

**PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN PROJECT BASED LEARNING (PjBL)
UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR DAN KETERAMPILAN 5C PADA
MATA PELAJARAN CNC KELAS XI TEKNIK PEMESINAN SMK NEGERI 1
SUMATERA BARAT**

Bima Syahrilla Putra¹, Arwizet K², Rifelino³, Fitrah Qalbina⁴

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Padang^{1,2,3,4}

e-mail: arwizet@ft.unp.ac.id

Diterima: 11/07/2026; Direvisi: 18/07/2026.; Diterbitkan: 26/07/2026

ABSTRAK

Pendidikan vokasi dituntut menghasilkan lulusan yang tidak hanya menguasai kompetensi teknis, tetapi juga memiliki keterampilan abad ke-21. Namun, pembelajaran *Computer Numerical Control* (CNC) di SMK Negeri 1 Sumatera Barat masih didominasi *Direct Instruction*, sehingga hasil belajar dan keterampilan 5C peserta didik belum optimal. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas penerapan *Project Based Learning* (PjBL) dalam meningkatkan hasil belajar dan keterampilan 5C peserta didik kelas XI Teknik Pemesinan. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *quasi experiment* dan desain *Pretest-Posttest Control Group Design*. Subjek penelitian berjumlah 52 peserta didik yang terdiri atas 27 peserta didik kelas eksperimen dan 25 peserta didik kelas kontrol. Data dikumpulkan melalui tes hasil belajar dan lembar observasi keterampilan 5C, kemudian dianalisis menggunakan uji *Independent Sample t-test* dan *N-Gain*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil belajar kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol ($t = 7,442$; $Sig. = 0,000$), dengan nilai *N-Gain* kategori tinggi (0,7128). Keterampilan 5C kelas eksperimen juga lebih baik dibandingkan kelas kontrol ($t = 115,231$; $Sig. = 0,000$). Dengan demikian, penerapan *Project Based Learning* efektif meningkatkan hasil belajar dan keterampilan 5C pada pembelajaran CNC di SMK.

Kata Kunci: *Project Based Learning* (PjBL), Hasil Belajar, Keterampilan 5C, CNC, Teknik Pemesinan

ABSTRACT

Vocational education is expected to produce graduates who possess not only technical competencies but also 21st-century skills. However, *Computer Numerical Control* (CNC) learning at SMK Negeri 1 Sumatera Barat has been predominantly implemented through *Direct Instruction*, resulting in suboptimal learning outcomes and 5C skills among students. This study aimed to analyze the effectiveness of implementing *Project-Based Learning* (PjBL) in improving learning outcomes and 5C skills of Grade XI Machining Engineering students. This study employed a quantitative approach using a *quasi-experimental* method with a *Pretest-Posttest Control Group Design*. The participants consisted of 52 students, including 27 students in the experimental class and 25 students in the control class. Data were collected using learning

achievement tests and 5C observation sheets, then analyzed using the *Independent Sample t-test* and *N-Gain* analysis. The findings revealed that the experimental class achieved significantly higher learning outcomes than the control class ($t = 7.442$; $p = 0.000$), with a high *N-Gain* score (0.7128). Furthermore, the experimental class demonstrated significantly better 5C skills ($t = 115.231$; $p = 0.000$). Therefore, *Project-Based Learning* is effective in enhancing both learning outcomes and 5C skills in CNC learning at vocational high schools.

Keywords: *Project Based Learning (PjBL)*, *learning outcomes*, *5C skills*, *CNC*, *Machining Engineering*

PENDAHULUAN

Pendidikan vokasi memiliki peran strategis dalam menyiapkan lulusan yang mampu menjawab kebutuhan dunia kerja yang terus berkembang. Perkembangan teknologi manufaktur dan transformasi industri menuntut lulusan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) tidak hanya menguasai kompetensi teknis, tetapi juga memiliki keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, serta kemampuan beradaptasi terhadap perubahan teknologi dan lingkungan kerja. Dengan demikian, pendidikan vokasi perlu mengintegrasikan penguatan *hard skills* dan *soft skills* secara seimbang agar lulusan memiliki daya saing dan kesiapan menghadapi dunia kerja yang semakin dinamis (Lukitasari et al., 2024). Pada bidang teknik pemesinan, kebutuhan tersebut tercermin pada tuntutan industri terhadap tenaga kerja yang memiliki keterampilan 5C (*critical thinking, creativity, collaboration, communication, dan character*) sebagai kompetensi yang mendukung keberhasilan kerja di era industri modern (Rahmadani et al., 2024). Karena itu, proses pembelajaran di SMK perlu dirancang tidak hanya untuk mengembangkan kompetensi kejuruan, tetapi juga membentuk keterampilan 5C sebagai bekal peserta didik dalam menghadapi tantangan dunia industri (Pratomo & Herlambang, 2021; Setiawan et al., 2023).

Salah satu mata pelajaran produktif yang berperan penting dalam membentuk kompetensi peserta didik Program Keahlian Teknik Pemesinan adalah *Computer Numerical Control* (CNC). Mata pelajaran ini membekali peserta didik dengan kemampuan memahami prinsip kerja mesin CNC, menyusun program *G-code* dan *M-code*, mengoperasikan mesin, serta menentukan parameter pemesinan sesuai standar industri (Estriyanto et al., 2021). Karakteristik pembelajaran CNC yang berorientasi pada praktik dan pemecahan masalah menuntut penggunaan model pembelajaran yang mampu melibatkan peserta didik secara aktif dalam berpikir, berdiskusi, dan bekerja sama. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran yang menekankan partisipasi aktif dan kolaboratif dapat meningkatkan hasil belajar, motivasi, serta kemampuan pemecahan masalah pada pendidikan vokasi (Li et al., 2024; Sutopo et al., 2024). Bahkan, penerapan *Project Based Learning* (PjBL) pada mata pelajaran CNC terbukti meningkatkan hasil belajar pada ranah kognitif, afektif, dan psikomotor sekaligus mengembangkan kreativitas karena peserta didik terlibat langsung dalam penyelesaian proyek yang merepresentasikan permasalahan di dunia industri (Rahmawati et al., 2021). Hasil serupa juga dilaporkan oleh Fusic et al. (2022), yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu meningkatkan kompetensi teknis, kemampuan pemecahan masalah, kolaborasi,

serta menghadirkan pengalaman belajar yang autentik melalui penyelesaian proyek secara terstruktur.

Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan potensi pembelajaran berbasis proyek, kondisi di lapangan masih memperlihatkan tantangan yang perlu mendapat perhatian. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran CNC di SMK Negeri 1 Sumatera Barat, proses pembelajaran masih didominasi oleh model *Direct Instruction*, sehingga guru menjadi pusat pembelajaran, sedangkan peserta didik lebih banyak berperan sebagai penerima informasi. Kondisi tersebut berdampak pada rendahnya hasil belajar. Data penilaian sumatif menunjukkan bahwa tingkat ketuntasan belajar kelas XI Teknik Pemesinan masih berada di bawah target sekolah. Hanya sekitar 40% peserta didik pada kelas XI TP 2 dan 44% pada kelas XI TP 3 yang mencapai Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) sebesar 75. Selain itu, hasil observasi memperlihatkan bahwa peserta didik masih kurang aktif mengemukakan pendapat, belum terbiasa bekerja sama dalam menyelesaikan tugas praktik, kurang percaya diri saat mempresentasikan hasil pekerjaan, serta masih bergantung pada arahan guru ketika menghadapi permasalahan selama pembelajaran. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar perlu diiringi dengan pengembangan keterampilan 5C yang menjadi tuntutan dunia kerja.

Salah satu alternatif yang dinilai relevan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penerapan *Project Based Learning (PjBL)*. Menurut Arwizet, model ini menempatkan peserta didik sebagai pusat pembelajaran melalui penyelesaian proyek yang berangkat dari permasalahan nyata sehingga mereka dapat mengintegrasikan pengetahuan, keterampilan, dan pengalaman belajar secara bermakna. Dalam pembelajaran CNC, proyek memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk merancang program, mengoperasikan mesin, mengevaluasi hasil pekerjaan, serta menyelesaikan berbagai permasalahan secara kolaboratif. Pengalaman tersebut memungkinkan peserta didik menghubungkan konsep teoretis dengan praktik sehingga kompetensi yang diperoleh menjadi lebih relevan dengan kebutuhan industri (Ayubi et al., 2025; Sola-Guirado et al., 2022). Selain meningkatkan penguasaan materi, proses pembelajaran berbasis proyek juga berpotensi mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, kolaborasi, dan karakter sebagai kompetensi yang dibutuhkan pada abad ke-21 (Novrita et al., 2024; Silitubun et al., 2024).

Efektivitas *Project Based Learning* dalam pendidikan kejuruan telah banyak dibuktikan melalui berbagai penelitian. Ponidi et al. (2024) melaporkan bahwa penerapan *PjBL* mampu meningkatkan aktivitas dan hasil belajar peserta didik pada mata pelajaran Gambar Teknik melalui keterlibatan aktif dalam penyelesaian proyek. Busnawir et al. (2025) juga menunjukkan bahwa model ini efektif mengembangkan keterampilan abad ke-21, terutama komunikasi, kolaborasi, kreativitas, dan kemampuan pemecahan masalah. Secara khusus pada pembelajaran CNC, Attarix (2024) serta Putra dan Susanti (2025) menemukan bahwa penerapan *PjBL* memberikan dampak positif terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik Program Keahlian Teknik Pemesinan. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih menitikberatkan pada hasil belajar atau keterampilan tertentu secara terpisah. Penelitian yang mengkaji

efektivitas *PjBL* terhadap hasil belajar dan keterampilan 5C secara simultan pada mata pelajaran CNC di SMK masih relatif terbatas sehingga memerlukan kajian lebih lanjut.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini diarahkan untuk mengisi kesenjangan penelitian mengenai efektivitas *Project Based Learning* dalam pembelajaran CNC dengan mengkaji pengaruhnya terhadap hasil belajar dan keterampilan 5C secara bersamaan. Pengkajian kedua aspek tersebut penting karena keberhasilan pendidikan vokasi tidak hanya ditentukan oleh penguasaan kompetensi teknis, tetapi juga oleh kemampuan peserta didik mengembangkan keterampilan abad ke-21 yang relevan dengan kebutuhan dunia industri. Atas dasar itu, penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas penerapan model *Project Based Learning* (*PjBL*) dalam meningkatkan hasil belajar dan keterampilan 5C peserta didik kelas XI Teknik Pemesinan pada mata pelajaran CNC di SMK Negeri 1 Sumatera Barat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *quasi experiment* dan *Pretest-Posttest Control Group Design*. Desain ini melibatkan dua kelompok, yaitu kelas eksperimen yang memperoleh perlakuan berupa penerapan model *Project Based Learning* (*PjBL*) dan kelas kontrol yang mengikuti pembelajaran menggunakan *Direct Instruction*. Kedua kelompok diberikan *pretest* sebelum perlakuan untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik dan *posttest* setelah perlakuan untuk mengukur perubahan hasil belajar. Rancangan penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₃	—	O ₄

Sumber: Endang Mulyatiningsih

Penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026 di SMK Negeri 1 Sumatera Barat. Subjek penelitian berjumlah 52 peserta didik kelas XI Program Keahlian Teknik Pemesinan yang terdiri atas 27 peserta didik kelas XI TP 3 sebagai kelas eksperimen dan 25 peserta didik kelas XI TP 2 sebagai kelas kontrol. Pemilihan kedua kelas didasarkan pada kesamaan karakteristik, meliputi tingkat kelas, materi pembelajaran, kurikulum, dan guru pengampu. Pelaksanaan penelitian diawali dengan pemberian *pretest*, dilanjutkan dengan penerapan model *Project Based Learning* pada kelas eksperimen dan *Direct Instruction* pada kelas kontrol selama pembelajaran materi *Computer Numerical Control* (CNC). Selama proses pembelajaran berlangsung, kelas eksperimen mengikuti sintaks *Project Based Learning* (*PjBL*) yang meliputi enam tahapan, yaitu (1) menentukan pertanyaan mendasar (*start with the essential question*), (2) menyusun perencanaan proyek (*design a plan for the project*), (3) menyusun jadwal pelaksanaan proyek (*create a schedule*), (4) memantau kemajuan proyek dan aktivitas peserta didik (*monitor the students and the progress of the project*), (5) menguji atau

menilai hasil proyek (*assess the outcome*), dan (6) mengevaluasi pengalaman belajar (*evaluate the experience*). Selama seluruh tahapan tersebut berlangsung, keterampilan 5C peserta didik yang meliputi *critical thinking*, *creativity*, *collaboration*, *communication*, dan *character* diamati menggunakan lembar observasi. Setelah seluruh perlakuan selesai, kedua kelas diberikan *posttest* untuk mengukur hasil belajar.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL), sedangkan variabel terikat meliputi hasil belajar dan keterampilan 5C peserta didik. Instrumen penelitian terdiri atas tes hasil belajar yang disusun berdasarkan indikator capaian pembelajaran serta lembar observasi keterampilan 5C yang dikembangkan oleh peneliti. Sebelum digunakan dalam penelitian, kedua instrumen telah melalui proses validasi isi (*content validity*) melalui *expert judgment* oleh dosen ahli untuk memastikan kesesuaian indikator, materi, dan aspek yang diukur dengan tujuan penelitian. Data dianalisis menggunakan bantuan program SPSS melalui uji normalitas Shapiro–Wilk dan uji homogenitas Levene sebagai uji prasyarat, kemudian dilanjutkan dengan *Independent Sample t-test* untuk mengetahui perbedaan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Peningkatan hasil belajar dianalisis menggunakan uji *N-Gain*, sedangkan data keterampilan 5C dianalisis secara deskriptif berdasarkan skor pada setiap indikator untuk membandingkan capaian kedua kelompok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian dilaksanakan dengan memberikan *pretest* sebelum perlakuan dan *posttest* setelah perlakuan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pelaksanaan *pretest* bertujuan untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik sebelum memperoleh perlakuan pembelajaran, sedangkan *posttest* digunakan untuk mengukur hasil belajar setelah proses pembelajaran selesai dilaksanakan. Data yang diperoleh dari kedua tes tersebut kemudian dianalisis secara deskriptif untuk memberikan gambaran mengenai perkembangan hasil belajar pada masing-masing kelas. Ringkasan hasil analisis deskriptif nilai *pretest* dan *posttest* disajikan pada Tabel 2.

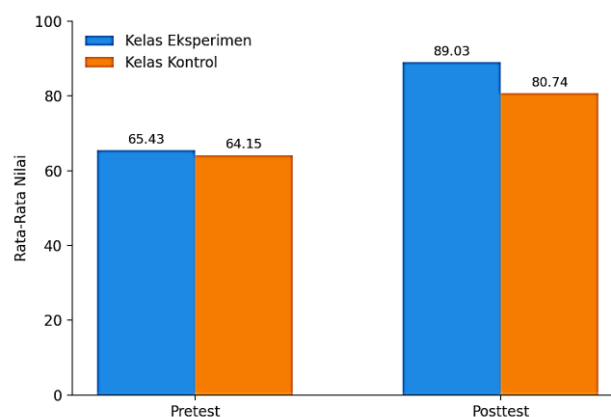
Tabel 2. Deskripsi Data *Pretest* dan *Posttest* Hasil Belajar Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Deskripsi	Eksperimen <i>Pretest</i>	Eksperimen <i>Posttest</i>	Kontrol <i>Pretest</i>	Kontrol <i>Posttest</i>
Nilai Minimum	51,85	74,07	51,85	66,67
Nilai Maksimum	81,48	100	81,48	96,30
Rata-Rata	65,43	89,03	64,15	80,74
Standar Deviasi	7,478	7,153	7,689	8,072
Varians	55,917	51,16	59,113	65,162

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa rata-rata nilai pretest kelas eksperimen sebesar 65,43, sedangkan kelas kontrol sebesar 64,15. Selisih rata-rata yang hanya 1,28 poin menunjukkan bahwa kemampuan awal peserta didik pada kedua kelas relatif setara sebelum diberikan perlakuan. Hal ini juga didukung oleh nilai maksimum yang sama, yaitu 81,48, serta nilai minimum yang identik sebesar 51,85 pada kedua kelas. Selain itu, standar deviasi pretest kelas eksperimen (7,478) dan kelas kontrol (7,689) menunjukkan tingkat penyebaran data yang hampir sama, sehingga kondisi awal kedua kelompok dapat dikatakan cukup seimbang.

Setelah proses pembelajaran, rata-rata nilai posttest pada kelas eksperimen meningkat menjadi 89,03, sedangkan kelas kontrol mencapai 80,74. Dengan demikian, peningkatan rata-rata pada kelas eksperimen sebesar 23,60 poin, lebih tinggi dibandingkan peningkatan pada kelas kontrol yang sebesar 16,59 poin. Nilai minimum kelas eksperimen juga meningkat dari 51,85 menjadi 74,07, sedangkan kelas kontrol meningkat menjadi 66,67. Sementara itu, nilai maksimum kelas eksperimen mencapai 100, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang mencapai 96,30. Standar deviasi pada hasil posttest masing-masing sebesar 7,153 untuk kelas eksperimen dan 8,072 untuk kelas kontrol, yang menunjukkan bahwa sebaran nilai peserta didik pada kedua kelas relatif homogen. Secara deskriptif, data tersebut mengindikasikan bahwa pembelajaran pada kelas eksperimen menghasilkan capaian hasil belajar yang lebih baik dibandingkan kelas kontrol. Perbandingan rata-rata nilai pretest dan posttest pada kedua kelas disajikan pada Gambar 1.

Gambar 1. Perbandingan Rata-Rata Nilai *Pretest* dan *Posttest* Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol



Berdasarkan Gambar 1, kedua kelas sama-sama mengalami peningkatan rata-rata nilai setelah proses pembelajaran dilaksanakan. Kelas eksperimen mengalami peningkatan sebesar 23,60 poin, sedangkan kelas kontrol mengalami peningkatan sebesar 16,59 poin. Perbedaan besarnya peningkatan tersebut terlihat jelas pada visualisasi grafik yang menunjukkan bahwa kenaikan nilai kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Selain itu, posisi rata-rata *pretest* kedua kelas yang relatif berdekatan menunjukkan bahwa kondisi awal peserta didik hampir sama, sedangkan pada *posttest* terlihat adanya jarak nilai yang lebih besar antara kedua kelas. Gambaran tersebut memperlihatkan adanya perbedaan capaian hasil belajar setelah masing-masing kelas memperoleh perlakuan pembelajaran yang berbeda.

Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, data terlebih dahulu dianalisis melalui uji prasyarat untuk memastikan kesesuaian penggunaan statistik parametrik. Hasil uji normalitas menggunakan metode *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa seluruh data *pretest* dan *posttest* memiliki nilai signifikansi antara 0,330 hingga 0,670, sehingga seluruh data dinyatakan berdistribusi normal karena nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Selanjutnya, uji homogenitas menggunakan *Levene's Test* menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,931, yang menunjukkan bahwa varians kedua kelompok bersifat homogen. Terpenuhinya kedua prasyarat tersebut menunjukkan bahwa data layak dianalisis lebih lanjut menggunakan uji parametrik *Independent Sample t-test*. Hasil uji *Independent Sample t-test* pada data *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Independent Sample t-test Hasil Belajar

Data	t Hitung	t Tabel	Sig. (2-tailed)	Keputusan
Pretest Eksperimen-Kontrol	0,610	2,009	0,544	H ₀ diterima
Posttest Eksperimen-Kontrol	7,442	2,009	0,000	H ₀ ditolak

Berdasarkan Tabel 3, hasil uji *Independent Sample t-test* pada data *pretest* menunjukkan nilai *t* hitung sebesar 0,610 dengan nilai signifikansi 0,544. Nilai signifikansi yang lebih besar dari 0,05 menunjukkan bahwa H₀ diterima, sehingga tidak terdapat perbedaan kemampuan awal antara kelas eksperimen dan kelas kontrol sebelum perlakuan diberikan. Sementara itu, hasil uji terhadap data *posttest* menunjukkan nilai *t* hitung sebesar 7,442, lebih besar daripada *t* tabel sebesar 2,009, dengan nilai signifikansi 0,000. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan antara kedua kelas setelah proses pembelajaran selesai dilaksanakan. Dengan demikian, hasil analisis statistik memperlihatkan adanya perbedaan capaian hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol pada akhir perlakuan. Untuk mengetahui besarnya peningkatan hasil belajar pada masing-masing kelas, dilakukan analisis *N-Gain*. Hasil analisis *N-Gain* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis N-Gain Hasil Belajar

Kelas	Rata-rata N-Gain	SD	Kategori
Eksperimen (XI TP 3)	0,7128	0,15645	Tinggi
Kontrol (XI TP 2)	0,4868	0,13445	Sedang

Hasil analisis *N-Gain* pada Tabel 4 menunjukkan bahwa kelas eksperimen memperoleh rata-rata sebesar 0,7128, sedangkan kelas kontrol memperoleh rata-rata sebesar 0,4868. Berdasarkan klasifikasi Hake nilai tersebut termasuk kategori tinggi pada kelas eksperimen dan kategori sedang pada kelas kontrol. Standar deviasi pada kelas eksperimen sebesar 0,15645, sedangkan kelas kontrol sebesar 0,13445, yang menunjukkan bahwa variasi peningkatan hasil

belajar pada kedua kelas relatif kecil. Perbedaan kategori *N-Gain* tersebut menggambarkan bahwa peningkatan hasil belajar peserta didik pada kelas eksperimen lebih besar dibandingkan kelas kontrol selama proses penelitian berlangsung.

Selain hasil belajar kognitif, penelitian ini juga mengukur keterampilan 5C yang meliputi *critical thinking*, *creativity*, *collaboration*, *communication*, dan *character*. Pengukuran dilakukan menggunakan lembar observasi selama proses pembelajaran berlangsung pada masing-masing kelas. Data hasil observasi kemudian dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui capaian keterampilan abad ke-21 yang ditunjukkan oleh peserta didik selama mengikuti pembelajaran. Ringkasan hasil pengukuran keterampilan 5C disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Independent Sample t-test Keterampilan 5C

Kelas	N	Mean	Standar Deviasi	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
Eksperimen	27	86,09	0,485	85,00	87,07
Kontrol	25	71,93	0,392	70,93	72,60

Berdasarkan Tabel 5, rata-rata keterampilan 5C pada kelas eksperimen sebesar 86,09, sedangkan kelas kontrol memperoleh rata-rata sebesar 71,93. Nilai minimum dan maksimum pada kelas eksperimen berada pada rentang 85,00 hingga 87,07, sementara pada kelas kontrol berada pada rentang 70,93 hingga 72,60. Standar deviasi kedua kelas masing-masing sebesar 0,485 dan 0,392, yang menunjukkan bahwa variasi skor keterampilan peserta didik relatif kecil pada setiap kelompok. Secara deskriptif, data tersebut menunjukkan bahwa capaian keterampilan 5C pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Perbedaan rata-rata tersebut juga terlihat konsisten pada keseluruhan data hasil observasi yang diperoleh selama penelitian. Untuk menguji signifikansi perbedaan keterampilan 5C antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, dilakukan uji *Independent Sample t-test*. Hasil pengujian tersebut disajikan pada Tabel 6.

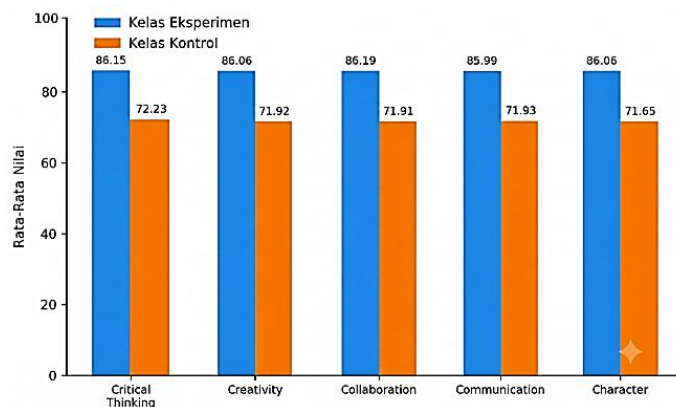
Tabel 6. Hasil Uji Independent Sample t-test Keterampilan 5C

Data	t Hitung	t Tabel	Sig. (2-tailed)	Keputusan
Keterampilan 5C	115,231	2,009	0,000	H ₀ ditolak

Berdasarkan Tabel 6, hasil uji *Independent Sample t-test* menunjukkan nilai *t* hitung sebesar 115,231, lebih besar daripada *t* tabel sebesar 2,009, dengan nilai signifikansi 0,000. Nilai signifikansi yang lebih kecil dari 0,05 menunjukkan bahwa H₀ ditolak dan H₁ diterima. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan keterampilan 5C yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah proses pembelajaran dilaksanakan. Rata-rata keterampilan 5C pada kelas eksperimen mencapai 86,09, sedangkan kelas kontrol sebesar 71,93, sehingga terdapat selisih rata-rata sebesar 14,16 poin. Temuan tersebut menunjukkan adanya perbedaan capaian keterampilan peserta didik pada kedua kelompok berdasarkan hasil

pengamatan selama proses pembelajaran. Perbandingan rata-rata keterampilan 5C antara kelas eksperimen dan kelas kontrol pada setiap aspek disajikan pada Gambar 2.

Gambar 2. Perbandingan Rata-Rata Keterampilan 5C Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol per Aspek



Berdasarkan Gambar 2, kelas eksperimen memperoleh nilai rata-rata yang lebih tinggi pada seluruh aspek keterampilan 5C dibandingkan kelas kontrol. Rata-rata pada aspek *critical thinking* sebesar 86,15, *creativity* sebesar 86,06, *collaboration* sebesar 86,19, *communication* sebesar 85,99, dan *character* sebesar 86,06. Sementara itu, kelas kontrol memperoleh nilai berturut-turut sebesar 72,23, 71,92, 71,91, 71,93, dan 71,65 pada kelima aspek tersebut. Selisih nilai pada setiap aspek relatif seragam, yaitu sekitar 14 poin, sehingga menunjukkan pola capaian yang konsisten pada seluruh indikator keterampilan 5C. Visualisasi tersebut memperlihatkan bahwa perbedaan capaian keterampilan tidak hanya terjadi pada satu aspek tertentu, tetapi tampak pada seluruh aspek yang diobservasi selama proses pembelajaran berlangsung.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara hasil belajar peserta didik yang belajar menggunakan model *Project Based Learning (PjBL)* dan peserta didik yang belajar melalui Model Pembelajaran Langsung. Nilai rata-rata *posttest* pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, yang mengindikasikan bahwa penerapan *PjBL* mampu memberikan hasil belajar yang lebih baik pada mata pelajaran CNC. Temuan ini menunjukkan bahwa keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran berkontribusi positif terhadap pemahaman materi. Melalui keterlibatan tersebut, peserta didik memperoleh kesempatan untuk membangun pemahaman berdasarkan pengalaman belajar yang lebih bermakna sehingga konsep yang dipelajari lebih mudah dipahami dan diingat.

Keunggulan hasil belajar pada kelas eksperimen tidak terlepas dari karakteristik *Project Based Learning* yang menempatkan peserta didik sebagai subjek utama dalam proses pembelajaran. Melalui kegiatan proyek, peserta didik didorong untuk mengidentifikasi permasalahan, mencari berbagai sumber informasi, mendiskusikan alternatif solusi, dan menghasilkan produk sesuai dengan materi yang dipelajari. Aktivitas tersebut memungkinkan

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan

peserta didik menghubungkan konsep teoritis dengan situasi yang mendekati kondisi kerja nyata di bidang teknik pemesinan. Dengan demikian, pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan aplikatif sehingga peserta didik tidak hanya memahami materi secara teoritis, tetapi juga mampu melihat relevansinya dalam praktik. Sebaliknya, pembelajaran pada kelas kontrol cenderung berpusat pada guru, sehingga interaksi peserta didik dengan materi pembelajaran berlangsung dalam ruang yang lebih terbatas. Meskipun pendekatan ini tetap dapat membantu penyampaian materi secara sistematis, kesempatan peserta didik untuk mengeksplorasi pengetahuan, berdiskusi, dan membangun pemahaman secara mandiri menjadi lebih sedikit. Kondisi tersebut dapat memengaruhi kedalaman pemahaman peserta didik terhadap materi yang dipelajari dibandingkan dengan pembelajaran yang melibatkan aktivitas proyek secara langsung.

Temuan penelitian ini memperkuat pandangan bahwa *Project Based Learning* merupakan model pembelajaran yang berorientasi pada peserta didik (*student-centered learning*) melalui penyelesaian proyek yang berkaitan dengan permasalahan nyata. Melalui proses tersebut, peserta didik dapat mengintegrasikan pengetahuan, keterampilan, dan pengalaman belajar secara bersamaan sehingga pemahaman konsep menjadi lebih mendalam (Satria et al., 2025). Selain itu, karakteristik *PjBL* juga mampu meningkatkan partisipasi aktif peserta didik, memperkuat kolaborasi, serta melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi melalui penyelesaian tugas yang autentik (Farrow et al., 2024; Crawford et al., 2024). Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Ponidi et al. (2024) yang melaporkan bahwa penerapan *PjBL* efektif meningkatkan aktivitas dan hasil belajar pada mata pelajaran Gambar Teknik. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Attarix (2024) serta Putra dan Susanti (2025) yang menunjukkan bahwa *PjBL* mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik pada mata pelajaran CNC di Sekolah Menengah Kejuruan.

Efektivitas penerapan *PjBL* juga tercermin dari hasil analisis *N-Gain*. Kelas eksperimen memperoleh kategori peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang berada pada kategori sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek tidak hanya menghasilkan capaian akhir yang lebih baik, tetapi juga mampu meningkatkan kemampuan peserta didik secara lebih optimal selama proses pembelajaran berlangsung. Dengan kata lain, keterlibatan aktif peserta didik pada setiap tahapan proyek memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kualitas belajar mereka.

Selain berdampak pada hasil belajar, penerapan *PjBL* juga terbukti memberikan pengaruh positif terhadap keterampilan *5C* yang meliputi *critical thinking*, *creativity*, *collaboration*, *communication*, dan *character*. Keunggulan kelas eksperimen pada seluruh aspek tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu memfasilitasi pengembangan kompetensi secara lebih menyeluruh. Selama proses pengerjaan proyek, peserta didik dituntut untuk menganalisis permasalahan, merancang solusi, bekerja sama dalam kelompok, mengomunikasikan hasil pekerjaan, serta menunjukkan tanggung jawab terhadap tugas yang diberikan. Berbagai aktivitas tersebut menjadikan pembelajaran tidak hanya berfokus pada aspek kognitif, tetapi juga mendukung pengembangan kompetensi yang dibutuhkan pada abad ke-21.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Busnawir et al. (2025) yang menyatakan bahwa *Project Based Learning* merupakan pendekatan yang efektif untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21, khususnya berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Konsistensi temuan tersebut menunjukkan bahwa dampak positif *PjBL* dapat ditemukan pada berbagai konteks pembelajaran. Dalam pembelajaran CNC, penguasaan keterampilan *5C* memiliki peran yang sangat penting karena peserta didik tidak hanya dituntut memahami konsep dan prosedur pengoperasian mesin, tetapi juga mampu bekerja sama, memecahkan masalah, serta mengambil keputusan secara tepat dalam situasi kerja. Oleh karena itu, *Project Based Learning* dapat menjadi alternatif model pembelajaran yang relevan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran CNC di Sekolah Menengah Kejuruan, baik dalam meningkatkan hasil belajar maupun dalam mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan di dunia kerja.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran *Project Based Learning (PjBL)* efektif dalam meningkatkan hasil belajar dan keterampilan *5C* peserta didik kelas XI Teknik Pemesinan pada mata pelajaran CNC di SMK Negeri 1 Sumatera Barat. Efektivitas tersebut ditunjukkan oleh hasil belajar peserta didik yang lebih tinggi dibandingkan pembelajaran menggunakan Model Pembelajaran Langsung, disertai peningkatan kemampuan belajar pada kategori tinggi berdasarkan analisis *N-Gain*. Selain itu, penerapan *PjBL* juga terbukti mampu mengembangkan keterampilan *critical thinking, creativity, collaboration, communication*, dan *character* secara lebih optimal, sehingga pembelajaran tidak hanya berorientasi pada penguasaan kompetensi kognitif, tetapi juga pada pengembangan keterampilan yang dibutuhkan dalam pembelajaran abad ke-21.

Temuan penelitian ini mengindikasikan bahwa *Project Based Learning* dapat menjadi alternatif model pembelajaran yang relevan untuk diterapkan pada mata pelajaran produktif di Sekolah Menengah Kejuruan, khususnya pada pembelajaran CNC yang menuntut penguasaan konsep sekaligus keterampilan praktik. Penerapan model ini diharapkan mampu menciptakan proses pembelajaran yang lebih aktif, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik sehingga dapat mendukung peningkatan kualitas lulusan yang sesuai dengan kebutuhan dunia kerja. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji efektivitas *PjBL* pada materi, jenjang, atau kompetensi keahlian yang berbeda dengan melibatkan jumlah sampel yang lebih luas agar diperoleh temuan yang semakin komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Attarix, A. D. F., Fadilah, S. J., Cahyo, A. D., Arsana, I. M., & Wulandiyah, D. (2024). Penerapan model pembelajaran project-based learning pada mata pelajaran CNC dengan bantuan aplikasi CNC simulator untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik kelas XI SMKN 3 Surabaya. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(2), 121–131. <https://journal.unpas.ac.id/index.php/pendas/article/view/15319>
- Ayubi, S. A., Huda, K., & Kriswanto. (2025). Pengaruh model Project-Based Learning dan penggunaan simulator terhadap hasil belajar mata pelajaran Computer Numerical Control. *Panthera: Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 5(3). <https://doi.org/10.36312/panthera.v5i3.473>



- Busnawir, B., Yuniawati, I., Mardiaty, M., & Sitepu, E. (2025). The effectiveness of project-based learning in developing the 21st century skills. *Darussalam: Journal of Psychology and Educational*, 4(1), 35–50. <https://doi.org/10.70363/djpe.v4i1.272>
- Crawford, L. K., Arellano Carmona, K., & Kumar, R. (2024). Examining the impact of project-based learning on students' self-reported and actual learning outcomes. *Pedagogy in Health Promotion*, 10(4), 241–249. <https://doi.org/10.1177/23733799241234065>
- Estriyanto, Y., Sutrisno, V. L. P., & Saputra, T. W. (2021). Studi keselarasan pembelajaran CNC/CAM pada LPTK, SMK, dan industri menyongsong era revolusi industri 4.0 bidang manufaktur. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 18(1), 1–12. <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v18i1.30344>
- Farrow, J., Kavanagh, S. S., Samudra, P., & Dean, C. P. (2024). The promise of the project to student-centered learning: Connections between elements, curricular design, and practices of project-based learning. *Teaching and Teacher Education*, 152, 104776. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2024.104776>
- Fusic, S. J., Anandh, N., Anitha, D., Sugumari, T., & Vinodhini, H. S. (2022). Impact of implementing project-based assignment (PBA) in CDIO framework for computer numerical control application course. *Computer Applications in Engineering Education*, 30(5), 1577–1590. <https://doi.org/10.1002/cae.22545>
- Li, R., Srikhao, S., & Jantharajit, N. (2024). From classroom to career: Enhancing vocational education through collaborative and active learning. *Journal of Education and Educational Development*, 11(2), 332–344. <https://journals.iobm.edu.pk/index.php/joeed/article/view/1226>
- Lukitasari, F., Wrahatnolo, T., Suhartini, R., & Astuti, N. (2024). Responsive vocational education to the needs of the world of work: A literature review of critical factors. *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, 8(3). <https://doi.org/10.24036/jptk.v8i3.46323>
- Novrita, S. Z., Ambiyar, A., & Syah, N. (2024). Efektivitas model pembelajaran *Project Based Learning* terhadap *soft skills* berpikir kritis dan kreatif peserta didik: Meta analisis. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 6347–6359. <https://doi.org/10.31004/jptam.v8i1.13368>
- Pratomo, I. C., & Herlambang, Y. T. (2021). Urgensi keluarga dalam pendidikan karakter. *Jurnal Pedagogik Pendidikan Dasar*, 8(1), 7–15. <https://doi.org/10.17509/jppd.v8i1.31206>
- Ponidi, P., Nurdin, H., Purwantono, P., & Yuvenda, D. (2024). Peningkatan hasil belajar mata pelajaran gambar teknik menggunakan model pembelajaran *project based learning* pada siswa kelas xi teknik pemesinan di smk dhuafa padang. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(3), 42664–42672. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/20832>
- Putra, A. R., & Susanti, N. A. (2025). Penerapan model pembelajaran *project based learning* (PjBL) pada mata pelajaran teknik pemesinan CNC di SMK Antartika 1 Sidoarjo. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 14(1). <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-teknik-mesin/article/view/72140>
- Rahmadani, K., Rifaldi, U. A., Athoullah, Wiyono, Umam, H., & Nafrijal. (2024). Revolusi pendidikan Indonesia di era 5.0. *Cendekia: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 18(1), 65–71. <https://doi.org/10.30957/cendekia.v18i1.886>
- Rahmawati, E., Muslim, S., Soeryanto, S., & Rijanto, T. (2021). Enhancing students learning outcomes and creative thinking skills in Computer Numeric Control subject using *Project-Based Learning* model. *Journal of Vocational Education Studies*, 4(2), 102–111. <https://doi.org/10.12928/joves.v4i2.4923>



- Satria, T. G., Sapriya, Sa'ud, U. S., Riyana, C., Hajani, T. J., & Erander, S. (2025). The influence of project based learning model on learning outcome and students' critical thinking. *Jurnal Prima Edukasia*, 13(1). <https://doi.org/10.21831/jpe.v13i1.72446>
- Setiawan, A., Andrian, D., Dardjito, H., Yuldashev, A. A., Murlianti, S., Khairas, E. E., As'ad, I., et al. (2023). The impact of Indonesia's decentralized education on vocational skills and economic improvement of students. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 13(3), 246–261. <https://doi.org/10.21831/jpv.v13i3.68026>
- Sola-Guirado, R. R., Guerrero-Vacas, G., & Rodríguez-Alabanda, Ó. (2022). Teaching CAD/CAM/CAE tools with project-based learning in virtual distance education. *Education and Information Technologies*, 27(4), 5051–5073. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10826-3>
- Sutopo, Setiadi, B. R., Nashir, I. M., Saputri, V. H. L., Arifin, A., Prasetya, T. A., Harjanto, C. T., & Sasongko, B. T. (2024). Enhancing students' self-efficacy and creativity in computer numerical control machining through peer-assisted project-based learning. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 14(2), 232–243. <https://doi.org/10.21831/jpv.v14i2.72409>