JURNAL UPI
Journal of Mechanical Engineering Education
(JURNAL PENDIDIKAN TEKNIK MESIN)
Available online at https://ejournal.upi.edu/index.php/jmee
(e.ISSN: 2715-4734, p.ISSN: 2356-4997)

Analysis of Students' Learning Outcomes in GTAW 1G Welding Practice Through the Implementation of a Project-Based Learning (PjBL) Runsheet at SMK Negeri 1 Cilegon

Analisis Hasil Belajar Siswa pada Praktik Pengelasan GTAW 1G melalui Penerapan *Runsheet* Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) di SMK Negeri 1 Cilegon

Yosua Davidson, Moh Fawaid*, Ricky Cahyasari Putra, Ananda Yhuto Wibisono Putra

Department of Mechanical Engineering Education, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Ciwaru Raya No.25 Serang, Banten
fawaid80@untirta.ac.id*

ABTRACT/ABSTRAK

Based on the initial identification conducted at SMK Negeri 1 Cilegon, there was no available Runsheet used as a welding practice guide integrated with the Welding Procedure Specification (WPS). This condition encouraged the implementation of a Runsheet based on Project Based Learning (PjBL) in welding practice learning. This study aimed to analyze students' learning outcomes in GTAW 1G welding practice through the implementation of a PjBL-based Runsheet. This study employed a quantitative approach using a pre-experimental method with a One-Shot Case Study design. The participants consisted of 35 students from class XII Welding Engineering 2 at SMK Negeri 1 Cilegon. Data were collected through a learning achievement test and practical performance assessment. Data analysis was conducted descriptively and followed by the Kolmogorov–Smirnov normality test and One Sample t-Test using the Minimum Mastery Criteria (MMC) score of 75 as the reference value. The results showed that the students' average learning outcome score was 82.14, with the highest score of 91 and the lowest score of 75. The normality test indicated that the data were normally distributed (Sig. = 0.198 > 0.05). The One Sample t-Test result showed tcount = 9.572 > ttable = 1.691, indicating that the average student learning outcomes exceeded the established MMC. The implementation of a PjBL-based Runsheet supported a more structured learning process in GTAW 1G welding practice.

Berdasarkan hasil identifikasi awal di SMK Negeri 1 Cilegon, belum tersedia *runsheet* yang digunakan sebagai panduan praktik pengelasan dan terintegrasi dengan prosedur *Welding Procedure Specification* (WPS). Kondisi tersebut mendorong implementasi *runsheet* berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada pembelajaran praktik pengelasan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil belajar siswa pada praktik pengelasan GTAW 1G melalui implementasi *runsheet* berbasis PjBL. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode pra-eksperimen (*pre-*

ARTICLE INFO

Article History:
Submitted/Received
28 April

First Revised
02 June 2026

Accepted
10 July 2026

Online Date
11 Augustus 2026

Publication Date
01 December 2026

Keywords:
GTAW 1G; Learning Outcomes; Project Based Learning; Runsheet; Worksheets

Kata kunci:
GTAW 1G; Hasil Belajar; Lembar Kerja; Project Based Learning; Runsheet

Copyright © [2026] Universitas Pendidikan Indonesia. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0).

DOI: https://doi.org/10.17509/jmee.v13i2.99385
P-ISSN 2356-4997 | E-ISSN 2715-4734

experimental design) dan desain *One-Shot Case Study*. Subjek penelitian terdiri atas 35 siswa kelas XII Teknik Pengelasan 2 SMK Negeri 1 Cilegon. Data diperoleh melalui tes hasil belajar dan penilaian unjuk kerja praktik. Analisis data dilakukan secara deskriptif, dilanjutkan uji normalitas *Kolmogorov Smirnov* dan *One Sample t-Test* dengan acuan KKM sebesar 75. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata hasil belajar siswa sebesar 82,14, dengan nilai tertinggi 91 dan terendah 75. Uji normalitas menunjukkan data berdistribusi normal (Sig. = 0,198 > 0,05). Hasil *One Sample t-Test* menunjukkan Thitung = 9,572 > Ttabel = 1,691, sehingga rata-rata hasil belajar siswa berada di atas KKM. Implementasi *runsheet* berbasis PjBL mendukung pembelajaran praktik yang lebih terstruktur pada materi GTAW 1G.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan vokasi, khususnya Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), memiliki peran penting dalam menyiapkan lulusan yang memiliki kompetensi kerja dan siap memasuki dunia industri (Dewi et al., 2024). Dalam bidang teknik pengelasan, kompetensi tersebut tidak hanya menuntut penguasaan keterampilan praktik, tetapi juga kemampuan memahami prosedur kerja secara benar agar proses dan hasil pengelasan memenuhi standar prosedur kerja (Suparyati & Habsya, 2024). Aktivitas pengelasan membutuhkan tingkat presisi yang tinggi, sehingga keberhasilan proses tidak hanya ditentukan oleh kualitas hasil sambungan las, tetapi juga oleh kepatuhan terhadap prosedur kerja yang sistematis dan terstandar (Anwar et al., 2024).

Pada tingkat yang lebih khusus, pembelajaran praktik pengelasan di SMK perlu dirancang secara terstruktur agar mampu menghasilkan lulusan yang kompeten dan adaptif terhadap kebutuhan industri (Amanulloh et al., 2023). Keberhasilan pembelajaran praktik juga dipengaruhi oleh efektivitas pemafaatan sarana, prasarana, serta strategi pembelajaran yang digunakan (Ramadan et al., 2025). Namun, dalam pelaksanaanya masih ditemukan berbagai kendala, seperti keterbatasan waktu penggunaan alat, perbedaan kemampuan dasar siswa, serta belum tersedianya instrumen yang mampu mendokumentasikan dan mengarahkan tahapan kerja secara sistematis (Areisy & Sudira, 2022). Kondisi tersebut menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam memahami prosedur kerja secara menyeluruh sehingga hasil belajar praktik belum optimal.

Dalam konteks Kompetensi Kerja Bidang Pengelasan, penerapan *Welding Procedure Specification* (WPS) menjadi aspek penting yang harus di kuasai oleh peserta didik. Berdasarkan SKKNI Bidang Pengelasan Tahun 2025, lulusan SMK dituntut untuk mampu memahami dan menerapkan WPS sebagai acuan utama dalam pelaksanaan proses pengelasan agar hasil kerja sesuai dengan standar industri (Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia, 2025). Menurut Antonio et al., (2025) WPS merupakan dokumen

tertulis yang berisi parameter teknis, metode, serta persyaratan yang harus diikuti dalam proses pengelasan. Memahami WPS adalah salah satu indikator utama kompetensi kerja bagi calon lulusan SMK. Dengan demikian, kemampuan memahami dan menerapkan WPS menjadi salah satu indikator penting dalam pembentukan kompetensi siswa di bidang pengelasan.

Meskipun demikian, penerapan WPS dalam proses pembelajaran praktik masih belum berjalan secara optimal. Pembelajaran praktik umumnya masih didominasi metode ceramah dan demonstrasi sederhana penekanan penilaian pada produk akhir dibandingkan proses kerja yang dilakukan siswa. Temuan sejalan dengan penelitian Sofian et al., (2025) yang menunjukkan bahwa meskipun keterampilan praktik dasar siswa relatif baik, kemampuan siswa dalam melaksanakan pengelasan sesuai prosedur standar masih perlu ditingkatkan. Akibatnya, siswa sering mengalami kesulitan dalam melakukan evaluasi terhadap kesalahan prosedural yang terjadi selama praktik (Anwar et al., 2024).

Salah satu strategi yang berpotensi mengatasi permasalahan tersebut adalah penerapan *runsheet* dalam proses pembelajaran berbasis *Project Based Learning* (PjBL). Dalam model ini, *runsheet* berfungsi sebagai panduan kerja dan refleksi belajar yang mengarahkan siswa melalui tahap-tahap sistematis mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi hasil praktik yang dilakukan (Roemintoyo & Budiarto, 2023). Integrasi *Runsheet* dengan model PjBL memungkinkan siswa memperoleh pengalaman belajar melalui proyek nyata sehingga dapat meningkatkan pemahaman konseptual, keterampilan prosedural, serta kemampuan berpikir kritis (Suparmi et al., 2024).

Selain itu, penggunaan *runsheet* juga mendukug pencapaian hasil belajar secara menyeluruh pada ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik. Strategi ini membantu siswa memahami hubungan antar parameter pengelasan, membangun disiplin kerja dan kesadaran keselamatan, serta meningkatan keterampilan praktik sesuai standar industri (Gustri & Huda, 2025). Pendekatan ini sejalan dengan paradigma *Competency Based Training (CBT)* dalam pendidikan vokasi yang menekankan keterpaduan antara pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja (Affandi et al., 2025).

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa strategi pembelajaran yang terstruktur mampu meningkatkan kualitas pembelajaran praktik di SMK. Penelitian oleh Syaputra et al., (2024) menunjukkan bahwa penggunaan strategi pembelajaran inovatif memberikan pengaruh terhadap peningkatan hasil belajar praktik pengelasan. Namun, sebagian besar masih berfokus pada pengggunaan *jobsheet, work instruction sheet*, atau pengembangan media pembelajaran, sedangkan penelitian yang secara khusus menguji

efektivitas *runsheet* berbasis WPS dalam kerangkan PjBL terhadap hasil praktik pengelasan masih terbatas. Dengan demikian, masih terdapat celah penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut.

Berdasarkan hasil identifikasi awal di SMK Negeri 1 Cilegon yang menunjukkan belum tersedianya *runsheet* yang digunakan sebagai panduan praktik pengelasan dan terintegrasi dengan prosedur WPS, diperlukan strategi pembelajaran yang dapat mendukung pelaksanaan praktik secara lebih terstruktur. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil belajar praktik pengelasan siswa setelah mengimplementasikan *runsheet* berbasis PjBL terhadap peningkatan hasil belajar praktik pengelasan siswa di SMK Negeri 1 Cilegon. Dengan adanya *runsheet*, proses praktik dapat dilakukan dengan lebih sistematis yang mengurangi kesalahan prosedural dan meningkatkan keterlibatan aktif siswa dalam proyek pengelasan (Damayanti et al., 2025). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan strategi pembelajaran praktik yang lebih terstruktur serta mendukung peningkatan kualitas lulusan SMK sesuai kebutuhan dunia industri.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *pre-experimental* tipe *one-shot case study*. Penelitian dilakukan pada satu kelompok tanpa *pretest* dan tanpa kelompok kontrol. Perlakukan berupa implementasi *runsheet* berbasis PjBL diberikan kepada siswa kelas XII Teknik Pengelasan 2 SMK Negeri 1 Cilegon pada materi praktik pengelasan GTAW posisi 1G. Setelah perlakukan diberikan, dilakukan pengukuran hasil belajar melalui tes kognitif dan penilaian unjuk kerja.

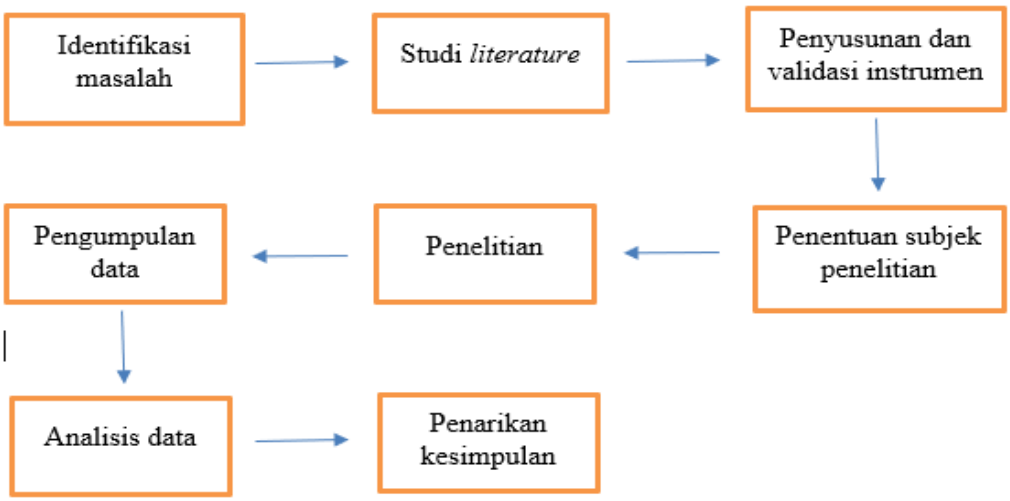
Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 desain penelitian. Notasi X adalah Implementasi *runsheet* berbasis PjBL dan O adalah Hasil belajar setelah perlakuan. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk menggambarkan capaian hasil belajar siswa dan statistik inferensial menggunakan *One Sample t-Test* untuk menguji apakah rata-rata hasil belajar setelah perlakuan telah mencapai atau melampaui Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) sebesar 75.

Tabel 1. Desain penelitian

Treatment	Observasi
X	O

Penelitian dilaksanakan di SMK Negeri 1 Kota Cilegon pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Subjek penelitian adalah siswa kelas XII Teknik Pengelasan 2 yang berjumlah 35 siswa. Penentuan sampel dilakukan menggunakan teknik *cluster random sampling* dengan memilih satu kelas sebagai kelompok penelitian. Variabel penelitian terdiri atas variabel perlakuan dan variabel hasil. Variabel perlakuan berupa implementasi *runsheet* berbasis PjBL pada pembelajaran praktik pengelasan GTAW posisi 1G. Variabel hasil adalah hasil belajar praktik pengelasan yang mencakup aspek pengetahuan (kognitif), keterampilan (psikomotorik), dan sikap kerja selama praktik. Instrumen penelitian terdiri dari tiga jenis, yaitu tes hasil belajar kognitif berupa 10 soal pilihan ganda, rubrik penilaian untuk kerja praktik pengelasan, serta lembar observasi dan dokumentasi proses pembelajaran. Instrumen telah diuji melalui validitas isi menggunakan *expert judgemnt*, sedangkan reliabilitas tes dianalisis menggunakan *Cronbach's Alpha* dengan bantuan SPSS.

Prosedur penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang mencakup kegiatan dari awal hingga akhir penelitian, secara keseluruhan, tahapan penelitian tersebut disajikan dalam bentuk diagram alir *(flowchart)* pada gambar 1, agar memberikan penjelasan yang lebih sistematis mengenai proses penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

Metode analisis data menggunakan statistik deskriptif dan statistik inferensial. Statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan capaian hasil belajar siswa setelah perlakuan. Sebelum pengujian hipotesis, dilakukan uji normalitas data *posttest* menggunakan *Kolmogrov-Smirnov* untuk mengetahui distribusi data. Pengujian hipotesis menggunakan *One Sample t-Test* untuk mengetahui apakah rata-rata hasil belajar siswa setelah implementasi *runsheet* PjBL telah mencapai atau melampaui KKM sebesar 75. Hipotesis penelitian dirumuskan sebagai H_0 : ($\mu_0 \leq 75$) dan H_1 : ($\mu_0 > 75$). Kriteria

pengambilan keputusan adalah H_0 ditolak apabila nilai signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$) atau $T_{hitung} > T_{tabel}$ pada tarif siginifikansi 5%. Seluruh analisis dibantu dengan aplikasi SPSS.

3. HASIL PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada siswa kelas XII Teknik Pengelasan 2 SMK Negeri 1 Cilegon dengan jumlah 35 siswa pada praktik pengelasan GTAW 1G menggunakan implementasi *runsheet* berbasis PjBL. Data hasil belajar diperoleh melalui tes kognitif dan penilaian unjuk kerja (psikomotorik) berdasarkan rubrik penilaian yang telah disusun. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai hasil belajar siswa memiliki rata-rata sebesar 82,14 dengan nilai tertinggi 91 dan nilai terendah 75. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum hasil belajar siswa berada pada kategori baik.

Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, data terlebih dahulu diuji normalitas untuk mengetahui kelayakan penggunaan uji parametrik. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data berdistribusi normal sehingga memenuhi syarat untuk analisis lanjutan menggunakan *One Sample t-test*. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil belajar berdistribusi normal sebagai prasyarat uji statistik parametrik. Uji normalitas menggunakan *Kolmogrov-Smirnov* pada taraf signifikansi 0,05. Hasil uji yang ditunjukkan pada Tabel 2 menunjukkann nilai signifikansi > 0,05 sehingga data dinyatakan berdistribusi normal.

Tabel 2. Hasil pengujian normalitas data

Kelas	N	Sig. (K-S)	Keterangan
XII TP 2	35	0.198	Normal

Selanjutnya dilakukan uji hipotesis menggunakan *One Sample t-Test* untuk mengetahui apakah rata-rata hasil belajar siswa setelah implementasi *runsheet* berbasis *Project Based Learning* (PjBL) mencapai atau melampaui Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) sebesar 75. Hasil pengujian menunjukkan nilai T_{hitung} sebesar 9,572 dengan T_{tabel} sebesar 1,691 pada taraf signifikansi 0,05 dan derajat kebebasan 34. Karena T_{hitung} lebih besar dari $T_{tabel,}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

4. PEMBAHASAN

4.1 Hasil Belajar

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai *posttest* pada materi pengelasan GTAW yang diperoleh oleh siswa yaitu sebesar 82.14 dengan nilai tertinggi 91 dan nilai terendah 75. Secara umum, hasil tersebut berada di atas KKM yang telah ditetapkan oleh

SMK yaitu sebesar 75**,** sehingga dapat dikategorikan baik. Ditinjau dari perspektif teori belajar kognitif Bruner (1966), keberhasilan ini dapat dijelaskan melalui tiga tahap representasi mental yang dialami siswa selama pembelajaran dengan *runsheet*. Tahap *enaktif* terjadi ketika siswa secara langsung mempraktikkan pengelasan GTAW 1G dengan memegang mesin las, mengatur arus, dan menggerakkan *elektroda tungsten*. Tahap ikonik terjadi ketika siswa mengamati demonstrasi dari guru dan melihat gambar kerja dalam *runsheet*. Tahap simbolik terjadi ketika siswa memahami simbol-simbol parameter pengelasan seperti *ampere*, *voltase*, dan kecepatan aliran gas argon, serta mampu menuliskannya dalam lembar kerja. Teori Bruner menekankan bahwa kegiatan belajar akan lebih efektif apabila siswa bisa menemukan sendiri aturan atau kesimpulan tertentu melalui proses berpikir, mencari pola, dan menafsirkan informasi berdasarkan pengalaman dan eksperimen (Rahmania et al., 2025).

Berdasarkan hal tersebut, maka $H_1 > 75$ diterima sehingga dapat dikatakan bahwa pembelajaran dengan *runsheet* dengan strategi pembelajaran PjBL pada mata pelajaran Praktik Pengelasan GTAW efektif untuk digunakan. Peneliti berargumentasi bahwa keberhasilan ini tidak terlepas dari peran *runsheet* sebagai strategi pembelajaran yang menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik. Hal ini didukung oleh penelitian Mahardiawan & Sukardi (2019) yang membuktikan bahwa penggunaan *work preparation sheet* (yang setara dengan *runsheet*) menghasilkan hasil belajar yang lebih tinggi (nilai rerata 92,39) dibandingkan tanpa *work preparation sheet* (89,40) pada praktik pemesinan frais di SMK, dengan *t* hitung 4,6033 > *t* tabel 2,0435 ($p < 0,05$).

Selain itu, penelitian Munandar & Djatmiko (2019) mengembangkan *jobsheet* praktik pengelasan SMAW posisi 3G berbasis WPS di SMK Negeri 2 Pengasih dan memperoleh tingkat kelayakan dalam kategori sangat layak (skor dari ahli materi = 3,61; skor dari ahli media = 2,60; dan respons siswa = 3,22), yang membuktikan bahwa lembar kerja praktik berbasis standar industri sangat efektif dalam meningkatkan motivasi, pemahaman, dan ketertarikan siswa dalam melaksanakan praktik pengelasan. Temuan ini relevan dengan penelitian Doni et al., (2023) yang mengimplementasikan PjBL pada sub-kompetensi pengelasan di Program Studi Teknik Otomotif, yang membuktikan bahwa PjBL cukup baik untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam praktik pengelasan sebagai representasi peningkatan psikomotorik.

4.2 Efektifitas Implementasi *Runsheet* Pada Praktik Pengelasan GTAW 1G

Pembelajaran praktik teknik pengelasan GTAW 1G dilaksanakan menggunakan model PjBL melalui enam sintaks utama: (1) penentuan pertanyaan mendasar, (2)

penyusunan rancangan proyek, (3) penyusunan jadwal, (4) *monitoring* proyek, (5) pengujian hasil presentasi, dan (6) evaluasi serta refleksi (Burhanudin et al., 2023). Hasil analisis penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai hasil belajar siswa 82,14. Hasil uji hipotesis menggunakan *One Sample t-Test* diperoleh nilai T_{hitung} = 9,572 > T_{tabel} = 1,691 pada α = 5%, sehingga H_0 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi *runsheet* berbasis *Project Based Learning* (PjBL) efektif dalam meningkatkan hasil belajar praktik pengelasan GTAW 1G. Efektivitas ini menunjukkan bahwa membantu siswa dalam memahami prosedur kerja secara lebih sistematis dan terarah.

Temuan ini diperkuat oleh penelitian Kristiana & Triwahyuni (2025) yang menerapkan PjBL di SMK dengan hasil uji-t sampel independen sebesar t = 7,85, di mana kelompok eksperimen menunjukkan skor kreativitas yang lebih tinggi dikategorikan sebagai "Sangat Kreatif" dan kinerja proyek yang secara signifikan lebih baik dibandingkan kelompok kontrol. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa model PjBL mendorong pembelajaran aktif dan kontekstual yang selaras dengan tujuan pendidikan vokasi. Dalam konteks PjBL, pendekatan ini semakin relevan studi tentang *project based vocational learning programs* yang mengidentifikasi bahwa PjBL memiliki dampak positif dalam meningkatkan kompetensi siswa dan kesiapan kerja, meskipun efektivitasnya masih menghadapi tantangan terkait kesenjangan keterampilan teknis dan non-teknis peserta didik serta keterbatasan fasilitas dan kesiapan guru dalam mengelola proyek (Maharani et al., 2025).

Penelitian ini menyimpulkan bahwa pembelajaran *runsheet* dengan model PjBL efektif dengan nilai T_{hitung} sebesar 9.572 lebih besar dari T_{tabel} yaitu 1.691. Pembelajaran praktik GTAW 1G melalui proyek *butt joint* pada plat *carbon steel* dengan acuan WPS mampu menciptakan pembelajaran yang lebih terstruktur, aktif, dan kontekstual. Hal ini sesuai dengan karakteristik PjBL yang menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam menyelesaikan tugas nyata yang relevan dengan kompetensi keahlian yang dipelajari. Maka dapat dikatakan bahwa strategi pembelajaran *runsheet* berbasis PjBL terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi pengelasan GTAW posisi 1G.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, implementasi Runsheet berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada praktik pengelasan GTAW 1G di SMK Negeri 1 Cilegon mampu mendukung pelaksanaan pembelajaran praktik yang lebih terstruktur dan sistematis. Penerapan runsheet berbasis PjBL memberikan kontribusi positif terhadap pencapaian hasil belajar siswa, yang

ditunjukkan dengan tercapainya ketuntasan belajar pada materi pengelasan GTAW 1G. Dengan demikian, runsheet berbasis PjBL dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif perangkat pembelajaran untuk meningkatkan kualitas pelaksanaan praktik dan mendukung pencapaian hasil belajar pada pembelajaran pengelasan.

6. UCAPAN TERIMA KASIH DAN PERNYATAAN PENDANAAN

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan karya ilimiah ini, khususnya kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, saran, dan bimbingan selama proses penelitian dan penulisan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak sekolah, khususnya SMKN 1 Cilegon, yang telah memberikan izin dan kesempatan untuk melakukan penelitian. Tidak lupa, penulis berterima kasih kepada siswa kelas XII Teknik Pengelasan yang telah bersedia menjadi subjek penelitian dan membantu kelancaran pelaksanaan penelitian ini. Semoga kerjasama yang baik ini dapat terus terjalin di masa yang akan datang. Penelitian ini memperoleh dukungan pendanaan sebagian dari Jurusan Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Pendanaan tersebut digunakan untuk mendukung dalam pelaksanaan kegiatan penyusunan artikel.

7. PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN (AI)

Penulis menggunakan alat kecerdasan buatan secara terbatas untuk membantu penyuntingan bahasa, perbaikan tata bahasa, dan penataan struktur kalimat. AI tidak digunakan untuk menghasilkan data penelitian, melakukan analisis statistik, menentukan kesimpulan, atau menggantikan penilaian ilmiah penulis. Penulis bertanggung jawab penuh atas keakuratan data, analisis, interpretasi hasil, isi naskah, dan integritas akademik artikel.

8. KONTRIBUSI PENULIS

Kontribusi penulis disusun menggunakan pembagian berikut. Penulis pertama berkontribusi dalam perumusan masalah, kajian pustaka, perancangan penelitian, pengembangan instrumen, pelaksanaan penelitian, pengumpulan dan analisis data, serta penyusunan draf awal artikel. Penulis kedua berkontribusi sebagai pembimbing utama dalam pengarahan metodologi, interpretasi hasil, dan revisi substansial naskah. Penulis ketiga berkontribusi sebagai pembimbing pendamping dalam peninjauan teori, metode, analisis, dan pembahasan. Penulis keempat berkontribusi dalam penelaahan substansi, penyuntingan,

dan penyempurnaan naskah. Seluruh penulis telah menyetujui versi akhir artikel dan bertanggung jawab atas seluruh isi naskah.

9. KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat kepentingan yang berpotensi memengaruhi pelaksanaan penelitian, penulisan, interpretasi hasil, maupun publikasi artikel ini.

REFERENSI

Affandi, L., Indriayu, M., & Totalia, S. A. (2025). Vocational school level learning model for work readiness: A systematic literature review. *International Journal of Research and Community Empowerment*, *3*(2), 58–71. https://doi.org/10.58706/ijorce.v3n2.p58-71

Amanulloh, R., Santosa, B., & Sayuti, M. (2023). Development of integrated welding jobsheet production-based learning in vocational high school. *Journal of Vocational Education Studies*, *6*(1), 167–180. https://doi.org/10.12928/joves.v6i1.7654

Antonio, T., Ayende, Nadiroh, A., & Ginting, F. H. (2025). Pengembangan Welding Procedure Specification (WPS) Untuk Pengelasan Tangki Bahan Bakar Dengan Proses Smaw: Analisis Parameter Dan Pengujian Mekanik. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi Dan Mineral*, *5*(1), 809–821. https://doi.org/10.53026/prosidingsntem.v5i1.642

Anwar, K., Hamzah, M. S., Chandrabakty, S., Bakri, B., & Rusdi, M. (2024). Peningkatan Kompetensi Pengelasan Karyawan Bengkel Las di Desa Sibedi Kecamatan Marawola Kabupaten Sigi. *Jurnal Abmas Negeri (JAGRI)*, *5*(2), 197–206. https://doi.org/10.36590/jagri.v5i2.1242

Areisy, H. J., & Sudira, P. (2022). Employability skills of state vocational high school students on welding engineering expertise competency. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, *12*(1), 53–63. https://doi.org/10.21831/jpv.v12i1.41764

Burhanudin, B., Suryono, E., Prasetyo, A., Margono, B., Zainuddin, Z., & Rahmatulloh, A. (2023). Pengembangan Pola Pembelajaran Pemograman Cnc Melalui Integrasi G Code, Simulator Cnc Dan Cam. *Abdi Masya*, *4*(2), 219–224. https://doi.org/10.52561/abma.v4i2.310

Damayanti, R., Harlin, H., & Ramadhan, A. A. (2025). Pengembangan Jobsheet Praktik Pengelasan Berbasis Project-Based Learning di Prodi Pendidikan Teknik Mesin Fkip Universitas Sriwijaya. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, *8*(6), 5679–5683. https://doi.org/10.54371/jiip.v8i6.8013

Dewi, T. K., Yoto, & Hidayati, N. (2024). Model Program Magang Guru Industri untuk Meningkatkan Kompetensi dan Keterampilan Guru Pendidikan Vokasi. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, *13*(4 Nopember), 5243–5252. https://mail.jurnaldidaktika.org/contents/article/view/1206

Doni, R., Algifari, A., & Irvan, M. (2023). Implementation of Project Based Learning for Cognitive and Psychomotor Students in the Basic of Workshop Technology Course Welding Sub-competency in the Automotive Engineering Study Program. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, *22*(3), 195–204. https://doi.org/10.24036/invotek.v22i3.1073

Gustri, E., & Huda, A. (2025). A Simurelay-Supported Project-Based Jobsheet to Enhancing Learning Outcomes in Vocational Education. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *11*(9), 378–385. https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i9.12082

Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2025). *Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 121 Tahun 2025 tentang penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia kategori industri pengolahan golongan pokok industri barang logam, bukan mesin dan peralatannya bidang pengelasan.* Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia.

Kristiana, M. F. E., & Triwahyuni, E. (2025). Project-Based Learning (PjBL) model on creativity and learning outcomes project of vocational high school students. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, *14*(4), 801–809. https://doi.org/10.23887/jpi-undiksha.v14i4.99960

Maharani, A., Larasati, D., Putri, T. N., Studi, P., Ipa, P., Tidar, U., Studi, P., Sipil, T., Akmil, P., Gatot, J., & No, S. (2025). Efektivitas Model Project Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik the Effectiveness of the Project-Based Learning Model To Improve Students ' Critical Thinking. *Jurnal Dwija Kusuma*, *13*(1), 1–10.

Mahardiawan, M. A., & Sukardi, T. (2019). Pengaruh Penerapan Work Preparation Sheet Terhadap Prestasi Belajar Praktik Pemesinan Frais the Influence Implementation of Work Preparation Sheet Learning Achievement in Milling Practice. *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Mesin*, 135–142. https://journal.student.uny.ac.id/mesin/article/view/14959

Munandar, A., & Djatmiko, R. D. (2019). Pengembangan jobsheet praktik SMAW posisi 3G berbasis welding procedure specification (WPS) SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Mesin*, *7*(1), 45–50.

Rahmania, C. A., Shalsabilla, F. N., Aprilia, G., Khansa, K., Alfiyyah, R. A., & Putri, H. E. (2025). Analisis teori belajar Bruner untuk membantu peserta didik dalam pembelajaran matematika. *De Fermat: Jurnal Pendidikan Matematika*, *8*(1), 10–21. https://doi.org/10.36277/defermat.v8i1.2254

Ramadan, M. F., Winata, Putra, B. R., Hermansyah, H., & Badruttamam, A. (2025). Strategi Pengelolaan dan Pemeliharaan Bengkel yang Efektif terhadap Keberhasilan Pembelajaran Siswa di SMK. *Bundling : Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, *1*(2), 62–68.

Roemintoyo, & Budiarto, M. K. (2023). Project-based Learning Model to Support 21st Century Learning: Case Studies in Vocational High Schools. *Journal of Education Research and Evaluation*, *7*(4), 662–670. https://doi.org/10.23887/jere.v7i4.63806

Sofian, M., Putra, A. Y. W., & Ikhsanudin. (2025). Analisis pencapaian kompetensi siswa pada mata pelajaran Shielded Metal Arc Welding di SMKN 2 Kota Serang. *Steam*

Engineering, *7*(1), 20–31. https://doi.org/10.37304/jptm.v7i1.22417

Suparmi, S., Sukmawati, F., Cahyono, B. T., Santoso, E. B., Prihatin, R., & Juwita, R. (2024). Implementation of Project-Based Learning model in vocational high school: A systematic literature review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *10*(12), 890–901. https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i12.8847

Suparyati, A., & Habsya, C. (2024). Kompetensi lulusan pendidikan vokasi untuk bersaing di pasar global. *JIIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, *7*(2), 1921–1927. https://doi.org/10.54371/jiip.v7i2.3288

Syaputra, A., Prasetya, F., Irzal, I., & Kurniawan, A. (2024). Pengaruh media pembelajaran pengelasan virtual reality terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran teknik pengelasan SMAW kelas XI TPM SMK Negeri 5 Padang. *Jurnal Vokasi Mekanika (VoMek)*, *6*(3), 266–270. https://doi.org/10.24036/vomek.v6i3.730