

## Pengembangan Buku Ajar Fase F Pengelasan GMAW Berbasis *Project Based Learning*

Muhammad Nafial Hadi, Deddy Supriyatna, Hamid Abdillah

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

E-mail: 2284190016@untirta.ac.id

### ABSTRAK

Tingginya tingkat pengangguran lulusan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara keterampilan yang diajarkan dan kebutuhan industri. Kurikulum Merdeka hadir sebagai solusi dengan menekankan pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*/PjBL), namun keterbatasan bahan ajar yang sesuai masih menjadi kendala dalam implementasinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan buku ajar fase F pengelasan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW) berbasis PjBL guna meningkatkan efektivitas pembelajaran di SMK. Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Pengembangan dilakukan melalui analisis kebutuhan, perancangan, validasi ahli, uji coba lapangan, dan penyebaran terbatas. Validasi ahli materi menunjukkan tingkat kelayakan sebesar 85% dengan kategori "layak", sementara uji respon siswa menunjukkan tingkat penerimaan sebesar 76,3% dengan kategori "baik". Efektivitas buku ajar diuji menggunakan uji N-Gain, yang menghasilkan skor 0,84, menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman siswa. Kesimpulan dari penelitian ini adalah buku ajar berbasis PjBL yang dikembangkan telah memenuhi standar kelayakan dan efektif digunakan dalam pembelajaran pengelasan GMAW di SMK. Buku ini diharapkan dapat meningkatkan keterampilan siswa sesuai dengan tuntutan industri, serta mendukung implementasi Kurikulum Merdeka dalam pendidikan kejuruan.

### Kata kunci:

buku ajar; kurikulum merdeka; pengelasan GMAW.

### Keywords:

textbook;  
independent  
curriculum; GMAW  
welding.

*The high unemployment rate of Vocational High School (SMK) graduates shows a mismatch between the skills taught and industry needs. The Merdeka Curriculum is presented as a solution by emphasizing project-based learning (PjBL), but the limited appropriate teaching materials are still an obstacle in its implementation. This study aims to develop a PjBL-based Gas Metal Arc Welding (GMAW) phase F welding textbook to improve the effectiveness of learning in SMK. This study uses the 4D development model (Define, Design, Develop, Disseminate). Development is carried out through needs analysis, design, expert validation, field trials, and limited distribution. Validation by material experts shows a feasibility level of 85% with the category "feasible", while the student response test shows an acceptance level of 76.3% with the*

---

*category "good". The effectiveness of the textbook was tested using the N-Gain test, which produced a score of 0.84, indicating a significant increase in student understanding. The conclusion of this study is that the PjBL-based textbook developed has met the feasibility standards and is effective for use in GMAW welding learning in SMK. This book is expected to improve students' skills in accordance with industry demands, as well as support the implementation of the Independent Curriculum in vocational education.*

---

*Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC BY-SA](#).  
This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.*

---

## PENDAHULUAN

Fenomena tingginya tingkat pengangguran di kalangan lulusan sekolah menengah kejuruan (SMK), seperti yang dilaporkan dalam laporan BPS (Badan Pusat Statistik) Februari 2023, merupakan kritik tajam terhadap pendidikan kejuruan di Indonesia (Dewanto & Hadi, 2022). Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa selama tiga tahun masa pembelajaran di SMK, siswa dibekali dengan pelajaran praktis selama kurang lebih 70% dari waktu mereka di sekolah. Tujuannya adalah agar mereka menjadi tenaga kerja terampil yang dapat terserap di berbagai industri atau bisnis setelah lulus.

Tingginya pengangguran lulusan SMK disebabkan oleh pembelajaran yang kurang efektif, keterbatasan alat praktik, serta ketidaksesuaian keterampilan dengan kebutuhan industri. Perbedaan motivasi dan kemampuan siswa juga berpengaruh, di mana beberapa siswa mampu belajar mandiri sementara yang lain memerlukan bimbingan. Pandemi Covid-19 semakin memperburuk situasi dengan menghambat pembelajaran praktik, menyebabkan *learning loss* yang berdampak pada penurunan kualitas lulusan SMK (Cucus & Aprilinda, 2016).

Kurikulum Merdeka diperkenalkan pada 2022 sebagai solusi untuk mengatasi *learning loss* akibat pandemi dan menyederhanakan Kurikulum 2013. Namun, implementasinya masih menghadapi tantangan seperti kesiapan guru, pemanfaatan teknologi, dan penilaian pembelajaran (Mea, 2024). Guru berperan krusial dalam memastikan siswa memperoleh pemahaman dan keterampilan yang kuat. Oleh karena itu, bahan ajar menjadi elemen penting dalam mendukung efektivitas proses pembelajaran (Sulistyo & Mustofa, 2024).

Modul ajar adalah salah satu bentuk bahan ajar dalam Kurikulum Merdeka, yang berfungsi serupa dengan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) pada kurikulum sebelumnya. Dalam Kurikulum Merdeka, modul ajar mencakup rencana pelaksanaan pembelajaran, media pengajaran, dan penilaian yang dibutuhkan untuk suatu topik atau elemen tertentu, berdasarkan capaian pembelajaran dan alur tujuan pembelajaran (Kemendikbudristek, 2022).

Dalam pendidikan kejuruan, khususnya di SMK, pembelajaran praktik sangat penting, terutama dalam keterampilan Pengelasan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW) (Estriyanto et al., n.d.). Namun, kurangnya bahan ajar berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) menjadi hambatan bagi siswa dalam menguasai keterampilan ini. Buku teks yang ada masih terlalu teoritis dan kurang mendukung pembelajaran praktik, sehingga siswa kesulitan dalam menerapkan teknik pengelasan secara mandiri. Oleh karena itu, pengembangan buku ajar



berbasis proyek sangat diperlukan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan praktik siswa (Kebudayaan & Indonesia, n.d.).

Dalam konteks pengelasan GMAW Fase F, pengembangan buku ajar berbasis pembelajaran proyek diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih terstruktur dan menarik, serta mendorong kemampuan berpikir kritis dan kemandirian siswa. Buku ajar yang dibuat dengan metode pembelajaran berbasis proyek akan membekali siswa dengan panduan proyek yang jelas, tujuan pembelajaran yang terukur, serta penekanan pada refleksi diri di setiap langkahnya. Hal ini diharapkan tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis pengelasan siswa, tetapi juga meningkatkan kepercayaan diri mereka dalam menghadapi tantangan di dunia kerja.

Pengembangan buku ajar berbasis proyek untuk Pengelasan GMAW Fase F bertujuan mendukung Kurikulum Merdeka di SMK, sehingga lulusan tidak hanya menguasai teori tetapi juga memiliki keterampilan teknis yang sesuai dengan kebutuhan industri. Hal ini diharapkan dapat mengurangi kesenjangan keterampilan dan tingkat pengangguran lulusan SMK.

Pembelajaran GMAW dimulai dengan teori mengenai spesifikasi mesin, bahan pengisi, dan gas pelindung, sebelum dilanjutkan dengan praktik di laboratorium. Pendekatan ini menggeser metode pembelajaran dari berpusat pada guru menjadi berpusat pada siswa. Di SMKN 6 Kota Serang, siswa dibagi berdasarkan pretest menjadi kelompok tidak siap, siap, dan mahir. Kelompok mahir berperan sebagai tutor sebaya, membantu teman mereka dalam memahami materi. Dengan metode ini, proses pembelajaran menjadi lebih efektif, meningkatkan pemahaman serta keterampilan praktik siswa (Lesmana et al., 2023).

Berdasarkan permasalahan di atas, peneliti akan mengembangkan buku ajar pada topik pengelasan GMAW, yang akan digunakan oleh guru sebagai referensi untuk bahan ajar dan rencana pelaksanaan pembelajaran yang dapat dimodifikasi atau digunakan secara langsung, guna membantu proses pembelajaran siswa.

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas pengembangan bahan ajar berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) dalam pendidikan kejuruan (Izzania, 2022). Randall (2022) menyebutkan bahwa Kurikulum Merdeka berupaya mengatasi *learning loss* akibat pandemi Covid-19 dengan mendorong pembelajaran yang lebih fleksibel dan berbasis proyek. Namun, penelitian ini juga mengungkap bahwa efektivitas kurikulum sangat bergantung pada kesiapan guru serta ketersediaan bahan ajar yang sesuai (Septiani, 2023).

Penelitian lain oleh Kadir (2018) mengembangkan modul pembelajaran berbasis pendekatan saintifik untuk siswa SMA dan menunjukkan bahwa penggunaan bahan ajar yang terstruktur dapat meningkatkan pemahaman konsep serta keterampilan praktik siswa. Dalam konteks pendidikan kejuruan, penelitian Sirait (2024) menegaskan bahwa penggunaan modul ajar berbasis proyek dapat meningkatkan kompetensi siswa dalam keterampilan teknis tertentu. Namun, hingga saat ini, masih minim penelitian yang secara spesifik mengembangkan buku ajar fase F untuk pengelasan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW) berbasis PjBL di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

Tingginya angka pengangguran lulusan SMK menunjukkan adanya kesenjangan antara keterampilan yang diajarkan di sekolah dengan kebutuhan industri. Dalam bidang Teknik Pengelasan, kompetensi praktik yang kuat menjadi krusial agar lulusan siap

memasuki dunia kerja. Namun, pembelajaran di SMK masih menghadapi tantangan seperti kurangnya bahan ajar yang relevan, minimnya praktik berbasis proyek, serta keterbatasan fasilitas pendukung.

Kurikulum Merdeka menekankan pada pendekatan pembelajaran yang lebih kontekstual dan berbasis proyek untuk meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan praktik siswa. Namun, pelaksanaannya belum optimal karena keterbatasan bahan ajar yang sesuai dengan pendekatan tersebut. Oleh karena itu, pengembangan buku ajar fase F pengelasan GMAW berbasis PjBL menjadi solusi yang mendesak untuk membantu siswa memperoleh keterampilan sesuai dengan standar industri.

Penelitian ini memiliki kebaruan dalam beberapa aspek. Pendekatan pembelajaran berbasis proyek diterapkan dalam buku ajar yang dikembangkan menggunakan model *Project-Based Learning* (PjBL), yang belum banyak diterapkan dalam bahan ajar pengelasan di SMK. Selain itu, buku ajar ini mengintegrasikan teori dan praktik dengan menyediakan proyek-proyek terstruktur yang memungkinkan siswa menerapkan konsep pengelasan GMAW secara langsung. Untuk memastikan kualitas pengembangan, penelitian ini menggunakan model *Define, Design, Develop, dan Disseminate* (4D), yang menjamin buku ajar memenuhi standar validitas dan efektivitas dalam pembelajaran di SMK (Sihombing, 2024).

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat dalam beberapa aspek. Secara akademis, penelitian ini menambah referensi dalam pengembangan bahan ajar berbasis PjBL di bidang pendidikan kejuruan. Dari sisi praktis, buku ajar ini membantu guru dalam menyediakan materi ajar yang lebih terstruktur dan berbasis praktik nyata. Dalam dunia industri, buku ajar ini berkontribusi dalam meningkatkan kesiapan lulusan SMK untuk bekerja di bidang pengelasan dengan keterampilan yang lebih sesuai dengan kebutuhan industri. Selain itu, penelitian ini memiliki dampak dalam kebijakan pendidikan, memberikan rekomendasi bagi sekolah dan pemerintah dalam pengembangan bahan ajar yang lebih efektif di SMK.

Hasil penelitian ini juga memiliki implikasi yang luas bagi berbagai pihak. Bagi pelaku pendidikan, penelitian ini memberikan panduan bagi guru dalam menerapkan *Project-Based Learning* dalam pembelajaran praktik pengelasan GMAW. Bagi Sekolah Kejuruan (SMK), buku ajar ini dapat menjadi referensi utama dalam menyusun strategi pembelajaran yang lebih berbasis proyek dan sesuai dengan standar industri. Bagi pemerintah, penelitian ini dapat menjadi masukan dalam merancang kebijakan pendidikan yang lebih berorientasi pada keterampilan praktik dan kesiapan kerja lulusan SMK. Bagi dunia industri, lulusan SMK yang belajar menggunakan bahan ajar berbasis proyek ini diharapkan lebih siap menghadapi tantangan kerja, sehingga dapat mengurangi kesenjangan keterampilan tenaga kerja.

## METODE

Penelitian ini menggunakan model penelitian dan pengembangan 4D, yang terdiri dari empat tahap penelitian: definisi (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*disseminate*). Model pengembangan 4D, yang merupakan kerangka kerja untuk pengembangan pembelajaran, diperkenalkan oleh Thiagarajan dan Semmel pada tahun 1974 (Kadir, Pomalato, & Jahja, 2018).

Di antara berbagai model pengembangan pendidikan, seperti ADDIE, Dick and Carey, Borg and Gall, Sugiyono, dan 4D, penulis memilih model pengembangan 4D. Pemilihan ini didasarkan pada kesederhanaan tahapan pengembangannya, karena hanya terdiri dari empat tahap utama (Thiagarajan, Semmel, & Semmel, 1974), namun tetap sistematis dan cocok untuk produk sederhana seperti buku ajar Fase F yang dikembangkan oleh penulis.

Tahap pertama dari model pengembangan 4D adalah *define*, yang terdiri atas analisis permasalahan yang ada dan analisis kurikulum yang dipakai saat ini, yaitu kurikulum merdeka. Tahap kedua adalah *design* atau perancangan, diantaranya adalah perancangan komponen buku ajar, perancangan materi buku ajar, dan pembuatan instrumen penilaian.

Tahap ketiga dari model pengembangan 4D adalah *develop*, pada tahap ini buku ajar yang telah penulis rancang akan dinilai oleh validator ahli materi, dan kemudian di uji di lapangan untuk mengetahui efektivitas dari penggunaan buku ajar, dan respon siswa setelahnya.

Tahap terakhir adalah *disseminate* atau penyebaran. Pada tahap ini, buku ajar yang telah penulis buat diberikan kepada guru Teknik Pengelasan di SMKN 2 Kota Serang.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2024 di SMKN 2 Kota Serang dengan objeknya adalah siswa kelas XI Teknik Pengelasan di SMKN 2 Kota Serang yang total populasinya 104 siswa yang terbagi dalam 3 kelas. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *cluster sampling* dengan sampel yang dipakai adalah 36 siswa (1 kelas).

#### a. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada pengembangan buku ajar ini menggunakan angket untuk mengetahui validitas dan respon siswa, sedangkan untuk mengetahui efektivitas penggunaan buku ajar menggunakan soal pretest dan post-test. Berikut ini instrumen dari uji validitas Ahli Materi.

**Tabel 1. Instrumen uji validitas Ahli Materi**

| No. | Aspek                                          | Indikator                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | No. Pernyataan                     |
|-----|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1   | Kesesuaian sajian dengan tuntutan pembelajaran | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memunculkan rasa penasaran siswa</li> <li>- Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran</li> <li>- Mendorong terbentuknya interaksi siswa dengan sumber belajar</li> <li>- Mendorong siswa bersikap mandiri dalam memahami materi</li> <li>- Mendorong siswa untuk melaksanakan isi bacaan</li> </ul>                                        | 1, 2, 3, 4, 5                      |
| 2   | Relevansi                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materi yang dijelaskan memenuhi tuntutan kurikulum</li> <li>- Materi yang disajikan sesuai dengan kompetensi yang harus siswa kuasai</li> <li>- Penjelasan dalam buku sesuai dengan tingkat pemahaman siswa yang sedang berkembang</li> <li>- Contoh-contoh yang disajikan sesuai dengan kompetensi yang harus siswa kuasai</li> </ul> | 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 |

|   |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |
|---|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|   |                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tugas-tugas yang diberikan sesuai dengan kemampuan yang harus siswa kuasai</li> <li>- Latihan dan soal sesuai dengan kompetensi yang harus siswa kuasai</li> <li>- Kelengkapan uraian materi sesuai dengan tingkat perkembangan siswa</li> <li>- Terdapat jumlah ilustrasi yang fungsional yang cukup</li> <li>- Terdapat Jumlah soal dan latihan yang cukup</li> <li>- Terdapat Jumlah penugasan yang cukup</li> </ul> |                |
| 3 | Keakuratan       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materi yang disajikan sesuai dengan kebenaran ilmiah</li> <li>- Materi yang diberikan mengikuti perkembangan terkini</li> <li>- Materi yang diberikan relevan dengan kehidupan sehari-hari</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                   | 16, 17, 18     |
| 4 | Kelayakan Bahasa | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ejaan dan struktur kalimat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia</li> <li>- Bahasa yang digunakan mudah dibaca dan dipahami peserta didik</li> <li>- Adanya glosarium untuk memudahkan siswa dalam memahami istilah-istilah yang ada</li> </ul>                                                                                                                                                                         | 19, 20, 21     |
| 5 | Desain           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Penataan unsur tata letak cover menarik</li> <li>- Jenis huruf dan tata letak yang mudah dibaca dan estetik</li> <li>- Jenis ikon, gambar, dan tampilan memiliki warna yang harmoni</li> <li>- Penempatan judul, sub judul serta gambar tidak mengganggu pemahaman peserta didik</li> </ul>                                                                                                                             | 22, 23, 24, 25 |

Berikut ini adalah tabel instrumen uji respon peserta didik

**Tabel 2. Instrumen Uji Respon Siswa**

| Aspek yang diukur    | Indikator                | No. Pernyataan |
|----------------------|--------------------------|----------------|
| Respon Peserta didik | Penilaian tampilan cover | 1, 2           |
|                      | Penilaian tampilan isi   | 3, 4, 5, 6     |
|                      | Kemudahan belajar        | 7, 8, 9, 10    |

Berikut ini adalah instrumen dari pre test dan *post test*

**Tabel 3. Instrumen soal pre test dan *post test***

| No. | Soal | Indikator Pencapaian | Skala Penilaian |
|-----|------|----------------------|-----------------|
|-----|------|----------------------|-----------------|

|   |                                                        |                                                                                                                     |      |
|---|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 | Uraikan perbedaan antara pengelasan MIG dan MAG!       | Siswa dapat menjelaskan dengan benar perbedaan antara proses pengelasan MIG dan MAG, termasuk jenis gas pelindung.  | 0-25 |
| 2 | Uraikan arti kode pada kawat las GMAW!                 | Siswa dapat mengidentifikasi dan menjelaskan arti dari kode yang terdapat pada kawat las yang digunakan dalam GMAW. | 0-25 |
| 3 | Sebutkan peralatan yang dipakai dalam pengelasan GMAW! | Siswa dapat menyebutkan dan menjelaskan peralatan utama yang digunakan dalam proses pengelasan GMAW.                | 0-25 |
| 4 | Jelaskan langkah-langkah pengelasan GMAW!              | Siswa dapat menguraikan langkah-langkah pengelasan GMAW secara sistematis dan jelas.                                | 0-25 |

b. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan untuk mengolah data hasil uji ahli materi serta angket respon siswa menggunakan skala likert dengan memberikan skor mulai dari 1, 2, 3, 4, dan 5. Kemudian skor yang telah didapat disesuaikan dengan kriteria pemberian nilai dan dihitung dengan langkah-langkah sebagai berikut.

c. Analisis lembar validasi Ahli Materi

Berikut langkah-langkah dalam melakukan analisis terhadap hasil validasi ahli materi

1. Ubah hasil penilaian yang ada pada lembar validasi ahli materi menjadi kuantitatif sesuai dengan indikator penilaian yang telah ditetapkan sebelumnya. Berikut tabel kriteria validitas sesuai bobot skornya.

**Tabel 4. Kriteria Penilaian**

| Kriteria                  | Skor |
|---------------------------|------|
| Sangat Setuju (SS)        | 5    |
| Setuju (S)                | 4    |
| Cukup (C)                 | 3    |
| Tidak Setuju (TS)         | 2    |
| Sangat Tidak Setuju (STS) | 1    |

(Arikunto, 2010)

2. Jumlahkan skor dengan ketentuan skor yang telah ditentukan
3. Menghitung persentase rata-rata penilaian produk menggunakan rumus berikut.

$$NP = \left( \frac{R}{Sm} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

NP = Persentase rata-rata penilaian produk

R = Skor yang diperoleh

$S_m$  = Skor maksimum

4. Jumlahkan skor yang dihasilkan pada setiap indikator selanjutnya dianalisis memakai rumus berikut.

$$P = \frac{\sum St}{\sum S_{max}}$$

Keterangan

$P$  = Persentase (%)

$\sum St$  = jumlah skor yang didapat

$\sum S_{max}$  = jumlah skor maksimum (Sugiyono, 2019)

5. Dari hasil yang diperoleh diatas, selanjutnya peneliti menggunakan kriteria persentase interpretasi sebagai acuan dari penilaian yang didapatkan dari ahli. Berikut skala persentasenya.

**Tabel 5. Kriteria Tingkat Validitas**

| Kriteria Validitas (%) | Tingkat Validitas | Keterangan   |
|------------------------|-------------------|--------------|
| 0 – 20                 | Tidak baik        | Tidak layak  |
| 21 – 40                | Kurang baik       | Kurang layak |
| 41 – 60                | Cukup             | Cukup layak  |
| 61 – 80                | Baik              | Layak        |
| 81 - 100               | Sangat baik       | layak        |

(Sugiyono, 2019)

- d. Analisis data angket respon Siswa

Berikut langkah-langkah dalam melakukan analisis data hasil angket respon siswa. Pertama, hasil penilaian yang ada pada lembar validasi hali materi menjadi kuantitatif sesuai dengan indikator penilaian yang telah ditetapkan sebelumnya. Berikut tabel kriteria validitas sesuai bobot skornya.

**Tabel 6. Kriteria Tiap Skor**

| Kriteria                  | Skor |
|---------------------------|------|
| Sangat Setuju (SS)        | 5    |
| Setuju (S)                | 4    |
| Cukup (C)                 | 3    |
| Tidak Setuju (TS)         | 2    |
| Sangat Tidak Setuju (STS) | 1    |

Skor yang diperoleh dari respon siswa kemudian dihitung menggunakan rumus berikut.

$$NP = \left( \frac{R}{S_m} \right) \times 100\%$$

$NP$  = Persentase rata-rata penilaian produk

$R$  = Skor yang diperoleh dari setiap aspek

$S_m$  = Skor maksimum dari setiap aspek (Purwanto, 2018)

Selanjutnya hasil dari jumlah skor setiap aspek menggunakan rumus diatas dianalisis menggunakan rumus dibawah ini.

$$P = \frac{\sum St}{\sum Smax}$$

Keterangan

P = Persentase (%)

$\sum St$  = jumlah skor yang didapat

$\sum Smax$  = jumlah skor maksimum

Adapun untuk menentukan kelayakan produk yang dihasilkan dari uji coba, diperlukan kriteria interpretasi respon siswa sebagai acuan penilaian data yang didapat. Berikut kriteria respon siswa tersebut,

**Tabel 7. Kriteria Penilaian Kualitatif**

| Kriteria Validitas (%) | Keterangan        |
|------------------------|-------------------|
| 0 – 20                 | Sangat tidak baik |
| 21 – 40                | Tidak baik        |
| 41 – 60                | Cukup             |
| 61 – 80                | baik              |
| 81 – 100               | Sangat baik       |

(Sugiyono, 2019)

e. Analisis efektivitas penggunaan Buku Ajar

Analisis efektivitas dari penggunaan buku ajar menggunakan uji N-Gain atau Gain ternormalisasi, yaitu metode analisis untuk mengukur efektivitas suatu perlakuan atau intervensi dalam penelitian pendidikan, khususnya untuk melihat peningkatan hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah pembelajaran. Uji ini dikembangkan oleh Hake (2022) dan sering digunakan dalam penelitian pendidikan untuk menghitung perubahan relatif antara skor pre-test dan post-test. Skor N-Gain menyediakan ukuran kuantitatif terhadap peningkatan pemahaman atau keterampilan, sehingga membantu peneliti menilai seberapa efektif intervensi atau perlakuan yang diberikan.

Uji N-Gain dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$G = \frac{Post\ test - Pretest}{Skor\ maksimum - Pretest}$$

Setelah skor N-Gain diperoleh, hasilnya diinterpretasikan dalam kategori tinggi, sedang, atau rendah sesuai klasifikasi berikut

1. Tinggi:  $G \geq 0.7$

Peningkatan berada dalam kategori tinggi jika nilai N-Gain mencapai 0.7 atau lebih. Ini berarti bahwa perlakuan atau intervensi sangat efektif, menghasilkan peningkatan yang signifikan dalam pemahaman atau keterampilan peserta didik.

2. Sedang:  $0.3 \leq G < 0.7$

Peningkatan berada dalam kategori sedang jika nilai N-Gain berada di antara 0.3 dan kurang dari 0.7. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan atau intervensi cukup efektif, namun masih dapat ditingkatkan agar hasilnya lebih optimal.

### 3. Rendah: $G < 0.3$

Peningkatan berada dalam kategori rendah jika nilai N-Gain kurang dari 0.3. Ini menunjukkan bahwa perlakuan atau intervensi memiliki dampak yang rendah atau kurang efektif dalam meningkatkan pemahaman atau keterampilan (Hake, 2022).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan dari Hasil dan Pembahasan adalah untuk menyatakan temuan dan membuat interpretasi dan/atau pendapat, menjelaskan implikasi, dan juga membuat saran untuk penelitian di masa mendatang. Fungsi utamanya adalah untuk menjawab pertanyaan yang diajukan dalam Pendahuluan, menjelaskan bagaimana hasil mendukung jawaban dan bagaimana jawaban sesuai dengan pengetahuan yang ada tentang topik tersebut. Pembahasan dianggap sebagai inti dari makalah dan biasanya memerlukan beberapa kali percobaan penulisan.

### a. Hasil Tahap *Define*

Pada analisis kebutuhan, Observasi awal yang telah penulis lakukan di SMKN 2 Kota Serang dan SMKN 6 Kota Serang mendapat hasil bahwa belum adanya modul ajar mengenai elemen/topik pengelasan GMAW. Di internet pun penulis tidak menemukan adanya modul ajar mengenai elemen pengelasan GMAW di internet secara umum maupun di website Platform Merdeka Mengajar milik pemerintah sebagai website untuk mengumpulkan berbagai perangkat ajar untuk keperluan mengajar maupun belajar.

Pada analisis kurikulum yang dipakai, yaitu kurikulum merdeka, mata pelajaran Teknik Pengelasan bertujuan untuk menyiapkan peserta didik agar bisa melakukan proses penyambungan dua buah bahan logam atau lebih dengan berdasarkan proses fusi ikatan kimia yang dihasilkan dari pemakaian panas, dan tekanan dengan menggunakan peralatan, bahan serta langkah kerja yang berlaku.

Pada kurikulum merdeka, mata pelajaran teknik pengelasan berisi materi mengenai topik gambar teknik, pengelasan OAW, pengelasan SMAW, pengelasan GMAW, pengelasan FCAW, pengelasan GTAW, dan mutu pengelasan. Mata pelajaran teknik pengelasan diajarkan pada fase F dimulai dari kelas 11 hingga 12.

Dalam hal ini, Pengelasan GMAW termasuk dalam salah satu topik/elemen di mata pelajaran Teknik Pengelasan. Capaian Pembelajaran (CP) dalam topik/elemen pengelasan GMAW adalah peserta didik dapat melakukan proses pengelasan pelat ke pelat baja karbon dengan posisi di bawah tangan, mendatar, dan vertikal sesuai dengan acuan WPS.

Adapun materi yang dibahas mencakup spesifikasi mesin, bahan pengisi GMAW, dan gas pelindung; lalu tata cara penyalaan mesin, tata cara dalam menyiapkan bahan las, langkah-langkah dalam menyalakan busur las; serta melakukan pengelasan pelat ke pelat pada baja karbon posisi di bawah tangan, mendatar, dan vertikal sesuai dengan acuan WPS. Sehingga dapat dirangkum bahwa topik pengelasan GMAW terdiri atas 3 sub-topik materi. Yaitu (1) spesifikasi mesin, bahan pengisi, dan gas pelindung GMAW; (2) prosedur penyetelan mesin, penyiapan bahan las, dan penyalaan busur las; serta (3) pengelasan pelat ke pelat pada baja karbon dengan posisi bawah tangan, mendatar dan vertikal.

Buku ajar yang penulis kembangkan, terdiri atas beberapa modul ajar yang membahas mengenai subtopik/materi pada pengelasan GMAW. Pengelasan GMAW yang diajarkan di fase F SMK mencakup materi pengenalan spesifikasi mesin, bahan pengisi GMAW, dan gas pelindung. Lalu materi mengenai langkah-langkah dalam persiapan pengelasan, serta materi cara melakukan pengelasan dalam posisi bawah tangan, vertikal, dan horizontal.

Materi 1 dapat dilakukan dengan metode ceramah dikelas maupun di bengkel pengelasan. namun untuk materi 2 dan 3, metodenya harus dikombinasikan dengan praktik, karena metode yang dipakai sekolah kejuruan adalah dengan praktik secara langsung, dan relevan dengan materi yang akan dipelajari oleh peserta didik di fase F.

#### b. Hasil Tahap *Design*

Berikut adalah hasil dari tahap *design* atau perancangan yang mencakup perancangan komponen buku ajar, perancangan materi buku ajar, dan pembuatan instrumen penilaian.

##### 1. Perancangan komponen buku ajar

Komponen buku ajar yang dibuat diantaranya adalah desain cover dan layout buku ajar; identitas buku ajar; rincian kompetensi pembelajaran yang mencakup capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang sesuai dengan capaian pembelajaran teknik pengelasan fase F kurikulum merdeka. Kemudian instrumen asesmen, rubrik penilaian, dan kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran, serta sintaks PJBL. Dari keempat komponen itu kemudian didesain alur atau langkah-langkah pembelajaran, jobsheet praktikum, dan terakhir adalah penambahan glosarium, kunci jawaban, dan daftar pustaka.

##### 2. Perancangan materi buku ajar

Materi buku ajar dibuat berdasarkan deskripsi capaian pembelajaran Teknik Pengelasan dalam fase F Kurikulum Merdeka (Kemendikbudristek, 2022)

##### 3. Pembuatan asesmen

Instrumen penilaian/asesmen disusun berdasarkan spesifikasi tujuan pembelajaran dan juga analisis siswa. Asesmen yang dikembangkan disesuaikan dengan kemampuan kognitif dan psikomotorik siswa. Asesmen yang dikembangkan terbagi menjadi 3, yaitu asesmen awal, asesmen sumatif, dan asesmen pada saat proses pembelajaran atau praktik. Jenis dari asesmen awal dan asesmen sumatif adalah soal essay, sedangkan asesmen pada saat proses pembelajaran berjenis LKPD, dan lembar penilaian praktikum.

#### c. Hasil Tahap *Develop*

##### 1. Hasil penilaian validator ahli materi

**Tabel 8. Hasil Penilaian Validator Ahli Materi**

| Aspek                                                | Rata – rata aspek (%) | Keterangan |
|------------------------------------------------------|-----------------------|------------|
| Aspek kesesuaian sajian dengan tuntutan pembelajaran | 80%                   | Layak      |
| Aspek relevansi                                      | 84%                   | Layak      |

|                        |            |              |
|------------------------|------------|--------------|
| Aspek keakuratan       | 90%        | Layak        |
| Aspek kelayakan bahasa | 83%        | Layak        |
| Aspek desain           | 88%        | Layak        |
| <b>Rata-rata</b>       | <b>85%</b> | <b>Layak</b> |

Berdasarkan hasil uji kelayakan yang dinilai oleh validator ahli materi, didapat persentase 80% pada aspek kesesuaian sajian dengan tuntutan pembelajaran, untuk aspek relevansi mendapat persentase 84%, pada aspek keakuratan mendapat nilai 90%, aspek kelayakan bahasa mendapat persentase 83%, dan aspek desain mendapat nilai 88%.

## 2. Hasil penilaian uji respon siswa

**Tabel 9. Hasil Penilaian Uji Respon Siswa**

| Aspek                    | Rata-rata Aspek | Keterangan  |
|--------------------------|-----------------|-------------|
| Penilaian tampilan cover | 73,3%           | Baik        |
| Penilaian tampilan isi   | 79,4%           | Baik        |
| Kemudahan belajar        | 76,1%           | Baik        |
| <b>Rata-rata</b>         | <b>76,3%</b>    | <b>Baik</b> |

Hasil respon siswa di buku ajar yang dikembangkan dengan berdasarkan pada angket yang berisi 10 butir penilaian yang terbagi pada aspek penilaian tampilan cover, aspek penilaian tampilan isi, dan aspek kemudahan belajar. Didapat hasil pada aspek penilaian tampilan cover dengan persentase 73,3%, aspek penilaian tampilan isi dengan persentase 79,4% dan aspek kemudahan belajar dengan persentase 76,3%.

## 3. Hasil penilaian efektivitas penggunaan buku ajar

Pada efektivitas penggunaan buku ajar yang dilakukan secara terbatas ke 15 siswa, efektivitasnya dilihat dari skor N-Gain yang didapat. Skor N-Gain ditentukan oleh selisih antara rata-rata posttest/asesmen sumatif dan pretest/asesmen awal dibanding atau dibagi dengan selisih skor maksimum dan rata-rata pretest.

Rata-rata pretest yang didapat adalah 66, sedangkan rata-rata posttestnya adalah 95. Kemudian dimasukkan ke dalam rumus mencari N gain yaitu.

$$G = \frac{\text{Post test} - \text{Pretest}}{\text{Skor maksimum} - \text{Pretest}}$$

Hasilnya adalah 0,84. Berdasarkan (Hake, 2022). Skor 0,84 dapat diinterpretasikan sebagai gain tinggi, artinya efektivitasnya tinggi, siswa mengalami peningkatan signifikan dari pretest ke *post test*.

## d. Hasil Tahap *Disseminate*

Tahap penyebaran merupakan tahap akhir dari penelitian dengan menggunakan model pengembangan 4D. pada tahap ini, penulis menyebarluaskan produk buku ajar yang telah penulis buat. Adapun penyebaran buku ajar dilakukan terbatas, yaitu kepada guru Teknik Pengelasan di SMKN 2 Kota Serang.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa mengembangkan buku ajar fase F pengelasan GMAW berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) yang telah memenuhi standar kelayakan sebagai bahan ajar di SMK. Hasil validasi oleh ahli materi menunjukkan bahwa buku ajar ini memiliki tingkat kelayakan sebesar 85% dengan kategori layak, sementara uji respon siswa memperoleh nilai 76,3% dengan kategori baik. Selain itu, efektivitas buku ajar ini diuji menggunakan N-Gain, yang menghasilkan skor 0,84, menunjukkan peningkatan pemahaman siswa yang signifikan. Dengan demikian, buku ajar yang dikembangkan dapat menjadi sumber pembelajaran yang efektif dalam mendukung Kurikulum Merdeka di SMK, khususnya dalam bidang pengelasan GMAW. Buku ini tidak hanya menyajikan materi teoritis tetapi juga mengintegrasikan praktik berbasis proyek untuk meningkatkan keterampilan siswa sesuai dengan kebutuhan industri. Diharapkan, penggunaan buku ajar ini dapat membantu mengurangi kesenjangan antara kompetensi lulusan SMK dengan tuntutan dunia kerja, serta berkontribusi dalam menekan angka pengangguran lulusan SMK.

## REFERENSI

- Arikunto, S. (2010). Prosedur penelitian suatu pendekatan praktek. (*No Title*).
- Cucus, A., & Aprilinda, Y. (2016). Pengembangan e-learning berbasis multimedia untuk efektivitas pembelajaran jarak jauh. *Explore: Jurnal Sistem Informasi Dan Telematika*, 7(2), 331238.
- Dewanto, P. A., & Hadi, M. S. (2022). *Problematika SMK dalam menghadapi industrialisasi: Degradasi keterampilan dan dilema posisionalitas*.
- Estriyanto, Y., Komarudin, K., Towip, T., Saputra, T. W., & Widiastuti, I. (n.d.). Mewujudkan Pembelajaran Kejuruan yang Nyaman: Implementasi Kaidah Ergonomi dalam Praktek Pengelasan di SMK Negeri 1 Purworejo. *DEDIKASI: Community Service Reports*, 6(2).
- Hake, R. R. (2022). Analyzing Change/Gain Scores. Dept. of Physics Indiana University. *Unpublished.[Online]* URL: [Http://Www. Physics. Indiana. Edu/~ Sdi/AnalyzingChange-Gain. Pdf](http://www.physics.indiana.edu/~Sdi/AnalyzingChange-Gain.Pdf), 1(1), 1–4.
- Izzania, R. D. S. M. (2022). Pengembangan bahan ajar project based learning (pjbl) terintegrasi steam untuk memfasilitasi kemampuan literasi sains siswa kelas vi sekolah dasar. *Jurnal Pembelajaran Dan Pengajaran Pendidikan Dasar*, 5(1), 146–157.
- Kadir, S., Pomalato, S., & Jahja, M. (2018). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Pendekatan Saintifik Untuk Siswa SMA/MA Kelas X Semester Genap. *Jurnal Pascasarjana*, 3(1), 13–19.
- Kebudayaan, R., & Indonesia, R. (n.d.). *Dasar-Dasar Teknik Elektronika*.
- Lesmana, B., Cahyadi, R., Fauzi, Y. R., & Dinata, R. (2023). Peningkatan Keahlian Pengelasan Gas Metal Arc Welding dan Keselamatan Kerja Pada Pengelasan Bagi Siswa SMK Syuhada Banjarmasin. *Jurnal Altifani Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 72–77.
- Mea, F. (2024). Peningkatan efektivitas pembelajaran melalui kreativitas dan inovasi guru dalam menciptakan kelas yang dinamis. *Inculco Journal of Christian Education*, 4(3), 252–275.
- Randall, R. M., Sukoco, G. A., Heyward, M., Arsendy, S., Purba, R. E., Zamjani, I., & Zulfa, A. H. (2022). *Reforming Indonesia's Curriculum: How Kurikulum Merdeka Aims to Address Learning Loss and Learning Outcomes in Literacy and Numeracy*. INOVASI-Innovation for Indonesia's School Children.

- Septiani, P. (2023). Implementasi kebijakan kurikulum merdeka belajar dan efektivitas peran guru. *PROCEEDING UMSURABAYA*.
- Sihombing, B. (2024). Model Pengembangan 4D (Define, Design, Develop, dan Disseminate) dalam Pembelajaran Pendidikan Islam. *Journal of Islamic Education El Madani*, 4(1), 11–19.
- Sirait, J. V. O. (2024). *Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek terhadap Kemampuan Menulis Teks Argumentasi pada Peserta Didik Kelas XI di SMA Swasta Abdi Negara Binjai Tahun Ajaran 2024/2025*.
- Sulistyo, A. C., & Mustofa, T. A. (2024). Efektivitas penerapan media audio visual dalam meningkatkan pembelajaran fiqih di SMP muhammadiyah. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(2), 1797–1808.