



This work is licensed under

a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Keefektifan *Project Based Learning* untuk Meningkatkan Kompetensi Teknik Pemesinan Bubut di SMK Negeri 5 Semarang

Aditya Maulana¹, Shohihatur Rohman², Kriswanto³

Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia^{1,2,3}

maulanaaditya123@students.unnes.ac.id¹, shohihaturrohman@mail.unnes.ac.id²,

kriswanto@mail.ac.id³

Keywords:

*Pembelajaran; PjBL;
Kompetensi; Pemesinan
Bubut; SMK*

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan penerapan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) dalam meningkatkan kompetensi teknik pemesinan bubut siswa kelas XI Teknik Pemesinan di SMK Negeri 5 Semarang. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan desain pre-eksperimen tipe one-group pretest–posttest. Sampel penelitian berjumlah 36 siswa yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling. Instrumen penelitian berupa penugasan penyusunan jobsheet perencanaan pengerjaan bubut yang digunakan sebagai pretest dan posttest. Analisis data dilakukan secara deskriptif serta inferensial menggunakan uji normalitas Shapiro–Wilk, uji t berpasangan (paired sample t-test), dan uji N-Gain untuk mengukur tingkat efektivitas pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata siswa meningkat dari 54,36 pada pretest menjadi 82,14 pada posttest. Hasil uji hipotesis menunjukkan nilai t hitung sebesar 23,023 lebih besar dari t tabel 2,03 pada taraf signifikansi 0,05, sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar sebelum dan sesudah penerapan PjBL. Selain itu, nilai N-Gain sebesar 60,65% menunjukkan bahwa penerapan PjBL berada pada kategori cukup efektif dalam meningkatkan kompetensi pemesinan bubut siswa. Dengan demikian, model pembelajaran Project Based Learning dapat menjadi alternatif strategi pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan kompetensi siswa pada pembelajaran teknik pemesinan bubut di SMK.

PENDAHULUAN

SMK dalam kedudukan lembaga pendidikan kejuruan mempunyai tugas utama mempersiapkan lulusannya agar kompeten dan mampu beradaptasi dengan tuntutan dunia industri. Hasil penelitian terbaru memperlihatkan bahwa tantangan utama yang dihadapi pendidikan vokasi di Indonesia tidak hanya memastikan lulusannya menguasai keterampilan teknis, tetapi juga keterampilan abad ke-21 seperti *problem solving*, kerja sama, komunikasi, dan literasi digital. Penguatan kurikulum dan proses pembelajaran di banyak SMK masih diperlukam untuk meningkatkan kemampuan lulusan dalam

berpikir kritis dan adaptabilitas yang dibutuhkan dunia industri sekarang (Judijanto et al., 2024; Mutohhari et al., 2021).

SMK Negeri 5 Semarang adalah salah satu dari beberapa SMK negeri di Kota Semarang yang menyelenggarakan kompetensi keahlian Teknik Pemesinan. Berdasarkan informasi pada laman resminya (<https://smkn5smg.sch.id>), kompetensi keahlian Teknik Pemesinan di SMK Negeri 5 Semarang memiliki tujuan utama, yaitu membekali siswa dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap agar mampu bekerja sebagai operator mesin perkakas, programmer dan operator mesin CNC, drafter pemesinan, serta welder pada pekerjaan pengelasan (SMK Negeri 5 Semarang, 2025). Teknik pemesinan bubut menjadi salah satu kompetensi utama yang dipelajari, karena kompetensi ini menjadi dasar bagi berbagai jenis pekerjaan pemesinan dan sangat berpengaruh terhadap kesiapan lulusan saat terjun ke dunia industri khususnya industri manufaktur (A. Gunanto & Pramono, 2021).

Materi pemesinan bubut untuk kelas XI menurut buku ajar Teknik Pemesinan Bubut SMK/MAK Kelas XI meliputi identifikasi bagian mesin bubut dan fungsinya, parameter pemotongan, serta mekanisme pada mesin bubut yang diakhiri dengan penugasan proyek. Dari susunan materi tersebut siswa diharapkan tidak hanya memahami konsep teoritis, tetapi juga bisa mengimplementasikan kemampuan psikomotorik dan perilaku kerja yang baik seperti ketepatan, disiplin prosedur keselamatan, dan komitmen terhadap kualitas hasil kerja (A. Gunanto & Pramono, 2021). Sebagai kesimpulan, rancangan pembelajaran pemesinan bubut ditujukan untuk mengembangkan pemahaman, kompetensi, dan perilaku kerja secara kolaboratif.

Berdasarkan observasi awal di SMK Negeri 5 Semarang, penguasaan kompetensi pemesinan bubut siswa masih rendah, ditunjukkan oleh nilai *jobsheet* 60–70 yang belum mencapai KKM 75. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara tuntutan kompetensi dengan proses pembelajaran yang berlangsung. Rendahnya penguasaan kompetensi diduga dipengaruhi oleh strategi pembelajaran yang belum sesuai dengan karakteristik praktik, penggunaan *jobsheet* yang belum optimal, kurangnya keterlibatan aktif siswa, serta terbatasnya latihan dan umpan balik. Temuan ini diperkuat oleh Fahim (2023) yang menunjukkan bahwa ketuntasan belajar siswa kelas XI Teknik Pemesinan di sekolah yang sama sebelum perlakuan media masih rendah, yaitu sekitar 40% di kelas XI TP 1 dan 37,15% di kelas XI TP 2, yang dikaitkan dengan keterbatasan media dan pembelajaran yang masih didominasi penyampaian materi. Hasil tersebut sejalan dengan Da Santo dan Yunus (2024) serta Setyobudi et al. (2025) yang menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran, e-modul, dan multimedia dapat meningkatkan hasil belajar pemesinan bubut. Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran yang lebih menekankan kemandirian belajar, pemecahan masalah, dan partisipasi langsung siswa dalam konteks kerja pemesinan bubut. *Project Based Learning* (PjBL) dipandang sebagai salah satu model pembelajaran yang paling sesuai dengan karakter pendidikan vokasi. Menurut Indrawan et al (2020) PjBL digambarkan sebagai model pembelajaran berbasis pengalaman dimana proyek nyata ditempatkan sebagai wahana utama untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, *problem solving*, kolaboratif, dan komunikatif melalui penugasan yang berkelanjutan dengan hasil akhir produk atau karya. PjBL dalam pendidikan vokasi memberi kesempatan kepada siswa untuk merasakan langsung proses kerja di industri, mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan, sampai penilaian hasil, sehingga kompetensi yang terbentuk lebih relevan dan mendekati kondisi kerja sebenarnya (Indrawan et al., 2020; Mutohhari et al., 2021).

Secara lebih spesifik pada mata pelajaran teknik pemesinan bubut, Mahendra et al (2023) melakukan penelitian kuasi eksperimen di SMK Negeri 1 Sumatera Barat dengan membandingkan pembelajaran konvensional dan kombinasi PjBL serta *case method* pada siswa kelas XI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan PjBL dan *case method* mampu meningkatkan rata-rata hasil belajar dari 75 menjadi 83 serta memperbaiki sikap keaktifan, motivasi, disiplin, kejujuran, dan tanggung jawab siswa dalam pembelajaran mesin bubut (Mahendra et al., 2023). Uji *t* pada nilai *posttest* menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, sehingga model tersebut dinyatakan berpengaruh terhadap peningkatan hasil belajar teknik pemesinan bubut.

Beberapa penelitian lain di bidang pendidikan vokasi juga menunjukkan bahwa penggunaan PjBL pada mata pelajaran produktif membantu meningkatkan hasil belajar, mendorong kreativitas, serta mengasah kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa, baik pada kompetensi pengelasan maupun mata pelajaran produktif lainnya di SMK (Indrawan et al., 2020; Mahendra et al., 2023). Akan tetapi, penelitian sebelumnya belum secara khusus mengkaji penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) pada kompetensi pemesinan bubut di SMK Negeri 5 Semarang secara menyeluruh, mencakup aspek pengetahuan, keterampilan praktik, dan perilaku kerja kolaboratif. Penelitian terdahulu masih lebih banyak berfokus pada penggunaan media pembelajaran, sehingga masih terdapat celah kajian terkait efektivitas PjBL dalam konteks pembelajaran bubut. Dengan demikian, kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian PjBL dalam konteks lokal SMK Negeri 5 Semarang serta pada pengukuran kompetensi siswa secara lebih komprehensif.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, penguasaan kompetensi pemesinan bubut merupakan syarat utama untuk mewujudkan profil lulusan yang diharapkan, yaitu menjadi operator mesin yang kompeten dan terampil. Data penelitian sebelumnya di sekolah yang sama menunjukkan bahwa ketuntasan belajar pengetahuan pemesinan bubut masih rendah, meskipun penggunaan media e modul terbukti mampu meningkatkan hasil belajar kognitif (Fahim, 2023). Di sisi lain, kajian teoritis dan empiris tentang PjBL pada pendidikan vokasi, termasuk pada mata pelajaran pemesinan bubut di sekolah lain memberikan indikasi kuat bahwa model ini potensial untuk mengintegrasikan pengetahuan, keterampilan praktik, dan sikap kerja siswa secara lebih utuh (Indrawan et al., 2020; Mahendra et al., 2023). Kondisi tersebut yang menjadi landasan penulis untuk melakukan penelitian dengan judul “Keefektifan *Project Based Learning* untuk Meningkatkan Kompetensi Teknik Pemesinan Bubut di SMK Negeri 5 Semarang” untuk menguji secara empiris sampai sejauh mana model pembelajaran PjBL memiliki keefektifan untuk meningkatkan kompetensi teknik pemesinan bubut di SMK tersebut.

METODE

Penelitian ini memposisikan *Project Based Learning* (PjBL) sebagai intervensi untuk meningkatkan kompetensi pemesinan bubut terfokus pada ranah perencanaan proses berupa kemampuan siswa dalam merencanakan menyusun *jobsheet* perencanaan pengerjaan. Berdasarkan bukti sintesis yang menunjukkan keunggulan dampaknya terhadap hasil belajar dibandingkan metode tradisional, penggunaan PjBL dinilai sangat relevan. Sesuai dengan laporan Zhang dan Ma (2023) pada meta-analisis menyebutkan, bahwa terdapat peningkatan capaian belajar serta aspek kognitif/afektif. Menurut Lavado-Anguera et al (2024) sebagai pendekatan pengalaman (*experiential*), PjBL dipaparkan mampu memberikan kontribusi signifikan terhadap penguatan kompetensi efektif dan pengambilan keputusan berbasis masalah dalam konteks pendidikan teknik.

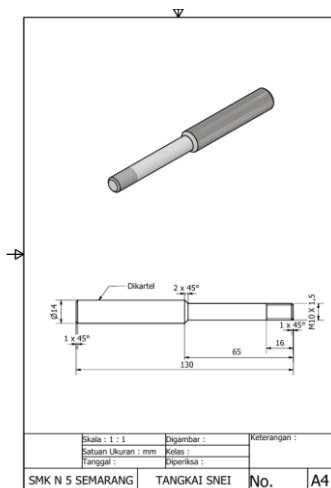
Pendekatan pada penelitian ini menggunakan deskriptif kuantitatif dengan desain *pre-eksperimen* tipe *one-group pretest-posttest* dimana pengukuran kemampuan yang sama dilakukan sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) penerapan PjBL pada satu kelompok. Pemilihan desain ini ditujukan untuk mengukur keefektifan penerapan model pembelajaran PjBL terhadap capaian kompetensi pemesinan bubut pada siswa SMK Negeri 5 Semarang, dengan cara membandingkan perubahan skor sebelum dan sesudah perlakuan. Dalam konteks riset penerapan PjBL pada pendidikan kejuruan desain *one-group pretest-posttest* banyak digunakan untuk mengetahui dampak dari perlakuan yang diberikan secara langsung antara skor *pretest-posttest* melalui uji beda (Firmasnyah & Untari, 2022). Namun, desain ini memiliki keterbatasan karena tidak melibatkan kelompok kontrol, sehingga perubahan hasil belum sepenuhnya dapat diatribusikan hanya pada intervensi dan masih mungkin dipengaruhi oleh efek *pretest* maupun faktor lain selama penelitian. Meskipun demikian, desain ini tetap digunakan karena sesuai untuk memberikan gambaran awal efektivitas PjBL pada kelas yang sudah terbentuk dalam situasi pembelajaran nyata (Pan & Carpenter, 2023).

Populasi penelitian adalah siswa kelas XI Program Keahlian Teknik Pemesinan di SMK Negeri 5 Semarang. Sampel penelitian yang diambil adalah kelas XI Teknik Pemesinan 1 dengan jumlah siswa

sebanyak 36. Penentuan sampel menggunakan teknik purposive sampling karena sesuai dengan tujuan penelitian ini. Kelas ini difasilitasi dengan materi Pemesinan Bubut sebagai pokok bahasannya. Sesuai dengan pendapat Ahmed (2024) penggunaan teknik *purposive sampling* dalam penentuan sampel didasarkan pada pertimbangan peneliti dalam memilih sampel yang paling sesuai dengan tujuan penelitian dan umum digunakan pada penelitian pendidikan dengan kelas yang sudah terbentuk (*intact group*), meskipun memiliki keterbatasan dalam generalisasi hasil.

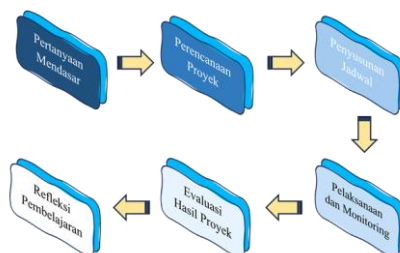
Penelitian ini melibatkan dua jenis variabel, yaitu model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) sebagai variabel bebas (X) dan capaian kompetensi Teknik Pemesinan Bubut sebagai variabel terikat (Y). Kompetensi Teknik Pemesinan Bubut yang dimaksud pada variabel terikat (Y) adalah kompetensi perencanaan pengerjaan bubut melalui hasil *jobsheet* yang mencakup: identifikasi pekerjaan dan spesifikasi, urutan pengerjaan, pemilihan alat potong/alat bantu dan alat ukur, perhitungan parameter dasar pemotongan yang berdasarkan referensi dari guru, dan K3 yang digunakan. Sejalan dengan pengembangan *jobsheet* pemesinan bubut, pembatasan ini bertujuan untuk mengoptimalkan fungsi *jobsheet* sebagai bahan ajar yang mendorong kemandirian dan kesiapan siswa dalam menghadapi pembelajaran praktik (Lubis, 2022). Selain itu, pengembangan *jobsheet* yang memanfaatkan pendekatan visual/3D untuk pemesinan bubut menunjukkan bahwa produk proyek berupa desain *jobsheet* dapat menjadi luaran yang layak dinilai tanpa harus menghasilkan benda kerja (Sayuti, 2024).

Instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data berupa penugasan menyusun *jobsheet* perencanaan pengerjaan sebagai *pretest* dan *posttest* yang telah divalidasi oleh guru produktif teknik pemesinan (ahli materi). Kedua instrumen tersebut dinilai menggunakan rubrik analitik dengan skor numerik sehingga memungkinkan dilakukannya analisis secara kuantitatif. *Jobsheet* digunakan sebagai panduan perencanaan pengerjaan bubut yang memuat identifikasi pekerjaan, urutan proses pengerjaan, pemilihan alat potong dan alat ukur, perhitungan parameter pemotongan, serta penerapan keselamatan kerja (K3). Penggunaan *jobsheet* dalam pembelajaran praktik vokasi membantu siswa memahami prosedur kerja secara sistematis sekaligus mendukung penerapan pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) yang mendorong keterlibatan aktif siswa dalam merencanakan pekerjaan pemesinan (Mutohhari et al., 2021). Pada penelitian ini, proyek yang digunakan adalah tangkai snei yang ditunjukkan pada Gambar 1. Sehingga siswa diminta menyusun *jobsheet* perencanaan bubut berdasarkan spesifikasi produk tersebut. *Jobsheet* ini memuat beberapa elemen pemesinan, seperti pembubutan lurus bertingkat, chamfer $1 \times 45^\circ$ dan $2 \times 45^\circ$, ulir luar M10 \times 1,5, serta kartel pada pegangan, dengan ukuran utama panjang 130 mm, bagian 65 mm dan 16 mm, serta diameter $\varnothing 14$. Karena itu, *jobsheet* tidak hanya menilai hasil akhir, tetapi juga kemampuan siswa menganalisis gambar kerja, menentukan urutan proses, memilih alat, menghitung parameter pemotongan, serta memperhatikan ketelitian dan K3.



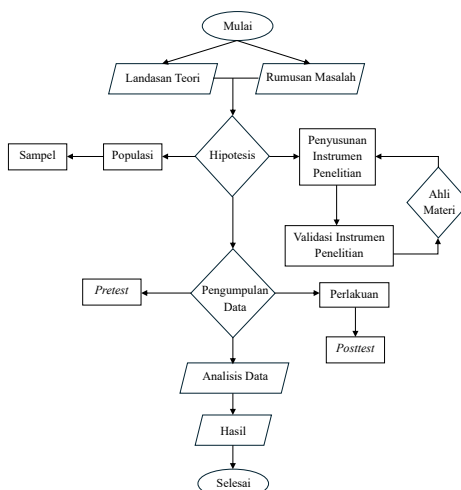
Gambar 1. Ilustrasi *jobsheet* tangkai snei

Penerapan model pembelajaran PjBL dalam penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan pembelajaran yang sistematis yang mencakup penentuan proyek, perencanaan kegiatan, pelaksanaan dan monitoring proyek, serta evaluasi hasil pekerjaan. Tahapan tersebut dirancang untuk mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran melalui kegiatan perencanaan dan penyelesaian proyek pemesanan bubut sehingga siswa dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan keterampilan kerja secara kolaboratif (Zhang & Ma, 2023). Diagram sintaks penerapan model PjBL pada pembelajaran pemesanan bubut dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram sintaks PjBL

Prosedur penelitian disusun sebagai gambaran yang sistematis tentang alur penelitian sejak memulai jalannya penelitian dengan melakukan observasi awal hingga tahapan selesai dimana hasil dan kesimpulan penelitian sudah didapatkan. Dengan adanya prosedur yang terstruktur, penelitian ini dapat dilaksanakan secara lebih terarah, konsisten, dan sesuai dengan standar yang berlaku, sehingga hasil yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Tahapan dan prosedur penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir berikut.



Gambar 3. Diagram *flowchart* penelitian

Berdasarkan diagram diatas dapat dipahami bahwa penelitian ini diawali dengan tahap persiapan yang mencakup penelaahan landasan teori dan penelitian terdahulu yang relevan, kemudian perumusan masalah mengenai keefektifan penerapan PjBL dalam meningkatkan kompetensi teknik pemesanan bubut siswa kelas XI Teknik Pemesinan 1 di SMK Negeri 5 Semarang. Dari hasil rumusan tersebut, disusun hipotesis statistik yang terdiri atas hipotesis nol (H_0) yang menyatakan tidak terdapat perbedaan signifikan sebelum dan sesudah penerapan PjBL, serta hipotesis alternatif (H_1) yang menyatakan terdapat perbedaan signifikan. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XI Program Keahlian Teknik Pemesinan, dengan sampel kelas XI Teknik Pemesinan 1 sebanyak 36 siswa. Selanjutnya dilakukan penyusunan dan validasi instrumen oleh ahli materi, kemudian pengumpulan data melalui *pretest*, pemberian perlakuan berupa penerapan PjBL, dan *posttest*. Data yang diperoleh

dianalisis menggunakan uji *t* berpasangan (*paired sample t-test*) untuk mengetahui perbedaan sebelum dan sesudah perlakuan serta uji *N-Gain* untuk mengukur tingkat keefektifan. Tahap akhir penelitian berupa penyajian hasil analisis, penarikan kesimpulan, serta penyusunan implikasi dan saran.

Analisis data pada penelitian ini dilakukan dua lapis: (1) Secara deskriptif (*mean, median, modus*, dan standar deviasi), dan (2) Secara inferensial hipotesis diuji menggunakan uji *t* berpasangan dengan taraf signifikansi 0,05 untuk menguji apakah terdapat peningkatan skor yang signifikan setelah dilakukan perlakuan (penerapan PjBL). Sebelum dilakukannya uji hipotesis menggunakan uji *t*, normalitas data diperiksa menggunakan uji *Shapiro-Wilk* untuk memastikan bahwa data yang diuji berdistribusi normal. Uji *Shapiro-Wilk* dipilih karena metode ini terbukti efektif untuk mendeteksi apakah data berdistribusi normal pada sampel berukuran kecil hingga menengah, serta sering dipilih dalam uji statistik parametrik (Ahadi et al., 2023). Penggunaan uji *paired sample t-test* dalam desain *one group pretest-posttest* dinilai tepat karena bertujuan membandingkan rata-rata dua pengukuran yang berasal dari subjek yang sama sebelum dan sesudah perlakuan (Lakens, 2022). Seluruh proses analisis statistik dalam penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan bantuan perangkat lunak IBM SPSS Statistics 27 guna menjamin keakuratan dan objektivitas pengolahan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Belajar *Pretest* dan *Posttest*

Hasil analisis deskriptif data setelah penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) menampilkan adanya lonjakan signifikan dari hasil belajar siswa. Dalam tanda kutip hasil belajar yang dimaksud adalah capaian kompetensi pemesanan bubuk. Secara lebih jelas hasil analisis deskriptif dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis deskriptif

Statistics			
		Pretest Capaian Kompetensi	Posttest Capaian Kompetensi
N	Valid	36	36
	Missing	0	0
Mean		54.36	82.14
Median		54.50	82.00
Mode		55	81 ^a
Std. Deviation		7.306	5.708
Minimum		42	70
Maximum		71	95

Tabel 1. menunjukkan bahwa pada tahapan *pretest* nilai *mean, median* dan *modus* secara berturut-turut yang didapat siswa adalah 54,36; 54,5; dan 55 dengan nilai terendah yang diperoleh adalah 42 serta nilai tertingginya adalah 71. Mengacu pada hasil data tersebut dapat diindikasikan bahwa tingkat penguasaan siswa terhadap kompetensi pemesanan bubuk masih tergolong rendah.

Pada hasil *posttest* menunjukkan adanya kenaikan yang nyata setelah diterapkannya model pembelajaran PjBL, Nilai mean naik menjadi 82,14, sementara *median* berada pada angka 82 dan *modus* 81. Nilai terendah yang diperoleh siswa adalah 70, sedangkan nilai tertinggi mencapai 95. Kenaikan ini menunjukkan bahwa mayoritas siswa sudah mencapai penguasaan kompetensi pada kategori baik. Pengaruh positif penerapan PjBL lebih terlihat dibanding dengan hasil *pretest* terhadap penguasaan kompetensi pemesanan bubuk.

Tabel 2. Distribusi frekuensi *pretest*

Pretest					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	42-46	5	13.9	13.9	13.9
	47-51	9	25.0	25.0	38.9
	52-56	9	25.0	25.0	63.9
	57-61	6	16.7	16.7	80.6
	62-66	6	16.7	16.7	97.2
	67-71	1	2.8	2.8	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

Tabel 3. Distribusi frekuensi *posttest*

Posttest					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	70-74	2	5.6	5.6	5.6
	75-79	10	27.8	27.8	33.3
	80-84	15	41.7	41.7	75.0
	85-89	3	8.3	8.3	83.3
	90-94	6	16.7	16.7	100.0
Total		36	100.0	100.0	

Distribusi frekuensi nilai *pretest* dan *posttest* pada Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar setelah perlakuan diberikan. Pada *pretest*, sebagian besar siswa masih berada pada rentang nilai 47–56, bahkan 63,9% siswa memperoleh nilai sampai 56, yang menunjukkan kemampuan awal masih relatif rendah. Setelah perlakuan, distribusi nilai bergeser ke rentang 75–84 dengan frekuensi terbesar pada interval 80–84 sebesar 41,7%. Pergeseran ini menunjukkan bahwa peningkatan tidak hanya terjadi pada beberapa siswa, tetapi pada mayoritas siswa di kelas, karena hanya 5,6% yang masih berada pada rentang 70–74, sedangkan sisanya telah mencapai nilai 75 ke atas. Hal ini menandakan bahwa PjBL tidak hanya meningkatkan skor, tetapi juga memperbaiki sebaran hasil belajar secara lebih merata, sehingga mendukung temuan Mahendra et al. (2023) bahwa PjBL efektif meningkatkan hasil belajar pada mata pelajaran teknik pemesinan.

B. Hasil Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data penelitian memiliki distribusi normal sebagai salah satu syarat dalam analisis statistik parametrik. Dalam penelitian ini, pengujian normalitas dilakukan dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk*, yaitu metode statistik yang digunakan untuk mengevaluasi kesesuaian distribusi data dengan distribusi normal (Alshahrani et al., 2025). Hasil pengujian didapatkan sesuai dengan uji normalitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk* pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ yang dapat dilihat pada Tabel 4. berikut.

Tabel 4. Analisis hasil uji normalitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk*

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
<i>Pretest</i> Capaian Kompetensi	.076	36	.200*	.976	36	.608
<i>Posttest</i> Capaian Kompetensi	.134	36	.098	.968	36	.367

Berdasarkan hasil tabel uji normalitas data menggunakan uji *Shapiro-Wilk* pada Tabel 4. didapat nilai signifikansi pada *pretest* sebesar 0,608 dan *posttest* sebesar 0,367. Merujuk pada kriteria pengujian normalitas data apabila nilai Sig. $> \alpha 0,05$ maka data dianggap berdistribusi normal karena H_0 diterima dan data tidak menunjukkan penyimpangan yang signifikan dari distribusi normal (Habibzadeh, 2024). Hal ini dapat diartikan bahwa distribusi data pada *pretest* dan *posttest* berdistribusi normal karena nilai signifikansi *pretest* $0,608 > \alpha 0,05$ dan *posttest* $0,367 > \alpha 0,05$.

C. Hasil Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan bertujuan untuk menganalisis apakah hasil belajar siswa mengalami peningkatan sesudah menggunakan model *Project Based Learning* yang dibandingkan dengan sebelum penerapan model *Project Based Learning* pada proses pembelajaran. Pengujian hipotesis menggunakan uji *t* berpasangan (*paired sample t-test*), karena teknik ini digunakan untuk membandingkan rata-rata dua pengukuran yang berasal dari subjek yang sama pada dua kondisi berbeda (sebelum dan sesudah perlakuan). Uji *paired t-test* merupakan salah satu prosedur statistik parametrik yang umum digunakan dalam desain *pretest-posttest* untuk menguji efektivitas suatu intervensi pembelajaran (Lakens, 2022). Data hasil pengujian hipotesis dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

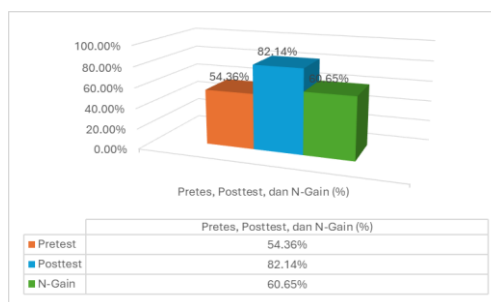
Tabel 5. Analisis hasil uji hipotesis menggunakan uji *t* berpasangan

		Paired Samples Test							
		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	Posttest Capaian Kompetensi – Pretest Capaian Kompetensi	27.778	7.239	1.207	25.328	30.227	23.023	35	<.001

Dari hasil tabel uji hipotesis di atas didapat nilai $t_{hitung} = 23,023$ serta mengacu pada tabel uji *t* dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ dan derajat kebebasan $df = 35$, diperoleh nilai $t_{tabel} = 2,03$. Jika nilai t_{hitung} dibandingkan dengan nilai t_{tabel} , maka diperoleh $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($23,023 > 2,03$) yang berarti terdapat penolakan terhadap hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_1) diterima.

D. Hasil Uji Efektivitas Menggunakan Rumus *N-Gain*

Untuk menilai tingkat efektivitas penerapan model pembelajaran PjBL, dilakukan pengukuran melalui pemberian *pretest* sebelum penerapan model pembelajaran PjBL dalam proses pembelajaran, serta *posttest* setelah kegiatan pembelajaran dengan model pembelajaran tersebut selesai dilaksanakan. Berdasarkan pengukuran yang sudah dilaksanakan didapat hasil yang menunjukkan adanya peningkatan nilai rata-rata, dimana sebelumnya 54,36 meningkat menjadi 82,14. Hasil data tersebut selanjutnya dianalisis untuk mengetahui tingkat keefektifan penerapan model pembelajaran PjBL secara lebih detail menggunakan rumus *N-Gain*. Didapatkan hasil uji keefektifan penerapan model pembelajaran PjBL yang ditampillkan pada Gambar 2. berikut.



Gambar 4. Hasil analisis efektivitas menggunakan rumus *N-Gain*

Data pada grafik gambar 2. menampilkan nilai *N-Gain* dengan persentase yang diperoleh sebesar 60,65%. Merujuk pada kriteria interpretasi *N-Gain*, nilai yang diperoleh termasuk dalam kategori “cukup efektif”. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran PjBL mampu memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap peningkatan hasil belajar siswa (penguasaan kompetensi pemesinan bubut), serta turut memperkuat efektivitas penerapan model PjBL pada proses pembelajaran.

E. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *Project Based Learning* (PjBL) memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kompetensi teknik pemesinan bubut siswa. Peningkatan tersebut tampak dari kenaikan nilai rata-rata *pretest* sebesar 54,36 menjadi 82,14 pada *posttest*. Temuan ini tidak hanya dimaknai sebagai selisih numerik semata, melainkan juga sebagai indikasi terjadinya perubahan dalam proses pembelajaran, dari yang semula cenderung berpusat pada guru menjadi pembelajaran yang lebih aktif dan berpusat pada siswa. Dalam penelitian ini, siswa tidak hanya menerima materi secara pasif, tetapi juga dituntut untuk menyusun jobsheet perencanaan pengerjaan bubut berdasarkan objek tangkai snei. Proses penyusunan tersebut menuntut siswa untuk menganalisis jenis pekerjaan, menentukan urutan proses, memilih alat yang sesuai, menghitung parameter dasar pemotongan, serta mempertimbangkan aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Peningkatan hasil belajar tersebut menunjukkan bahwa PjBL efektif dalam memfasilitasi siswa membangun pemahaman melalui aktivitas perencanaan yang autentik dan relevan dengan konteks pembelajaran vokasi.

Hasil *paired sample t-test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest*, dengan nilai *t* hitung sebesar 23,023 yang lebih besar daripada *t* tabel sebesar 2,03 pada taraf signifikansi 0,05. Signifikansi temuan ini tidak hanya terletak pada aspek statistik, tetapi juga pada penjelasan pedagogis yang mendasari peningkatan hasil belajar tersebut. Rendahnya capaian awal siswa mengindikasikan bahwa pembelajaran sebelumnya belum sepenuhnya mampu mendorong keterlibatan aktif siswa, kemampuan analitis, maupun pengambilan keputusan teknis. Kondisi ini sejalan dengan temuan Fahim (2023), yang menyatakan bahwa rendahnya hasil belajar pada kompetensi pemesinan bubut berkaitan dengan keterbatasan media pembelajaran dan belum optimalnya keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Dalam konteks tersebut, PjBL menjadi relevan karena mampu menjawab permasalahan utama pembelajaran, yaitu kurangnya pengalaman belajar yang bersifat kontekstual dan prosedural. Temuan penelitian ini juga konsisten dengan hasil penelitian Zhang dan Ma (2023) yang menyatakan bahwa PjBL secara signifikan meningkatkan capaian belajar dan keterlibatan siswa. Lavado-Anguera et al. (2024) turut menegaskan bahwa PjBL berkontribusi terhadap penguatan pemahaman konseptual dan kemampuan pemecahan masalah dalam pendidikan teknik.

Nilai *N-Gain* sebesar 60,65% yang berada pada kategori “cukup efektif” menunjukkan bahwa efektivitas PjBL dalam penelitian ini tetap perlu diinterpretasikan secara proporsional. Hal ini berarti bahwa PjBL terbukti mampu meningkatkan kompetensi siswa, tetapi belum dapat dinyatakan sebagai pendekatan yang sepenuhnya optimal untuk mencakup seluruh aspek kompetensi pemesinan bubut. Kondisi tersebut dimungkinkan terjadi karena kompetensi yang diukur dalam penelitian ini masih terbatas pada kemampuan menyusun jobsheet perencanaan pengerjaan, dan belum mencakup performa praktik secara langsung di bengkel. Penggunaan desain *one-group pretest-posttest* tanpa kelas kontrol juga membatasi kekuatan inferensi kausal dalam penelitian ini (Lakens, 2022). Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penyediaan bukti empiris bahwa PjBL efektif digunakan untuk memperkuat kompetensi perencanaan proses dalam pembelajaran pemesinan bubut. Temuan ini juga menunjukkan perlunya penelitian lanjutan dengan desain yang lebih kuat serta pengukuran kompetensi yang lebih komprehensif. Hasil penelitian ini turut mendukung temuan Mahendra et al. (2023) bahwa PjBL berpotensi meningkatkan hasil belajar pada pembelajaran teknik pemesinan bubut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) terbukti mampu meningkatkan kompetensi teknik pemesinan bubut siswa kelas XI Teknik Pemesinan SMK Negeri 5 Semarang. Hal ini dibuktikan dengan meningkatnya nilai rata-rata dari 54,36 pada saat *pretest* menjadi 82,14 pada *posttest*, serta didukung dengan hasil uji *t* berpasangan yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan saat sebelum dan sesudah penerapan model pembelajaran PjBL. Selain itu, penerapan model pembelajaran PjBL berada pada kategori “cukup efektif” dalam meningkatkan penguasaan kompetensi pemesinan bubut siswa yang ditunjukkan dengan hasil perhitungan nilai *N-Gain* sebesar 60,65%.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Gunanto, S. T., & Pramono, D. J. (2021). Teknik Pemesinan Bubut SMK/MAK Kelas XI. Program Keahlian Teknik Mesin. Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan (Edisi Revisi). Penerbit Andi. <https://books.google.co.id/books?id=44opEAAAQBAJ>
- Ahadi, G. D., Nur, N., & Ersela, L. (2023). The Simulation Study of Normality Test Using Kolmogorov-Smirnov. *Eigen Mathematics Journal*, 6(1). <https://doi.org/10.29303/emj.v6i1.131>
- Ahmed, S. K. (2024). How to choose a sampling technique and determine sample size for research: A simplified guide for researchers. *Oral Oncology Reports*, 12(September), 100662. <https://doi.org/10.1016/j.oor.2024.100662>

- Alshahrani, N. D., Coolen-Maturi, T., & Coolen, F. P. A. (2025). On Statistical Reproducibility of Normality and Equality of Variances Tests. *Journal of Statistical Theory and Practice*, 19(4), 1–23. <https://doi.org/10.1007/s42519-025-00495-7>
- Fahim, A. N. (2023). Penerapan e-modul untuk meningkatkan hasil belajar pengetahuan kompetensi dasar menganalisis berbagai jenis pekerjaan pada pemesinan bubut (Skripsi sarjana, Universitas Negeri Semarang). Universitas Negeri Semarang Repository.
- Firmasnyah, D. A., & Untari, R. S. (2022). Closed Project-Based Learning Model Boosts Critical Thinking in Vocational Students. *JICTE (Journal of Information and Computer Technology Education)*, 6(1), 8–16. <https://doi.org/10.21070/jicte.v6i1.1632>
- Habibzadeh, F. (2024). Data Distribution: Normal or Abnormal? *Journal of Korean Medical Science*, 39(3), 1–8. <https://doi.org/10.3346/jkms.2024.39.e35>
- Indrawan, E., Jalinus, N., & Syahril. (2020). Project-based learning in vocational technology education: Study of literature. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(2), 2821–2825.
- Judijanto, L., Hasdiana, H., Naini, U., Al-Amin, A. (2024). A SNAPSHOT OF INDONESIAN VOCATIONAL EDUCATION AND THE 21ST CENTURY SKILLS CHALLENGE. *Indonesian Journal of Education (INJOE)*, 4(3), 804–815. <https://doi.org/https://injoe.org/index.php/INJOE/article/view/61>
- Lakens, D. (2022). Sample Size Justification. *Collabra: Psychology*, 8(1), 1–28. <https://doi.org/10.1525/collabra.33267>
- Lavado-Anguera, S., Velasco-Quintana, P. J., & Terrón-López, M. J. (2024). Project-Based Learning (PBL) as an Experiential Pedagogical Methodology in Engineering Education: A Review of the Literature. *Education Sciences*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/educsci14060617>
- Lubis, R. A. (2022). Pengembangan jobsheet mata pelajaran pemesinan bubut kelas XI di SMK Dwi Warna Medan. Universitas Negeri Medan, 90–92.
- Mahendra, M. L., Karudin, A., Erizon, N., & Yufrizal, Y. (2023). Implementasi Model Pembelajaran Project Based Learning Dan Case Method Pada Hasil Belajar Mata Pelajaran Teknik Pemesinan Bubut. *Jurnal Vokasi Mekanika (VoMek)*, 5(2), 160–166. <https://doi.org/10.24036/vomek.v5i2.517>
- Mutohhari, F., Sutiman, S., Nurtanto, M., Kholifah, N., & Samsudin, A. (2021). Difficulties in implementing 21st century skills competence in vocational education learning. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(4), 1229–1236. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i4.22028>
- Pan, S. C., & Carpenter, S. K. (2023). Prequestioning and pretesting effects: A review of empirical research, theoretical perspectives, and implications for educational practice. *Educational Psychology Review*. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09814-5>
- Sayuti, A. (2024). Pengembangan jobsheet berbasis aplikasi 3D modeling Onshape pada mata pelajaran teknik pemesinan bubut kelas XI program keahlian teknik pemesinan SMK Negeri 2 Kota Tanjung Balai. Universitas Negeri Medan, 3–4. <https://digilib.unimed.ac.id/id/eprint/63131>
- Setyobudi, M. A., Khumaedi, M., & Huda, K. (2025). Penerapan Multimedia untuk Meningkatkan Capaian Pembelajaran Peserta Didik Memahami Bagian-Bagian Mesin Bubut di SMK Negeri 1 Karangawen. *Jurnal Studi Guru Dan ...*, 8(2), 1015–1026.
- SMK Negeri 5 Semarang. (2025). Teknik Pemesinan. SMK Negeri 5 Semarang. <https://smkn5smg.sch.id/teknik-pemesinan/>
- Yohanes Ronaldo Da Santo, M., & Yunus. (2024). Implementasi Modul Elektronik (E-Modul) Mesin Bubut Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Praktik Pemesinan Bubut Siswa Kelas XI Teknik Pemesinan SMK Negeri 3 Surabaya. *JPTM (Jurnal Pendidikan Teknik Mesin)*, 1–7.
- Zhang, L., & Ma, Y. (2023). A study of the impact of project-based learning on student learning effects: a meta-analysis study. *Frontiers in Psychology*, 14(July), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1202728>