. Apakah LKPD sudah menggunakan format penulisan yang jelas (jenis huruf, ukuran huruf, dan sistem penomoran)?

.....
.....
.....
.....

6. Apakah bahasa yang digunakan dalam LKPD sudah sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar dan sesuai dengan taraf berpikir siswa?

.....
.....
.....
.....

Lampiran 3. Pedoman Wawancara untuk Guru Fisika

Wawancara sebelum penelitian

Petunjuk!

- Proses wawancara didokumentasikan dalam bentuk audio

Pedoman Wawancara kepada Guru Fisika Kelas XI

1. Pengaitan Pembelajaran dengan Kehidupan Sehari-hari
 - a. Apakah dalam pembelajaran fisika, Bapak/Ibu sudah sering mengaitkan materi dengan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari?
 - b. Seberapa efektif menurut Bapak/Ibu metode ini dalam membantu siswa memahami konsep-konsep fisika?
2. Pokok Bahasan yang Sulit bagi Siswa
 - a. Berdasarkan pengalaman Bapak/Ibu, pokok bahasan apa saja yang sering dianggap sulit oleh siswa?
 - b. Apa saja faktor yang menyebabkan siswa merasa kesulitan dalam memahami pokok bahasan tersebut?
3. Sumber Belajar dan Bahan Ajar
 - a. Apa saja sumber belajar yang digunakan oleh siswa dalam pembelajaran fisika (misalnya, buku teks, modul, atau sumber online)?
 - b. Bahan ajar apa saja yang Bapak/Ibu gunakan dalam mendukung pembelajaran fisika?
4. Media Pembelajaran
 - a. Media pembelajaran apa saja yang sudah pernah digunakan dalam pembelajaran fisika di kelas Bapak/Ibu?
 - b. Seberapa efektif media tersebut dalam meningkatkan pemahaman siswa?
5. Model Pembelajaran
 - a. Model pembelajaran apa saja yang Bapak/Ibu terapkan dalam mengajar fisika?

- b. Apakah model Project Based Learning (PjBL) pernah digunakan dalam pembelajaran fisika? Jika iya, pada materi apa saja model tersebut diterapkan?
 - c. Jika tidak, mengapa?
6. Hasil Pembelajaran dengan PjBL
- a. Bagaimana hasil belajar siswa setelah menerapkan model pembelajaran PjBL?
 - b. Apa saja kelebihan dan tantangan yang dihadapi selama penerapan model PjBL?
7. Keterampilan Berpikir Kreatif
- a. Salah satu keterampilan dari abad 21 adalah keterampilan berpikir kreatif. Apakah Bapak/Ibu pernah melatih keterampilan berpikir kreatif siswa?
 - b. Bagaimana keterampilan berpikir kreatif siswa di sekolah ini, khususnya dalam mata pelajaran fisika?
8. Kendala dalam Proses Pembelajaran
- a. Apa saja kendala yang Bapak/Ibu alami selama proses pembelajaran fisika?
 - b. Bagaimana cara Bapak/Ibu mengatasi kendala-kendala tersebut?

Hasil Wawancara dengan Guru Fisika

DNA : Apakah dalam pembelajaran fisika ibu sudah sering mengaitkan materi dengan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari

GF : Iya sudah

DNA : Seberapa efektif menurut Ibu metode ini dalam membantu siswa memahami konsep-konsep fisika

GF : Sangat Efektif

DNA : Berdasarkan pengalaman Ibu pokok bahasan apa saja yang sering dianggap sulit oleh siswa

GF : kalo pokok bahasanya ya itu tentang materi yang banyak abstraknya. Kalau yang materi kelas 12 tentang materi tentang atom atom, jadi kita harus lebih effort lagi memberikan banyak animasi agar siswa ini bisa membayangkan dari membayangkan dia bisa lebih paham lagi

DNA : Kalau untuk kelas 11 bu

GF : kalau kelas 11 itu sebenarnya yang sulit itu dari hitungannya sih mba, dari kemampuan matematika nya. Sebenarnya kalau dari pemahaman materi yang sudah diterangkan sebentar ya pasti paham ya salah satunya disitu sih, kemampuan matematika dasarnya jadi kita harus bener-bener mengulang lagi

DNA : apa saja sumber belajar yang digunakan oleh siswa dalam pembelajaran Fisika

GF : Sumber belajarnya ada LKS, ada buku dari Kementerian itu kalo saya ada canva yang berisi lkpd, ada video

DNA : seberapa efektif media tersebut dalam meningkatkan pemahaman siswa

GF : Sangat efektif, karena kayak siswa itu lebih tahu fisika itu tidak hanya rumus saja mereka lebih tertarik seperti ini fisika, minimal itu lah kita mencari ketertarikan siswa dari media belajarnya apalagi anak sekarang kan lebih suka yang berbau-bau teknologi jadi kita Arahkan kesana

DNA : model pembelajaran apa saja yang pernah diterapkan dalam mengajar fisika

GF : kalau model yang direct pernah, project itu juga pernah. Tapi kalau Project itu banyaknya dikelas 10. Kalau kelas 11 masih praktikum.

DNA : Materi apa biasanya bu

GF : kalau proyek itu energi terbarukan. Sekarang kan kalau 10 itu bab nya ada energi terbarukan dan pemanasan global yang semester 2 ini. Jadi yang energi terbarukan saya arahkan proyeknya kemarin bikin PLTS.

DNA : Bagaimana hasil belajar siswa setelah menerapkan model pembelajaran PJBL

GF : jadi setelah menerapkan PJBL yang pertama yang saya targetkan kesiswa itu setidaknya mereka lebih aktif lagi ketika pembelajaran, tidak tidur. Nah ternyata siswa itu ketika membuat sesuatu mereka itu lebih suka daripada harus mengerjakan soal atau mendengarkan gurunya menerangkan.

DNA : salah satu keterampilan dari abad 21 itu kan ada keterampilan berpikir kreatif. nah apakah ibu pernah melatih keterampilan berpikir kreatif siswa

GF : kan dari proyek tadi sebenarnya bisa mbak, pada siswa ternyata itu ya contohnya bikin PLTS. Sebenarnya saya nyuruh nya cuman Terserah kalian mau bikin alat apapun tapi dengan sumber energi nya itu kalian dari panel surya.

Ternyata dari situ mereka berpikir kreatif, jadi secara tidak langsung berpikir kreatif kayak bikin modelnya seperti apa nah kan mereka bisa bikin dari barang bekas, cuma kalo panel surya nya ya harus beli.

DNA : kalau untuk di kelas 11 apa sudah pernah melatih keterampilan kreatif siswa bu

GF : Belum

DNA : apa saja kendala yang ibu alami selama dalam proses pembelajaran fisika?

GF : kendalanya ya itu di motivasi siswanya kurang, jadi gurunya harus kuat lagi ya, ya mencoba apa yang kiranya anak itu aktif dan mau penasaran oh ini apa sih kayak gitu

DNA : untuk mengatasi kendala itu gimana bu menurut ibu

GF : Menurut saya kan juga ini saya masih coba-coba ya kayak setiap tahun anaknya juga berbeda karakter nya ternyata di tahun ini yang kelas 10 Lebih suka bikin-bikin itu lebih kreatif memang anaknya tapi kalau disuruh mengerjakan tugas itu sulit. Kalau di kelas 11 kemarin waktu praktikum bandul matematis itu ternyata ya yang cowok lebih aktif dan mau bekerja sama.

Lampiran 4. Wawancara kepada siswa setelah penelitian

Petunjuk!

- Wawancara dilakukan setelah pembelajaran hari terakhir
- Proses wawancara didokumentasikan dalam bentuk audio

Indikator Berpikir Kreatif	Pertanyaan
<p><i>Fluency</i> Siswa dapat memunculkan banyak ide dan jawaban dalam menyelesaikan suatu masalah</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bagaimana cara anda mengidentifikasi informasi penting dari studi kasus yang telah Anda pelajari? 2. Apakah anda memahami masalah yang muncul dari studi kasus tersebut? 3. Bagaimana cara yang Anda lakukan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut?
<p><i>Flexibility</i> Siswa mampu memberikan jawaban yang bervariasi dengan sudut pandang yang berbeda</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pendekatan atau solusi apa saja yang anda gunakan untuk memecahkan masalah tersebut? 2. Apa alasan utama Anda memilih solusi tersebut?
<p><i>Originality</i> Siswa mampu memberikan ide yang unik serta memikirkan cara yang tidak biasa.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apakah solusi yang Anda berikan merupakan hasil ide Anda sendiri? 2. Sebutkan alat dan bahan yang diperlukan dalam proyek sesuai kebutuhan proyek Anda berdasarkan hasil ide Anda sendiri? 3. Sebutkan sesuatu yang unik atau inovasi baru untuk mengembangkan ide yang kamu berikan?

<p><i>Elaboration</i></p> <p>Siswa mampu mengembangkan suatu ide atau merinci suatu ide.</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Apakah Anda terlibat secara langsung dalam kegiatan proyek?2. Apakah Anda dapat menjelaskan secara rinci mengenai ide yang Anda berikan? Jelaskan.
---	--

Lampiran 5. Pedoman Observasi Keterampilan Berpikir Kreatif

PEDOMAN OBSERVASI KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF

No	Aspek pengamatan	Hasil pengamatan			
		Sangat Kurang	Kurang	Baik	Sangat Baik
1.	<i>Fluency</i> Siswa dapat memunculkan banyak ide dan jawaban dalam menyelesaikan suatu masalah	Siswa tidak mampu memunculkan jawaban	Siswa mampu memberikan jawaban, tetapi jumlah ide kurang dari dua.	Siswa mampu menghasilkan banyak ide, dan jawaban lebih dari dua dalam menyelesaikan suatu masalah, namun penyampaiannya tidak jelas.	Siswa mampu memberikan banyak ide dan jawaban lebih dari dua dalam menyelesaikan suatu masalah dan menyampaikannya dengan jelas dan tegas.
2.	<i>Flexibility</i> Siswa mampu memberikan jawaban yang bervariasi dengan sudut pandang yang berbeda.	Siswa tidak mampu memberikan jawaban yang beragam dari	Siswa memberikan jawaban yang beragam, namun kurang tepat,	Siswa memberikan jawaban bervariasi dari berbagai sudut pandang dengan	Siswa memberikan jawaban yang bervariasi dengan sudut pandang yang

		berbagai sudut pandang.	menggunakan Bahasa sulit dipahami, dan penyampaiannya kurang jelas.	tepat, namun menggunakan bahasa sulit dipahami dan penyampaiannya tidak jelas.	berbeda dengan tepat, menggunakan bahasa mudah dipahami, dan disampaikan dengan jelas.
3.	Originality Siswa mampu memberikan ide yang unik serta memikirkan cara yang tidak biasa.	Siswa tidak mampu memberikan ide orisinal.	Siswa memberikan ide, namun bukan pemikirannya sendiri dan menggunakan bahasa yang sulit dipahami	Siswa memberikan ide orisinalnya sendiri, namun menggunakan bahasa yang sulit dipahami.	Siswa memberikan ide orisinalnya dengan bahasa yang mudah dipahami.
4.	Elaboration Siswa mampu mengembangkan suatu ide atau merinci suatu ide.	Siswa tidak mampu mengembangkan ide yang dimilikinya secara rinci.	Siswa mengembangkan ide, tetapi tidak rinci dan runtut, serta menggunakan	Siswa mengembangkan ide secara rinci, namun menggunakan	Siswa mengembangkan ide dengan rinci dan menggunakan bahasa yang mudah dipahami.

			bahasa yang sulit dipahami.	bahasa yang sulit dimengerti.	
--	--	--	-----------------------------	-------------------------------	--

Lampiran 7. Kriteria Penilaian LKPD

KRITERIA PENILAIAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF PADA LKPD TERINTEGRASI STEM

A. Tahap *Reflection*

1. Indikator *Fluency*

Pernyataan	Kriteria Penilaian	Indikator			
		Sangat Kurang	Kurang	Baik	Sangat Baik
Berdasarkan surat dari klien di atas, informasi penting apa saja yang dapat engineer peroleh?	<ol style="list-style-type: none"> Masalah pada Sayap Pesawat: Pilot menemukan adanya potensi masalah stall pada sayap pesawat, yang merupakan kondisi berbahaya karena dapat mengakibatkan hilangnya daya angkat. Risiko Stall: Stall terjadi ketika sudut serang sayap melebihi batas kritis, yang menyebabkan aliran udara terganggu sehingga pesawat kehilangan daya angkat. Kasus serupa pernah terjadi pada pesawat Sriwijaya SJ182 pada tahun 2021, yang mengakibatkan kecelakaan fatal. Pentingnya Konfigurasi Tepat: Pada pendekatan akhir pendaratan, pesawat membutuhkan kombinasi kecepatan dan konfigurasi flap yang tepat untuk mempertahankan daya angkat. Tujuan Pembuatan Miniatur Pesawat: Engineer diminta untuk merancang miniatur pesawat yang dapat mengatasi kondisi stall dan 	Hanya dapat menyebutkan 1 jawaban dengan benar	Hanya dapat menyebutkan 2 jawaban dengan benar	Hanya dapat menyebutkan 3 jawaban dengan benar	Dapat menyebutkan 4 jawaban dengan benar

	membantu mempelajari aspek aerodinamika serta stabilitas pesawat pada sudut serang tinggi.				
--	--	--	--	--	--

Pernyataan	Kriteria penilaian	Indikator			
		Sangat Kurang	Kurang	Baik	Sangat Baik
Berdasarkan informasi dan permasalahan yang ditemukan, menurut engineer solusi apa yang akan engineer berikan untuk mengatasi permasalahan pada surat tersebut?	<p>1. Desain dan Optimalisasi Konfigurasi Sayap: Engineer dapat merancang sayap dengan konfigurasi flap yang lebih adaptif untuk mempertahankan daya angkat pada berbagai kondisi penerbangan.</p> <p>2. Pengujian Menggunakan Miniatur Pesawat: Membuat miniatur untuk menguji berbagai kondisi yang menyebabkan stall dan bagaimana menghindarinya.</p>	Tidak menyebutkan solusi	Menyebutkan 1 solusi namun, penyampaiannya tidak jelas	Menyebutkan 1 solusi dan penyampaiannya jelas	Menyebutkan 2 solusi dan penyampaiannya jelas

2. Indikator Flexibility

Pernyataan	Kriteria penilaian	Indikator			
		Sangat Kurang	Kurang	Baik	Sangat Baik
Berdasarkan surat dari klien tersebut, permasalahan apa saja yang dapat engineer temukan?	<p>1. Potensi Stall Berulang: Masalah stall pada sudut serang tinggi menunjukkan bahwa pesawat rentan terhadap kehilangan daya angkat pada konfigurasi tertentu.</p> <p>2. Konfigurasi Sayap yang Tidak Optimal: Dalam kasus ini, konfigurasi flap dan kecepatan pesawat tidak optimal, yang menyebabkan stall. Permasalahan ini menunjukkan perlunya perbaikan dalam desain dan optimalisasi konfigurasi.</p> <p>3. Kebutuhan Uji Aerodinamika Lebih Lanjut: Adanya permintaan untuk membuat miniatur pesawat menunjukkan bahwa diperlukan pengujian lebih lanjut terkait stabilitas dan respons pesawat terhadap perubahan kondisi aerodinamis.</p>	Tidak dapat menyebutkan permasalahan	Hanya dapat menyebutkan 1 jawaban dengan benar	Hanya dapat menyebutkan 2 jawaban dengan benar	Dapat menyebutkan 3 jawaban dengan benar

B. Tahap *Research*

1. Indikator *Flexibility*

Pernyataan	Kriteria penilaian	Indikator			
		Sangat Kurang	Kurang	Baik	Sangat Baik
Berdasarkan literatur yang Anda baca di internet, bagaimana prinsip hukum Bernoulli dapat membantu dalam merancang sayap pesawat?	<ol style="list-style-type: none"> "Prinsip Bernoulli menyatakan bahwa semakin cepat aliran udara, semakin rendah tekanannya. Sayap pesawat didesain melengkung di bagian atas agar udara mengalir lebih cepat di atas sayap. Hal ini menyebabkan tekanan di atas lebih rendah dibandingkan tekanan di bawah sayap, sehingga tercipta gaya angkat ke atas." "Menurut hukum Bernoulli, perbedaan tekanan akibat perbedaan kecepatan aliran udara dapat menghasilkan gaya. Pada sayap pesawat, aliran udara di atas lebih cepat sehingga tekanannya lebih rendah. Perbedaan tekanan ini menimbulkan gaya angkat yang sangat penting dalam membuat 	Tidak dapat menyebutkan penerapan prinsip.	Menyebutkan 1 penerapan prinsip namun penyampaiannya tidak jelas	Menyebutkan 1 prinsip dan penyampaiannya jelas	Menyebutkan 2 prinsip dan penyampaiannya jelas

	pesawat bisa terbang."				
--	------------------------	--	--	--	--

2. Indikator *Elaboration*

Pernyataan	Kriteria Penilaian	Indikator			
		Sangat Kurang	Kurang	Baik	Sangat Baik
Berdasarkan referensi yang Anda baca di internet, apa yang dapat Anda lakukan untuk membuat pesawat dapat terbang?	<ol style="list-style-type: none"> "Sayap pesawat dibuat melengkung di bagian atas supaya udara di atas bergerak lebih cepat, sehingga tekanannya lebih rendah. Ini berdasarkan hukum Bernoulli, dan bisa menghasilkan gaya angkat." "Menurut hukum Bernoulli, kecepatan aliran udara yang lebih tinggi akan menghasilkan tekanan yang lebih rendah. Sayap pesawat dibuat melengkung di bagian atas agar udara di atas mengalir lebih cepat, menciptakan tekanan rendah. Udara di bawah lebih lambat sehingga tekanannya lebih tinggi, dan ini menghasilkan gaya angkat yang memungkinkan pesawat terbang. Desain ini juga mempertimbangkan kecepatan dan sudut serang agar gaya 	Tidak dapat menyebutkan hubungan konsep Bernoulli atau penerapan dalam desain pesawat.	Menyebutkan satu gagasan yang relevan namun tidak dijelaskan dengan cukup detail atau tidak mengaitkan dengan prinsip Bernoulli.	Menjelaskan satu langkah atau aspek desain pesawat (misalnya bentuk sayap, perbedaan tekanan) dengan cukup jelas dan mengaitkan secara langsung dengan prinsip Bernoulli.	Menjelaskan dua atau lebih aspek teknis (misalnya bentuk sayap, kecepatan udara, sudut serang) secara runtut dan logis, dan mengelaborasi prinsip Bernoulli dengan akurat. Menunjukkan pemahaman mendalam dan keterhubungan antarkonsep.

	angkat optimal."				
--	------------------	--	--	--	--

C. Tahap *Discovery*

1. Indikator *Originality*

Pernyataan	Kriteria Penilaian	Indikator			
		Sangat Kurang	Kurang	Baik	Sangat Baik
Dari referensi yang anda baca, tuliskan alat dan bahan apa saja yang dibutuhkan dalam membuat pesawat!	Alat dan bahan yang dibutuhkan! 1. Sterofom 2. Cutter 3. Anomometer 4. Double tip 5. Tusuk sate 6. Selotip 7. Penggaris 8. Pensil	Tidak menyebutkan alat dan bahan yang dibutuhkan	Menyebutkan tidak lebih dari 3 alat dan bahan yang dibutuhkan	Menyebutkan tidak lebih dari 5 alat dan bahan yang dibutuhkan	Menyebutkan lebih dari 7 alat dan bahan yang dibutuhkan

Pernyataan	Kriteria Penilaian	Indikator			
		Sangat Kurang	Kurang	Baik	Sangat Baik
Dari hasil diskusi bersama kelompok anda, buatlah gambar desain sayap pesawat dan pesawat sesuai dengan kelompok anda!!	Desain yang dibuat sesuai dengan solusi yang dipilih dan tersusun rapi.	Tidak ada desain yang dibuat.	Desain yang dibuat tidak sesuai dengan solusi yang ditentukan.	Desain yang dibuat sudah sesuai dengan solusi yang dipilih, namun kurang rapi.	Desain yang dibuat sesuai dengan solusi yang dipilih dan tersusun rapi.

D. Tahap *Application*

1. Indikator *Originality*

Pernyataan	Kriteria Penilaian	Indikator			
		Sangat Kurang	Kurang	Baik	Sangat Baik
<p>Projek 1 Mengikuti langkah kerja yang terdapat pada modul, yaitu membuat sayap pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan.</p>	<p>Siswa membuat miniatur sayap pesawat dan mengujinya agar dapat terbang berdasarkan prinsip hukum Bernoulli pada gaya angkat.</p>	<p>Siswa tidak membuat miniatur sayap pesawat dengan lengkap.</p>	<p>Siswa membuat miniatur sayap pesawat sederhana, namun tidak dapat terbang ketika pengujian.</p>	<p>Siswa membuat miniature sayap pesawat secara lengkap dan dapat terbang</p>	<p>Siswa membuat miniatur sayap pesawat secara lengkap dan dapat terbang optimal sesuai prinsip Bernoulli pada gaya angkat pesawat.</p>
<p>Projek 2 Mengikuti langkah kerja yang terdapat pada modul, yaitu membuat badan pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan.</p>	<p>Siswa membuat miniatur badan pesawat dan mengujinya agar dapat terbang berdasarkan prinsip hukum Bernoulli pada gaya angkat.</p>	<p>Siswa tidak membuat miniature pesawat dengan lengkap</p>	<p>Siswa membuat miniatur pesawat sederhana, namun tidak dapat terbang ketika pengujian.</p>	<p>Siswa membuat miniature pesawat secara lengkap dan dapat terbang</p>	<p>Siswa membuat miniatur sayap pesawat secara lengkap dan dapat terbang optimal sesuai prinsip Bernoulli pada gaya angkat pesawat.</p>

2. Indikator Elaboration


Pernyataan	Kriteria Penilaian	Indikator			
		Sangat Kurang	Kurang	Baik	Sangat Baik
Tuliskan hasil analisis konsep hukum Bernoulli tentang gaya angkat pesawat yang terdapat pada produk yang Anda buat!	Konsep hukum Bernoulli menjelaskan bahwa gaya angkat pesawat dihasilkan oleh perbedaan tekanan yang terjadi karena perbedaan kecepatan aliran udara di atas dan di bawah sayap pesawat , yang dikenal sebagai airfoil . Aliran udara di atas sayap bergerak lebih cepat daripada aliran di bawah sayap, menyebabkan tekanan di bagian atas sayap menjadi lebih rendah daripada tekanan di bagian bawahnya. Perbedaan tekanan ini menghasilkan gaya angkat yang bekerja ke atas dan tegak lurus terhadap gaya berat pesawat, sehingga pesawat dapat terangkat dan terbang. Semakin besar perbedaan kecepatan aliran udara di kedua sisi sayap, semakin besar pula gaya angkat yang dihasilkan, sesuai dengan prinsip Bernoulli	Siswa tidak dapat menjelaskan mengenai hukum Bernoulli dan konsep gaya angkat pesawat.	Siswa memberikan sedikit penjelasan tentang hukum Bernoulli tetapi kurang menjelaskan keterkaitannya dengan gaya angkat pesawat. Tidak ada penjelasan rinci tentang perbedaan kecepatan dan tekanan di kedua sisi sayap.	Siswa dapat menjelaskan tentang hukum Bernoulli dan menyebutkan gaya angkat pesawat, tetapi kurang detail dalam menjelaskan bagaimana perbedaan kecepatan dan tekanan di atas dan di bawah sayap menciptakan gaya angkat.	Siswa dapat menjelaskan lengkap tentang hukum Bernoulli dan hubungan dengan gaya angkat pesawat. Menjelaskan perbedaan kecepatan aliran udara di atas dan di bawah sayap serta efeknya pada perbedaan tekanan yang menghasilkan gaya angkat.

E. Tahap *Communication*

1. Indikator *Fluency*

Pernyataan	Kriteria Penilaian	Indikator			
		Sangat Kurang	Kurang	Baik	Sangat Baik
Presentasi hasil kerja kelompok anda!	<ol style="list-style-type: none"> Menguraikan desain secara rinci dan jelas. Menyebutkan serta memaparkan penerapan prinsip hukum bernoulli 	Tidak mampu menguraikan desain atau kaitannya dengan hukum bernoulli	Menjelaskan desain tanpa mengaitkan dengan hukum bernoulli	Menjelaskan desain dan hukum bernoulli, tetapi kurang mendetail.	Menjelaskan desain dan hukum bernoulli dengan sangat rinci, tepat, dan akurat.
Tuliskan kelebihan dan kekurangan produk yang telah anda buat	<ol style="list-style-type: none"> Menjelaskan keunggulan produk secara spesifik dan jelas. Menguraikan kekurangan produk secara rinci. 	Tidak mampu menjabarkan kelebihan dan kekurangan produk.	Menyebutkan kelebihan atau kekurangan, tetapi informasi tidak jelas	Mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan produk secara jelas, namun tidak mendetail.	Menyajikan kelebihan dan kekurangan produk dengan lengkap, spesifik, dan terperinci.

Lampiran 8. Modul Ajar



MODUL AJAR

FISIKA

FLUIDA DINAMIS

Berbasis PjBL Terintegrasi STEM

Fase F
SMA/MA

Disusun Oleh :
Defi Nurdiana Aprilia

INFORMASI UMUM

A. Identitas Modul

Penyusun : Defi Nurdiana Aprilia 210210102117	Tahun Penyusunan : 2024
Mata Pelajaran : Fisika Fase F Fluida Dinamis (Hukum Bernoulli)	Jumlah Pertemuan : 3 × Pertemuan (1 Pertemuan 2 JP) 6 JP × 45 menit = 270 menit

B. Kompetensi Awal

Pemahaman Sains	Keterampilan Proses
<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik mampu menganalisis konsep Fluida Dinamis dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Peserta didik mampu menganalisis penerapan konsep Hukum Bernoulli pada Gaya Angkat Pesawat Terbang. 	<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik mampu mengidentifikasi masalah yang akan diselesaikan berdasarkan permasalahan nyata yang diberikan oleh guru Peserta didik mampu mencari informasi dari berbagai sumber untuk memahami masalah secara mendalam Peserta didik mampu mengumpulkan informasi yang relevan dalam mengembangkan pemahaman konseptual Peserta didik mampu berdiskusi dengan kelompok untuk menghasilkan ide dan mendesain proyek Peserta didik mampu membuat produk dari solusi hasil diskusi yang di tentukan dengan menerapkan konsep STEM Peserta didik mampu menguji dan mempresentasikan hasil proyek yang dibuat dalam lingkup kelas.

C. Profil Pelajar Pancasila

Pada kegiatan pembelajaran ini akan dilatihkan dimensi profil pelajar Pancasila tentang:

1. Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia
 - Peserta didik melakukan berdoa sebelum dan sesudah pembelajaran
 - Peserta didik memiliki akhlak mulia dengan bersikap santun kepada guru dan teman
2. Bergotong royong
 - Peserta didik saling membantu dalam kerjasama kelompok saat kegiatan proyek, praktikum atau diskusi/presentasi.
3. Bernalar kritis
 - Peserta didik mampu menganalisis permasalahan dan mencari solusi yang tepat
 - Peserta didik mencari referensi yang berhubungan dengan topik materi.
4. Kreatif
 - Peserta didik mampu mendesain produk dari proyek yang akan dikerjakan.
 - Peserta didik dapat menemukan ide sebagai solusi dari suatu permasalahan.

D. Sarana dan Prasarana

Sarana dan prasarana yang dibutuhkan yaitu :

- Ruang kelas
- Proyektor
- Alat tulis dan buku
- Alat dan bahan sesuai dengan kebutuhan LKPD

E. Model Pembelajaran

Model pembelajaran yang akan diterapkan adalah model *Project Based Learning* terintegrasi STEM yang akan dilaksanakan secara tatap muka.

C. Profil Pelajar Pancasila

Pada kegiatan pembelajaran ini akan dilatihkan dimensi profil pelajar Pancasila tentang:

1. Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia
 - Peserta didik melakukan berdoa sebelum dan sesudah pembelajaran
 - Peserta didik memiliki akhlak mulia dengan bersikap santun kepada guru dan teman
2. Bergotong royong
 - Peserta didik saling membantu dalam kerjasama kelompok saat kegiatan proyek, praktikum atau diskusi/presentasi.
3. Bernalar kritis
 - Peserta didik mampu menganalisis permasalahan dan mencari solusi yang tepat
 - Peserta didik mencari referensi yang berhubungan dengan topik materi.
4. Kreatif
 - Peserta didik mampu mendesain produk dari proyek yang akan dikerjakan.
 - Peserta didik dapat menemukan ide sebagai solusi dari suatu permasalahan.

D. Sarana dan Prasarana

Sarana dan prasarana yang dibutuhkan yaitu :

- Ruang kelas
- Proyektor
- Alat tulis dan buku
- Alat dan bahan sesuai dengan kebutuhan LKPD

E. Model Pembelajaran

Model pembelajaran yang akan diterapkan adalah model *Project Based Learning* terintegrasi STEM yang akan dilaksanakan secara tatap muka.

D. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

KEGIATAN PEMBELAJARAN PERTEMUAN I	
Pendahuluan (10 menit)	
<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dengan dikondisikan oleh guru untuk mempersiapkan diri menerima pembelajaran • Peserta didik dan guru berdo'a bersama dengan dipimpin oleh ketua kelas • Peserta didik melakukan pemeriksaan kehadiran bersama dengan guru • Peserta didik menyimak penjelasan guru mengenai indikator, tujuan, dan materi pembelajaran. 	
Kegiatan Inti (70 menit)	
Tahapan Pembelajaran	Aktivitas Peserta Didik
<i>Reflection</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab pertanyaan mendasar terkait materi hukum Bernoulli pada gaya angkat pesawat. • Peserta didik membentuk kelompok kecil dengan arahan dari guru dan menerima LKPD. • Peserta didik membaca studi kasus yang ada dalam LKPD dan mulai mengerjakan LKPD yang diberikan.
<i>Research</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mencari informasi untuk menjawab studi kasus sebelum melaksanakan proyek. • Peserta didik meresume hasil literatur dan melanjutkan diskusi dengan kelompok untuk merencanakan pembuatan proyek.
<i>Discovery</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik berdiskusi terkait kelanjutan perencanaan proyek dan mulai menentukan alat dan bahan, desain, dan langkah kerja.
Penutup (10 menit)	
<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik memberikan hasil diskusi kelompok kepada guru dan jika selesai peserta didik melanjutkan tugas di rumah. • Peserta didik mendengarkan arahan dari guru mengenai pembelajaran selanjutnya. • Peserta didik dan guru berdo'a bersama dengan dipimpin oleh ketua kelas 	
KEGIATAN PEMBELAJARAN PERTEMUAN II	
Pendahuluan (10 menit)	

4/6

- Peserta didik dengan dikondisikan oleh guru untuk mempersiapkan diri menerima pembelajaran
- Peserta didik dan guru berdo'a bersama dengan dipimpin oleh ketua kelas
- Peserta didik melakukan pemeriksaan kehadiran bersama dengan guru
- Peserta didik menyimak informasi dari guru mengenai pembelajaran yang akan dilakukan.

Kegiatan Inti (70 menit)

Tahapan Pembelajaran	Aktivitas Peserta Didik
<i>Application</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan proyek dan peserta didik bekerja sama dengan tim membuat proyek sesuai dengan desain pada pertemuan sebelumnya. • Peserta didik merangkai sayap pesawat dan badan pesawat sesuai dengan rancangan dalam LKPD dengan menerapkan konsep STEM.

Penutup (10 menit)

- Peserta didik memberikan hasil diskusi kelompok kepada guru dan jika belum selesai peserta didik melanjutkan tugas di rumah.
- Peserta didik mendengarkan arahan dari guru mengenai pembelajaran selanjutnya.
- Peserta didik dan guru berdo'a bersama dengan dipimpin oleh ketua kelas

KEGIATAN PEMBELAJARAN PERTEMUAN III

Pendahuluan (10 menit)

- Peserta didik dengan dikondisikan oleh guru untuk mempersiapkan diri menerima pembelajaran
- Peserta didik dan guru berdo'a bersama dengan dipimpin oleh ketua kelas
- Peserta didik melakukan pemeriksaan kehadiran bersama dengan guru
- Peserta didik menyimak informasi dari guru mengenai pembelajaran yang akan dilakukan.

Kegiatan Inti (70 menit)

Tahapan Pembelajaran	Aktivitas Peserta Didik
----------------------	-------------------------

<i>Communication</i>	<ul style="list-style-type: none">• Peserta didik melakukan pengujian alat atau prototipe yang mereka buat dan melakukan pengambilan data dan menuliskan di LKPD.• Peserta didik mempresentasikan sayap pesawat dan badan pesawat dari hasil data yang didapatkan.• Peserta didik mendengarkan penjelasan guru terkait konsep fisika yang ada dalam proyek, pemberian apresiasi, dan umpan balik.
Penutup (10 menit)	
<ul style="list-style-type: none">• Peserta didik dan guru berdo'a bersama dengan dipimpin oleh ketua kelas	

Jember, 12 September 2024

Peneliti

Defi Nurdiana Aprilia
210210102117

Lampiran 9. Lembar Kerja Peserta Didik

The image shows the cover of a student worksheet (LKPD) for Fluid Dynamics. The cover is divided into two main sections. The left section is the title page, and the right section is a concept map.

Left Section (Title Page):

- Top right: Logo of "Kurikulum Merdeka" (Merdeka Curriculum).
- Center: Large blue text "LKPD" (Lembar Kerja Peserta Didik).
- Below "LKPD": "PJBL Terintegrasi STEM" (Integrated STEM Project-Based Learning).
- Below that: "FLUIDA DINAMIS" (Fluid Dynamics) in a yellow box.
- Bottom right: "Fase F SMA/MA" (Phase F SMA/MA).
- Illustration: An airport terminal with a control tower, several airplanes, a bus, and a car on a road. The sky is blue with a yellow sun and clouds.

Right Section (Concept Map):

- Header: "PETA KONSEP" (Concept Map) in a yellow box.
- Central node: "FLUIDA DINAMIS" (Fluid Dynamics) in a yellow box.
- Two arrows point from the central node to two sub-nodes: "Hukum Bernoulli" (Bernoulli's Law) on the left and "Gaya Angkat" (Lift Force) on the right, both in yellow boxes.

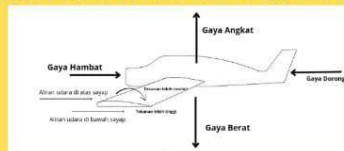
MATERI

Hukum Bernoulli, sebuah prinsip penting dalam dinamika fluida yang menjelaskan bagaimana tekanan, kecepatan, dan ketinggian fluida saling berkaitan dalam aliran. Hukum ini membantu kita memahami berbagai fenomena, seperti perubahan kecepatan dan tekanan ketika fluida mengalir melalui pipa yang menyempit, serta bagaimana gaya angkat dapat terbentuk pada sayap pesawat.

Prinsip Bernoulli menyatakan bahwa ketika kecepatan fluida meningkat, tekanan cenderung menurun, dan sebaliknya (Giancoli, 2014). Bernoulli berhasil menggambarkan hubungan ini dalam bentuk sebuah persamaan yang dikenal sebagai persamaan Bernoulli.

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

Apabila udara dianggap mengikuti hukum Bernoulli, maka dapat mengetahui bagaimana pesawat menghasilkan gaya angkat saat bergerak melalui udara. Pesawat dapat terbang karena adanya gaya angkat guna mengimbangi berat pesawat (Sugihandoko, 2023). Ada empat gaya yang bekerja pada pesawat terbang, yaitu gaya dorong, gaya hambat, gaya angkat, dan gaya berat (Anggraeni, 2013).



Gambar 1. Gaya pada Pesawat

• Aplikasi Hukum Bernoulli pada Gaya Angkat Pesawat

Pesawat terbang dapat mengudara di udara bukan hanya karena mesin, tetapi juga dengan memanfaatkan hukum Bernoulli. Hukum ini menyebabkan aliran udara di bawah sayap lebih lambat dibandingkan dengan aliran di atas sayap, sehingga tekanan di atas sayap lebih rendah daripada tekanan di bawah sayap yang lebih tinggi (Kusrini, 2020).

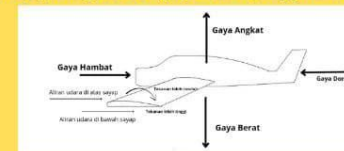
MATERI

Hukum Bernoulli, sebuah prinsip penting dalam dinamika fluida yang menjelaskan bagaimana tekanan, kecepatan, dan ketinggian fluida saling berkaitan dalam aliran. Hukum ini membantu kita memahami berbagai fenomena, seperti perubahan kecepatan dan tekanan ketika fluida mengalir melalui pipa yang menyempit, serta bagaimana gaya angkat dapat terbentuk pada sayap pesawat.

Prinsip Bernoulli menyatakan bahwa ketika kecepatan fluida meningkat, tekanan cenderung menurun, dan sebaliknya (Giancoli, 2014). Bernoulli berhasil menggambarkan hubungan ini dalam bentuk sebuah persamaan yang dikenal sebagai persamaan Bernoulli.

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

Apabila udara dianggap mengikuti hukum Bernoulli, maka dapat mengetahui bagaimana pesawat menghasilkan gaya angkat saat bergerak melalui udara. Pesawat dapat terbang karena adanya gaya angkat guna mengimbangi berat pesawat (Sugihandoko, 2023). Ada empat gaya yang bekerja pada pesawat terbang, yaitu gaya dorong, gaya hambat, gaya angkat, dan gaya berat (Anggraeni, 2013).



Gambar 1. Gaya pada Pesawat

• Aplikasi Hukum Bernoulli pada Gaya Angkat Pesawat

Pesawat terbang dapat mengudara di udara bukan hanya karena mesin, tetapi juga dengan memanfaatkan hukum Bernoulli. Hukum ini menyebabkan aliran udara di bawah sayap lebih lambat dibandingkan dengan aliran di atas sayap, sehingga tekanan di atas sayap lebih rendah daripada tekanan di bawah sayap yang lebih tinggi (Kusrini, 2020).

STUDI KASUS

Pesawat Sriwijaya SJ182 Jatuh Dalam Keadaan Stall?

Kompas.com - 20 Januari 2021, 08:34 WIB



Kompas.com - 20 Januari 2021, 08:34 WIB

Penulis: Ahmad Fauzan | Editor: Edwan S Komady

Sumber :
<https://www.kompas.tv/amp/nasional/136641/pesawat-sriwijaya-sj182-jatuh-dalam-keadaan-stall?page=all>

Informasi Lebih lanjut,
Pindailah QR Code
berikut ini!



Surat dari klien

Kepada : **Engineer muda (siswa kelas XI)**

Saya seorang teknisi yang akan melakukan penerbangan, akan tetapi sebelum penerbangan saya menemukan masalah pada bagian sayap pesawat. Masalah tersebut berpotensi terjadinya *stall* pada sayap pesawat yang mengancam keselamatan penumpang. Keadaan *stall* pernah terjadi pada pesawat sriwijaya SJ182 pada tahun 2021 yang merenggut 62 korban jiwa. *Stall* terjadi ketika sudut serang sayap melebihi batas kritis, menyebabkan aliran udara di atas sayap terganggu. Pada kasus ini, pesawat berada dalam pendekatan akhir yang terlalu lambat dan sudut menanjak terlalu curam, sehingga pesawat kehilangan daya angkat dan tidak bisa mempertahankan ketinggian. Pada tahap mendekati landasan, pesawat membutuhkan kombinasi kecepatan yang tepat dan konfigurasi *flap* yang benar untuk mempertahankan daya angkat. Dalam insiden ini konfigurasi tidak optimal yang menyebabkan penurunan kecepatan yang lebih drastis sehingga pesawat terhempas saat mendarat.

STUDI KASUS



Sehubungan dengan hal tersebut, saya meminta bantuan kepada *engineer* untuk merancang dan membuat miniatur pesawat yang mampu menahan kondisi *stall*. Miniatur ini dirancang untuk menguji aspek *aerodinamika* dan bagaimana pesawat bereaksi terhadap perubahan kecepatan. Dengan miniatur ini, kami berharap dapat mempelajari lebih lanjut bagaimana memitigasi risiko *stall* melalui desain dan optimalisasi konfigurasi sayap, guna meningkatkan keselamatan penumpang dan mencegah insiden yang berpotensi fatal.

REFLECTION

Fluency

1. Berdasarkan surat dari klien di atas, informasi penting apa saja yang dapat *engineer* peroleh?

2. Berdasarkan surat dari klien tersebut, permasalahan apa saja yang dapat *engineer* temukan?

Flexibility

3. Berdasarkan informasi dan permasalahan yang ditemukan, menurut *engineer* solusi apa yang akan *engineer* berikan untuk mengatasi permasalahan pada surat tersebut?

RESEARCH

Carilah referensi dari internet atau video youtube tentang desain pesawat. Lakukan riset tentang Hukum Bernoulli sesuai dengan Studi Kasus di atas

Flexibility

1. Berdasarkan literatur yang Anda baca di internet, bagaimana prinsip hukum Bernoulli dapat membantu dalam merancang sayap pesawat?

Elaboration

2. Berdasarkan referensi yang Anda baca di internet, apa yang dapat Anda lakukan untuk membuat pesawat dapat terbang?

DISCOVERY

Flexibility

Dari referensi yang anda baca, tuliskan alat dan bahan apa saja yang dibutuhkan dalam membuat pesawat agar pesawat dapat terbang tinggi!

Alat dan Bahan

DISCOVERY

Originality

Dari hasil diskusi bersama kelompok anda, buatlah gambar desain sayap pesawat dan pesawat sesuai dengan kelompok anda!

Desain

APPLICATION

Originality

Ikuti langkah-langkah di bawah untuk membuat produk yang kalian buat!

Proyek I

1. Siapkan alat dan bahan
2. Buatlah **model sayap pesawat**
3. Lakukan uji coba menggunakan kipas angin dan ukur kecepatan menggunakan anemometer
4. Catat hasil pengukuran dalam tabel pengamatan.

	Jarak	Luas sayap (m^2)	Kecepatan Udara di Atas Sayap (v_2) (m/s)	Kecepatan Udara di bawah Sayap (v_1) (m/s)	Ketinggian maksimum (cm)	Gaya angkat (F_{lift}) (N)	Keterangan
Sayap Pesawat	15 cm						
	30 cm						

APPLICATION

Originality

Ikuti langkah-langkah di bawah untuk membuat produk yang kalian buat!

Proyek II

1. Siapkan alat dan bahan
2. Buatlah **model pesawat**
3. Lakukan uji coba menggunakan kipas angin dan ukur kecepatan menggunakan anemometer
4. Catat hasil pengukuran dalam tabel pengamatan.

	Jarak	Luas sayap (m^2)	Kecepatan Udara di Atas Sayap (v_2) (m/s)	Kecepatan Udara di bawah Sayap (v_1) (m/s)	Ketinggian maksimum (cm)	Gaya angkat (F_{lift}) (N)	Keterangan
Pesawat	15 cm						
	30 cm						

Elaboration

1. Tuliskan hasil analisis konsep hukum Bernoulli tentang gaya angkat pesawat yang terdapat pada produk yang Anda buat!

COMMUNICATION

Fluency

Petunjuk !

1. Presentasikan hasil kerja kelompok anda!
2. Catat hasil diskusi dari presentasi produk yang kelompok anda buat serta umpan balik dari guru dan teman!
3. Tuliskan kelebihan dan kekurangan produk yang telah anda buat

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Mikrajuddin. 2017. *Fisika Dasar I. Bandung* : Institut Teknologi Bandung.
- Anggraeni, N. (2013). *Seri Transportasi Pesawat Terbang*. Jakarta : Elex Media Komputindo.
- Aziz, R., & Siswanto, I. W. A. (2024). Analisis Airfoil 2412 Dan Streamline Sayap Pada Pesawat Terbang Cessna 172 (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Giancoli, D.C. (2014). *FISIKA: Prinsip dan Aplikasi (7thed)*. Erlangga.
- Kusrini. (2020). *Modul Pembelajaran SMA Fisika*. Jakarta: Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS, dan DIKME
- Putranto, T., & Sulisetyono, A. (2017). Lift-drag coefficient and form factor analyses of hydrofoil due to the shape and angle of attack. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(21), 11152-11156.
- Sugihandoko, Lufti, A., & Harjanto, B. (2023). Analisis Airfoil (Sayap Pesawat) Terhadap Coefisien Lift (CL) dan Coefisien Draf (CD) Dengan Variasi Kecepatan Udara. *Jurnal Mekanikasta*, 2(1), 74-91.

	<i>Application</i>	Siswa membuat prototype sayap pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan.	✓				✓			✓			✓			✓			✓
		Siswa membuat prototype badan pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan.	✓				✓		✓			✓		✓					✓
<i>Elaboration</i>	<i>Research</i>	Siswa menjelaskan pesawat berdasarkan referensi	✓			✓			✓			✓				✓			✓
	<i>Application</i>	Siswa menganalisis konsep hukum Bernoulli	✓			✓			✓			✓				✓			✓

Jember, 6 Februari 2025

(Adinda Mima E.S.)

b) Kelompok 2

LEMBAR OBSERVASI KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF SISWA

Petunjuk!

- Cocokkan setiap indikator dengan pernyataan pada pedoman wawancara dan aktivitas siswa
- Centang kolom berdasarkan indikator yang sesuai

Indikator berpikir kreatif	Tahap PjBL terintegrasi STEAM	Kegiatan	Nama Anggota Kelompok																							
			Nilna Amalia				Hikam				Abdul				Ikrimatus				Sultan				Hisyam			
			S	K	B	S	S	K	B	S	S	K	B	S	S	K	B	S	S	K	B	S	S	K	B	S
Fluency	Reflection	Siswa mengidentifikasi informasi	✓					✓	✓				✓			✓					✓					
		Siswa mengidentifikasi solusi	✓					✓	✓					✓	✓							✓				
	Communication	Siswa mempresentasikan hasil proyek	✓				✓		✓				✓			✓					✓					
Flexibility	Reflection	Siswa mengidentifikasi masalah	✓					✓	✓				✓			✓					✓					
	Research	Siswa mencari informasi dari berbagai sumber	✓						✓	✓				✓			✓				✓					
	Discovery	Siswa mengidentifikasi alat dan bahan	✓					✓	✓					✓			✓				✓					
Originality	Discovery	Siswa merancang desain terkait proyek	✓					✓	✓					✓			✓				✓					

	<i>Application</i>	Siswa membuat prototype sayap pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan.	✓					✓		✓					✓		✓	
		Siswa membuat prototype badan pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan.	✓					✓		✓					✓		✓	
<i>Elaboration</i>	<i>Research</i>	Siswa menjelaskan pesawat berdasarkan referensi	✓				✓		✓					✓		✓		
	<i>Application</i>	Siswa menganalisis konsep Bernoulli	✓				✓		✓					✓		✓		

Jember..... 2025

Rahma Awi F.
 (.....)

	<i>Application</i>	Siswa membuat prototype sayap pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan.	✓					✓		✓				✓			✓		
		Siswa membuat prototype badan pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan.	✓			✓			✓				✓		✓			✓	
<i>Elaboration</i>	<i>Research</i>	Siswa menjelaskan pesawat berdasarkan referensi	✓			✓			✓				✓				✓		✓
	<i>Application</i>	Siswa menganalisis konsep bernaulli	✓			✓			✓				✓				✓		✓

Jember... 6 Februari ... 2025



(M. Ardiansyah.....)

d) Kelompok 4

LEMBAR OBSERVASI KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF SISWA

Petunjuk!

- Cocokkan setiap indikator dengan pernyataan pada pedoman wawancara dan aktivitas siswa
- Centang kolom berdasarkan indikator yang sesuai

Indikator berpikir kreatif	Tahap PjBL terintegrasi STEAM	Kegiatan	Nama Anggota Kelompok																							
			Asraf				Ayu				Sandy				Saiful				Sinta				Winda			
			S	K	B	S	S	K	B	S	S	K	B	S	S	K	B	S	S	K	B	S	S	K	B	S
Fluency	Reflection	Siswa mengidentifikasi informasi	✓			✓				✓				✓				✓				✓				
		Siswa mengidentifikasi solusi	✓			✓				✓				✓				✓				✓				
	Communication	Siswa mempresentasikan hasil proyek			✓			✓				✓			✓			✓			✓			✓		
Flexibility	Reflection	Siswa mengidentifikasi masalah	✓			✓				✓				✓				✓				✓				
	Research	Siswa mencari informasi dari berbagai sumber	✓			✓				✓				✓				✓				✓				
	Discovery	Siswa mengidentifikasi alat dan bahan		✓		✓				✓				✓				✓				✓				

Originality	Discovery	Siswa merancang desain terkait proyek	✓			✓			✓			✓			✓			✓	
	Application	Siswa membuat prototype sayap pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan.	✓			✓			✓			✓			✓			✓	
		Siswa membuat prototype badan pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan.	✓			✓			✓			✓			✓			✓	
Elaboration	Research	Siswa menjelaskan pesawat berdasarkan referensi	✓			✓			✓			✓			✓			✓	
	Application	Siswa menganalisis konsep bernailli	✓			✓			✓			✓			✓			✓	

Jember 6 Februari 2025

(Ramadani Dwi S.)

	<i>Application</i>	Siswa membuat prototype sayap pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan.	✓				✓					✓				✓				✓			
		Siswa membuat prototype badan pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan.	✓				✓				✓				✓						✓		
<i>Elaboration</i>	<i>Research</i>	Siswa menjelaskan pesawat berdasarkan referensi	✓				✓				✓				✓					✓			
	<i>Application</i>	Siswa menganalisis konsep bernauli	✓				✓				✓				✓					✓			

Jember 6 Februari 2025



(Vini Solehatemefich)

	<i>Application</i>	Siswa membuat prototype sayap pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan.	✓				✓				✓				✓				✓	
		Siswa membuat prototype badan pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan.		✓			✓				✓				✓					✓
<i>Elaboration</i>	<i>Research</i>	Siswa menjelaskan pesawat berdasarkan referensi	✓			✓				✓				✓					✓	
	<i>Application</i>	Siswa menganalisis konsep bernauli	✓			✓				✓				✓					✓	

Jember...6 Februari..... 2025

(M. Miftu Khurizal A.)

Lampiran 11. Data Hasil Observasi Siswa

Hasil Observasi Siswa

Indikator	Hal yang diamati	Frekuensi			
		Sangat Kurang	Kurang	Baik	Sangat Bagus
<i>Fluency</i>	Siswa mengidentifikasi informasi	34	1	1	-
	Siswa mengidentifikasi solusi	33	-	3	-
	Siswa mempresentasikan hasil proyek	6	12	18	-
<i>Flexibility</i>	Siswa mengidentifikasi masalah	33	1	2	-
	Siswa mencari informasi dari berbagai sumber	34	-	1	1
	Siswa mengidentifikasi alat dan bahan	23	13	-	-
<i>Originality</i>	Siswa merancang desain terkait proyek	32		3	1
	Siswa membuat prototype sayap pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan.	22	14	-	-
	Siswa membuat prototype badan pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan.	24	11	1	-
<i>Elaboration</i>	Siswa menjelaskan pesawat berdasarkan referensi	34	1	1	-
	Siswa menganalisis konsep hukum Bernoulli	36	-	-	-

Lampiran 12. Triangulasi Teknik

Triangulasi Teknik

Indikator	Sub Indikator	Ke I	Diskusi	LKPD	Hasil Wawancara	Hasil Triangulasi
Fluency	Peserta didik mengidentifikasi informasi penting dari studi kasus yang akan diselesaikan berdasarkan nyata yang diberikan oleh guru	1		“Pada kasus ini, pesawat berada dalam pendekatan akhir yang terlalu lambat dan sudut menanjak atau curam, sehingga pesawat kehilangan daya angkat dan tidak bisa mempertahankan”		“Informasi penting yang diperoleh yaitu pesawat kehilangan daya angkat dan tidak bisa mempertahankan”
		2	“Berdasarkan surat dari klien di atas, informasi penting apa saja yang dapat engineer peroleh?” (K2.IS) “Adanya masalah pada bagian sayap pesawat, sudut serang sayap melebihi batas kritis sehingga menyebabkan aliran udara di atas sayap terganggu.” (K2.MSH) (03.00-04.30) https://drive.google.com/file/d/1BBjFbHm_pvaieulM-v8nMj6URfYYcAGb/view?usp=drivesdk	“Adanya masalah pada bagian pesawat sudut serang sayap melebihi batas kritis sehingga menyebabkan aliran udara di atas sayap terganggu”		“Informasi penting yang diperoleh yaitu sudut serang sayap melebihi batas kritis sehingga menyebabkan aliran udara di atas sayap terganggu”
		3		“Pada tahap mendekati landasan pesawat membutuhkan kombinasi kecepatan yang tepat dan konfigurasi Flap yang benar untuk mempertahankan daya angkat”		“Informasi penting yang diperoleh yaitu pesawat membutuhkan kombinasi

					kecepatan yang tepat dan konfigurasi Flap yang benar untuk mempertahankan daya angkat”
		4		“Informasi tentang masalah pada bagian sayap pesawat yang mengancam keselamatan penumpang”	
		5	<p>“Ya itu pesawat sriwijaya, Terjadinya stall pada sayap pesawat” (K5.I)</p> <p>“Berarti ini tentang bagaimana terjadinya stall” (K5.AUPAS)</p> <p>“Terus gimana caranya mencegah dengan cara membuat miniatur nya” (K5.AUPAS)</p> <p>“sebagai engineer harus tau apa penyebab terjadinya supaya membuat bisa lebih bagus” (K5.AUPAS)</p> <p>“Kurang itu yang nomer 1” (K5.MRN)</p> <p>“Ini kan masalah sayap” (K5.I)</p> <p>5.45-8.50</p> <p>https://drive.google.com/file/d/18vvFikUAtqLl-1vPIQkRoAgz8MiCFHZE/view?usp=drivesdk</p>	<p>“Stall terjadi ketika sudut serang sayap melebihi batas kritis menyebabkan aliran udara di atas sayap terganggu pada tahap mendekati landasan pesawat membutuhkan kombinasi kecepatan yang tepat dan konfigurasi Flap yang benar untuk mempertahankan gaya angkat”</p>	<p>“Informasi penting yang diperoleh yaitu Stall terjadi ketika sudut serang sayap melebihi batas kritis menyebabkan aliran udara di atas sayap terganggu”</p>
		6		“Keadaan stall pernah terjadi pada pesawat Sriwijaya SJ 182 pada tahun 2021 yang merenggut 62 korban jiwa”	
	Peserta didik mengidentifikasi solusi dari	1		“Masalah tersebut berpotensi terjadinya stall pada bagian sayap	<p>“Membuat sayap pesawat</p> <p>“Permasalahan yang dapat engineer temukan</p>

permasalahan berdasarkan nyata yang diberikan oleh guru			pesawat yang mengancam keselamatan penumpang”	dan badan pesawat” (K1)	yaitu potensi terjadinya stall pada bagian sayap pesawat yang mengancam keselamatan penumpang”
	2	<p>“Memperbaiki bentuk sayap” (K2.MSH)</p> <p>“Membuat miniatur sayap pesawat yang mampu menahan kondisi stall” (K2.IS)</p> <p>“Ini membuat miniatur pesawat yang mampu menahan kondisi stall” (K2.MSH)</p> <p>a. – 06.30</p> <p>https://drive.google.com/file/d/1BBjFbHm_pvaieulM-y8nMj6URfYYcAGb/view?usp=drivesdk</p>	“Membuat miniatur pesawat yang mampu menahan kondisi stall”	“Membuat miniatur pesawat yang mampu menahan kondisi stall” (K2)	“Membuat miniatur pesawat yang mampu menahan kondisi stall”
	3		“Kombinasi kecepatan yang tepat dan konfigurasi Flap yang benar untuk mempertahankan daya angkat”	“Kombinasi kecepatan yang tepat dan konfigurasi Flap yang benar untuk mempertahankan daya angkat”	“Kombinasi kecepatan yang tepat dan konfigurasi Flap yang benar untuk mempertahankan daya angkat”
	4		“Solusinya adalah sebelum pesawat pemberangkatan bisa mengecek mesin atau sayap pesawat atau alat yang lain agar tidak terjadi hal yang tidak diinginkan”	“Membuat miniatur pesawat dan badan pesawat” (K4)	
	5	“Kalo menurutku ini merancang dan membuat miniatur pesawat yang	“Untuk merancang dan membuat miniatur pesawat yang mampu	“Dengan merancang dan	“miniatur dirancang untuk

			<p>mampu menahan kondisi stall dengan miniatur dirancang dengan aspek aerodinamis dan bagaimana pesawat bereaksi terhadap perubahan kecepatan” (K5.AUPAS) https://drive.google.com/file/d/18vvFikUAtqLl-1vPIQkRoAgz8MiCFHZE/view?usp=drivesdk</p>	<p>menahan kondisi stall miniatur dirancang untuk menguji aspek aerodinamika dan bagaimana pesawat bereaksi terhadap perubahan kecepatan”</p>	<p>membuat miniatur pesawat yang mampu menahan kondisi stall dan miniatur dirancang untuk menguji aspek aerodinamika dan bagaimana bereaksi pada perubahan dan kecepatan angin” (K5)</p>	<p>menguji aspek aerodinamika dan bagaimana pesawat bereaksi terhadap perubahan kecepatan”</p>
		6		<p>“Untuk mengetahui penyebab pasti kecelakaan diperlukan investigasi menyeluruh oleh otoritas penerbangan”</p>	<p>“Membuat desain membuat miniatur desain badan pesawat dan sayap pesawat” (K6)</p>	
<i>Flexibility</i>	<p>Peserta didik mengidentifikasi masalah yang akan diselesaikan berdasarkan nyata yang diberikan oleh guru</p>	1		<p>“Masalah tersebut berpotensi terjadinya stall pada sayap pesawat yang mengancam keselamatan penumpang”</p>	<p>“Pada kasus tersebut pesawat berada dalam pendekatan akhir yang terlalu lambat dan sulit menanjak terlalu curam sehingga pesawat</p>	

				kehilangan gaya angkat dan tidak bisa mempertahankan” (K1)		
		2	<p>“Pesawat berada dalam pendekatan akhir yang terlalu lambat dan sudut menanjak terlalu curam, sehingga pesawat kehilangan daya angkat dan tidak bisa mempertahankan ketinggian.” (K2.MSH)</p> <p>https://drive.google.com/file/d/1BBjFbHm_pvaiculM-v8nMj6URfYYcAGb/view?usp=drivesdk</p>	<p>“Pesawat berada dalam pendekatan akhir yang terlalu lambat dan sudut menanjak terlalu curam sehingga pesawat kehilangan daya angkat dan tidak bisa mempertahankan ketinggian”</p>	<p>“Pesawat sriwijaya gagal terbang dalam kondisi stall” (K2)</p> <p>“Mengalami masalah dalam sayap pesawat. Kehilangan daya angkat dan tidak bisa mempertahankan ketinggian” (K2)</p>	<p>“Kehilangan daya angkat”</p>
		3		<p>“Masalah pada bagian sayap pesawat”</p>	<p>“Bagian sayap dengan kondisi stall mengancam keselamatan penumpang, stall terjadi ketika sudut serang sayap melebihi batas kritis menyebabkan aliran udara diatas sayap terganggu” (K3)</p>	

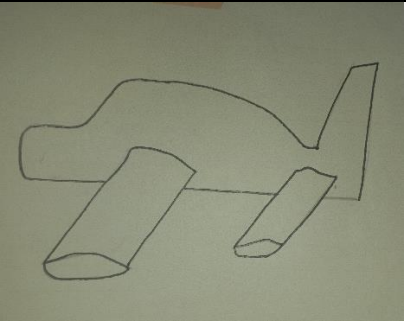
		4	“Permasalahan pada bagian sayap pesawat”	“Informasi pada bagian sayap pesawat yang mengancam keselamatan penumpang permasalahan pada bagian sayap pesawat” (K4)	“Permasalahan pada bagian sayap pesawat”
		5	“Masalah stall ini membuat pesawat kehilangan daya angkat dan ngga bisa mempertahankan ketinggian” (K5.AUPAS) “Potensi terjadinya stall pada sayap pesawat sehingga pesawat kehilangan daya angkat.” (K5.NAFZ) https://drive.google.com/file/d/18vvFikUAtqL-lvPIQkRoAgz8MiCFHZE/view?usp=drivesdk	“Tentang potensi terjadinya stall pada sayap pesawat sehingga pesawat kehilangan gaya angkat dan tidak bisa mempertahankan ketinggian”	“Potensi terjadinya stall terhadap sayap pesawat sehingga kehilangan daya angkat dan tidak mempertahankan ketinggian”
		6	“Masalah pada sayap pesawat dalam insiden ini konfigurasi tidak optimal yang menyebabkan penurunan kecepatan yang lebih gratis sehingga Pesawat terhempas dapat mendarat”	“Masalah pada sayap pesawat dalam insiden ini konfigurasi tidak optimal menyebabkan penurunan kecepatan yang lebih drastis sehingga pesawat	“Masalah pada sayap pesawat dalam insiden ini konfigurasi tidak optimal”

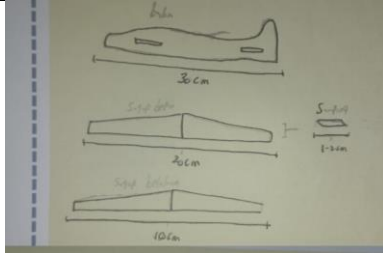
					terhempas) saat mendarat” (K6	
<i>Flexibility</i>	Peserta didik mencari informasi dari berbagai sumber untuk memahami masalah secara mendalam.	1		“Prinsip hukum Bernoulli sangat penting dalam merancang sayap pesawat karena memengaruhi efisiensi aerodinamis dan kinerja pesawat”	“Karena permasalahannya yang terjadi ada di bagian sayap tersebut, jadi pembuatan sayap dibuat bagian depan agak melengkung dan dibagian belakang agak tipis”	-
		2	“Menciptakan perbedaan tekanan udara di atas dan dibawah sayap pesawat” (K2.MSH) https://drive.google.com/file/d/1BBjFbHm_pvaieulM-v8nMj6URfYYcAGb/view?usp=drivesdk	“Menciptakan perbedaan tekanan udara di atas dan di bawah pesawat”	“Karena sayap pesawat dirancang dengan bagian atas yang lebih melengkung daripada bagian bawahnya sehingga terdapat perbedaan tekanan yang di atas dan dibawah” (K2)	“Informasi yang diperoleh dari literatur yaitu menciptakan perbedaan tekanan udara di atas dan di bawah pesawat”
		3		“Saat pesawat terbang dan sayapnya mengarah ke atas arus angin menentukan penghalang yaitu sayap itu sendiri yang membuat pesawat mengerem sehingga meningkatkan	“Karena sayap pesawat dirancang dengan bagian atas yang lebih	

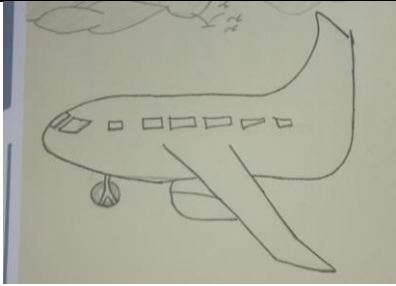
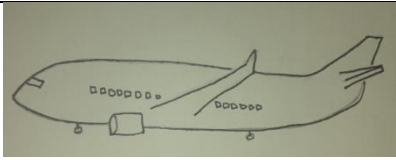
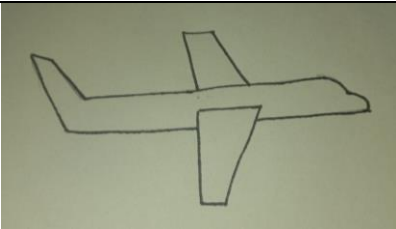
			tekanan prinsip Bernoulli menghasilkan gaya berlawanan yang mendorong pesawat ke atas”	melengkung daripada bagian bawahnya sehingga terdapat perbedaan tekanan yang di atas dan dibawah sayap”		
		4	“Bentuk sayap pesawat sayap pesawat dirancang dengan bentuk melengkung di atas dan datar di bawah ini menyebabkan udara di atas sayap bergerak lebih cepat dan mengalami penurunan tekanan”	“Bentuk sayap pesawat dirancang dengan bentuk melengkung di atas dan datar di bawah menyebabkan udara diatas sayap bergerak lebih cepat” (K4)	“Bentuk sayap pesawat sayap pesawat dirancang dengan bentuk melengkung di atas dan datar di bawah ini menyebabkan udara di atas sayap”	
		5	“Membuat sayap berbentuk airfoil untuk menciptakan tekanan antara bagian atas dan bawah sayap. pesawat mencapai kecepatan tertentu agar gaya angkat dapat mengalahkan gaya gravitasi. menggunakan flap untuk meningkatkan gaya angkat”(BRS)	“Prinsip hukum Bernoulli menyatakan bahwa jika kecepatan fluida meningkat maka tekanannya akan berkurang sayap dibuat dengan bentuk airfoil melengkung di bagian atas dan rata di bagian bawah”	“Karena sayap pesawat tersebut dibuat besar didepan dan tipis di belakang pada konsep bernoulli, maka kecepatan udara diatas sayap lebih	“Sayap dibuat dengan bentuk airfoil melengkung di bagian atas dan rata di bagian bawah”

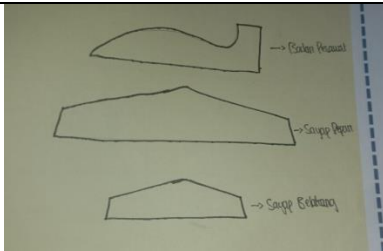
					tinggi dibandingkan kecepatan udara di bawah sayap” (K5)	
	6		“Prinsip hukum Bernoulli membantu merancang sayap pesawat dengan menciptakan perbedaan tekanan antara permukaan atas dan bawah sayap permukaan atas yang lebih melengkung menyebabkan udara mengalir lebih cepat di atas pesawat menghasilkan tekanan yang lebih rendah perbedaan tekanan ini menghasilkan gaya angkat yang mengangkat pesawat”	“Karena dalam pesawat terdapat hukum Bernoulli, Dimana dalam hukum Bernoulli kecepatan dan tekanan berbanding terbalik”	“Prinsip hukum Bernoulli merancang sayap pesawat dengan menciptakan perbedaan tekanan antara permukaan atas dan bawah”	
Peserta didik mengidentifikasi alat dan bahan yang akan digunakan pada proyek	1	“Ini alat dan bahan yang dibutuhkan”(AJA) “Gunting, cutter, lem dan cat” (MFR) “Solasi, penggaris” (AJA) “Gabus” (AS)	“gabus, lem, cat, gunting, penggaris, solasi dan cutter”	“Alat untuk membuat sayap pesawat beserta badan pesawat tersebut antara lain yaitu gabus atau sterofoam alatnya ada cutter, solasi dan penggaris.”	“alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat pesawat dapat terbang yaitu gabus, penggaris, solasi dan cutter”	
	2	“Berarti bahannya”(MSH) “Gabus”(IS) “Sama lem, kalo alatnya cutter aja buat motong masa gabus pake gunting”(MSH) “Oh sama ini penggaris” (MSH) Penggaris jangan di masukan ke bahan, dia masuk ke alat” (MSH)	Gabus, lem, selotip, penggaris dan cutter”	“Sterofoam buat bahan utama badan pesawat dan body pesawat, lem bakar untuk mengelem	“alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat pesawat dapat terbang yaitu gabus, penggaris, solasi dan cutter”	

		<p>“Oh iya selotip wes biar agak berat” (MSH)</p> <p>https://drive.google.com/file/d/1BBjFbHm_pvaiculM-v8nMj6URfYYcAGb/view?usp=drivesdk</p>		<p>alatnya dan gunting dan cutter sebagai pemotong bahan pensil dan penggaris untuk membuat sketsa dan mengukur bahannya, kipas angin dan anemometer.</p>	
3	<p>“lem g apa lem apa” (BAP) “lem bakar” (RA) sama Styrofoam” (BAP) solasi ya” (MRP) “gunting pisau mungkin” (BAP)</p>	<p>“strefoam, lem bakar, selotip, gunting, cutter, pensil dan penggaris”</p>	<p>“styrofoam buat bahan utama sayap pesawat dan badan pesawat, lem bakar untuk mengelem alatnya dan gunting dan cutter sebagai pemotong bahan pensil dan penggaris untuk membuat sketsa dan mengukur bahannya, kipas angin dan anemometer”</p>	<p>“alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat pesawat dapat terbang yaitu styrofoam, selotip, cutter, pensil dan penggaris”</p>	
4	<p>“Tulis wes itu” (ASR) “Apa?” (SMP) “Styrofoam” (ASR)</p>	<p>“gabus, cutter, lem tembak, korek dan kawat besi”</p>	<p>“Gabus untuk bahan utama pembuatan</p>	<p>“alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat</p>	

Originality	Peserta didik merancang desain terkait proyek yang akan mereka buat		"Gabus, cutter, dan lem" (AZU)		pesawat, cutter, korek, lem, tembak dan gunting.	pesawat dapat terbang yaitu gabus, cutter
		5	"Apa aja berarti ini" (FS) "Styrofoam" (FS) "Cutter, pensil/spidol, penggaris, jarum pentul" (BRS) "Apa lagi" (NAFZ) "Lem" (BRS) https://drive.google.com/file/d/18vvFikUAAtqL-1vPIQkRoAgz8MiCFHZE/view?usp=drivesdk	"styrofoam, cutter, pensil, penggaris, jarum pentul, dan lem."	"Styrofoam, cutter, pensil atau spidol, penggaris, tusuk sate dan lem. styrofoam untuk badan dan sayap pesawat"	"alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat pesawat dapat terbang yaitu styrofoam, cutter, pensil, dan penggaris"
		6	"Gunting, penggaris, dan pensil" (AEDTPH) "Cutter" (ROM) "Apalagi, gabus, dan penghapus ya" (AEDTPH)	"Cutter, gunting, gabus, penggaris, pensil dan penghapus."	"Cutter, gabus, penggaris, pensil, penghapus dan lain sebagainya, gabus digunakan untuk membuat pesawat" (K6)	"alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat pesawat dapat terbang yaitu cutter, gunting, gabus, penggaris, pensil"
		1	"Desainnya jangan ambil itu susah itu" (AJA) (AJA) "Ini kayak gini wes" (AJA) "susah ini" (AS) "Yang ini wes" (AJA) "Gausah dinamo nek ini" (AJA) "Iya styrofoam itu" (AJA) "Gimana gambar nya" (FM) "Terserah wes"			"Desain sayap pesawat dan badan pesawat yang siswa kerjakan sesuai dengan hasil proyek."

		<p>gambarnya" (AS) "Ini pokok nanti kan ada Kepala nya" (FM) kurang panjang sedikit" (AS) "Di samakan ini" (AJA) "Iya kurang kesinian" (AS) "Beh bukan sayapnya, ini yang depan aja" (FM) "Berarti ini nanti tinggal masukkan sayapnya" (FM) "Iya tinggal masukkan nanti" (AS) "Yakan berarti buat tengahnya dulu nanti" (FM) nanti dilubangin" (AS)</p>			
	2	<p>"Ayo ini buat badan pesawat nya dulu wes" (MSH) "Kayak apa itu, kebalik" (NARR) "Iya kayak gini, ini yang atas ini yang bawah kayak gini, nanti kan ini sambungan gitu" (MSH) "emang bisa nanti" (IS) "Ya bisa kan nanti tinggal dipotong, yang penting ada cutter" (SDN) "Ini dibuat badannya dulu, nanti Sayapnya ini gambar lain" (MSH) https://drive.google.com/file/d/1BBjFbHm_pvaieulM-v8nMj6URfYYcAGb/view?usp=drivesdk</p>	 <p>The image shows three hand-drawn diagrams of aircraft components. The top diagram is a side view of a fuselage with a length dimension of 30 cm. The middle diagram is a top-down view of a wing with a span dimension of 20 cm. The bottom diagram is a side view of a fuselage with a length dimension of 10 cm. To the right of the wing diagram, there are two small vertical dimension lines labeled '5-10' and '1-2 cm'.</p>		<p>“Desain sayap pesawat tidak sesuai dengan hasil proyek yang dikerjakan sedangkan desain badan pesawat sesuai dengan hasil proyek”</p>

		<p>3 "Sini aku yg gambar pesawat" (BAP) "ya ini pensilnya" (BAP) "ayo mana desainnya" (BAP) "ya ayo" (RA) "ini kepanjangan desainnya" (BAP) "ngga" (MRP) "oke" (BAP) "Gini wes yaa" (BAP) "Lurus kan ini" (BAP) "Iya ini yang lurus gini terus belok lurus gini pas" (MRP) "Sek Ini bengkok" (BAP) "Belakangnya ini sek ada ya" (BAP)</p>			<p>"Desain sayap pesawat tidak sesuai dengan hasil proyek yang dikerjakan sedangkan desain badan pesawat sesuai dengan hasil proyek"</p>
		<p>4 "Gambar dulu" (SB) "Iya gambar dulu desainnya" (AW) "Gambar apa" (ASR) "Gambar pesawat" (WS) "Buat pesawat ini" (SB)</p>			<p>"Desain sayap pesawat tidak sesuai dengan hasil proyek yang dikerjakan sedangkan desain badan pesawat sesuai dengan hasil proyek"</p>
		<p>5 "ayo ini desain wes" (NAFZ) "di gambar dimana" (MRN) "ya ini gambar disini" (BRS) "ayo biar cepet selesai" (BRS) "sek aku ambil pensil" (NAFZ) "yang mana" (I) "yang gampang wes" (BRS) "ya ini aja wes gapapa" (MRN) "yang penting gambarkan ini cuma desain" (BRS) "ini ga bisa terbang yang ini" (FS) "sketsanya" (BRS) "ya ini aja wes" (MRN)</p>			<p>"Desain sayap pesawat tidak sesuai dengan hasil proyek yang dikerjakan sedangkan desain badan pesawat sesuai dengan hasil proyek"</p>

			"pake penggaris gambarnya, biar lurus" (MRN) https://drive.google.com/file/d/18vvFikUAtqLl-1vPIQkRoAgz8MiCFHZE/view?usp=drivesdk			
		6	"Itu kan ada gambarnya" (ROM) "Yakan harus sama, sama yg di bikin" (MAA) "Mana wes aku nek mek gambar, gambar apa ini" (ABM) "Pesawat" (AEDTPH)			"Desain sayap pesawat tidak sesuai dengan hasil proyek yang dikerjakan sedangkan desain badan pesawat sesuai dengan hasil proyek"
<i>Elaborasi</i>	Peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan dalam pengembangan pemahaman konseptual	1		"untuk membuat pesawat dapat terbang ada beberapa faktor utama, desain pesawat, prinsip aerodinamika dan Langkah – Langkah"	"Karena kecepatan udara diatas pesawat lebih cepat dibandingkan dengan kecepatan udara dibawah sayap pesawat sesuai dengan prinsip hukum Bernoulli konsep gaya angkat pesawat"	
		2	"merancang sayap pesawat dengan lebih melengkung ke atas daripada bagian bawahnya" (MSH)	"Sayap pesawat dirancang dengan bagian atas yang lebih melengkung daripada bagian bawahnya"	"Karena kecepatan udara diatas sayap pesawat	"Informasi yang relevan yaitu sayap pesawat dirancang dengan bagian atas

		https://drive.google.com/file/d/1BBjFbHm_pvaieulM-v8nMj6URfYYcAGb/view?usp=drivesdk		lebih besar daripada dibawah sayap pesawat sehingga tekanan udara dibawah sayap lebih besar daripada diatas sayap	yang lebih melengkung daripada bagian bawahnya”
3			“Pesawat dapat terbang karena ada gaya angkat guna mengimbangi berat pesawat ada empat gaya yang bekerja pada pesawat terbang yaitu gaya dorong gaya hambat gaya angkat dan gaya berat”	“karena adanya gaya angkat guna mengimbangi berat pesawat sehingga adanya gaya angkat pada pesawat terbang yaitu gaya dorong gaya hambat gaya angkat dan gaya berat.”	karena ada gaya angkat guna mengimbangi berat pesawat ada empat gaya yang bekerja pada pesawat terbang yaitu gaya dorong gaya hambat gaya angkat dan gaya berat”
4			“Persyaratan dasar 1 untuk pesawat desain sayap yang melengkung di atas dan datar di bawah untuk menciptakan gaya angkat, 2 mesin penggerak utama seperti cat atau mesin piston untuk menghasilkan gaya dorong, 3 kontrol sistem kontrol menerbangkan untuk mengatur arah dan ketinggian, 4	bentuk sayap pesawat dirancang dengan bentuk melengkung di atas dan datar di bawah menyebabkan udara diatas	“desain sayap yang melengkung di atas dan datar di bawah untuk menciptakan gaya angkat”

			struktur kerangka pesawat yang kuat dan ringan untuk menopang beban”	sayap bergerak lebih cepat	
5	<p>“Membuat sayap berbentuk airfoil untuk menciptakan tekanan antara bagian atas dan bawah sayap. pesawat mencapai kecepatan tertentu agar gaya angkat dapat mengalahkan gaya gravitasi. menggunakan flap untuk meningkatkan gaya angkat” (BRS)</p> <p>https://drive.google.com/file/d/18vvFikUAtqLl-1vPIQkRoAgz8MiCFHZE/view?usp=drivesdk</p>	<p>“Membuat sayap berbentuk airfoil untuk menciptakan perbedaan tekanan antara bagian atas dan bagian bawah sayap pesawat harus mencapai kecepatan tertentu gaya agar gaya angkat dapat mengalahkan gaya gravitasi menggunakan Flap untuk meningkatkan daya angkat saat lepas landas dan dan Iron untuk mengontrol kemiringan pesawat”</p>	<p>“Dengan membentuk <i>airfoil</i> yaitu melengkung di bagian atas dan lurus bagian bawah membuat sayap berbentuk <i>airfoil</i> untuk menciptakan tekanan antara bagian atas dan bawah sayap. pesawat mencapai kecepatan tertentu agar gaya angkat dapat mengalahkan gaya gravitasi. menggunakan flap untuk meningkatkan gaya angkat.</p>	<p>“Membuat sayap berbentuk airfoil untuk menciptakan tekanan antara bagian atas dan bawah sayap. pesawat mencapai kecepatan tertentu agar gaya angkat dapat mengalahkan gaya gravitasi. menggunakan flap untuk meningkatkan gaya angkat”</p>	
6		<p>“Dengan menciptakan gaya angkat melalui desain sayap menghasilkan gaya dorong meminimalkan hambatan udara melalui desain Aero dinamis dan menyeimbangkan semua gaya yang bekerja pada pesawat”</p>	<p>“Sayapnya agak melengkung agar mudah terbang”</p>		

Peserta didik menganalisis konsep hukum Bernoulli yaitu gaya angkat pesawat pada proyek yang mereka buat	1		“Karena kecepatan udara diatas pesawat lebih cepat daripada kecepatan udara di bawah pesawat”	“karena kecepatan udara diatas pesawat lebih cepat dibandingkan dengan kecepatan udara di bawah pesawat sesuai dengan hukum bernoulli konsep gaya angkat pesawat.	Kurang mendetail dalam memberikan penjelasan sayap pesawat agar terangkat
	2		“Tekanan berbanding terbalik dengan kecepatan karena kecepatan udara diatas sayap lebih besar daripada dibawah sayap, sehingga tekanan udara dibawah sayap lebih besar daripada diatas”	“kecepatan udara diatas sayap lebih besar daripada kecepatan udara Di bawah pesawat yang termuat dalam materi hukum bernaulli.	Kurang mendetail dalam memberikan penjelasan sayap pesawat agar terangkat
	3		“kecepatan udara diatas sayap lebih besar dari pada kecepatan udara dibawah pesawat”	“kecepatan udara diatas sayap lebih besar daripada kecepatan udara Di bawah sayap pesawat yang termuat dalam materi	Siswa kurang detail dalam menjelaskan sayap pesawat agar dapat terangkat

					hukum bernoulli.	
4	-		“karena kecepatan udara di atas sayap lebih besar daripada kecepatan udara di bawah pesawat”	“bentuk sayap pesawat dirancang dengan bentuk melengkung di atas dan datar di bawah menyebabkan udara diatas sayap bergerak lebih cepat”	Siswa kurang detail dalam menjelaskan sayap pesawat agar dapat terangkat	
5	-		“kecepatan udara dibawah pesawat lebih tinggi dibandingkan dengan kecepatan udara di atas pesawat yang menyebabkan pesawat bisa terangkat kebelakang”	“membuat sayapnya terlebih dahulu dengan membentuk sayap pesawat lebih besar di depan dan lebih kecil dibelakang, setelah itu membuat badan pesawat lalu disatukan setelah itu digabungkan antara sayap pesawat dan badan pesawat dan di uji coba”	Siswa dapat menjelaskan perbedaan tekanan yang menghasilkan gaya angkat	
6	-		“kecepatan udara diatas sayap lebih besar daripada kecepatan dibawah	“membuat desain	Sangat baik,	

				pesawat sehingga pesawat dapat terangkat/terbang”	membuat pesawat terbang dari sterofoam”	Siswa dapat menjelaskan perbedaan tekanan yang menghasilkan gaya angkat
--	--	--	--	---	---	---

Lampiran 13. Hasil Penilaian LKPD Siswa

1. Rekapitan penilaian LKPD peraktivitas

Indikator	Hal yang diamati	Kelompok	Kriteria Penilaian				
			Sangat Kurang	Kurang	Baik	Sangat Baik	
<i>Fluency</i>	Peserta didik mengidentifikasi informasi penting dari surat	1	1	-	-	-	
		2	-	1	-	-	
		3	1	-	-	-	
		4	1	-	-	-	
		5	-	-	1	-	
		6	1	-	-	-	
	Total			4	1	1	-
	Peserta didik mengidentifikasi Solusi dari permasalahan pada surat	1	1	-	-	-	
		2	-	-	1	-	
		3	1	-	-	-	
		4	1	-	-	-	
		5	-	-	1	-	
		6	1	-	-	-	
	Total			4	-	2	-
	Peserta didik mempresentasikan hasil proyek didepan kelas	1	-	-	1	-	
		2	-	-	1	-	
		3	-	-	1	-	
		4	-	-	1	-	
5		-	-	1	-		
6		-	-	1	-		
Total			-	-	6	-	
<i>Flexibility</i>	Peserta didik mengidentifikasi permasalahan pada surat	1	-	1	-	-	
		2	1	-	-	-	
		3	1	-	-	-	
		4	1	-	-	-	
		5	-	-	1	-	
		6	-	1	-	-	
	Total			3	2	1	-
	Peserta didik mencari informasi dari berbagai sumber untuk memahami masalah secara mendalam.	1	1	-	-	-	
		2	-	1	-	-	
		3	1	-	-	-	
		4	-	-	1	-	
		5	-	-	-	1	
		6	-	-	-	1	
	Total			2	1	1	2
	Peserta didik mengidentifikasi alat dan bahan yang akan digunakan pada proyek	1	-	-	1	-	
		2	-	-	1	-	
		3	-	-	1	-	
		4	-	1	-	-	
5		-	-	1	-		
6		-	-	1	-		
Total			-	1	5	-	
<i>Originality</i>		1	-	-	-	1	

	Peserta didik merancang desain terkait proyek	2	-	1	-	-	
		3	-	1	-	-	
		4	-	1	-	-	
		5	-	1	-	-	
		6	-	1	-	-	
	Total			-	5	-	1
	Peserta didik membuat sayap pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan	1	-	-	-	1	
		2	-	-	-	1	
		3	-	-	-	1	
		4	-	-	-	1	
		5	-	-	-	1	
	6	-	-	-	1		
	Total			-	-	-	6
	Peserta didik membuat pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan	1	-	-	-	1	
		2	-	1	-	-	
		3	-	-	1	-	
		4	-	-	-	1	
		5	-	-	1	-	
6	-	-	-	1			
Total			-	1	2	3	
Elaboration	Peserta didik mengembangkan penjelasan secara rinci tentang pesawat dapat terbang berdasarkan referensi dari internet	1	-	1	-	-	
		2	-	1	-	-	
		3	-	1	-	-	
		4	-	1	-	-	
		5	-	-	1	-	
	6	-	1	-	-		
	Total			-	5	1	-
	Peserta didik menganalisis konsep hukum Bernoulli yaitu gaya angkat pesawat pada proyek yang mereka buat	1	-	-	1	-	
		2	-	-	1	-	
		3	-	-	1	-	
		4	-	-	1	-	
		5	-	-	1	-	
6	-	-	-	1			
Total			-	-	5	1	

Lampiran 14. Transkrip Reduksi Kegiatan

Kelompok 1 mumbulsari

Ahmad Jamaludin Afandy : AJA

Ahmad Syafarel : AS

Cinta Trysa R : CTR

Farel Maulana : FM

Muhammad Fatur Rizki : MFR

Siti Aisyatuz Zahro :SAZ

REDUKSI TRANSKIP KEGIATAN

Kelompok 1

1. Ahmad Jamaludin Afandy : AJA
2. Ahmad Syafarel : AS
3. Cinta Trysa R : CTR
4. Farel Maulana : FM
5. Muhammad Fatur Rizki : MFR
6. Siti Aisyatuz Zahro : SAZ

Fluency

Reflection (Mengidentifikasi informasi penting dari surat)

Tidak ada diskusi.

Reflection (Mengidentifikasi Solusi dari permasalahan pada surat)

Tidak ada diskusi.

Communication (Mempresentasikan hasil proyek didepan kelas)

Flexibility

Reflection (Mengidentifikasi permasalahan pada surat)

Tidak ada diskusi.

Research (Mencari informasi dari berbagai sumber untuk memahami masalah secara mendalam)

Tidak ada diskusi.

Discovery (Mengidentifikasi alat dan bahan yang akan digunakan pada proyek)

AS : Kayak gabus, lem

MFR : Alat dari gabus gitu, berarti membuat sayap dari bahan gabus

AJA : Tulis wes

MFR : apa lagi, Lem, cat kayu

AJA : Buat apa kayu berat, gausah

AJA : Ini alat dan bahan yang dibutuhkan

MFR : Gunting

AJA : Solasi

MFR : Apalagi

AJA : Penggaris lagi

MFR : Solasi, apalagi

Originality

Discovery (Merancang desain terkait proyek)

AJA : Desainnya jangan ambil itu susah itu

AJa : Ambil yang gampang aja

AJA : Ini kayak gini wes

AS : susah ini

AJA : Yang ini wes

AJA : Gausah dinamo nek ini

AJA : Iya styrofoam itu

FM : Berarti ini nanti tinggal masukkan sayapnya

AS : Iya tinggal masukkan nanti

FM : Yakan berarti buat tengahnya dulu nanti

AS : Tengahnya nanti dilubangin

AJA : Sudah ini wes

Application (Membuat sayap pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan)

- Membuat sayap pesawat

MFR : Ini kurang lancip ini

AJA : Kan ini cuma sketsa tur

FM : Ya nanti kan di potong

MFR : Wes ya segini

FM : Wes ini kurang lebar

AS : Sipp wes

MFR : Sayapnya ini yang panjang, biar enak kalo kecil ga terbang

FM : Ini yang lancip ya

AJA : Iya harus lancip sini,

AS : Pelan-pelan wes

AS : Enak tinggi ini wes

AS : Udah ini di tempelkan di lem terus

MFR : Ayo dihaluskan ini

MFR : Ini kan nanti dipotong jadi 2

AJA : Iya dipotong nek gausah di lubangin, nek di lubangin ya gausah di potong

MFR : Coba-coba diukur

AS : Enak ini langsung di potong wes

AJA : Katanya ga usah dipotong

MFR : Iya katanya gausah di potong

AJA : Loh tapi ga ada lem nya

MFR : Nek memang mau di belah dua ya di ukur dulu

AS : Ukur dulu sayapnya

FM : Jangan di kurangin terus itu

MFR : iya, Setengah aja ya

FM : Iya dikurangin terus, tambah kecil nanti

MFR : Coba wes ayo

AJA : Kurang tipis itu tur

AS : Mana tur, Kurang besar ini

MFR : Katanya tadi sudah

AS : Kurang besar ini

AJA : Bolongannya itu jangan mepet-mepet

AS : Ayo ini cepet tempel wes

- Uji Coba

Sayap Pesawat

AS : Terangkat ini, yang bawah berapa

MFR : Ini 09,9

AS : Yang atas 14,5

MFR : Iya 14,5

DNA : Jarak berapa

AS : 15

DNA : Ukur ketinggianya, terangkat apa engga

AS : Terangkat Full, ukur wes

AJA : 25

DNA : Sekarang selanjutnya

MFR : Ini lo 11,9

SAZ : Sekarang di atas sayapnya

AS : Kok turun ya, kamu gerak tok ini

MFR : Ini udah 12,5

AS : 13,1 itu

DNA : Posisinya terangkat ngga

AS : Terangkat full kak

Application (Membuat pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan)

- Membuat Badan pesawat

AS : Mana aku wes

AS : Pake pensil wes ini digambar dulu

SAZ : Ini ayo kamu gambar

FR : Gambar apa aku

SAZ : Ya gambar badan pesawat

FR : Ini ta gambarnya

FM : Gaada penggaris ta ini

SAZ : Oh pake penggaris

AJA : Ini Ayo digambar ini

AS : Ini ngikutin ini

AJA : Di samakan aja

MFR : Dari sana aja rel biar gampang

05.00

FM : Di potong ini

AJA : Jangan dipotong dulu, ini badannya jadi 2

SAZ : Ini Ayo badannya kan

FM : Lurus kan wes

SAZ : Panjangnya berapa, nanti dibuat 2 dari satu ngukurnya

FM : Berapa 30 ini

SAZ : Iya 30 satunya berapa

MFR : Yang besar badannya, punya sana besar

FM : Sudah ini 30 wes

SAZ : Yaudah nek wes 30

AJA : Ini kan yang tipis kan

MFR : Nek menurutku gampang di potong dulu ini

AS : Asli ini lo pendek sayapnya

MFR : Iya emang kataku pendek

AS : Ya harusnya itunya kamu buat pendek juga

AS : Coba buat yang kecil buat lagi

AS : Bisa ini buat yang kecil disini

AJA : Yang ini bisa ini

AS : Iya ini bisa

FM : Ya coba wes

AJA : Yang ini dibuat pendek

MFR : Kalo ini kebesaran, mending buat ini lagi aja

AJA : Jangan ruet, ini aja seadanya

AS : Kalo besar gini gakira terbang ini

MFR : engga kalo ini terbang

MFR : Tapi ini enak kan enteng

AS : Kamu kok ga percaya

FM : Ayo dicoba sek wes

AS : He ini kebesaran ini, kalo kebesaran ini ga terbang

26.30

AS : Cek tipis nya ini ya

AS : Kalo ini ya pasti terbang, orang ini cungring banget

MFR : Ya jangan kecil-kecil banget

MFR : Gamau diukur dulu ini satunya

AS : Ya gausah kan buat 1 mangkane ini kan ditipiskan

MFR : Meskipun kecil yang penting kan terbang

MFR : Itu ada kipasnya coba wes

- **Uji Coba**

AJA : Ketinggiannya 25

AS : Yang bawah 01,0

MRF : Tulis 01,0

SAZ : Berapa katanya 10

AS : Sama aja

MRF : Yang atas 12,8

AS : Sekarang jarak 30

AJA : Tulis ketinggian 25

MRF : Yang bawah 01,0

MRF : Yang atas 14,1

Elaboration

Research (Penjelasan secara rinci tentang pesawat dapat terbang berdasarkan referensi dari internet)

Tidak ada diskusi.

Application (Menganalisis konsep hukum Bernoulli yaitu gaya angkat pesawat pada proyek yang mereka buat)

Kelompok 2

1. Hisyam Ilhami : HI
2. Ikrimatus Salehah : IS
3. M. Shohibul Hikam : MSH
4. Muhammad Abdul Qodir Jaelani : MAQJ
5. Nilna Amalia Ruwaida Risqiyah : NARR
6. Sultan Febryan Nugraha : SFN

Fluency

Reflection (Mengidentifikasi informasi penting dari surat)

IS : Berdasarkan surat dari klien di atas, informasi penting apa saja yang dapat engineer peroleh?

MSH : adanya masalah pada bagian sayap pesawat, sudut serang sayap melebihi batas kritis sehingga menyebabkan aliran udara di atas sayap terganggu

Reflection (Mengidentifikasi Solusi dari permasalahan pada surat)

HI : Berdasarkan informasi dan permasalahan yang ditemukan, menurut engineer solusi apa yang akan engineer berikan untuk mengatasi permasalahan pada surat tersebut?

MSH : Memperbaiki bentuk sayap

IS : membuat miniatur sayap pesawat yang mampu menahan kondisi stall

MSH : ini membuat miniatur pesawat yang mampu menahan kondisi stall stall

Communication (Mempresentasikan hasil proyek didepan kelas)

Flexibility

Reflection (Mengidentifikasi permasalahan pada surat)

IS : Berdasarkan surat dari klien tersebut, permasalahan apa saja yang dapat engineer temukan?

MSH : ini pada kasus ini pesawat berapa pada pendekatan akhir yang terlalu lambat dan sudut menanjak terlalu curam, sehingga pesawat kehilangan daya angkat

IS : Sampe ketinggian ini ya

MSH : iya ini dari pesawat sampe ketinggian

IS : iya

MSH : Pesawat berada dalam pendekatan akhir yang terlalu lambat dan sudut menanjak terlalu curam, sehingga pesawat kehilangan daya angkat dan tidak bisa mempertahankan ketinggian.

Research (Mencari informasi dari berbagai sumber untuk memahami masalah secara mendalam)

MSH : Berdasarkan literatur yang Anda baca di internet, bagaimana prinsip hukum Bernoulli dapat membantu dalam merancang sayap pesawat?

MSH : Menciptakan perbedaan tekanan udara di atas dan dibawah sayap pesawat

MSH : siapa yang mau nulis ini

HI : mana aku, yang ini ngga ditulis ta

MSH : kalo ngga digaris bawah gausah

HI : dari menciptakan sampe pesawat ini ya

MSH : iya sampe ini aja

Discovery (Mengidentifikasi alat dan bahan yang akan digunakan pada proyek)

MSH : Kayak gini contohnya pesawat Ini alatnya gausah banyak2, gabus sama lem

MSH : apa pisau sama korek ya

IS : gabus sama styrofoam ini sama ta

NARR : Iya sama aja

IS : Tapi bisa terbang ngga ini

MSH : Kurang tau ya, tapi ini masalahnya gabusnya dapat dari mana,

IS : Kan kayak gini ini

MSH : kalo kayak gini si gabus sama lem aja cukup, oh tambah cutter juga

IS : Ngga maksudnya kan disuruh buat proyek yg bisa terbang

MSH : Iya kenapa

MSH : Kan nanti di tes yang bisa terbang di depan kipas

IS : Oh di depan kipas?

MSH : Iya kan tes nya pake kipas

MSH : Berarti bahannya

IS : Gabus

MSH : Iya gabus sama lem, kalo alatnya cutter aja buat motong, masa gabus pake gunting

IS : berarti ini cutter ya

MSH : Iya cutter, habis itu

MSH : Tulis dah alat dan bahan, tulis bahan dulu, gabus dan lem

MSH : Oh sama ini penggaris

MSH : Penggaris jangan di masukin ke bahan, dia masuk ke alat, ini lem, penggaris, cutter Sama butuh solasi

MSH : Oh iya solasi wes biar agak berat

Originality

Discovery (Merancang desain terkait proyek)

MSH : Ayo ini buat badan pesawat nya dulu wes

NARR : Kayak apa itu, kebalik

MSH : Iya kayak gini, ini yang atas ini yang bawah kayak gini, nanti kan ini sambungan gitu

IS : emang bisa nanti

SDN : Ya bisa kan nanti tinggal dipotong, yang penting ada cutter

MSH : Ini dibuat badannya dulu, nanti Sayapnya ini gambar lain

MSH : Mau di bentuk kayak gimana ini

IS : Bebas wes

MSH : Ini nanti disini lubangnya

MSH : Kan nanti di tes yang bisa terbang di depan kipas

IS : Oh di depan kipas?

MSH : Iya kan tes nya pake kipas

MSH : Mangkanya ini sayapnya dibentuk kayak gini aja

IS : Tapi bisa buat ngga

MSH : Nah itu yang susah buatnya

NARR : Siapa yang mau gambar

MSH : Ya lihat mau yang kayak apa

MSH : Kayak apa pesawatnya

NARR : Ya cari

MSH : Ya sana cari

NARR : Kayak gimana

HI : Ya pokok yang dari gabus

MSH : Cari yang gampang aja

Application (Membuat sayap pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan)

- Membuat Sayap

SFN : Mana kam aku aja, melengkung kan ini

NARR : Iya kayak gitu

MSH : Tapi jangan miring-miring banget

MSH : ini sebelahnya diluruskan

SFN : Buat apa itu

HI : Apa nya itu kan

MSH : sayapnya

SFN : Diginikan ini kam biar gampang

HI : Jangan diginikan itu, ini lo gini kalo motong, kamu kan gitu motongnya

- Uji Coba

***Application* (Membuat pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan)**

- Membuat Sayap

HI : Itu hikam yang gambar sini biar yang potong nanti

MSH : pake pulpen apa pensil

HI : Terserah wes

SFN : Apanya itu kam

MSH : Badannya ini

MSH : Ini udah, garis yang ini ya bukan yang ini

HI : Langsung ambil itu terus langsung dipotong

HI : Ini gini kurang kesamaan

MSH : Awas ga lurus lo nanti ya

HI : Ya ini kamu aja sana wes

MSH : Engga kamu aja, ini pesawatnya ya

HI : Yang mana ini kam, yang atas ta

MSH : Yang bawah

HI : Ini lo kamu ambil gini, yang bawah kan ya

MSH : Iya yang bawah

MSH : Itu nek wes gitu, ambil dari sini itu dipotong wes

HI : Iya tenang wes

MSH : Kok ga lurus ini

HI : Itu kan ini nya yang ga lurus

MSH : Lurus ngga ini

HI : Bagus wes, tapi kotor banget ini

SFN : Sudah itu kam, nanti habis-habis gitu itu

HI : Itu lo yang belakang ga lurus

HI : Ini gini wes ya

MSH : Iyawes

HI : Ini dikasih ini nanti

MSH : Iya nek bisa, dipotonh dulu

HI : ini ga ditandain ta

MSH : Apa garis ta

HI : Iya

MSH : Gapapa gausah

HI : Iyawes apa katamu wes

HI : Jangan digituin diluruskan itu, rusak nanti ini kam

SFN : Kan belok ini

MSH : Kan tinggal di luruskan

HI : Iyawes apa katamu

- Uji Coba

SFN : Ini kayaknya cacat kak, ada kesalahan teknis

SFN : Ini kesalahannya disini kak, disayapnya jadi gabisa angkat

Elaboration

Research (Penjelasan secara rinci tentang pesawat dapat terbang berdasarkan referensi dari internet)

IS : Berdasarkan referensi yang Anda baca di internet, apa yang dapat Anda lakukan untuk membuat pesawat dapat terbang?

MSH : merancang sayap pesawat dengan lebih melengkung ke atas daripada bagian bawahnya

IS : Yang mana ini

MSH : Ini di tulis dari merancang sayap pesawat dengan melengkung di bagian atas dan lurus di bagian bawah

Application (Menganalisis konsep hukum Bernoulli yaitu gaya angkat pesawat pada proyek yang mereka buat)

Kelompok 3

1. **Mei randa Dwi Andini : MRDA**
2. **Muhammad Ridho Prabowo : MRP**
3. **Muhammad Dani Faisal Jefri : MDFJ**
4. **Nuril Dwi Firmasyah : NDF**
5. **Ria Agustin : RA**
6. **Bima Alam Prasetya : BAP**

Fluency

Reflection (Mengidentifikasi informasi penting dari surat)

Tidak ada diskusi.

Reflection (Mengidentifikasi Solusi dari permasalahan pada surat)

Tidak ada diskusi.

Communication (Mempresentasikan hasil proyek didepan kelas)

Flexibility

Reflection (Mengidentifikasi permasalahan pada surat)

Tidak ada diskusi.

Research (Mencari informasi dari berbagai sumber untuk memahami masalah secara mendalam)

Tidak ada diskusi.

Discovery (Mengidentifikasi alat dan bahan yang akan digunakan pada proyek)

BAP : ini dari informasi yang anda baca, alat bahan yang dibutuhkan dalam membuat pesawat

BAP : Botol bekas, lem G

BAP : lem G apa lem apa

RA : lem bakar

BAP : sama styrofoam

BAP : apa ini lem bakar, apa lagi

MRP : solasi ya

BAP : gunting, pisau mungkin

BAP : segini cukup ya, katanya pesawat

MRP : ya kebesaran ini

RA : buat dari apa ini

BAP : Styrofoam

Originality

Discovery (Merancang desain terkait proyek)

BAP : Sini aku yg gambar pesawat

RA : ya ini pensilnya

BAP : ayo mana desainnya

RA : ya ayo

BAP : ini kepanjangan desainnya

MRP : ngga

BAP : oke

BAP : Gini wes yaa

BAP : Lurus kan inii

MRP : Iya ini yang lurus gini terus belok lurus gini pas

Application (Membuat sayap pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan)

- Membuat Sayap

NDF : rek ini sayapnya gimana, pake ini

RA : iya

RA : berapa panjangnya

NDF : iya berapa panjang nya terserah berapa

MRP : mana ini penggarisnya

BAP : jangan ini aku aja yang motong

BAP : ini sayapnya

MRP : Mana aku yang motong

NDF : ini gini

RA : coba pasang ini

BAP : Kok ditekuk ini

NDF : Sek pelan aja wes

BAP : Iyawes santai

NDF : Ini kamu yang nganu ri

RA : Iya mana, tak kasihkan ke kamu

RA : Coba pake ini

NDF : sek bentar

Pertemuan 2

MRP : ini mau ambil panjang berapa, 9 apa

RA : terserah wes

RA : ini awas miring

RA : ya kamu

MDFJ : engga ya bukan aku

RA : kan itu miring

MDFJ : itu buat apanya dho

MRP : buat sayapnya

RA : jadi ini sayapnya gausah di potong ya do

MRDA : iya dho sayapnya kan gausah dipotong

MRP : gausah dipotong gimana

RA : ya gausah dipotong

MRP : maksudnya

RA : gausah di potong jadi dua gitu, jadi panjangnya tetep

RA : ini miring, ini dirapikan dulu

RA : kayak kurang tipis ini

MRDA : iya ini kurang tipis

MRP : iya habis ini sek kan belum selesai ini

- Uji Coba

DNA : jaraknya berapa

BAP : 15 kak

DNA : sekarang menghitung kecepatan udara diatas sayap, itu v berapa

RA : V_2 , berapa v_2 Mei?

MRDA : 11,4 ri

DNA : Sekarang ganti yang bawah

MRDA : 7,4

DNA : Sekarang jarak berapa dek

RA : Jarak 30 kak

BAP : Kalo ga naik ini gimana kak

DNA : Ya gapapa nanti ditulis ga naiknya ini kenapa di jarak berapa

BAP : Ketinggiannya sama 21 kak

RA : v^2 nya 14,6

DNA : iya sekarang yang bawah

RA : yang bawah 12,7

Application (Membuat pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan)

- Membuat Pesawat

BAP : Ini gini wes, nanti ga tajem ini

RA : Awas jangan kebalik ini

NDF : Ayo terus ini wes

BAP : Ya diukur dulu ini

BAP : Kok ga lurus ini ya

RA : Coba pake ini

NDF : Ga tajem ini

NDF : kepalanya itu di ampelas nanti

NDF : Mana aku yang pegang, nanti tak korek ini

NDF : mana ini aku yang pegangin

NDF : mana wes aku yang mau ngorek ini

BAP : coba dulu sana yang ini

RA : kan bener kan

RA : ini terlalu panas

RA : kurang kebawah itu mei

MRP : kok bisa ini kamu

NDF : Ya aku bantuin ini

NDF : Berarti ini terlalu panas

BAP : ayo rek ini pegangin

MRDA : jangan ditarik ini

BAP : jangan di buka ini

NDF : ya susah nek ngga dibuka bim

NDF : Kok ga lurus ini

BAP : Kan belum selesai

BAP : sana cari sketsa badan pesawat

BAP : Berarti yang ini besar ya

NDF : Ini udah dipotong yang besar-besar

- Uji Coba

BAP : Jarak 15 ya

MDFJ : Dho lihatin itu pesawatnya

BAP : Kamu lihatin dho

MRDA : v_2 nya 13,6

RA : yang bawah berapa mei

MRDA : 13,2

BAP : Jarak 30 ya

BAP : tingginya sama

RA : Berapa mei

MRDA : V_2 nya 11,5

MRDA : 15,2 kak

DNA : Ini nanti ditulis ya, karena lebih condong kemana, maksudnya lebih berat kemana

MDFJ : Kebelakang kak

Elaboration

Research (Penjelasan secara rinci tentang pesawat dapat terbang berdasarkan referensi dari internet)

Application (Menganalisis konsep hukum Bernoulli yaitu gaya angkat pesawat pada proyek yang mereka buat)

Kelompok 4

1. Ahmad Saiful Rohim : ASR
2. Asraf Zahirul Ubaid : AZU
3. Ayu Wulandari : AW
4. Sandy Maulana Putra : SMP
5. Sinta Bela : SB
6. Winda Sari : WS

Fluency***Reflection* (Mengidentifikasi informasi penting dari surat)**

WB : Pokok intinya informasi tentang menemukan masalah pada sayap pesawat, jadi ini yang ditulis

SB : Iya tapi darimana

***Reflection* (Mengidentifikasi Solusi dari permasalahan pada surat)**

Tidak ada diskusi.

Communication* (Mempresentasikan hasil proyek didepan kelas)**Flexibility******Reflection* (Mengidentifikasi permasalahan pada surat)**

Tidak ada diskusi.

***Research* (Mencari informasi dari berbagai sumber untuk memahami masalah secara mendalam)**

AW : Ini kan tentang, berdasarkan yang anda baca di internet prinsip hukum Bernoulli

AW : Ini yang nomer 1 ditanyain hukumnya apa itu dah

AZU : Terbang ini

WS : Berdasarkan literatur yang Anda baca di internet, bagaimana prinsip hukum Bernoulli dapat membantu dalam merancang sayap pesawat? Bernoulli ini apa

SMP : Ya hukum Bernoulli

AW : Ini kan yang ditanyakan Bagaimana prinsip Hukum Bernoulli pada pesawat

SB : Ya ini aplikasi pesawat terbang dapat dilakukan karena apa

***Discovery* (Mengidentifikasi alat dan bahan yang akan digunakan pada proyek)**

ASR : Tulis wes itu

SMP : Apa

ASR : Styrofoam

AZU : Loh kok styrofoam

SMP : Apa

AZU : Gabus

AZU : Cutter, lem, apalagi habis wes

WS : Lem apa, lem tembak ta

AZU : Kok lem tembak

WS : Lem apa

ASR : Lem G

WS : Loh kok itu

ASR : Lem glukol

AW : Kok glukol, lem tembak wes yang ceket

ASR : Apalagi

SMP : Lem tembak, cutter, gabus

Originality

***Discovery* (Merancang desain terkait proyek)**

SB : Gambar dulu

AW : Iya gambar dulu desainnya

ASR : Gambar apa

WS : Gambar pesawat

SB : Buat pesawat ini

***Application* (Membuat sayap pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan)**

- Membuat Sayap Pesawat

AZU : Gaada yang bawa cutter lagi ini

AW : Gaada kan gapunya cutter, punyanya pisau

AZU : Ditipiskan inii

ASR : Iya kayak gitu

WS : Mana gabusnya lagi

AZU : Ini kan gabus

WS : Yakan ini buat sayapnya
AZU : Buat badan nya, ini buat badanya pake ini
WS : Sana wes potong jadi 2
AW : awas yang bagian itu sraf
WS : Ininya bulet
SB : Mau dibentuk apa ini
WS : Kan emang gitu, yang sini agak bulet yang sini tipis
AZU : Kalo ada cutter lagi enak ini
ASR : Buat apa nya ini
AZU : Sayapnya
AZU : Sana aku pinjamkan
WS : Ini dipotong jadi 2 sal
ASR : Buat apa nya ini
SB : Tanya tok kamu itu
WS : Dibilangin Sayapnya itu wes
ASR : Sayapnya itu ta
AZU : Iya
AZU : Ayo san ini diukur dulu, terus di potong wes
WS : Buat 2 ini sayapnya
AW : Iya buat 2
WS : kok sampe buat 2
AW : Ya kalo buat 1 gimana sayap satunya
WS : 1 aja sraf sayapnya terus nanti di lubangin di tengahnya, jadi gausah buat sayap lagi
SMP : Dimasukkan ke sini ya
AZU : Masak mau di potong ini
WS : Ya nanti kan di masukkan
SMP : Di lubangin itu lo
WS : Tapi dibesarkan nanti lubanginya
WS : Ini lo nanti dimasukkan sraf ini ndak paham asraf ini
AW : Sama asraf ini dikiranya dikasih lem sama asraf jadi ga dilubangin
AZU : Nah gitu
WS : Lihat ini di masukkan ini, jadinya ini yang di lubangin, ini nya buat satu
AW : Iya jadi ngga buat banyak2
AZU : Tau gitu tak buat tipis ini tadi

WS : Kan emang ditipisin, siapa yang nyuruh ditebalkan ini, Di bolongin ini sraf, sana kamu buat ini aja sraf

WS : Ini jadi 2 ini wes

AZU : Ambil berapa ini panjangnya

WS : Gatau

AW : Ini dulu wes coba

AW : Penggaris sraf

WS : Ambil secukupnya ini wes buat dimasukkan

AW : Ini garisin dulu, itu berapa cm kemarin

AW : Itu berapa kemarin coba di pasin, pinjem dulu san taruh sini

AW : Kan ini sampe sini, berarti ini sampe sini

AZU : 25 ini

AW : Iya 25 ini

AZU : Iya jadi ambil 25 ini

AW : Ya terserah wes san, kan kamu yang tau pas buat

WS : Buat dua ini sraf

WS : Kan ditempel nanti

AW : Ini kan nanti biala jadi 2, satu-satu ya

WS : oh iya satu-satu ya

AZU : Kenapa ga buat 1 aja

WS : Oh tinggal lubangin ini ya

AZU : Iya

AW : Oh iya wes

AZU : Daripada masih mau dipotong jadi 2

- Uji Coba

***Application* (Membuat pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan)**

- Membuat Pesawat

WS : Kok ga diluruskan asraf

SMP : Loh ini

SMP : Nanti kan gini ini

AZU : Bolongin wes

WS : Ya sana wes kamu

SMP : Mana aku yang lubangin sraf

SMP : Mana aku yang lubangin

WS : Jangan langsung di bolongin, dilihat dulu kayak gimana

SMP : Coba sraf

ASR : Gimana kamu nek gitu

AW : Coba dulu wes

WS : Buat sketsa pesawat dulu

AZU : Iya san sama buat sketsa pesawat dulu

AZU : Mana aku nek kayak gitu

AZU : Buat itu nya lo, gambar dulu wes mana

AZU Spidol ga punya

AW : Ga Punya ak

AZU : Kok ceket ini

SMP : Sketsa gimana ini

AZU : Ya sketsa badan pesawatnya itu

SMP : Kok gitu, coba sini kasih aku

AW : Digambar san, kayak kamu yang gambar ini

- **Uji Coba**

Elaboration

Research (Penjelasan secara rinci tentang pesawat dapat terbang berdasarkan referensi dari internet)

SB : Ini ditulis bentuk sayap gitu ta

AW : Iya kan yang ditanyain itu di bagian sayapnya, ya tulis sayap pesawat

SB : Berdasarkan referensi yang Anda baca di internet, apa yang dapat Anda lakukan untuk membuat pesawat dapat terbang?

AW : Ini kalo ada disini

WS : Coba baca yang itu, ayo baca sraf, ini

WS : Nah aku tau kayaknya, ini kan soalnya Berdasarkan referensi yang Anda baca di internet, apa yang dapat Anda lakukan untuk membuat pesawat dapat terbang. Yaitu melakukan gaya angkat, ini gaya angkat kan merupakan besaran vektor sehingga angka negatif pada gaya angkat menunjukkan arah dari gaya angkat tersebut.

Application (Menganalisis konsep hukum Bernoulli yaitu gaya angkat pesawat pada proyek yang mereka buat)

Kelompok 5

1. Aliful Ulum Putra Andika Sakti : AUPAS
2. Bulan Resti Siagian : BRS
3. Faisal Syahril : FS
4. Ifan : I
5. M. Rega Nurdiansyah : MRN
6. Nilna Amalina Farda Zakiyah : NAFZ

Fluency

Reflection (Mengidentifikasi informasi penting dari surat)

MRN : Apa ini berarti

I: Ya itu pesawat sriwijaya, Terjadinya stall pada sayap pesawat

AUPAS : Berarti ini tentang bagaimana terjadinya stall

AUPAS : Terus gimana caranya mencegah dengan cara membuat miniatur nya

AUPAS : sebagai engineer harus tau apa penyebab terjadinya supaya membuat bisa lebih bagus

MRN : Kurang itu yang nomer 1

I : Ini kan masalah sayap

MRN : Itu informasi penting bukan masalahnya

I : Ini kan wes masalah sayapnya

Reflection (Mengidentifikasi Solusi dari permasalahan pada surat)

AUPAS : Kalo menurutku ini merancang dan membuat miniatur pesawat yang mampu menahan kondisi stall dengan miniatur dirancang dengan aspek aerodinamis dan bagaimana pesawat bereaksi terhadap perubahan kecepatan

NAFZ : Sampe itu ya

AUPAS : Iya

Communication (Mempresentasikan hasil proyek didepan kelas)

Flexibility

Reflection (Mengidentifikasi permasalahan pada surat)

FS : Permasalahannya pesawat berada dalam pendekatan akhir yang terlalu Lambat dan sudut menanjak terlalu curam sehingga pesawat kehilangan gaya angkat yang tidak bisa mempertahankan ketinggian, itu permasalahannya

AUPAS : ini konsepsi terjadinya stall pada sayap pesawat . stall ini, masalah stall ini membuat pesawat kehilangan daya angkat dan ngga bisa mempertahankan ketinggian

NAFZ : Ini menyebabkan penerunan kecepatan yang lebih dratis sehingga pesawat terhempas saat mendarat. Ini potensi terjadinya stall pada sayap pesawat sehingga pesawat kehilangan daya angkat

AUPAS : sama ini konfigurasi flap yang tidak optimal menyebabkan penurunan

AUPAS : ini lo jika konfigurasi tidak optimal, maka dapat menyebabkan pesawat akan terhempas

Research (Mencari informasi dari berbagai sumber untuk memahami masalah secara mendalam)

FS : Berdasarkan literatur yang Anda baca di internet, bagaimana prinsip hukum Bernoulli dapat membantu dalam merancang sayap pesawat?

BRS : ini gimana ya kata2nya

BRS : dengan membentuk airfoil yaitu melengkung di bagian atas dan lurus bagian bawah

Discovery (Mengidentifikasi alat dan bahan yang akan digunakan pada proyek)

BRS : alatnya kan cuma butuh lem, gunting, styrofoam

MRN : loh kok gunting buat apa

BRS : terus pake apa

MRN : ya silet atau korek

BRS : oke berarti alat bahannya, styrofoam yang pasti ya

BRS : sama ini alatnya pensil buat sketsa

NAFZ : iya pensil atau spidol

I : sama penggaris juga buat ngukur

FS : apa aja berarti ini

FS : styrofoam

BRS : cutter, pensil/spidol, penggaris, jarum pentul,

NAFZ : apa lagi

FS : wes dah cukup itu

BRS : sama ini siapa tau butuh lem ngga

MRN : iya wes lem juga, kalo gabisa jarum pake lem nanti

BRS : lem apa ini tapi

MRN : lem glukol

MRN : jangan lem G

Originality**Discovery (Merancang desain terkait proyek)**

NAFZ : ayo ini desain wes

MRN : di gambar dimana

BRS : ya ini gambar disini

BRS : ayo biar cepet selesai

NAFZ : sek aku ambil pensil

I : yang mana

BRS : yang gampang wes

MRN : ya ini aja wes gapapa

BRS : yang penting gambarkan ini cuma desain

FS : ini ga bisa terbang yang ini

BRS : sketsanya

MRN : ya ini aja wes

Application (Membuat sayap pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan)**- Membuat sayap pesawat**

FS : Berapa cm ini, ga kurang lebar

NAFZ : Ga tau aku

FS : Kan ini nanti dijadikan dua, buat sayapnya aja, ini kan terus kayak gini

AUPAS : Sayapnya yang besar ini ya kan

FS : Kan tipis

AUPAS : Ini buat apa ini

FS : Buat badannya

FS : Ini kayak gini, yang sini melengkung

AUPAS : Dikecilkan ya

FS : Ha

AUPAS : Ya dikecilkan kan berarti

FS : Kan 15 cm kan tebal ini kebawahnya

AUPAS : Gini lo maksudku

FS : Gimana-gimana

AUPAS : Ini lo nanti gini di sayapnya gini

FS : Engga disayapnya jadikan setengah bagi 2, ini kan nanti 15 cm kalo yang ini kan 30 cm

NAFZ : Pelan-pelan ya

MRN : Ayo wes potong ini

FN : Coba yang bawah lihat

MRN : Di taruh tengah ini yang sini

MRN : Ini wes potong sal

FS : Ini 30 pas

FS : Gimana kamu setuju gini, kalo ga setuju ya buat lagi sayapnya 1 kalo kurang panjang

AUPAS : Ini kalo gini motong nya gimana

FS : Ini nanti kan dipotong tengah gini, kalo sudah gini dibentuk

AUPAS : Kayak gini

FS : Iya kayak gini

AUPAS : Berarti ini nanti tipis ya

FS : Ya kan eman tipis

AUPAS : Ga kurang lebar ta ini

NAFZ : ya ini nanti gini

FS : Tapi ini wes 6 cm

FS : Ini 10 cm

FS : Kalo menurut aku 5cm

MRN : Coba buat dulu wes

FS : Kebesaran ini

FS : Coba aja dulu wes

NAFZ : Ya terserah wes digimanakan

FS : Ini sini wes 30

FS : Mana pensilnya

NAFZ : Ini lo

FS : Ukur wes 30

FS : Yang atas kurang

AUPAS : Tarik itu

FS : Agak geser

NAFZ : Berarti ini yang pinggir yang di gambar kayak itu

FS : Ya sini berarti

NAFZ : Iya

FS : Gini

NAFZ : Kurang

AUPAS : Ini kurang panjang, kurang lancip

FS : Berapa ini

MRN : Tadi kan bingung

NAFZ : Gimana wes aku gatau

FS : Ambil 20 yaa

AUPAS : Segini ini

FS : 10 berarti ini

FS : Spidol mana

FS : Sek aku buat sendiri habis ini

MRN : Agak ketengah sal

MRN : Terus terus

FS : Coba gimana itu, sama itu panjangnya

FS : Terserah mau digimanakan wes

NAFZ : Itu jangan di potong2 dulu

FS : Ya ini kan 10

NAFZ : Coba gambar dulu

NAFZ : Ini gambar dulu wes

FS : Yang tebal yang mana dah, yang depan ya

NAFZ : Iya

MRN : Yang tebal yang ini, yang tipis yang ini

FS : Iya kan nanti gini

FS : Iya bener aku, yang depan yang tebal, sana coba carikan

MRN : Ya mending pake ini

FS : Ya coba dulu wes

NAFZ : Oo yang belakang yang tipis, berarti gini motongnya ya

AUPAS : Iya

NAFZ : Coba mana pinjem

NAFZ : Ini gini ini

AUPAS : Nah ini motong gini

FS : Anggep aja ini sayapnya, nanti tinggal gini

NAFZ : Kebalik

MRN : Ga kebalik ta kamu

FS : Iya kebalik

MRN : Ini sayap

NAFZ : Ini kaya gini

FS : Berarti yang tipis yang ini

NAFZ :Sek tunggu bentar

NAFZ : Ini kan kesini, panjangnya kesini

AUPAS : Iya panjangnya 20

NAFZ : Berarti ini sampe sini

FS : Gimana ini

FS : Ayo gambar lagi wes

AUPAS : Nanti ngga ngangkat ini

NAFZ : Yang lurus ini

NAFZ : Sudah wes potong

FS : Aku yang motong ini

NAFZ : Iya sana potong wes

FS bawah kurang ini

NAFZ : Apanya

FS : Yang bawah ini ga dibuat kayak gini juga

NAFZ : Gausah yang atas aja

- **Uji coba**

Application (Membuat pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan)

- **Membuat badan pesawat**

BRS : Ayo buat ini

FS : Iya ayo buat biar ga lama-lama

FS : Konsepnya gimana ini

FS : Gimana badannya

FS : Sana kamu yang gambar

I : Kamu wes gapapa

FS : Engga kamu aja, ini lebih tau kamu

FS : 10 ya badannya

NAFZ : Jangan pake spidol nanti salah

FS : Gapapa biar ceket

NAFZ : Pake 25 apa 28

AUPAS : Ini berapa ini

FS : Ini nya kan 20, sek aku ambil lebarnya kalo yang ini panjangnya

BRS : Ukur dulu panjang nya

AUPAS : Berapa ini

FS : Ini 20 ini 25

FS : Ga bisa buat kecil ini

FS : Ini buat jadi 2 wes

NAFZ : Kok jadi 2

MRN : Ini sama badannya

NAFZ : Kan ini lagi

FS : Nanti di buang-buang , 30 wes ya

NAFZ : Ga kepanjangan ta

FS : Nanti pendek ini

NAFZ : Ya terserah wes

FS : Bentuk sana ini wes

FS : Bukan buat sayap ya ini, buat badan

MRN : Gimana ya ini kan digambar, takutnya besaran ini

NAFZ : Ya dibesarin gambarnya

BRS : Berarti besar ini badan pesawatnya

FS : Kok bisa kurang besar, ininya lo kecil, belum lagi dibagi 2

NAFZ : Buat wes

FS : Sini aku yang buat

NAFZ : Ini dilengkungkan

FS : Berarti ini dibuat melengkung ya

NAFZ : Iya biar bisa terbang

AUPAS : Kekecilan ini

NAFZ : Kurang geser ini

BRS : Berarti ini kan

NAFZ : Iya ini

FS : Apa

AUPAS : Masa kayak gitu

BRS : Loh terus gimana

FS : Siapa tadi yang suruh di melembungkan

NAFZ : Coba dulu wes

BRS : Pesawat apa ini

FS : Gak bagus rek, ini harusnya gini ga kebesaran gini

NAFZ : Gambar dulu wes itu

MRN : Nanti ga cukup lo ini gabusnya

FS : Biar wes apa kataku

BRS : Ga di ukur dulu ini tebalnya

FS : Gausah

BRS : Nanti takutnya kekecilan badannya

FS : Ini biar (rampet)

FS : Gini harusnya ini

MRN : Terserah wes

BRS : Awas nanti ga ceket

BRS : Ayo gimana ini, lurus ngga

FS : Lurus dah ini

- **Uji coba**

Elaboration

Research (Penjelasan secara rinci tentang pesawat dapat terbang berdasarkan referensi dari internet)

BRS : membuat sayap berbentuk airfoil untuk menciptakan tekanan antara bagian atas dan bawah sayap. pesawat mencapai kecepatan tertentu agar gaya angkat dapat mengalahkan gaya gravitasi. menggunakan flap untuk meningkatkan gaya angkat.

Application (Menganalisis konsep hukum Bernoulli yaitu gaya angkat pesawat pada proyek yang mereka buat)

Kelompok 6

1. Aditya Budi Maulana : ABM
2. Ainul Hayat Khidir : AHK
3. Aulia Eka Dewi Tri Pri Handayani : AEDTPH
4. Mita Ana Anisa : MAS
5. Rafi Ahmad Windiarso : RAW
6. Riska Okta Milanda : ROM

Fluency

Reflection (Mengidentifikasi informasi penting dari surat)

Tidak ada diskusi.

Reflection (Mengidentifikasi Solusi dari permasalahan pada surat)

Tidak ada diskusi.

Communication (Mempresentasikan hasil proyek didepan kelas)

Flexibility

Reflection (Mengidentifikasi permasalahan pada surat)

Tidak ada diskusi.

Research (Mencari informasi dari berbagai sumber untuk memahami masalah secara mendalam)

Tidak ada diskusi.

Discovery (Mengidentifikasi alat dan bahan yang akan digunakan pada proyek)

AHK : Mana dah

AEDTPH : gunting ini diperlukan kan

ROM : Iya

AEDTPH : Penggaris

ROM : cutter

AEDTPH : apalagi, gabus ya

AEDTPH : Apalagi, Penggaris, pensil

ROM : Penghapus

AEDTPH : Oh ini penghapus juga

AEDTPH : apalagi, udah gausah lem ya kan ini dimasukin

AHK : iya gausah kan dimasukin

Originality**Discovery (Merancang desain terkait proyek)**

ROM : Itu kan ada gambarnya

MAA : Yakan harus sama, sama yg di bikin

ABM : Mana wes aku nek mek gambar, gambar apa ini

AEDTPH : Pesawat

AEDTPH : Pake pensil sek dit

AHK : Buat kayak gini ini

ROM : Ya iya

ABM : Cuma buat pesawat ini kan

Application (Membuat sayap pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan)**- Membuat sayap pesawat**

AEDTPH : lebar sayapnya yang ini berarti yaa

AHK : iya

ROM : di ukur dulu dit, 20 apa 25

AHK : ya di ukur 10 10, ini 10 ini 10

AEDTPH : yang sebelah sini berapa

ROM : ya 26

AEDTPH : Berarti sayap ada berapa

ROM : ada 2 yang ini nanti, depan belakang

ROM : atau ini nanti 26, jadi 13 13

AEDTPH : ga kelihatan ini kalau gini

ROM : ya ini 26 jadi 13 13

AHK : ini langsung gini ya

AEDTPH : ya engga, gambar dulu ini

AEDTPH : berapa jadinya panjangnya

ROM : 26, jadi 13 13

AEDTPH : Dari sini kesini yaa

ROM : iya

AEDTPH : Sesuaikan sama gambarnya ini ya

ROM : iya itu gambar itu

AHK : ini potong dulu wes

RAW : ini mau gambar dulu ta

AEDTPH : iya sana wes

ABM : iya sana gambar dulu wes

RAW : ini tapi kayak yang kekecilan yaa

AHK : ya ini sayapnya kan gini

ROM : Di samakan sama yang depan itu fi

AEDTPH : berarti ini di potong dulu kan

AHK : iya

RAW : iya kan di lihat dulu biar sama dua sisi nya, sek tunggu bentar

AHK : potong dulu

RAW : loh satu nya

AHK : iya kan di lihat dulu

ROM : di potong dulu panjang nya

AEDTPH : awas miring ini, ini lo miring dari sini, ya kan, sana wes lanjut lagi

RAW : bener gini wes

AHK : tapi ini ga lurus

AHK : Disamakan kayak itu fi

RAW : ya ini aku bingung ga keliatan

ROM : coba kamu gambar lagi ini biar sama kayak itu

RAW : gimana ini terus caranya

ROM : gatau

AEDTPH : ini ya di potong dulu ini, pake gunting kalo ga disilet wes

AEDTPH: ini nanti gimana ini sampe sini nya

ROM : ya itu di potongin

MAA : ini kok tinggi sebelah

RAW : sek tunggu bentar

RAW : sama ngga ini

AHK : iya

ROM : ngikutin yang mana ini, beda kayaknya ya

AHK : apa, iya kayaknya

RAW : kataku sama si

AHK : sama

RAW : coba potong wes, nanti di ukir

AEDTPH: gini ya

AHK : iya

RAW : Di silet nanti, nek ngga di spidol dulu

RAW : Ini ga kepake

AEDTPH : udah

AHK : Belum

ABM : gini tok kan

RAW : iya

RAW : Ya di ambil garisnya itu, jangan di potong semua, ya sama aja nek di potong semua

AEDTPH : jangan pas di garis nya dit

ABM : katanya tadi ambil garisnya

RAW : coba aku lihat

ABM : di luar garisnya

AEDTPH : iya

ABM : gini kan ya

AEDTPH : loh di dit, ini gini nyambung kan, jangan di potong sininya aja

ABM : hampir ini, di tempel nanti

AEDTPH : mending di berdirikan langsung di potong wes

AHK : iya

AEDTPH : mana wes

ABM : ya sana wes, gimana ini

AEDTPH : ya gini nanti

ABM : ini nanti kebawah ya

AEDTPH : ini di potong gini ya, ambil wes

AHK : miring ini

AEDTPH : ambil dah ini

ABM : ini gapapa ta ini

AEDTPH : iyadah ya

RAW : ya potong-potong wes ini, jangan langsung tapi ini motongnya

ABM : ini ambil disini nya gapapa kan

AEDTPH : iya gapapa

ABM : disini lagi ya au

AEDTPH : terus wes kesana itu

ROM : miring tapi itu

MAA : pelan2 dit nanti terlalu dalem itu

ABM : iya ini

RAW : diem sek bentar

RAW : gimana kamu motongnya dit, kok lama

ABM : susah ini wajar

ABM : au ini juga au

AEDTPH : iya ini potong juga wes

RAW : ini terlalu dalem kamu motongnya dit

ABM : aman ini wes

RAW : mana aku yang motong wes dit

ABM : jadi kok ini, aman

ABM : ini juga au

AEDTPH : iya ikutin bentuknya wes

- Uji coba

DNA : Berapa dek jaraknya

MAS : 15 Kak

DNA : Berapa sekarang v2 nya

ROM : 14,5 yang atas

DNA : Yang bawah berapa dek

ROM : 09,7 kak

DNA : Oke sekarang jarak berapa

ROM : Jarak 30 kak

DNA : Ketinggiannya berapa

ABM : 24 kak

DNA : Sekarang Jarak 30 ya

ROM : Yang atas 13,4 kak

DNA : Iya lanjut

ABM : Yang bawah 08,7

MAS : 18 ini ketinggianya

ROM : Iya 18 au

***Application* (Membuat pesawat, melakukan uji coba, dan mencatat hasil pengamatan)**

- Membuat badan pesawat

AEDTPH : coba di ukur dulu panjang badannya mau ambil seberapa

AHK : jangan pendek-pendek wes pokoknya
AEDTPH : segini ta, ini yang sayap belakang
AEDTPH : tinggi nya ambil segini ya
ABM : iya wes au gapapa
ROM : ambil ukuran kayak gini
RAW : ya berarti segini wes
AEDTPH : ini selebar ini wes
ROM : iya di lebihin sedikit
MAA : au ini ga salah kamu
ABM : aman kok
AEDTPH : ini ga terlalu melengkung tah
ABM : melengkung banget ini, gapapa wes gini
AEDTPH : nanti kalo ga tinggii, ga masuk ini
AHK : kan ga dimasukkan,
AEDTPH : oh ditempel
ROM : iya di tempel, kan lebih tinggi ini nya
AEDTPH : oh iya se
ROM : tapi ini terlalu melengkung au
ABM : gausah di potong ini
ROM : kenapa gausah di potong ini panjangnya, pake gini aja
AEDTPH : gini berarti ya
ROM : iya
RAW : ke ataskan ini
ROM : iya itu kan melengkung au
RAW : di garis aja ini
AHK : au kurang besar ini, kecil itu
RAW : ga kurang tinggi ta itu
MAA : ya engga
ROM : udah itu au
ABM : mana yang mau di potong ini
AHK : pake penggaris dit
ROM : tapi ini sayapnya cuma segini, pesawatnya sebesar ini
AEDTPH : ini kan nanti gini
ROM : langsung lurus biar ga rusak

AEDTPH : ga keberatan kan ini wes

ABM : gimana ini

RAW : pake yang kecil aja dit motongnya

ABM : langsung kan ini

ABM : awas tambah rusak nanti

ROM : ayo ini dit

MAA : itu satu apa dua

AHK : satu aja wes, ini kan besar

AEDTPH : ini gampang nanti kalo ga bisa terbang ambil yang segini

ABM : iyawes

RAW : dit itu di potong aja jangan di *putel*

ROM : dari sini dit

ABM : dari sini ini

MAA : ini satu kok kayak gini ya

AEDTPH : ke gepengen ini ya

ROM : Iya kok gini ini bentuknya

MAA : oh kamu ukur gini ya

ABM : sebelah sini mana

MAA : ya ini bagi dua

AEDTPH : dua apa satu ini nya

AHK : dua aja ga sih

ROM : tapi ini besar, berat ini kayaknya

AHK : engga

AEDTPH : coba dulu aja dah rek

AEDTPH : tapi ini fiks di tempel ya, kalo di masukan takut copot

AHK : jangan di potong dulu wes ini

ROM : dit ayo ini dit, kalo satu ga enak

ROM : Gimana kamu motongnya ini au

AEDTPH : ga pas 26 itu

ROM : panjangnya ini sama ini harus sama ta

ROM : tapi ini nya mepet nanti

ABM : ini yang besar ini

ROM : jangan digitukan, nanti patah tipis itu, kalo di tempel ini taruh dalem

ABM : kurang tipis ini

ROM : iya ini kurang tipis kayaknya
ROM : itu dah sampe garis dibawahnya itu
AEDTPH : jangan ikut-ikutan nanti dit
ABM : terbang kok ini au, percaya wes
RAW : 6 setengah lebih sedikit ini
MAA : ini kalo ga terbang Adit
AHK : ini lo miring
AEDTPH : emang nempel ya ini
ABM : ini ayo au
ROM : loh ini udah mau ditempel dit
ABM : terbang kok ini, percaya wes ke aku

- Uji coba

Elaboration

Research (Penjelasan secara rinci tentang pesawat dapat terbang berdasarkan referensi dari internet)

Tidak ada diskusi.

Application (Menganalisis konsep hukum Bernoulli yaitu gaya angkat pesawat pada proyek yang mereka buat)

Lampiran 15. Dokumentasi Kegiatan Penelitian

a. Siswa Mengerjakan LKPD



b. Siswa Mengerjakan Proyek



c. Siswa Melakukan Uji Coba



d. Siswa melakukan Presentasi



Lampiran 16. Hasil Produk Siswa

(1)



(2)



(3)



(4)




(5)



(6)

Lampiran 17. Permohonan Izin Penelitian



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI**
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121
Telepon: 0331-334988. 330738 Fax: 0331-332475
Laman: <http://fkip.unej.ac.id> e-mail: fkip@unej.ac.id

Nomor : 19354/UN25.1.5/SP/2024 25 November 2024
Perihal : Permohonan Izin Penelitian


Yth. Kepala Sekolah
SMA Negeri Mumbulsari
di
Jember


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

Nama	: Defi Nurdiana Aprilia
NIM	: 210210102117
Jurusan	: Pendidikan MIPA
Program Studi	: Pendidikan Fisika
Rencana Pelaksanaan	: Desember 2024 - Februari 2025

Berkenaan dengan penyelesaian studinya, mahasiswa tersebut bermaksud melaksanakan Penelitian di SMA Negeri Mumbulsari yang Saudara pimpin dengan judul "ANALISIS KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF SISWA MELALUI PENERAPAN MODEL PROJECT BASED LEARNING (PjBL) TERINTEGRASI STEM POKOK BAHASAN HUKUM BERNOULLI". Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

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


 Nurman, Ph.D.
 NIP. 196506011993021001



Lampiran 18. Surat Selesai Penelitian



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS PENDIDIKAN
SMA NEGERI MUMBULSARI
Jl. Dr. Soebandi No. 62 Suco Mumbulsari Jember
email : smanmumbulsari2@gmail.com



SURAT KETERANGAN

NOMOR : 000.8/643/101.6.5.14/2025

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

N a m a : **DEFI NURDIANA APRILIA**
NIM : 210210102117
Universitas : Universitas Jember
Fakultas : FKIP
Program Studi : Pend. Fisika

Yang bersangkutan telah melakukan penelitian pendidikan di SMA Negeri Mumbulsari Jember, pada tanggal 14 Januari-06 Februari 2025, dengan Judul :

"Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Penerapan Model Project Based Learning (PJBL) Terintegrasi Stem Pokok Bahasan Hukum Bernoulli".

Demikian surat keterangan ini dibuat, untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mumbulsari, 25 Februari 2025
Kepala SMA Negeri Mumbulsari



ERNI SULISTIANA, S.Pd., M.P
NIP. 19701018 199301 2 003

Lampiran 19. Expert Judgement

Expert Judgement Pada Guru Fisika

Lembar Pernyataan *Expert Judgement*

PERNYATAAN EXPERT JUDGEMENT

Setelah memeriksa lembar kerja siswa (LKPD) dari penelitian yang berjudul
"Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Penerapan Model
Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM Pokok Bahasan Hukum
Bernoulli" yang disusun oleh:

Nama	: Defi Nurdiana Aprilia
NIM	: 210210102117
Program Studi	: Pendidikan Fisika
Fakultas	: Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dengan ini saya :

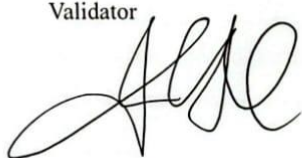
Nama	: IKE LUSI M
NIP	: 198905222023212045
Jabatan / Instansi	: DOSEN

Menyatakan bahwa lembar kerja siswa (LKPD) tersebut layak dan memberikan
saran untuk pembenahan :

.....
Tulisan pada proyek 1 dan proyek 2.
.....
.....

Jember, 06 Januari 2025

Validator



Ike Lusi Meilina, M. Pd.
NIP : 198905222023212045

Lembar Indikator Expert Judgement**INDIKATOR EXPERT JUDGEMENT**

Nama : IKE LUSI M
NIP : 198905222023212045
Jabatan / Instansi : DOSEN

1. Apakah LKPD sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran?

Sudah sesuai

2. Apakah dalam LKPD sudah memuat tahapan PjBL terintegrasi STEM?

Sudah memuat

3. Apakah langkah-langkah dalam LKPD sudah sesuai dengan indikator keterampilan berpikir kreatif?

Sudah sesuai

4. Apakah LKPD sudah memiliki struktur yang lengkap (judul, petunjuk penggunaan, peta konsep, ringkasan materi, langkah percobaan, dan tempat kosong pengisian jawaban)?

Sudah sesuai

5. Apakah LKPD sudah menggunakan format penulisan yang jelas (jenis huruf, ukuran huruf, dan sistem penomoran)?

.....
Sudah sesuai
.....
.....

6. Apakah bahasa yang digunakan dalam LKPD sudah sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar dan sesuai dengan taraf berpikir siswa?

.....
Sudah sesuai
.....
.....

Lembar Pernyataan *Expert Judgement*

PERNYATAAN *EXPERT JUDGEMENT*

Setelah memeriksa lembar kerja siswa (LKPD) dari penelitian yang berjudul
**“Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Penerapan Model
Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM Pokok Bahasan Hukum
 Bernoulli”** yang disusun oleh:

Nama : Defi Nurdiana Aprilia
 NIM : 210210102117
 Program Studi : Pendidikan Fisika
 Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dengan ini saya :

Nama : Ernasari, M.Pd.
 NIP : 199502022023212043
 Jabatan / Instansi : Dosen

Menyatakan bahwa lembar kerja siswa (LKPD) tersebut layak dan memberikan
 saran untuk pembenahan : -

Untuk ditata ulang dengan benar pada penulisan

.....

.....

.....

Jember, 06 Januari 2025

Validator



Ernasari, M. Pd.
 NIP : 199502022023212043

Lembar Indikator Expert Judgement**INDIKATOR EXPERT JUDGEMENT**

Nama :

NIP

Jabatan / Instansi :

1. Apakah LKPD sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran?

Sudah

2. Apakah dalam LKPD sudah memuat tahapan PjBL terintegrasi STEM?

Sudah

3. Apakah langkah-langkah dalam LKPD sudah sesuai dengan indikator keterampilan berpikir kreatif?

Sudah Sesuai

4. Apakah LKPD sudah memiliki struktur yang lengkap (judul, petunjuk penggunaan, peta konsep, ringkasan materi, langkah percobaan, dan tempat kosong pengisian jawaban)?

Sudah

5. Apakah LKPD sudah menggunakan format penulisan yang jelas (jenis huruf, ukuran huruf, dan sistem penomoran)?

Sudah

.....
.....
.....
.....

6. Apakah bahasa yang digunakan dalam LKPD sudah sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar dan sesuai dengan taraf berpikir siswa?

Sudah

.....
.....
.....
.....