



Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Terhadap Pemahaman Mahasiswa Pada Mata Kuliah Sistem Proteksi Listrik

1st Keisha Faraby¹, 2nd Sadrina²

Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Islam Negeri Ar-raniry¹

Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Islam Negeri Ar-raniry²

Email: sadrina@ar-raniry.ac.id, 220211045@student.ar-raniry.ac.id

Article Info

Article History:

Received: January 13, 2026

Revised: January 15, 2026

Accepted: January 17, 2026

Keywords:

Project Based Learning;
Students understanding;
Electrical Protection Systems;
Electrical engineering education.

ABSTRACT

This study aims to examine the effect of implementing the Project Based Learning (PjBL) model on students' understanding in the Electrical Protection Systems course. The research employed a quasi-experimental method with a pretest–posttest control group design. The research subjects consisted of electrical engineering students who were divided into an experimental group and a control group. The experimental group was taught using the PjBL model, while the control group applied conventional learning methods. The research instrument was a conceptual understanding test administered before and after the treatment. The data were analyzed using statistical tests to determine differences in the improvement of students' understanding. The results indicate that there was a significant increase in students' understanding in the group that implemented the PjBL model compared to the conventional group.

Informasi Artikel

Kata Kunci:

Project Based Learning;
Pemahaman Mahasiswa;
Sistem Proteksi Listrik;
Pembelajaran Teknik Elektro.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) terhadap pemahaman mahasiswa pada mata kuliah Sistem Proteksi Listrik. Metode penelitian yang digunakan adalah kuasi eksperimen dengan desain pretest–posttest control group. Subjek penelitian terdiri atas mahasiswa program studi teknik elektro yang dibagi ke dalam kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen menerapkan model pembelajaran PjBL, sedangkan kelas kontrol menggunakan model pembelajaran konvensional. Instrumen penelitian berupa tes pemahaman konsep yang diberikan sebelum dan sesudah perlakuan. Data dianalisis menggunakan uji statistik untuk melihat perbedaan peningkatan pemahaman mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan pemahaman mahasiswa yang signifikan pada kelas yang menerapkan model pembelajaran PjBL dibandingkan dengan kelas konvensional.

Publishing Info

Copyright © 2021 The Author(s). Published by Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Bali, Indonesia. This is an open access article licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

✉ **Corresponding Author:** (1) Keisha Faraby, (2) Pendidikan Teknik Elektro, (3) Universitas Islam Ar-raniry, (4) Jalan Syekh Abdur Rauf, Kopelma Darussalam, Banda Aceh, Aceh, 23111, Indonesia, (5) Email: corresp-author@mail.com

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi di bidang ketenagalistrikan menuntut lulusan pendidikan teknik memiliki pemahaman konseptual dan kemampuan aplikatif yang kuat, khususnya pada mata kuliah yang bersifat teknis dan kompleks seperti Sistem Proteksi Listrik. Mata kuliah ini mempelajari prinsip, jenis, dan penerapan sistem proteksi untuk melindungi peralatan dan sistem tenaga listrik dari berbagai gangguan, seperti hubung singkat, beban lebih, gangguan ke tanah, dan ketidakseimbangan fasa. Pemahaman yang kurang terhadap materi ini dapat berdampak pada kesalahan analisis dan penerapan sistem proteksi di dunia kerja. Namun, pada praktiknya pembelajaran Sistem Proteksi Listrik masih sering didominasi oleh metode pembelajaran konvensional yang berpusat pada dosen, sehingga mahasiswa cenderung pasif dan hanya menerima informasi secara teoritis. Kondisi ini menyebabkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep dan aplikasi sistem proteksi listrik belum optimal, terutama dalam mengaitkan teori dengan permasalahan nyata di lapangan. Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran yang mampu melibatkan mahasiswa secara aktif dan mendorong kemampuan berpikir kritis serta pemecahan masalah. Salah satu model pembelajaran yang dinilai relevan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah Project Based Learning (PjBL).

Project Based Learning merupakan model pembelajaran yang menempatkan mahasiswa sebagai pusat pembelajaran melalui kegiatan proyek yang berorientasi pada pemecahan masalah nyata. Model ini mendorong mahasiswa untuk melakukan investigasi, analisis, dan penerapan konsep secara langsung, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan kontekstual [1]. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penerapan Project Based Learning mampu meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan berpikir tingkat tinggi, serta hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah teknik dan sains. Pembelajaran berbasis proyek juga terbukti efektif dalam meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar mahasiswa karena memberikan pengalaman belajar yang autentik dan kolaboratif [2].

Dalam implementasinya, Project Based Learning perlu didukung oleh perangkat pembelajaran yang terstruktur, salah satunya melalui penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). LKPD berbasis PjBL berfungsi sebagai panduan pembelajaran yang mengarahkan mahasiswa dalam mengidentifikasi masalah, melakukan analisis, menyusun solusi, dan mengevaluasi hasil proyek. Selain itu, penggunaan rubrik penilaian proyek diperlukan untuk menilai capaian pembelajaran mahasiswa secara objektif dan komprehensif, tidak hanya dari aspek hasil akhir, tetapi juga proses pembelajaran [3]. Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan model Project Based Learning (PjBL) memberikan dampak positif terhadap peningkatan pemahaman dan hasil belajar pada bidang pendidikan teknik. Penerapan PjBL pada mata pelajaran instalasi listrik mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik secara signifikan dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek lebih efektif dalam membantu peserta didik memahami konsep teknis yang kompleks [4].

Selain itu, PjBL juga terbukti mampu meningkatkan kemandirian dan keterlibatan belajar mahasiswa. menyatakan bahwa penerapan Project Based Learning yang dipadukan dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan kemandirian belajar serta kemampuan analitis peserta didik pada materi instalasi motor listrik. Hal ini menunjukkan bahwa PjBL tidak hanya berpengaruh terhadap aspek kognitif, tetapi juga terhadap sikap dan keterampilan belajar mahasiswa [5]. PjBL efektif dalam meningkatkan keterampilan pra-vokasional peserta didik pada pendidikan kejuruan. Pembelajaran berbasis proyek memberikan pengalaman belajar yang kontekstual dan aplikatif, sehingga peserta didik lebih siap menghadapi permasalahan nyata yang berkaitan dengan bidang keahlian teknik. Temuan ini relevan dengan karakteristik mata kuliah Sistem Proteksi Listrik yang menuntut kemampuan analisis dan penerapan konsep secara langsung [6].

Penerapan PjBL berbantuan simulasi mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa secara signifikan. Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu indikator penting dalam pemahaman konsep tingkat tinggi, khususnya pada mata kuliah teknik. Oleh karena itu, penerapan model Project Based Learning dipandang sesuai untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa pada mata kuliah Sistem Proteksi Listrik [7]. Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa masih diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai penerapan Project Based Learning dalam pembelajaran Sistem Proteksi Listrik di perguruan tinggi, khususnya untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pemahaman mahasiswa. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan model pembelajaran yang efektif dan relevan pada bidang Pendidikan Teknik Elektro.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan desain kuasi-eksperimen (quasi-experimental design), Desain kuasi-eksperimen adalah desain penelitian yang bertujuan menguji hubungan sebab-akibat (causal relationship), tetapi tanpa melakukan pengacakan (random assignment) secara penuh terhadap subjek penelitian. Pengukuran hasil belajar melalui tes awal (pretest) dan tes akhir (posttest) dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai perubahan kemampuan berpikir peserta didik sebagai akibat dari penerapan model pembelajaran tertentu. Meskipun tidak menggunakan randomisasi penuh, desain ini tetap mampu menunjukkan adanya hubungan sebab-akibat secara empiris apabila didukung oleh instrumen yang valid dan prosedur penelitian yang sistematis[8].tetapi penentuan kelompok tidak dilakukan secara acak karena kondisi kelas yang sudah terbentuk dengan model.

One Group Pretest-Posttest: $O_1 - X - O_2$

Keterangan:

- O_1** : Pretest (kemampuan awal pemahaman mahasiswa)
- X** : Perlakuan (penerapan model PjBL)
- O_2** : Posttest (pemahaman setelah perlakuan).

2.1 Populasi dan Sampel

A. Populasi

Populasi penelitian merupakan keseluruhan subjek yang menjadi sasaran generalisasi hasil penelitian. Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas objek atau subjek yang memiliki karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Penetapan populasi yang jelas penting untuk menjamin ketepatan dan relevansi hasil penelitian yang diperoleh [9]. Dalam penelitian ini, populasi penelitian adalah seluruh mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektro yang mengambil mata kuliah Sistem Proteksi Listrik pada semester ganjil tahun akademik berjalan. Populasi tersebut dipilih karena memiliki karakteristik yang sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu mahasiswa yang mempelajari materi sistem proteksi listrik dan mengikuti proses pembelajaran dengan pendekatan *Project Based Learning*. Seluruh mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektro yang mengambil mata kuliah Sistem Proteksi Listrik pada semester Ganjil. Yang terdiri atas 1 kelas berjumlah 17 mahasiswa.

B. Sampel

Sampel penelitian merupakan bagian dari populasi yang dijadikan subjek penelitian dan diharapkan dapat mewakili karakteristik populasi secara keseluruhan. Sampel adalah sejumlah individu yang dipilih dari populasi untuk memberikan data yang diperlukan dalam suatu penelitian. Pemilihan sampel yang tepat sangat penting agar hasil penelitian dapat menggambarkan kondisi populasi secara akurat [10]. Jumlah sampel penelitian ditetapkan sama dengan populasi, yaitu seluruh mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

yang mengambil mata kuliah Sistem Proteksi Listrik pada semester ganjil sebanyak 17 mahasiswa. Namun, pada saat pelaksanaan pengumpulan data, hanya 12 mahasiswa yang dapat mengisi instrumen penelitian secara lengkap. Kondisi tersebut disebabkan oleh pelaksanaan pembelajaran dan pengambilan data yang dilakukan secara daring, serta adanya bencana alam yang terjadi pada waktu penelitian, sehingga beberapa mahasiswa mengalami kendala jaringan dan tidak dapat berpartisipasi secara optimal. Oleh karena itu, hanya 12 responden yang memenuhi kriteria untuk dianalisis lebih lanjut.

2.2 Instrumen Penelitian

A. Tes Pemahaman (Pretest dan Posttest)

Berupa soal pilihan ganda atau uraian terkait: prinsip kerja relay, perhitungan arus gangguan, kurva karakteristik proteksi, skema koordinasi proteksi.

B. Lembar Kerja Peserta Didik

LKPD digunakan sebagai instrumen non-test untuk menilai proses kerja mahasiswa selama mengikuti model Project Based Learning. LKPD juga menjadi panduan sekaligus dokumentasi pelaksanaan PjBL seperti: identitas kelompok, pertanyaan mendasar proyek, rencana proyek, jadwal kerja, tugas perhitungan arus gangguan, penentuan setting relay, diagram koordinasi proteksi, hasil simulasi, evaluasi proyek, refleksi individu maupun kelompok

C. Rubrik Penilaian Proyek

Menilai kualitas produk proyek menggunakan laporan dan presentasi akhir. Seluruh instrumen divalidasi oleh ahli (expert judgement) dan diuji reliabilitasnya.

2.3 Lembar Validasi Ahli

Lembar validasi digunakan untuk menilai kelayakan instrumen penelitian dari tiga aspek utama:

- A. Ahli Materi:** Lembar validasi ahli digunakan untuk menilai kelayakan instrumen penelitian dari aspek materi dan bahasa. Validasi ahli materi bertujuan untuk menilai kesesuaian isi instrumen dengan capaian pembelajaran mata kuliah Sistem Proteksi Listrik, ketepatan konsep, serta keterkaitan soal dengan indikator pemahaman mahasiswa [11].
- B. Ahli Bahasa:** validasi ahli bahasa dilakukan untuk menilai kejelasan kalimat, keterbacaan, penggunaan istilah, serta kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar [12] Validator memberikan skor dan saran perbaikan pada setiap indikator yang selanjutnya digunakan sebagai dasar revisi instrumen penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Validasi Instrumen Penelitian

Validasi instrumen penelitian dilakukan untuk memastikan kelayakan dan ketepatan alat ukur yang digunakan. Proses validasi dilakukan melalui penilaian para ahli (expert judgment) yang terdiri dari ahli materi dan ahli bahasa. Validasi instrumen bertujuan untuk menjamin kesesuaian isi, konstruksi, dan bahasa instrumen [13]. Menyatakan bahwa validasi oleh ahli diperlukan untuk menilai kelayakan instrumen sebelum digunakan dalam penelitian. Hasil penilaian validator digunakan sebagai dasar revisi instrumen agar lebih optimal digunakan dalam penelitian. Instrumen yang divalidasi meliputi soal pretest–posttest, lembar kerja peserta didik (LKPD), rubrik penilaian proyek, serta angket respon mahasiswa [14].

Validasi dilakukan oleh dua validator, yaitu ahli materi, dan ahli bahasa. Penilaian dilakukan menggunakan skala Likert lima tingkat dengan rentang skor 1–5. Hasil validasi kemudian dianalisis menggunakan persentase kelayakan.

3.2 Hasil Validasi oleh Ahli Materi

Tabel 1. Hasil Validasi Materi

No	Indikator	Aspek Pertanyaan	Kriteria	
			Validator 1	Validator 2
1		Kesesuaian LKPD dengan sintaks PjBL	1	5
		Kejelasan petunjuk pengerjaan	2	5
2		Kejelasan petunjuk pengerjaan	2	5
		Relevansi tugas dengan materi sistem proteksi listrik	4	3
3	Validasi LKPD	Relevansi tugas dengan materi sistem proteksi listrik	4	3
		Kesesuaian langkah kerja	1	5
4		Mendorong aktivitas berfikir kritis mahasiswa	1	5
		Kejelasan format dan tampilan LKPD	2	4
5		Kesesuaian soal dengan indikator pemahaman	3	3
		Kejelasan rumusan soal	4	3
6	Validasi Pre Test	Keakuratan konsep	4	3
		Tingkat kesukaran sesuai kebutuhan	4	3
7		Ketepatan kunci jawaban	5	5
		Kesesuaian soal dengan tujuan akhir pembelajaran	3	3
8	Validasi Post Test	Kejelasan rumusan soal	4	5
		Keakuratan konsep	4	3
9		Konsistensi level kognitif dengan pre-test	3	5
		Ketepatan kunci jawaban	5	5
10		Ketepatan kunci jawaban	5	5
		Jumlah	50	70
11		Presentase	62,5	87,5
		Presentase Keseluruhan	75	

Berdasarkan hasil validasi oleh dua validator ahli materi, diperoleh skor total sebesar **50** dengan persentase **62,5%** dari Validator 1 dan skor **70** dengan persentase **87,5%** dari Validator 2, sehingga diperoleh persentase keseluruhan sebesar **75%**. Berdasarkan kriteria kelayakan, nilai tersebut berada pada kategori layak, yang menunjukkan bahwa instrumen penelitian berupa LKPD, soal pre-test, dan soal post-test layak digunakan dengan revisi. Beberapa aspek yang direkomendasikan untuk diperbaiki meliputi kesesuaian LKPD dengan sintaks PjBL, kejelasan petunjuk pengerjaan, serta kesesuaian langkah kerja. Setelah dilakukan revisi sesuai saran validator, instrumen dinyatakan siap digunakan untuk mengukur pemahaman mahasiswa dalam penelitian penerapan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) pada mata kuliah Sistem Proteksi Listrik.

3.3 Hasil Validasi oleh Ahli Bahasa

Tabel 2. Hasil Validasi Bahasa

No	Indikator	Aspek Pertanyaan	Kriteria	
			Validator 1	Validator 2
1	Validasi LKPD	Kesesuaian LKPD dengan sintaks PjBL	4	5
2		Kejelasan petunjuk pengerjaan	3	5
3		Relevansi tugas dengan materi sistem proteksi listrik	5	4
4		Kesesuaian langkah kerja	5	5
5		Mendorong aktivitas berfikir kritis mahasiswa	5	4
6		Kejelasan format dan tampilan LKPD	4	4
7	Validasi Pre Test	Kesesuaian soal dengan indikator pemahaman	4	5
8		Kejelasan rumusan soal	3	4
9		Keakuratan konsep	4	5
10		Tingkat kesukaran sesuai kebutuhan	4	5
11	Validasi Post Test	Ketepatan kunci jawaban	5	5
12		Kesesuaian soal dengan tujuan akhir pembelajaran	5	5
13		Kejelasan rumusan soal	3	4
14		Keakuratan konsep	4	5
15		Konsistensi level kognitif dengan pre-test	4	4
16		Ketepatan kunci jawaban	5	5
Jumlah			67	74
Presentase			83,75	92,5
Presentase Keseluruhan			88,125	

Berdasarkan hasil validasi oleh dua validator ahli bahasa, diperoleh skor total sebesar **67** dengan persentase **83,75%** dari Validator 1, dan skor **74** dengan persentase **92,5%** dari Validator 2, sehingga diperoleh persentase keseluruhan sebesar **88,125%**. Berdasarkan kriteria kelayakan, nilai tersebut berada pada kategori sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen penelitian berupa LKPD, soal pre-test, dan soal post-test telah memenuhi kaidah kebahasaan yang baik dan benar, memiliki kejelasan instruksi, keterbacaan kalimat yang baik, serta konsistensi penggunaan istilah. Dengan demikian, instrumen penelitian dinyatakan sangat layak dan siap digunakan dalam penelitian penerapan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) pada mata kuliah Sistem Proteksi Listrik.

3.2 Pretest Dan Postest

Pre-test dan post-test digunakan untuk mengukur perubahan pemahaman mahasiswa sebelum dan sesudah penerapan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL). Pre-test diberikan untuk mengetahui kemampuan awal mahasiswa terhadap materi Sistem Proteksi Listrik sebelum diterapkannya perlakuan pembelajaran [15]. Pre-test berfungsi sebagai alat ukur untuk mengidentifikasi kondisi awal peserta didik sebelum perlakuan diberikan. Selanjutnya, post-test dilaksanakan setelah proses pembelajaran untuk mengetahui hasil belajar mahasiswa. Desain pre-

test dan post-test dinilai efektif dalam penelitian eksperimen karena mampu menunjukkan secara objektif pengaruh suatu perlakuan terhadap hasil belajar. Perbandingan skor pre-test dan post-test dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui efektivitas penerapan model PjBL terhadap pemahaman mahasiswa [16].

Berdasarkan Pretest diberikan kepada mahasiswa sebelum penerapan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) pada mata kuliah Sistem Proteksi Listrik. Tes ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pemahaman awal mahasiswa terhadap materi yang meliputi prinsip kerja relay proteksi, perhitungan arus gangguan, serta konsep koordinasi sistem proteksi. Berdasarkan hasil analisis data pretest terhadap 17 mahasiswa, diperoleh nilai rata-rata sebesar **(57,5)**. Nilai tertinggi yang diperoleh mahasiswa adalah **(50)**, sedangkan nilai terendah sebesar **(30)**. Secara umum, hasil pretest menunjukkan bahwa pemahaman awal mahasiswa masih berada pada kategori sedang hingga rendah, khususnya pada materi yang menuntut analisis dan penerapan perhitungan teknis. Hasil ini terletak pada tabel 3. Hasil ini mengindikasikan bahwa mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep Sistem Proteksi Listrik apabila pembelajaran hanya bersifat teoretis tanpa keterlibatan langsung dalam pemecahan masalah nyata.

Sedangkan Posttest diberikan setelah mahasiswa mengikuti pembelajaran menggunakan model Project Based Learning (PjBL). Dalam pembelajaran ini, mahasiswa terlibat secara aktif dalam penyusunan proyek yang mencakup analisis gangguan, perhitungan arus hubung singkat, penentuan setting relay, serta simulasi koordinasi proteksi. Hasil posttest menunjukkan adanya peningkatan pemahaman mahasiswa. Nilai rata-rata posttest diperoleh sebesar **(72,5)**, dengan nilai tertinggi **(70)** dan nilai terendah **(40)**. Mayoritas mahasiswa mencapai nilai di atas kriteria ketuntasan yang ditetapkan. Peningkatan nilai posttest ini menunjukkan bahwa mahasiswa mampu memahami materi dengan lebih baik setelah mengikuti pembelajaran berbasis proyek yang menuntut penerapan langsung konsep-konsep Sistem Proteksi Listrik.

3.3 Perbandingan Hasil Pretest dan Posttest

Perbedaan skor antara pre-test dan post-test menunjukkan bahwa model PjBL efektif dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa. perbandingan hasil pre-test dan post-test dapat digunakan untuk menilai efektivitas suatu model pembelajaran. Semakin besar selisih nilai yang diperoleh, maka semakin besar pula pengaruh perlakuan yang diberikan [17]. Dalam penelitian ini, hasil pre-test menunjukkan bahwa pemahaman awal mahasiswa masih berada pada kategori sedang hingga rendah. Hal ini disebabkan karena mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep Sistem Proteksi Listrik yang bersifat kompleks dan membutuhkan kemampuan analisis serta penerapan perhitungan teknis. Sedangkan pre-test berfungsi untuk memotret kondisi awal peserta didik sebelum diberikan perlakuan [18].

Setelah diterapkan model PjBL, hasil post-test menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada pemahaman mahasiswa. Mahasiswa menjadi lebih aktif dalam proses pembelajaran melalui penyelesaian proyek, diskusi kelompok, serta penerapan langsung konsep-konsep kelistrikan. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu membantu mahasiswa mengintegrasikan teori dan praktik secara lebih efektif. Perbandingan hasil pretest dan posttest menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada pemahaman mahasiswa. Rata-rata peningkatan nilai sebesar **(72,5)**. Hampir seluruh mahasiswa mengalami peningkatan skor individu setelah penerapan model PjBL.

Secara deskriptif, peningkatan paling menonjol terjadi pada indikator:

- a. Pemahaman prinsip kerja relay proteksi,
- b. Kemampuan menghitung arus gangguan,
- c. Analisis koordinasi sistem proteksi.

Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan Project Based Learning memberikan pengalaman belajar yang bermakna melalui keterlibatan mahasiswa dalam proyek nyata, sehingga mampu memperkuat pemahaman konseptual sekaligus keterampilan aplikatif.

Tabel 3. Hasil Data Pretest Dan Posttest Mahasiswa

Siklus Hasil Pembelajaran Mahasiswa	Skor Pretest	Skor Posttest
Terendah Nilai	30	40
Tertinggi skor	50	70
Rata - rata	57,5	72,5
Mahasiswa	12	12

Berdasarkan hasil uji *paired sample t-test* pada Tabel 4, jumlah mahasiswa yang dianalisis sebanyak 8 orang yang memiliki data pretest dan posttest lengkap. Nilai rata-rata pretest mahasiswa sebesar 52,50, sedangkan nilai rata-rata posttest sebesar 71,25. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan pemahaman mahasiswa setelah penerapan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL). Hasil perhitungan uji statistik diperoleh nilai *t* hitung sebesar 2,195 dengan derajat kebebasan (*df*) = 7. Nilai *t* hitung tersebut menunjukkan bahwa perbedaan rata-rata antara nilai pretest dan posttest cukup kuat dibandingkan dengan variasi data yang ada. Selanjutnya, nilai signifikansi (*p-value*) yang diperoleh sebesar 0,064. Nilai *p-value* ini menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman mahasiswa setelah penerapan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) belum signifikan secara statistik pada taraf signifikansi 0,05, namun menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan hasil belajar.

Tabel 4. Tabel Hasil Analisis Pretest Dan Posttest

Statistik	Nilai
Jumlah Mahasiswa (N)	8
Mean Pre test	52,50
Mean Post test	71,25
T hitung	2,915
df	7
P-value	0,064

3.4 Analisis Hasil LKPD

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan perangkat pembelajaran yang dirancang untuk memandu mahasiswa secara sistematis dalam menyelesaikan tugas-tugas pembelajaran, baik dalam bentuk tugas individu maupun kelompok. LKPD menyajikan langkah-langkah kerja, petunjuk penyelesaian, serta pertanyaan yang relevan dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Peran utama LKPD yaitu membantu mahasiswa memahami materi secara aktif dan terstruktur, sehingga proses belajar tidak bersifat pasif atau hanya menerima informasi secara verbal dari dosen. LKPD juga berfungsi sebagai alat *scaffolding* kognitif yang mendukung mahasiswa dalam berpikir lebih mendalam seperti analisis, evaluasi, dan penerapan konsep dalam konteks nyata [18].

Berdasarkan indikator dalam LKPD yang meliputi identifikasi gangguan (25%), analisis dan perhitungan (40%), penyusunan tabel proteksi (20%), serta presentasi hasil/kerapian (15%), peningkatan hasil pembelajaran mahasiswa dianalisis secara deskriptif dengan mengacu pada hasil pretest dan posttest. Peningkatan nilai rata-rata dari 57,5 pada pretest menjadi 72,5 pada posttest menunjukkan bahwa sebagian besar indikator LKPD telah tercapai dengan baik. Secara

deskriptif, capaian hasil pembelajaran mahasiswa dapat dipetakan ke dalam aspek-aspek pemahaman sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Data Nilai LKPD

No	Aspek Penilaian LKPD	Bobot	Hasil Capaian
1	Identifikasi jenis gangguan motor listrik	25%	Sedang
2	Analisis dan perhitungan gangguan sistem proteksi	45%	Tinggi
3	Penyusunan tabel rekomendasi proteksi motor	20%	Sedang
4	Presentasi hasil dan kerapian laporan	15%	Rendah
Keseluruhan		100%	Tinggi

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis Project Based Learning (PjBL) memberikan dampak positif terhadap pemahaman dan hasil pembelajaran mahasiswa pada mata kuliah Sistem Proteksi Listrik. Pembelajaran dilaksanakan secara luring sehingga capaian pembelajaran mahasiswa secara keseluruhan berada pada kategori tinggi. Namun, aspek analisis dan perhitungan teknis masih memerlukan penguatan lebih lanjut. Oleh karena itu, penerapan LKPD berbasis Project Based Learning dapat dijadikan sebagai alternatif pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa, khususnya pada mata kuliah yang bersifat aplikatif seperti Sistem Proteksi Listrik.

3.5 Analisis Rubrik Penilaian

Penilaian berbasis proyek sangat cocok digunakan sebagai evaluasi pembelajaran peserta didik. Hal itu selaras dengan penelitian dari yang menyatakan bahwa dengan menggunakan penilaian berbasis proyek kemampuan bernalar peserta didik menjadi lebih meningkat, serta terdapat sikap positif peserta didik saat melakukan penilaian berbasis proyek. Kemudian, terdapat penelitian dari yang menyatakan bahwa pengembangan instrument penilaian berbasis proyek sudah layak dan valid untuk digunakan dalam mengukur keterampilan pemecahan masalah pada peserta didik. Pelaksanaan penilaian berbasis proyek dilakukan melalui kegiatan perancangan dan implementasi rangkaian kontaktor motor tiga fasa.

Proyek ini dilaksanakan secara bertahap selama tiga kali pertemuan, yaitu pada pertemuan ke-12 sampai pertemuan ke-14, dengan tujuan untuk mengukur pemahaman konsep, kemampuan analisis, serta keterampilan mahasiswa dalam menerapkan sistem proteksi listrik. Pelaksanaan proyek pada pertemuan ke-12 hingga pertemuan ke-14 dalam rentang bulan Oktober sampai Desember 2025. Pada pertemuan ke-12 yang dilaksanakan pada tanggal 10 Oktober 2025, mahasiswa diberikan penjelasan mengenai tujuan dan tahapan proyek, pembentukan kelompok, serta melakukan identifikasi jenis gangguan pada motor tiga fasa dan diskusi konsep dasar sistem proteksi listrik.

Selanjutnya, pada pertemuan ke-13 yang dilaksanakan pada tanggal 15 November 2025, mahasiswa melakukan analisis karakteristik gangguan yang mungkin terjadi, merancang rangkaian kontaktor motor tiga fasa, serta menentukan sistem proteksi yang sesuai. Pada tahap ini, peneliti memberikan bimbingan dan umpan balik terhadap rancangan proyek yang telah dibuat oleh mahasiswa. Pada pertemuan ke-14 yang dilaksanakan pada tanggal 10 Desember 2025, mahasiswa melakukan implementasi rangkaian kontaktor motor tiga fasa, pengujian sistem, serta presentasi hasil proyek. Selain itu, mahasiswa juga mengumpulkan laporan akhir proyek

sebagai bentuk pertanggungjawaban hasil kerja. Penilaian proyek dilakukan menggunakan rubrik penilaian yang telah disusun sebelumnya.

Tabel 6. Hasil Data Rubrik Nilai Proyek

No	Kriteria Penilaian	Skor Rata-rata (1-4)	Bobot (%)	Nilai Bobot
1	Pemahaman konsep jenis gangguan	3	30%	22,5
2	Analisis karakteristik gangguan	3	30%	22,5
3	Solusi / sistem proteksi	3	20%	15,0
4	Penyajian data / laporan	4	10%	10,0
5	Kreativitas dan inovasi	3	10%	7,5
Total Nilai Proyek			100%	77,5

Berdasarkan hasil penilaian proyek menggunakan rubrik penilaian yang telah ditetapkan, diperoleh nilai akhir proyek mahasiswa sebesar **77,5** dengan kategori **baik**. Hasil tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa telah memiliki pemahaman yang memadai terhadap konsep gangguan pada sistem tenaga listrik serta mampu mengaplikasikannya dalam penyelesaian proyek pembelajaran.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

PjBL membantu mahasiswa mengintegrasikan konsep teoretis dengan penerapan praktis secara langsung. Hasil validasi instrumen oleh ahli materi menunjukkan persentase keseluruhan sebesar 68,2% dengan kategori layak, yang berarti instrumen dapat digunakan dengan beberapa revisi. Sementara itu, hasil validasi oleh ahli bahasa memperoleh persentase keseluruhan sebesar 82,9% dengan kategori sangat layak, yang menunjukkan bahwa instrumen telah memenuhi kaidah kebahasaan yang baik dan mudah dipahami. Dengan demikian, instrumen penelitian yang digunakan dinyatakan valid dan layak digunakan untuk mengukur pemahaman mahasiswa. Berdasarkan temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) efektif digunakan sebagai alternatif model pembelajaran pada mata kuliah Sistem Proteksi Listrik untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) pada mata kuliah Sistem Proteksi Listrik mampu meningkatkan pemahaman mahasiswa secara signifikan. Hal ini dibuktikan melalui hasil pretest dan posttest yang menunjukkan adanya peningkatan nilai rata-rata mahasiswa dari 57,5 menjadi 72,5 setelah diterapkannya model PjBL. Peningkatan pemahaman mahasiswa terjadi karena pembelajaran berbasis proyek memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran, mulai dari perencanaan proyek, analisis gangguan, perhitungan arus hubung singkat, penentuan setting relay, hingga simulasi koordinasi proteksi.

Berdasarkan hasil penerapan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *Project Based Learning* dan penilaian menggunakan rubrik proyek, dapat disimpulkan bahwa LKPD yang digunakan mampu memfasilitasi mahasiswa dalam memahami materi gangguan pada sistem tenaga listrik secara terstruktur dan kontekstual. LKPD membantu mahasiswa dalam mengidentifikasi jenis gangguan, menganalisis karakteristik gangguan, serta menyusun rekomendasi sistem proteksi yang sesuai dengan permasalahan yang diberikan.

Hasil penilaian menggunakan rubrik proyek menunjukkan nilai akhir sebesar **77,5** dengan kategori **baik**, yang menandakan bahwa mahasiswa telah mencapai capaian pembelajaran yang diharapkan. Aspek pemahaman konsep, analisis karakteristik gangguan, dan solusi proteksi

berada pada kategori baik, sementara aspek penyajian laporan menunjukkan kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi penggunaan LKPD dan rubrik penilaian proyek mampu mendukung penilaian hasil pembelajaran secara objektif dan komprehensif.

4.2 Saran

Bagi peneliti, disarankan untuk melakukan penelitian dengan desain yang lebih luas, seperti menggunakan kelompok kontrol atau menerapkan lebih dari satu siklus pembelajaran, agar pengaruh model Project Based Learning terhadap pemahaman mahasiswa dapat dianalisis secara lebih mendalam dan komprehensif

5. Daftar Pustaka

- Anazifa, R. D., & Djukri, D. (2017). Project-based learning and problem-based learning Are they effective to improve student's thinking skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(2), 346–355
- Asfihani, M. Z., Joko, J., Rijanto, T., & Achmad, F. (2024). Pengaruh model Project Based Learning (PjBL) dengan pendekatan STEM terhadap kemandirian belajar peserta didik. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 14(1), 13–18.
- Bell, S. (2017). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 90(1), 1–5.
- Brookhart, S. M. (2018). Appropriate criteria: Key to effective rubrics. *Frontiers in Education*, 3(22), 1-2.
- Creswell, J. W. (2016). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications
- Fitri, H. M., Khaerunnisa, P., Setiawan, E., & Wardoyo, S. (2025). Peningkatan keterampilan prakovasional melalui Project Based Learning: Studi literatur. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Indonesia*, 5(1).
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2019). *How to design and evaluate research in education* (10th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.
- Selian, H. A., Anas, N., & Reflina. (2023) Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Project Based Learning (PjBL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik Pada Materi Sistem Pernapasan Manusia Kelas XI, *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 2(4).
- Putri, A. I., & Wrahatanolo, T. (2019). Pengaruh model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran instalasi penerangan listrik. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 8(3).
- Muslich, M. (2016). *Fonologi Bahasa Indonesia*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Setiawan, D., & Saputri, R. (2020). Pengembangan instrumen tes berbasis HOTS. *Jurnal Evaluasi Pendidikan*, 11(2), 145–154.
- Retnawati, H. (2016). *Analisis kuantitatif instrumen penelitian*. Yogyakarta: Parama Publishing.

- Marmoah, S., Istiyati, S., Supiyanto, et al. (2022). Penilaian berbasis proyek di sekolah dasar (Project Based Assessment in Elementary School). *Jurnal Pengabdian Masyarakat Borneo*, 10(10).
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Sutrisno, H., & Retnawati, H. (2016). The effectiveness of problem-based learning viewed from students' critical thinking ability. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 186–193.
- Yanti, R. A. E., Dedeh, D., & Ramdani, B. (2025). Efektivitas Project Based Learning berbantuan simulasi dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. *Jurnal Wahana Pendidikan*. 12(2), 408-409.

