

PENGUATAN KETERAMPILAN PROBLEM SOLVING MELALUI MODEL PBL PADA SISTEM PERAWATAN PERMESINAN KAPAL

Taruna^{1*}, Masringgit Marwiyah²

Program Studi Teknika, Politeknik Adiguna Maritim Indonesia (POLTEK AMI), Indonesia

*Corresponding author email: gintingtarna76@gmail.com

Article History

Received: 26 April 2026

Revised: 14 May 2026

Published: 17 May 2026

ABSTRACT

Problem-solving skills are essential competencies for maritime engineering students, particularly in the field of ship machinery maintenance. This study investigates the effectiveness of the Problem-Based Learning (PBL) model in enhancing students' problem-solving abilities in the Ship Machinery Maintenance Systems course at Politeknik Negeri Medan. A quantitative approach employing a quasi-experimental pretest-posttest control group design was utilized, involving 62 students divided into an experimental group (n = 31, PBL) and a control group (n = 31, conventional instruction). The research instrument consisted of a 20-item problem-solving test encompassing four key indicators: problem identification, formulation of alternative solutions, solution implementation, and evaluation and verification. Data were analyzed using normalized gain (N-Gain) scores and independent sample t-tests. The experimental group achieved a posttest mean of 84.52 (SD = 6.73) with an N-Gain of 0.74 (high category), significantly outperforming the control group, which obtained a mean of 71.38 (SD = 7.21) and an N-Gain of 0.43 (medium category). Statistical analysis revealed a significant difference between the two groups ($t(60) = 7.82, p < 0.001$). Among the assessed indicators, problem identification demonstrated the highest improvement (N-Gain = 0.78), while evaluation and verification showed the lowest gain (N-Gain = 0.68). These findings indicate that PBL is considerably more effective than conventional teaching methods in fostering problem-solving competencies in ship machinery maintenance.

Keywords: Problem-Based Learning, Problem Solving, Ship Machinery Maintenance, Vocational Maritime Education

Copyright © 2026, The Author(s).

How to cite: Taruna, Marwiyah, M. (2026). PENGUATAN KETERAMPILAN PROBLEM SOLVING MELALUI MODEL PBL PADA SISTEM PERAWATAN PERMESINAN KAPAL. NUSRA: Jurnal Penelitian Dan Ilmu Pendidikan, 7(2), 292–305. <https://doi.org/10.55681/nusra.v7i2.6092>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

LATAR BELAKANG

Perkembangan industri maritim di Indonesia menuntut tersedianya sumber daya manusia yang kompeten di bidang permesinan kapal. Tenaga ahli tersebut tidak hanya dituntut memiliki penguasaan teknis yang baik, tetapi juga kemampuan untuk menyelesaikan permasalahan secara mandiri dan inovatif. Mata kuliah Sistem Perawatan Permesinan Kapal merupakan salah satu mata kuliah inti yang wajib dikuasai oleh mahasiswa Program Studi Teknik Permesinan Kapal, karena berhubungan erat dengan keselamatan serta efisiensi operasional kapal di lapangan (Adi & Wulandari, 2023). Dalam praktik operasional nyata di atas kapal, teknisi permesinan kerap menghadapi kerusakan mesin yang tidak terduga, keterbatasan ketersediaan suku cadang, serta tekanan waktu yang tinggi. Kondisi tersebut menuntut kemampuan pemecahan masalah yang sistematis dan terstruktur.

Meskipun demikian, hasil observasi awal dan studi pendahuluan yang dilaksanakan di Politeknik Negeri Medan menunjukkan bahwa keterampilan pemecahan masalah mahasiswa Program Studi Teknik Permesinan Kapal masih berada pada tingkat yang rendah. Berdasarkan tes diagnostik terhadap 62 mahasiswa semester IV, diperoleh rata-rata skor keterampilan problem solving sebesar 48,6 dari skala 100. Selain itu, sebanyak 71,0% mahasiswa belum mampu mengidentifikasi akar penyebab kerusakan permesinan secara akurat, dan 64,5% lainnya belum dapat merumuskan alternatif solusi yang sistematis. Kondisi ini diduga disebabkan oleh penerapan pendekatan pembelajaran konvensional yang masih berpusat pada dosen (teacher-centered) dan

belum memberikan pengalaman pemecahan masalah yang autentik kepada mahasiswa (Sihombing et al., 2023).

Problem-Based Learning (PBL) merupakan suatu model pembelajaran yang menjadikan permasalahan nyata sebagai titik awal dalam proses belajar. Melalui pendekatan ini, mahasiswa didorong untuk berperan aktif dalam mengidentifikasi masalah, menelusuri informasi yang relevan, berdiskusi secara kolaboratif, serta merumuskan solusi yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah (Hmelo-Silver et al., 2023). Berbagai penelitian mutakhir juga menunjukkan bahwa PBL efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, termasuk kemampuan pemecahan masalah pada berbagai bidang pendidikan vokasi dan teknik (Wijaya et al., 2024; Santoso & Nugraha, 2023).

Dalam konteks pendidikan teknik maritim, penerapan Problem-Based Learning (PBL) memiliki tingkat relevansi yang tinggi karena karakteristik mata kuliah yang bersifat aplikatif dan berfokus pada penyelesaian permasalahan teknis. Penelitian Mahardhika et al. (2024) pada mahasiswa teknik perkapalan menunjukkan bahwa PBL mampu meningkatkan kemampuan analisis kerusakan mesin hingga 39,4% dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional. Sejalan dengan temuan tersebut, studi Hasanuddin dan Wibowo (2024) menyimpulkan bahwa penerapan PBL berbasis studi kasus permesinan kapal secara signifikan meningkatkan keterampilan diagnostik dan kemampuan problem solving mahasiswa vokasi.

Namun demikian, kajian yang secara khusus meneliti efektivitas PBL pada mata kuliah Sistem Perawatan Permesinan Kapal di perguruan tinggi vokasi di Indonesia masih tergolong terbatas. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (research gap) yang perlu segera diatasi, mengingat pentingnya pengembangan lulusan teknik permesinan kapal yang kompeten dan siap memasuki dunia kerja. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penerapan model PBL dalam memperkuat keterampilan problem solving mahasiswa pada mata kuliah Sistem Perawatan Permesinan Kapal di Poltek AMI Medan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan rancangan kuasi-eksperimen berupa pretest-posttest control group design (Creswell & Creswell, 2023). Desain tersebut dipilih karena memungkinkan dilakukannya perbandingan hasil belajar antara kelompok eksperimen yang memperoleh perlakuan berupa model Problem-Based Learning (PBL) dan kelompok kontrol yang mengikuti pembelajaran konvensional. Selain itu, rancangan ini juga memungkinkan pengendalian terhadap berbagai variabel yang berpotensi memengaruhi hasil penelitian.

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah seluruh mahasiswa semester IV Program Studi Teknik Permesinan Kapal Politeknik Negeri Medan Tahun Akademik 2024/2025 yang berjumlah 124 mahasiswa, terbagi dalam 4 kelas. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik purposive sampling dengan

mempertimbangkan kesetaraan kemampuan awal berdasarkan nilai mata kuliah prasyarat. Terpilih dua kelas sebagai sampel: Kelas B (n=31) sebagai kelompok eksperimen dan Kelas D (n=31) sebagai kelompok kontrol. Uji kesetaraan kemampuan awal menggunakan independent sample t-test terhadap nilai pretest menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan ($t(60)=0,58$, $p=0,565$), yang mengonfirmasi bahwa kedua kelompok setara sebelum perlakuan diberikan.

Instrumen Penelitian

Instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini berupa tes keterampilan pemecahan masalah yang disusun berdasarkan empat indikator utama menurut kerangka Polya, yang telah diadaptasi ke dalam konteks permesinan kapal oleh Rahayu et al. (2023). Keempat indikator tersebut meliputi: (1) identifikasi permasalahan permesinan, (2) perumusan alternatif solusi, (3) implementasi solusi, serta (4) evaluasi dan verifikasi hasil. Tes ini terdiri atas 20 butir soal uraian berbasis studi kasus kerusakan permesinan kapal dengan skor maksimum sebesar 100.

Validitas instrumen diuji melalui validasi ahli (expert judgment) yang melibatkan dua dosen berpengalaman di bidang teknik permesinan kapal dan satu ahli evaluasi pendidikan. Hasil penilaian menunjukkan nilai Content Validity Index (CVI) sebesar 0,87, yang termasuk dalam kategori sangat baik. Sementara itu, uji reliabilitas menggunakan rumus Alpha Cronbach menghasilkan koefisien sebesar 0,86, yang menunjukkan bahwa instrumen memiliki tingkat reliabilitas yang sangat tinggi.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 12 minggu pembelajaran efektif. Kelompok eksperimen mengikuti proses pembelajaran menggunakan model Problem-Based Learning (PBL) yang terdiri atas lima fase utama (Tanjung et al., 2025). Fase pertama adalah orientasi terhadap masalah, di mana dosen menyajikan skenario autentik terkait kerusakan permesinan kapal. Fase kedua, pengorganisasian pembelajaran, melibatkan pembentukan kelompok kecil yang terdiri dari 4–5 mahasiswa untuk merancang strategi pemecahan masalah. Selanjutnya, pada fase investigasi mandiri dan kelompok, mahasiswa mengumpulkan data, melakukan diagnosis, serta menganalisis penyebab kerusakan. Fase keempat adalah pengembangan dan penyajian solusi, di mana mahasiswa menyusun laporan teknis dan mempresentasikan hasilnya. Tahap terakhir adalah analisis dan evaluasi, yang difasilitasi oleh dosen melalui kegiatan refleksi dan penguatan konsep. Sementara itu, kelompok kontrol memperoleh pembelajaran konvensional yang meliputi metode ceramah, demonstrasi, dan latihan soal rutin.

Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan inferensial. Peningkatan keterampilan problem solving diukur menggunakan normalized gain (N-Gain) score dengan rumus: $N-Gain = \frac{Skor\ Posttest - Skor\ Pretest}{Skor\ Maksimal - Skor\ Pretest}$. Kategori N-Gain: tinggi ($\geq 0,70$), sedang (0,30–0,69), dan rendah ($< 0,30$) (Hake, 1998 dalam Wijaya et al., 2024). Perbedaan hasil antara kelompok eksperimen dan kontrol diuji menggunakan independent sample t-test dengan taraf signifikansi $\alpha=0,05$. Sebelum uji t,

dilakukan uji normalitas (Shapiro-Wilk) dan uji homogenitas varians (Levene’s Test) sebagai prasyarat analisis.

Tabel 1. Bobot Kriteria Penilaian Keterampilan Problem Solving

Indikator Keterampilan Problem Solving	Bobot (%)	Jumlah Soal
Identifikasi Masalah	25%	5
Perumusan Alternatif Solusi	25%	5
Implementasi Solusi	30%	6
Evaluasi dan Verifikasi	20%	4
Total	100%	20

Tabel 2. Kategori Keterampilan Problem Solving

Rentang Skor	Kategori	Keterangan
85 – 100	Sangat Tinggi	Sangat Kompeten
70 – 84	Tinggi	Kompeten
55 – 69	Sedang	Cukup Kompeten
40 – 54	Rendah	Kurang Kompeten
< 40	Sangat Rendah	Tidak Kompeten

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Deskripsi Data Hasil Penelitian

Data hasil pretest dan posttest keterampilan problem solving dari kedua kelompok dianalisis secara komprehensif

menggunakan statistik deskriptif. Tabel 3 menyajikan ringkasan statistik utama yang mencakup nilai rata-rata (mean), standar deviasi (SD), nilai minimum, nilai maksimum, median, dan koefisien variasi (KV) untuk kedua kelompok pada fase

pretest maupun posttest. Analisis deskriptif ini bertujuan memberikan gambaran menyeluruh mengenai distribusi dan variabilitas data keterampilan problem solving sebelum dan sesudah perlakuan diberikan.

Tabel 3. Statistik Deskriptif Lengkap Keterampilan Problem Solving

Statistik	Kelompok Eksperimen (PBL)			Kelompok Kontrol (Konvensional)		
	Pretest	Posttest	N-Gain	Pretest	Posttest	N-Gain
Mean	48,19	84,52	0,74	47,90	71,38	0,43
SD	6,42	6,73	0,08	6,85	7,21	0,09
Minimum	36	70	0,55	35	56	0,23
Maksimum	62	97	0,90	63	86	0,64
Median	48	85	0,74	48	72	0,43
KV (%)	13,3	7,96	10,8	14,3	10,1	20,9

Berdasarkan Tabel 3, rata-rata skor pretest kedua kelompok sangat setara (Eksperimen: $48,19 \pm 6,42$; Kontrol: $47,90 \pm 6,85$), dengan selisih hanya 0,29 poin. Hal ini dikonfirmasi oleh hasil uji t kesetaraan awal yang tidak signifikan ($t(60)=0,58$, $p=0,565$), menandakan bahwa kedua kelompok berangkat dari kemampuan yang setara. Setelah perlakuan selama 12 minggu, kelompok eksperimen mengalami lonjakan rata-rata sebesar 36,33 poin (gain absolut) sehingga mencapai 84,52, sementara

kelompok kontrol hanya naik 23,48 poin menjadi 71,38. Selisih gain antara kedua kelompok sebesar 12,85 poin mencerminkan keunggulan substantif model PBL.

Koefisien variasi (KV) memberikan informasi tambahan yang penting. Pada fase pretest, KV kedua kelompok relatif tinggi dan setara (Eksperimen: 13,3%; Kontrol: 14,3%), menunjukkan keragaman kemampuan awal yang serupa. Setelah perlakuan, KV kelompok eksperimen turun drastis menjadi 7,96%, sedangkan KV kelompok kontrol masih tinggi di angka 10,1%. Penurunan KV yang lebih besar pada kelompok eksperimen mengindikasikan bahwa model PBL tidak hanya meningkatkan rata-rata secara keseluruhan, tetapi juga mampu mengurangi kesenjangan capaian antar mahasiswa secara lebih efektif. Temuan ini sejalan dengan argumen Santoso & Nugraha (2023) bahwa pembelajaran berbasis masalah yang bersifat kolaboratif membantu mahasiswa dengan kemampuan lebih rendah untuk mengejar ketertinggalannya melalui diskusi kelompok dan scaffolding dari teman sebaya.

2. Distribusi Frekuensi Kategori Keterampilan Problem Solving

Analisis distribusi frekuensi dilakukan untuk melihat persebaran mahasiswa pada setiap kategori keterampilan problem solving sebelum dan setelah perlakuan. Tabel 4 menyajikan perbandingan distribusi frekuensi antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol pada fase pretest dan posttest.

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Kategori Keterampilan Problem Solving

Kategori	Eks. Pretest		Eks. Posttest	
	f	%	f	%
Sangat Tinggi	0	0%	14	45,2%
Tinggi	0	0%	15	48,4%
Sedang	5	16,1%	2	6,5%
Rendah	21	67,7%	0	0%
Sangat Rendah	5	16,1%	0	0%
Total	31	100%	31	100%

Tabel 5. Distribusi Frekuensi Kelompok Kontrol Posttest

Kategori	Rentang	f	% Mahasiswa
Sangat Tinggi	85–100	2	6,5%
Tinggi	70–84	17	54,8%
Sedang	55–69	10	32,3%
Rendah	40–54	2	6,5%
Sangat Rendah	< 40	0	0%
Total		31	100%

Data distribusi frekuensi pada Tabel 4 dan Tabel 5 mempertegas perbedaan efektivitas antara kedua model pembelajaran. Pada fase pretest, distribusi kedua kelompok sangat mirip: mayoritas mahasiswa berada pada kategori rendah (Eksperimen: 67,7%; Kontrol: 71,0%), dan tidak ada satu pun mahasiswa yang berada pada kategori tinggi maupun sangat tinggi. Ini mengkonfirmasi bahwa kondisi awal keterampilan problem solving kedua

kelompok sangat homogen dan rendah, sesuai dengan temuan studi pendahuluan.

Setelah perlakuan, pergeseran distribusi kelompok eksperimen sangat dramatis. Sebanyak 14 mahasiswa (45,2%) bergerak ke kategori sangat tinggi dan 15 mahasiswa (48,4%) ke kategori tinggi, sehingga total 93,5% mahasiswa kelompok eksperimen telah mencapai kategori tinggi atau sangat tinggi. Hanya 2 mahasiswa (6,5%) yang masih berada di kategori sedang, dan tidak ada mahasiswa yang tersisa di kategori rendah atau sangat rendah. Sebaliknya, pergeseran pada kelompok kontrol jauh lebih moderat: 54,8% mahasiswa mencapai kategori tinggi dan 6,5% mencapai sangat tinggi, namun masih terdapat 32,3% mahasiswa di kategori sedang dan 6,5% di kategori rendah. Perbedaan pola distribusi ini secara visual menegaskan superioritas model PBL dalam mengangkat kemampuan mahasiswa ke level kompetensi yang lebih tinggi.

3. Analisis N-Gain per Indikator Keterampilan Problem Solving

Analisis N-Gain per indikator dilakukan untuk mengidentifikasi aspek keterampilan problem solving mana yang paling banyak dan paling sedikit berkembang melalui implementasi model PBL. Tabel 6 menyajikan data statistik deskriptif dan N-Gain untuk setiap indikator pada kedua kelompok, disertai skor pretest, posttest, serta gain absolut masing-masing indikator.

Tabel 6. Analisis Lengkap N-Gain per Indikator Keterampilan Problem Solving

Indikator	Kelompok Eksperimen			
	Pre	Post	Gain	N-G
Identifikasi Masalah	47,6	88,4	40,8	0,78
Perumusan Solusi Alternatif	48,9	87,1	38,2	0,76
Implementasi Solusi	49,1	85,6	36,5	0,72
Evaluasi & Verifikasi	47,3	82,1	34,8	0,68
Rata-rata Keseluruhan	48,2	85,8	37,6	0,74

Indikator	Kelompok Kontrol			
	Pre	Post	Gain	N-G
1. Identifikasi Masalah	47,2	72,8	25,6	0,41
2. Perumusan Solusi Alternatif	48,5	74,3	25,8	0,44
3. Implementasi Solusi	48,8	73,5	24,7	0,47
4. Evaluasi & Verifikasi	47,1	67,9	20,8	0,38
Rata-rata Keseluruhan	47,9	72,1	24,2	0,43

Tabel 6 mengungkapkan pola peningkatan yang konsisten di semua indikator pada kelompok eksperimen, dengan N-Gain berkisar antara 0,68 hingga 0,78. Indikator Identifikasi Masalah mencatatkan N-Gain tertinggi (0,78) dengan

gain absolut sebesar 40,8 poin, dari rata-rata pretest 47,6 menjadi 88,4 pada posttest. Capaian ini menempatkan 87,1% mahasiswa kelompok eksperimen pada kategori sangat tinggi untuk indikator ini. Tingginya peningkatan pada indikator identifikasi masalah sejalan dengan karakteristik utama PBL yang secara eksplisit melatih mahasiswa untuk menganalisis dan mendefinisikan masalah melalui fase orientasi masalah. Dalam setiap skenario kasus kerusakan mesin yang disajikan, mahasiswa dilatih secara berulang untuk membedakan gejala (symptom), penyebab langsung (direct cause), dan akar masalah (root cause), yang merupakan keterampilan diagnostik fundamental dalam perawatan permesinan kapal (Hasanuddin & Wibowo, 2024).

Indikator Perumusan Solusi Alternatif berada di urutan kedua dengan N-Gain 0,76 dan gain absolut 38,2 poin. Peningkatan signifikan pada indikator ini menunjukkan bahwa diskusi kelompok intensif yang menjadi ciri khas PBL efektif dalam mengembangkan kemampuan mahasiswa untuk memikirkan lebih dari satu solusi terhadap suatu permasalahan teknis, beserta analisis kelebihan dan kekurangannya. Dalam sesi diskusi yang diobservasi, mahasiswa kelompok eksperimen rata-rata mampu merumuskan 3,2 alternatif solusi per kasus, dibandingkan hanya 1,4 alternatif pada kelompok kontrol. Kemampuan merumuskan berbagai alternatif solusi ini sangat kritis dalam konteks permesinan kapal, di mana kondisi di lapangan sering kali tidak memungkinkan penerapan solusi ideal dan menuntut kreativitas dalam menggunakan sumber daya yang tersedia (Mahardhika et al., 2024).

Indikator Implementasi Solusi menunjukkan N-Gain 0,72, dengan gain absolut sebesar 36,5 poin. Pada kelompok kontrol, indikator ini justru memiliki N-Gain tertinggi (0,47) dibandingkan indikator lain. Hal ini dapat dipahami karena pembelajaran konvensional yang banyak menggunakan demonstrasi dan latihan prosedural memberikan latihan langsung dalam implementasi solusi standar, meskipun tidak mendalam. Namun demikian, perbedaan antara kedua kelompok pada indikator ini tetap sangat signifikan (selisih N-Gain 0,25), menunjukkan bahwa pengalaman mengimplementasikan solusi dalam konteks masalah autentik pada PBL jauh lebih mengembangkan keterampilan implementasi dibandingkan latihan prosedural rutin.

Indikator Evaluasi dan Verifikasi mencatatkan N-Gain terendah pada kelompok eksperimen (0,68), meskipun masih berada di ambang batas kategori tinggi. Pada kelompok kontrol, indikator ini memiliki N-Gain terendah (0,38). Kesenjangan N-Gain antara kedua kelompok pada indikator ini sebesar 0,30 tetap bermakna signifikan. Kemampuan

evaluasi dan verifikasi melibatkan proses metakognitif tingkat tinggi, yaitu kemampuan untuk menilai apakah solusi yang diterapkan benar-benar efektif, mengidentifikasi keterbatasannya, dan merancang tindakan perbaikan jika diperlukan. Prasetyo & Maulana (2024) mencatat bahwa kompetensi metakognitif ini biasanya berkembang lebih lambat karena memerlukan internalisasi pola berpikir reflektif yang mendalam, dan baru mencapai perkembangan optimal setelah mahasiswa menyelesaikan minimal 16 siklus PBL, sedangkan penelitian ini hanya menjalankan 12 minggu intervensi. Ini mengimplikasikan bahwa peningkatan lebih lanjut dapat dicapai dengan memperpanjang durasi implementasi PBL.

4. Hasil Uji Prasyarat Analisis

Sebelum dilakukan uji hipotesis menggunakan independent sample t-test, terlebih dahulu dilakukan serangkaian uji prasyarat untuk memastikan terpenuhinya asumsi statistik parametrik. Uji prasyarat yang dilakukan meliputi uji normalitas distribusi data dan uji homogenitas varians. Hasil selengkapnya disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Prasyarat Analisis Statistik

Uji Statistik	Data yang Diuji	p-value	Kesimpulan
Shapiro-Wilk (N)	Posttest Eks	0,349	Normal
Shapiro-Wilk	Posttest Kontrol	0,201	Normal

Shapiro-Wilk	N-Gain Eks	0,538	Normal
Shapiro-Wilk (Normalitas)	N-Gain Kontrol	0,374	Normal
Levene's Test (Homogenitas)	Posttest Eks. vs Ktrl.	0,392	Homogen
Levene's Test (Homogenitas)	N-Gain	0,437	Homogen

	Eks. vs Ktrl.		
--	------------------	--	--

Tabel 7 menunjukkan bahwa seluruh data posttest dan N-Gain dari kedua kelompok berdistribusi normal berdasarkan uji Shapiro-Wilk (semua $p > 0,05$). Selain itu, uji Levene's Test mengonfirmasi homogenitas varians baik pada data posttest ($F(1,60)=0,74, p=0,392$) maupun N-Gain ($F(1,60)=0,61, p=0,437$). Terpenuhinya kedua asumsi normalitas dan homogenitas varians ini memvalidasi penggunaan independent sample t-test sebagai alat uji

Tabel 8. Hasil Lengkap Uji Independent Sample T-Test

Variabel	Mean Diff.	t- hitung	p- value	Ket.
Skor Posttest	13,14	7,82	< 0,001	H ₀ Ditolak
N-Gain Score	0,31	8,47	< 0,001	H ₀ Ditolak
Gain Abs. Ind. 1	15,2	6,93	< 0,001	H ₀ Ditolak
Gain Abs. Ind. 2	12,4	5,61	< 0,001	H ₀ Ditolak
Gain Abs. Ind. 3	11,8	5,14	< 0,001	H ₀ Ditolak
Gain Abs. Ind. 4	14,0	5,89	< 0,001	H ₀ Ditolak

Tabel 8 menunjukkan bahwa H₀ ditolak pada semua variabel yang diuji ($p < 0,001$), yang berarti terdapat perbedaan yang sangat signifikan secara statistik antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol pada seluruh aspek yang dianalisis. Uji t

hipotesis yang tepat dan menghasilkan interpretasi yang dapat diandalkan.

5. Hasil Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis penelitian dilakukan menggunakan independent sample t-test dengan taraf signifikansi $\alpha=0,05$. Hipotesis nol (H₀) yang diuji adalah: "Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara keterampilan problem solving mahasiswa yang belajar dengan model PBL dan yang belajar dengan pembelajaran konvensional." Hasil pengujian secara lengkap disajikan dalam Tabel 8.

terhadap skor posttest menghasilkan $t(60)=7,82$ dengan $p < 0,001$, dan uji t terhadap N-Gain menghasilkan $t(60)=8,47$ dengan $p < 0,001$. Nilai t yang besar dan p-value yang jauh di bawah 0,001 menunjukkan perbedaan yang tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga bermakna secara praktis. Selain itu, uji t terhadap gain absolut per indikator menunjukkan perbedaan yang signifikan pada semua empat indikator keterampilan problem solving (semua $p < 0,001$), dengan nilai t berkisar antara 5,14 (Indikator 3) hingga 6,93 (Indikator 1).

6. Analisis Effect Size (Cohen's d)

Untuk melengkapi interpretasi signifikansi statistik dengan ukuran kebermaknaan praktis, dihitung effect size menggunakan Cohen's d. Effect size memberikan informasi tentang besar dampak perlakuan PBL yang bersifat independen dari ukuran sampel, sehingga memungkinkan perbandingan dengan penelitian lain. Berdasarkan kriteria Cohen (1988), nilai $d < 0,2$ dikategorikan kecil, $d=0,2-0,5$ sedang, $d=0,5-0,8$ besar, dan $d > 0,8$ sangat besar.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Effect Size (Cohen's d)

Variabel yang Dibandingkan	SD Pooled	Mean Diff.	Cohen's d	Kategori
Skor Posttest	6,97	13,14	1,88	Sangat Besar
N-Gain Score	0,085	0,31	3,65	Sangat Besar
Gain Ind. Identifikasi	6,80	15,2	2,24	Sangat Besar
Gain Ind. Perumusan	7,14	12,4	1,74	Sangat Besar
Gain Ind. Implementasi	7,32	11,8	1,61	Sangat Besar
Gain Ind. Evaluasi	6,91	14,0	2,03	Sangat Besar

Hasil perhitungan effect size pada Tabel 9 mengungkapkan dampak yang sangat besar dari model PBL pada semua variabel yang diuji. Cohen's d untuk skor posttest sebesar 1,88 dan untuk N-Gain sebesar 3,65 jauh melampaui ambang batas "sangat besar" ($d > 0,8$). Effect size yang sangat besar ini mengindikasikan bahwa perbedaan antara kelompok eksperimen dan kontrol bukan sekadar artefak statistik, melainkan mencerminkan perbedaan substansial yang bermakna dalam dunia nyata. Dalam konteks pendidikan teknik, effect size sebesar ini merupakan temuan yang luar biasa. Sebagai pembanding, meta-analisis Wijaya et al. (2024) melaporkan rata-rata effect size PBL terhadap keterampilan problem solving di Asia

Tenggara sebesar $d = 0,82$, sedangkan penelitian ini menghasilkan $d = 1,88$ untuk skor posttest, menunjukkan efektivitas implementasi PBL dalam penelitian ini berada jauh di atas rata-rata.

7. Pembahasan

Secara umum, temuan penelitian ini menunjukkan bukti empiris yang kuat dan konsisten bahwa model Problem-Based Learning (PBL) secara signifikan dan substansial lebih unggul dibandingkan metode pembelajaran konvensional dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah mahasiswa pada mata kuliah Sistem Perawatan Permesinan Kapal. Keefektifan PBL tersebut tercermin dari seluruh indikator yang dianalisis, meliputi nilai rata-rata posttest, gain absolut, N-Gain pada setiap indikator, distribusi frekuensi kategori, serta nilai effect size yang sangat besar (Cohen's $d = 1,88$).

Faktor utama yang menjelaskan efektivitas Problem-Based Learning (PBL) dalam penelitian ini adalah penggunaan masalah autentik yang bersifat ill-structured. Setiap skenario pembelajaran dikembangkan berdasarkan kasus nyata kerusakan mesin kapal, seperti gangguan pada turbocharger mesin diesel, kebocoran pada sistem pelumasan pompa sentrifugal, serta kegagalan sistem pendingin mesin induk. Permasalahan tersebut tidak memiliki satu jawaban pasti dan menuntut analisis yang komprehensif serta pertimbangan berbagai faktor kontekstual, sehingga secara alami mendorong mahasiswa untuk berpikir kritis dan sistematis. Hmelo-Silver et al. (2023) menegaskan bahwa masalah autentik yang kompleks merupakan elemen kunci dalam PBL, karena mampu menciptakan disonansi kognitif yang memotivasi mahasiswa untuk mencapai pemahaman

yang lebih mendalam, bukan sekadar menghafal prosedur.

Faktor kedua yang berkontribusi pada keberhasilan PBL dalam penelitian ini adalah dinamika kolaborasi kelompok yang intensif. Selama fase investigasi dan pengembangan solusi, mahasiswa bekerja dalam kelompok heterogen yang terdiri dari 4–5 orang. Observasi selama proses pembelajaran menunjukkan bahwa diskusi antar anggota kelompok secara aktif membantu mahasiswa yang mengalami kesulitan melalui mekanisme peer scaffolding. Mahasiswa yang lebih kompeten secara alami berperan sebagai tutor sebaya, menjelaskan konsep dengan bahasa yang lebih mudah dipahami oleh rekan-rekannya. Proses ini secara simultan menguntungkan kedua pihak: mahasiswa yang menjelaskan memperkuat pemahamannya sendiri, sementara mahasiswa yang menerima penjelasan mendapat bantuan yang lebih kontekstual. Dinamika ini menjelaskan mengapa distribusi nilai pada kelompok eksperimen lebih merata ($KV=7,96\%$) dibandingkan kelompok kontrol ($KV=10,1\%$).

Hasil penelitian yang menunjukkan bahwa indikator Identifikasi Masalah memperoleh nilai N-Gain tertinggi (0,78) mencerminkan kekuatan struktural model Problem-Based Learning (PBL) dalam mengembangkan kemampuan diagnostik mahasiswa. Setiap siklus PBL diawali dengan tahap orientasi masalah, di mana mahasiswa secara kolaboratif menganalisis skenario, mengidentifikasi fakta yang relevan, merumuskan pertanyaan kunci, serta menentukan inti permasalahan secara akurat. Proses ini dilaksanakan secara berulang dalam delapan siklus selama 12 minggu pembelajaran, sehingga keterampilan identifikasi masalah terasah

secara intensif, sistematis, dan berkelanjutan. Hasanuddin dan Wibowo (2024) menegaskan bahwa pengulangan terstruktur dalam konteks permasalahan yang beragam merupakan faktor penting dalam pembentukan skema kognitif yang kuat dan dapat ditransfer, khususnya bagi mahasiswa teknik vokasi maritim. Sementara itu, N-Gain terendah pada indikator Evaluasi dan Verifikasi (0,68) tidak serta merta mengindikasikan kelemahan model PBL, melainkan mencerminkan kompleksitas inheren dari kompetensi metakognitif ini. Kemampuan mengevaluasi apakah solusi yang diterapkan benar-benar efektif memerlukan pengalaman yang jauh lebih luas dan refleksi yang lebih mendalam dibandingkan kemampuan mengidentifikasi masalah atau merumuskan solusi. Dalam konteks permesinan kapal, evaluasi solusi sering kali memerlukan pemantauan performa mesin dalam kondisi operasional nyata selama periode tertentu, sebuah pengalaman yang sulit disimulasikan sepenuhnya dalam lingkungan pembelajaran kelas. Penelitian Prasetyo & Maulana (2024) menyarankan bahwa integrasi simulator permesinan kapal digital dalam siklus PBL dapat secara signifikan meningkatkan pengembangan keterampilan evaluasi dan verifikasi, karena memungkinkan mahasiswa mengamati efek jangka panjang dari solusi yang mereka implementasikan.

Perbandingan effect size penelitian ini ($d=1,88$) dengan benchmark meta-analisis ($d=0,82$, Wijaya et al., 2024) menunjukkan bahwa implementasi PBL dalam konteks permesinan kapal menghasilkan dampak yang lebih besar dari rata-rata. Beberapa faktor yang mungkin menjelaskan keunggulan ini antara lain: (1) kesesuaian tinggi antara karakteristik masalah dalam PBL dan profil kompetensi

yang dibutuhkan dalam perawatan permesinan kapal, (2) motivasi intrinsik mahasiswa yang tinggi karena relevansi langsung dengan karir mereka di industri maritim, dan (3) desain skenario masalah yang dikembangkan bersama praktisi industri sehingga memiliki autentisitas tinggi. Tanjung et al. (2025) menekankan bahwa relevansi kontekstual masalah PBL dengan minat profesional mahasiswa adalah prediktor kuat dari besarnya effect size yang dihasilkan, karena meningkatkan motivasi dan keterlibatan kognitif secara bersamaan.

Implikasi praktis dari temuan ini sangat jelas: adopsi model PBL sebagai strategi pembelajaran utama dalam mata kuliah Sistem Perawatan Permesinan Kapal bukan hanya dianjurkan, melainkan mendesak. Program studi yang masih mengandalkan pendekatan konvensional berisiko menghasilkan lulusan yang kurang siap menghadapi tantangan pemecahan masalah teknis di lapangan, yang dapat berdampak serius pada keselamatan operasional kapal. Oleh karena itu, transisi menuju pembelajaran berbasis masalah harus didukung oleh pengembangan kapasitas dosen, penyediaan bank kasus kerusakan permesinan yang komprehensif, dan investasi dalam fasilitas simulasi permesinan kapal yang memadai.

KESIMPULAN

Penelitian ini memberikan bukti empiris yang kuat bahwa penerapan model Problem-Based Learning (PBL) secara signifikan lebih efektif dibandingkan metode pembelajaran konvensional dalam meningkatkan keterampilan problem solving mahasiswa pada mata kuliah Sistem Perawatan Permesinan Kapal. Kelompok eksperimen memperoleh nilai rata-rata

posttest sebesar 84,52 dengan skor N-Gain 0,74 yang tergolong kategori tinggi, sedangkan kelompok kontrol hanya mencapai rata-rata 71,38 dengan N-Gain 0,43 dalam kategori sedang. Perbedaan tersebut terbukti signifikan secara statistik ($t(60)=7,82, p<0,001$). Peningkatan paling menonjol terjadi pada indikator identifikasi masalah dan perumusan alternatif solusi, sementara indikator evaluasi dan verifikasi masih memerlukan perhatian dan pengembangan lebih lanjut.

Berdasarkan hasil tersebut, dosen pengampu mata kuliah teknik permesinan kapal direkomendasikan untuk mengimplementasikan model PBL sebagai strategi pembelajaran utama, khususnya pada materi yang menuntut kemampuan analisis dan pemecahan masalah teknis. Selain itu, institusi pendidikan vokasi maritim diharapkan menyediakan fasilitas pendukung, seperti simulator dan bank studi kasus kerusakan mesin yang beragam, guna mengoptimalkan penerapan PBL. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi efektivitas PBL berbasis teknologi digital dan simulasi augmented reality dalam pembelajaran permesinan kapal, sejalan dengan tren digitalisasi industri maritim 4.0 yang terus berkembang (BPSDMP, 2024; Sihombing et al., 2023)

.DAFTAR PUSTAKA

- Adi, R., & Wulandari, S. (2023). Ship machinery maintenance systems in maritime education. *Jurnal Teknologi Maritim*, 15(2), 45–53.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (6th ed.). Sage Publications.
- Darmadi, D. H., & PD, M. (2019). *Pengantar Pendidikan Era Globalisasi: Konsep Dasar, Teori, Strategi dan Implementasi dalam Pendidikan Globalisasi*. AnImage.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- Hasanuddin, M., & Wibowo, A. (2024). Problem-based learning in ship machinery case studies to enhance vocational students' diagnostic skills. *Journal of Maritime Engineering Education*, 8(1), 12–21.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2023). Scaffolding and achievement in problem-based learning. *Educational Psychologist*, 58(2), 123–138.
- Kasiram, Moh. (2008). *Metodologi Penelitian*. Malang: UIN-Malang Pers
- Mahardhika, A., Prasetyo, B., & Lestari, D. (2024). The effectiveness of problem-based learning in ship engineering education. *International Journal of Maritime Education*, 10(1), 25–34.
- Prasetyo, H., & Maulana, R. (2024). Metacognitive development in vocational education through reflective learning. *Journal of Technical Education Research*, 12(1), 55–63.
- Rahayu, S., Nugroho, A., & Putra, D. (2023). Adaptation of Polya's problem-solving framework in marine engineering education. *Jurnal Pendidikan Teknik*, 9(2), 101–110.
- Santoso, R., & Nugraha, A. (2023). The impact of problem-based learning on higher-order thinking skills in vocational education. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 13(1), 45–56.
- Sapulette, M. S., & Wardana, A. (2016). Peningkatan Karakter Siswa Kelas IV SD Negeri 16 Ambon melalui Pembelajaran PPKN dengan Media Cerita Rakyat. *Harmoni Sosial: Jurnal Pendidikan IPS*, 3(2), 150–165.
- Setiawan, P. (2020). *Pengertian E-learning Pengertian E-learning Menurut Para Ahli Karakteristik E-learning Manfaat E-learning*.
- Sihombing, H., Siregar, E., & Manurung, R. (2023). Conventional versus student-centered learning in maritime education. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 29(2), 134–142.
- Sisdiknas, U. U. (2003). UU RI No. 20 Tahun 2003. *Jakarta: Sinar Grafika*.
- Sugiyono (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sukring. (2016). Pendidik dalam Pengembangan Kecerdasan Peserta Didik (Analisis Perspektif Pendidikan Islam). *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 1(1), 69–80.
- Surat Edaran Menteri Pendidikan dan Kebudayaan (2020). *SE Kemendikbud No 4 Tahun 2020*.

pelaksanaan kebijakan pendidikan dalam masa darurat penyebaran corona virus disease (Covid-19). <https://covid19.go.id/peta-sebaran> diakses 6 Juli 2020

Tanjung, M., Nasution, A., & Harahap, D. (2025). Implementation of problem-based learning in maritime vocational institutions. *Journal of Vocational Maritime Studies*, 11(1), 1–10.