

Pelatihan Praktikum Sistem Kontrol Kecepatan Motor Listrik Berbasis PID untuk Meningkatkan Kompetensi Siswa SMK Negeri 5 Lhokseumawe

Yassir¹, Muhammad Basyir^{2*}, Ipan Suandi³, Aidi Finawan⁴, Jamaluddin⁵, Zamzami⁶, Yaman⁷,
Muhammad Ramzil Akbar⁸

^{1,2,3,4,5,6,7,8}Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

*Email: m.basyir@pnl.ac.id

Abstrak

History Artikel

Received:

Juni-2026;

Reviewed:

Juli-2026;

Accepted:

Juli-2026;

Published:

Juli-2026

Perkembangan teknologi sistem kontrol dan otomasi industri menuntut lulusan pendidikan vokasi memiliki kompetensi yang sesuai dengan kebutuhan dunia kerja. Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan di SMK Negeri 5 Lhokseumawe, pembelajaran sistem kontrol masih menghadapi keterbatasan media praktikum sehingga peserta didik belum memperoleh pengalaman yang memadai dalam mengimplementasikan teknologi kontrol modern. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan siswa melalui pelatihan praktikum sistem kontrol kecepatan motor listrik berbasis *Proportional-Integral-Derivative* (PID). Pelatihan dilaksanakan selama dua hari di Laboratorium Instrumentasi dan Sistem Kendali Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe dengan melibatkan enam siswa. Metode pelaksanaan meliputi penyampaian materi, demonstrasi, praktikum implementasi pengontrol PID, serta evaluasi menggunakan *pre-test* dan *post-test*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rata-rata nilai peserta meningkat dari 45,67 pada *pre-test* menjadi 82,17 pada *post-test*, dengan peningkatan rata-rata sebesar 36,50 poin. Pengujian menggunakan *paired t-test* menghasilkan nilai t_{hitung} sebesar 16,14, lebih besar daripada t_{tabel} sebesar 2,571 pada taraf signifikansi 5%, sehingga peningkatan kompetensi peserta dinyatakan signifikan secara statistik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pelatihan berhasil meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan praktis peserta dalam mengimplementasikan sistem kontrol kecepatan motor listrik berbasis PID. Dengan demikian, pelatihan praktikum berbasis PID dapat menjadi salah satu bentuk kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang efektif dalam mendukung peningkatan kompetensi siswa pendidikan vokasi.

Kata kunci: Pengabdian Kepada Masyarakat, Kontrol PID, *Pre-test*, *Paired t-test*

PENDAHULUAN

Dinamika perkembangan teknologi industri menuntut pendidikan vokasi untuk membekali peserta didik dengan kompetensi yang relevan terhadap kebutuhan dunia usaha dan dunia industri. Untuk mendukung pencapaian tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat dapat diwujudkan melalui pelatihan berbasis praktik yang memungkinkan peserta belajar secara langsung. Selain memperdalam pemahaman terhadap materi, peserta juga memperoleh pengalaman dalam menggunakan teknologi yang lazim diterapkan di dunia industri. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan kompetensi peserta sehingga lebih relevan dengan tuntutan profesional di masa depan [1], [2], [3], [4].

Salah satu teknologi yang banyak diterapkan pada berbagai proses industri adalah sistem kontrol otomatis, khususnya pengendalian kecepatan motor listrik menggunakan pengontrol *Proportional-Integral-Derivative* (PID). Pengontrol PID masih menjadi salah satu teknik pengendalian yang banyak diadopsi di lingkungan industri. Hal ini didukung oleh desain algoritmanya yang sederhana, kemudahan dalam penerapan pada berbagai sistem, serta kemampuannya menghasilkan respons yang stabil dengan nilai *steady-state error* yang relatif rendah. Oleh karena itu, pemahaman mengenai sistem kontrol PID menjadi salah satu kompetensi yang penting dimiliki oleh siswa pada program keahlian teknik kelistrikan dan elektronika sebagai bekal memasuki dunia kerja [5], [6], [7].

Salah satu institusi pendidikan vokasi di Kota Lhokseumawe yang mengembangkan kompetensi pada bidang teknik kelistrikan dan elektronika adalah SMK Negeri 5 Lhokseumawe. Sekolah ini berupaya

membekali peserta didik dengan kemampuan yang sesuai dengan perkembangan kebutuhan industri [8], [9]. SMK Negeri 5 Lhokseumawe memiliki Program Keahlian Teknik Kelistrikan dan Elektronika yang telah memberikan materi sistem kontrol kepada siswa melalui pembelajaran teori dan praktikum dasar. Namun, berdasarkan hasil observasi dan diskusi dengan guru produktif, fasilitas praktikum untuk implementasi sistem kontrol kecepatan motor listrik berbasis PID masih terbatas. Sekolah belum memiliki trainer khusus yang dapat digunakan untuk mempelajari pengaturan parameter pengontrol P, PI, dan PID secara langsung. Akibatnya, pembelajaran lebih banyak dilakukan melalui penjelasan teoritis sehingga kesempatan siswa untuk melakukan eksperimen, mengamati respons sistem, dan menganalisis pengaruh perubahan parameter pengontrol masih terbatas. Kondisi ini menyebabkan kompetensi praktis siswa belum sepenuhnya sesuai dengan kebutuhan dunia usaha dan dunia industri yang semakin banyak menerapkan sistem kontrol otomatis.

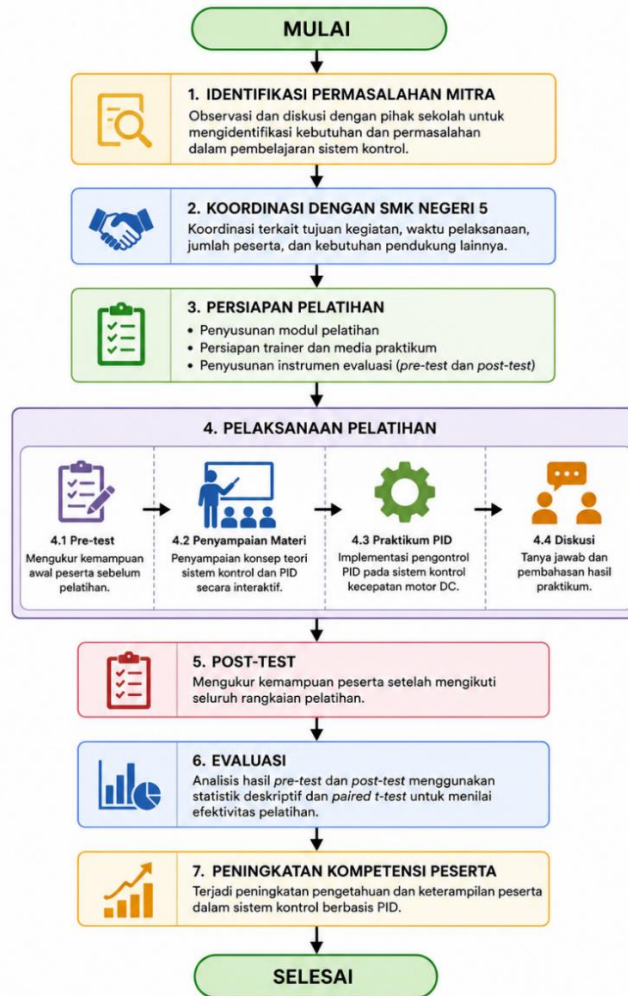
Berdasarkan kondisi tersebut, tim pengabdian kepada masyarakat dari Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe menyelenggarakan pelatihan praktikum sistem kontrol kecepatan motor listrik berbasis PID bagi siswa SMK Negeri 5 Lhokseumawe. Pelatihan dirancang melalui kombinasi penyampaian materi, demonstrasi, dan praktikum menggunakan media pembelajaran sehingga peserta memperoleh pengalaman secara langsung dalam memahami prinsip kerja [10], [11], [12], [13], [14], pengaturan parameter, serta implementasi sistem kontrol PID pada motor listrik. Pendekatan tersebut diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesiapan peserta dalam menghadapi perkembangan teknologi industri [15], [16], [17], [18].

Keberhasilan suatu kegiatan pengabdian tidak hanya ditentukan oleh terlaksananya seluruh rangkaian kegiatan, tetapi juga oleh dampaknya terhadap peningkatan kompetensi mitra [19], [20]. Oleh karena itu, pada kegiatan ini dilakukan evaluasi menggunakan *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur perubahan kemampuan peserta sebelum dan sesudah mengikuti pelatihan [21], [22], [23]. Hasil evaluasi selanjutnya dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan *paired t-test* sebagai pendukung untuk memperoleh gambaran mengenai efektivitas pelatihan dalam meningkatkan kompetensi siswa. Dengan demikian, artikel ini bertujuan mendeskripsikan pelaksanaan kegiatan pelatihan sekaligus mengevaluasi dampaknya terhadap peningkatan kompetensi siswa SMK Negeri 5 Lhokseumawe.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan melalui program pelatihan [24], [25], [26] praktikum sistem kontrol kecepatan motor listrik berbasis *Proportional-Integral-Derivative* (PID) bagi siswa SMK Negeri 5 Lhokseumawe. Kegiatan bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta dalam memahami konsep sistem kontrol serta implementasi pengontrol PID pada sistem kontrol kecepatan motor listrik. Pelatihan diselenggarakan di Laboratorium Instrumentasi dan Sistem Kendali, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe selama dua hari dengan pendekatan *practice-based learning*, yaitu pembelajaran yang mengintegrasikan penyampaian materi teori dengan kegiatan praktikum secara langsung menggunakan media pembelajaran berbasis industri.

Sasaran kegiatan adalah enam siswa Program Keahlian Teknik Kelistrikan dan Elektronika SMK Negeri 5 Lhokseumawe yang dipilih oleh pihak sekolah berdasarkan minat, motivasi, serta keterlibatan dalam pembelajaran sistem kontrol. Melalui pelatihan ini diharapkan peserta memperoleh pengalaman belajar yang lebih aplikatif sehingga mampu memahami prinsip kerja sistem kontrol sekaligus mengimplementasikan pengontrol PID pada sistem kontrol kecepatan motor listrik. Pelaksanaan kegiatan pengabdian dilaksanakan secara bertahap mulai dari identifikasi kebutuhan mitra hingga evaluasi keberhasilan kegiatan. Secara umum tahapan kegiatan meliputi identifikasi permasalahan mitra, koordinasi dengan pihak sekolah, persiapan pelatihan, pelaksanaan pelatihan, evaluasi kegiatan, dan analisis hasil evaluasi. Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian secara keseluruhan didesain dalam bentuk *flowchart* pada **Gambar 1**.



Gambar 1. *Flowchart* Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian

1. Identifikasi Permasalahan Mitra

Tahap awal kegiatan dilakukan melalui observasi dan diskusi bersama kepala sekolah, guru produktif, dan guru pendamping di SMK Negeri 5 Lhokseumawe. Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai kondisi pembelajaran sistem kontrol yang telah dilaksanakan serta mengidentifikasi kebutuhan sekolah terhadap pengembangan kompetensi siswa pada bidang sistem kontrol dan otomasi.

Berdasarkan hasil observasi, diketahui bahwa materi sistem kontrol telah diberikan kepada siswa melalui pembelajaran di kelas. Namun demikian, keterbatasan media praktikum menyebabkan proses pembelajaran masih didominasi oleh penyampaian teori sehingga siswa belum memperoleh pengalaman yang memadai dalam mengoperasikan sistem kontrol secara langsung. Selain itu, kegiatan pelatihan yang memperkenalkan implementasi sistem kontrol modern, khususnya pengontrol PID, masih sangat terbatas. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan kesenjangan antara kompetensi lulusan dengan kebutuhan dunia industri yang saat ini banyak memanfaatkan teknologi otomasi.

Hasil identifikasi tersebut menjadi dasar bagi tim pengabdian untuk merancang program pelatihan praktikum sebagai solusi dalam meningkatkan kompetensi siswa melalui pengalaman belajar yang lebih aplikatif.

2. Koordinasi dengan Mitra

Setelah kebutuhan mitra diidentifikasi, tim pengabdian melakukan koordinasi dengan pihak sekolah untuk menyusun rencana pelaksanaan kegiatan. Koordinasi dilakukan untuk menyepakati jadwal pelaksanaan, jumlah peserta, materi pelatihan, kebutuhan peralatan praktikum, serta mekanisme pelaksanaan kegiatan. Selain itu, koordinasi juga dilakukan untuk menentukan peran masing-masing pihak selama kegiatan berlangsung. Tim pengabdian bertanggung jawab terhadap penyusunan materi, penyediaan media pembelajaran, pelaksanaan pelatihan, serta evaluasi kegiatan. Sementara itu, pihak sekolah berperan dalam menyiapkan peserta, mendampingi pelaksanaan kegiatan, serta memfasilitasi koordinasi selama kegiatan berlangsung. Tahap koordinasi menjadi bagian penting untuk memastikan bahwa pelaksanaan pelatihan sesuai dengan kebutuhan mitra serta dapat berjalan secara efektif.

3. Persiapan Pelatihan

Tahap persiapan dilakukan untuk memastikan seluruh kebutuhan pelatihan tersedia sebelum kegiatan dimulai. Kegiatan pada tahap ini meliputi penyusunan modul pelatihan, penyusunan lembar kerja praktikum, persiapan trainer sistem kontrol motor listrik berbasis PID, pengujian peralatan laboratorium, serta penyusunan instrumen evaluasi. Peralatan yang digunakan terdiri atas trainer sistem kontrol motor listrik berbasis PID, motor DC, *power supply*, *tachometer*, *multimeter digital*, komputer, kabel penghubung, dan perangkat lunak pendukung. Seluruh peralatan diperiksa dan diuji terlebih dahulu untuk memastikan bahwa setiap perangkat dapat digunakan dengan baik selama pelaksanaan praktikum. Selain menyiapkan sarana dan prasarana, tim juga menyusun instrumen evaluasi berupa soal *pre-test* dan *post-test*. Perancangan instrumen evaluasi didasarkan pada kompetensi yang menjadi tujuan pelatihan. Dengan demikian, hasil *pre-test* dan *post-test* dapat digunakan untuk mengidentifikasi peningkatan pemahaman peserta setelah mengikuti seluruh proses pembelajaran dan praktikum.

Pelaksanaan Pelatihan

Pelaksanaan pelatihan dilakukan selama dua hari dengan memadukan penyampaian materi teori dan kegiatan praktikum. Pelaksanaan kegiatan pada hari pertama diawali dengan registrasi peserta, kemudian dilanjutkan dengan *pre-test* yang bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat pemahaman awal peserta mengenai materi sistem kontrol. Selanjutnya, instruktur menyampaikan materi mengenai konsep dasar sistem kontrol, sistem kontrol terbuka (*open loop*) dan tertutup (*closed loop*), konsep *feedback control*, karakteristik motor DC, serta prinsip kerja pengontrol PID. Setelah penyampaian materi, peserta mengikuti sesi diskusi dan tanya jawab untuk memperdalam pemahaman terhadap konsep yang telah dipelajari. Pada hari kedua, kegiatan difokuskan pada pelaksanaan praktikum menggunakan trainer sistem kontrol motor listrik berbasis PID. Peserta melakukan pengoperasian sistem kontrol, mengatur parameter pengontrol P, PI, dan PID, serta mengamati karakteristik respons sistem terhadap perubahan parameter pengontrol. Selama praktikum berlangsung, peserta didampingi oleh tim pengabdian sehingga setiap peserta memperoleh kesempatan untuk melakukan praktik secara mandiri dan berdiskusi mengenai hasil pengamatan yang diperoleh. Melalui kegiatan praktikum tersebut, peserta memperoleh pengalaman secara langsung dalam memahami implementasi pengontrol PID pada sistem kontrol kecepatan motor listrik sehingga materi yang diperoleh selama penyampaian teori dapat diaplikasikan secara nyata.

4. Instrumen Evaluasi

Evaluasi dilakukan menggunakan instrumen tes objektif berupa 20 soal pilihan ganda yang disusun berdasarkan materi yang telah diberikan selama pelatihan. Materi yang diujikan meliputi konsep sistem kontrol terbuka dan tertutup, *feedback control*, karakteristik motor DC,

pengontrol *proporsional* (P), *integral* (I), *derivatif* (D), pengontrol PID, serta karakteristik respons sistem kontrol.

Instrumen evaluasi diberikan dalam dua tahap, yaitu *pre-test* sebelum pelatihan dimulai dan *post-test* setelah seluruh kegiatan selesai dilaksanakan. Setiap jawaban benar diberikan skor 5 sehingga nilai maksimum yang dapat diperoleh peserta adalah 100. Hasil kedua pengukuran tersebut digunakan sebagai dasar untuk mengetahui perubahan tingkat pemahaman peserta setelah mengikuti pelatihan.

5. Evaluasi Keberhasilan Kegiatan

Keberhasilan kegiatan pengabdian dievaluasi berdasarkan perubahan hasil belajar peserta sebelum dan sesudah mengikuti pelatihan. Data hasil *pre-test* dan *post-test* dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk memperoleh gambaran mengenai perkembangan kemampuan peserta berdasarkan nilai minimum, nilai maksimum, nilai rata-rata, serta peningkatan nilai setelah mengikuti pelatihan.

Selanjutnya, dilakukan pengujian menggunakan *paired t-test* pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui apakah peningkatan nilai yang diperoleh peserta terjadi secara signifikan. Penggunaan *paired t-test* didasarkan pada karakteristik data yang berasal dari kelompok peserta yang sama dan diukur pada dua waktu yang berbeda, yaitu sebelum dan sesudah pelatihan. Hasil analisis statistik digunakan sebagai indikator pendukung dalam mengevaluasi efektivitas pelaksanaan kegiatan pengabdian sehingga kesimpulan yang diperoleh tidak hanya didasarkan pada peningkatan nilai rata-rata, tetapi juga didukung oleh analisis statistik yang objektif.

Hasil evaluasi tersebut selanjutnya digunakan untuk menilai tingkat keberhasilan program pelatihan dalam meningkatkan kompetensi peserta serta menjadi bahan pertimbangan dalam penyempurnaan kegiatan pengabdian serupa pada masa yang akan datang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan untuk meningkatkan kompetensi siswa SMK Negeri 5 Lhokseumawe dalam memahami sistem kontrol kecepatan motor listrik berbasis *Proportional-Integral-Derivative* (PID). Pelatihan berlangsung selama dua hari di Laboratorium Instrumentasi dan Sistem Kendali, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe. Kegiatan meliputi penyampaian materi, demonstrasi penggunaan media pembelajaran, praktikum implementasi sistem kontrol PID, serta evaluasi menggunakan *pre-test* dan *post-test*. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui efektivitas pelatihan dalam meningkatkan pemahaman peserta terhadap materi yang telah diberikan. Hasil pelaksanaan kegiatan dan evaluasi keberhasilan pelatihan dibahas pada bagian berikut.

1. Pelaksanaan Kegiatan Pelatihan

Kegiatan diawali dengan registrasi peserta, pembukaan, dan penyampaian tujuan pelatihan oleh tim pelaksana pengabdian. Selanjutnya peserta mengikuti *pre-test* untuk mengetahui tingkat pemahaman awal mengenai sistem kontrol kecepatan motor listrik sebelum memperoleh materi pelatihan. Hasil *pre-test* menjadi dasar dalam mengevaluasi peningkatan kompetensi peserta setelah seluruh rangkaian kegiatan selesai dilaksanakan.

Setelah pelaksanaan *pre-test*, peserta memperoleh materi mengenai konsep dasar sistem kontrol, sistem kontrol terbuka (*open loop*) dan sistem kontrol tertutup (*closed loop*), konsep *feedback control*, karakteristik motor DC, serta prinsip kerja pengontrol *Proportional-Integral-Derivative* (PID). Penyampaian materi dilakukan secara interaktif melalui presentasi,

demonstrasi, dan diskusi sehingga peserta memperoleh kesempatan untuk memperdalam pemahaman terhadap materi yang disampaikan. Pada sesi berikutnya peserta mengikuti praktikum menggunakan trainer sistem kontrol kecepatan motor listrik berbasis PID. Peserta melakukan pengaturan parameter pengontrol, mengamati perubahan respons sistem, serta menganalisis pengaruh parameter P, PI, dan PID terhadap performa sistem. Selama kegiatan berlangsung, peserta didampingi oleh tim pelaksana sehingga setiap peserta memperoleh kesempatan melakukan praktik secara mandiri dan berdiskusi mengenai hasil pengamatan yang diperoleh.

Dokumentasi kegiatan pelatihan bersama peserta dan tim pelaksana ditunjukkan pada **Gambar 2**, sedangkan pelaksanaan praktikum sistem kontrol motor listrik berbasis PID ditunjukkan pada **Gambar 3**. Dokumentasi tersebut menunjukkan bahwa seluruh rangkaian kegiatan terlaksana sesuai dengan rencana dan memperoleh partisipasi aktif dari seluruh peserta.



Gambar 2. Dokumentasi Peserta dan Tim Pelaksana Pelatihan



Gambar 3. Pelaksanaan Praktikum Sistem Kontrol Motor Listrik Berbasis PID

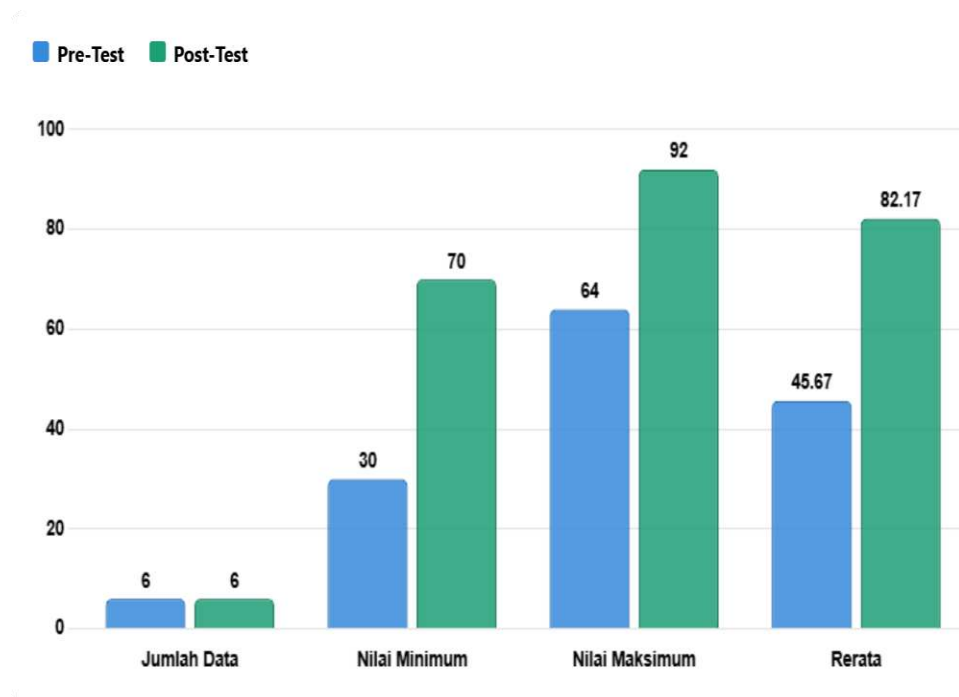
2. Evaluasi Keberhasilan Pelatihan

Evaluasi keberhasilan pelatihan dilakukan melalui pemberian *pre-test* sebelum pelatihan dan *post-test* setelah seluruh rangkaian kegiatan selesai dilaksanakan. Instrumen evaluasi berupa 20 soal pilihan ganda yang mencakup materi sistem kontrol, *feedback control*, motor DC, pengontrol P, PI, dan PID, serta karakteristik respons sistem kontrol. Hasil evaluasi digunakan untuk mengetahui perubahan tingkat pemahaman peserta setelah mengikuti pelatihan.

Tabel 1. Hasil *Pre-test* dan *Post-test* Peserta Pelatihan

No	Nama Peserta	<i>pre-test</i>	<i>post-test</i>
1	Aditya Fahri Zuly	40	80
2	Ibnu Katsir Alfasy	55	88
3	Muhammad Zakaria	30	70
4	Muhammad Zarfani	50	85
5	Raisul Akmal	64	92
6	T. M. Idlal Sadid	35	78

Berdasarkan **Tabel 1**, seluruh peserta memperoleh nilai *post-test* yang lebih tinggi dibandingkan nilai *pre-test*. Nilai awal peserta berada pada rentang 30–64, sedangkan nilai setelah pelatihan meningkat menjadi 70–92. Hasil evaluasi memperlihatkan adanya peningkatan capaian pada seluruh peserta, ditandai dengan nilai *post-test* yang konsisten lebih tinggi daripada *pre-test*. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proses pelatihan memberikan kontribusi terhadap peningkatan pemahaman peserta mengenai materi yang dipelajari. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa kombinasi penyampaian materi dan kegiatan praktikum mampu membantu peserta memahami konsep sistem kontrol motor listrik berbasis PID secara lebih baik.



Gambar 4. Perbandingan Nilai *pre-test* dan *post-test* setiap peserta

Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa seluruh peserta mengalami peningkatan nilai setelah mengikuti pelatihan. Tidak terdapat peserta yang mengalami penurunan nilai, sehingga pelaksanaan pelatihan memberikan dampak positif terhadap peningkatan kompetensi peserta.

Untuk memperoleh gambaran umum mengenai hasil evaluasi, data *pre-test* dan *post-test* selanjutnya dianalisis menggunakan statistik deskriptif. Hasil analisis disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Statistik Deskriptif Hasil Evaluasi

No	Parameter	<i>pre-test</i>	<i>post-test</i>
1	Jumlah Data	6	6
2	Nilai Minimum	30	70
3	Nilai Maksimum	64	92
4	Rata-rata	45,67	82,17

Berdasarkan **Tabel 2**, rata-rata nilai peserta meningkat dari 45,67 pada *pre-test* menjadi 82,17 pada *post-test*, sehingga terjadi peningkatan rata-rata sebesar 36,50 poin. Selain itu, nilai minimum meningkat dari 30 menjadi 70, sedangkan nilai maksimum meningkat dari 64 menjadi 92. Peningkatan pada seluruh parameter statistik tersebut menunjukkan bahwa pelatihan memberikan dampak positif terhadap peningkatan kompetensi peserta secara keseluruhan, baik bagi peserta dengan kemampuan awal rendah maupun peserta dengan kemampuan awal yang lebih tinggi.

Untuk memastikan bahwa peningkatan nilai setelah pelatihan memiliki makna statistik, dilakukan pengujian menggunakan *paired t-test* berdasarkan selisih nilai *pre-test* dan *post-test* dari enam peserta pelatihan. Ringkasan hasil pengujian disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil Uji *Paired t-test*

Parameter	Nilai	Keterangan
Jumlah pasangan data (<i>n</i>)	6	Jumlah peserta
Rata-rata selisih nilai ($\bar{d}$)	36,50	<i>Post-test</i> – <i>Pre-test</i>
Standar deviasi selisih (<i>s_d</i>)	5,54	Variasi selisih nilai
Derajat kebebasan (<i>d_f</i>)	5	<i>n</i> – 1
<i>t_{hitung}</i>	16,14	Statistik Uji
<i>t_{tabel}</i> ($\alpha = 5\%$)	2,571	Nilai kritis
Keputusan	<i>H₀</i> ditolak	Peningkatan signifikan

Tabel 3 menunjukkan bahwa jumlah pasangan data yang dianalisis sebanyak 6 peserta, sehingga derajat kebebasan (*degree of freedom/df*) yang digunakan dalam pengujian adalah 5. Rata-rata selisih nilai antara *post-test* dan *pre-test* sebesar 36,50 poin, yang menunjukkan bahwa secara umum setiap peserta mengalami peningkatan hasil belajar setelah mengikuti pelatihan. Nilai simpangan baku selisih sebesar 5,54 menunjukkan bahwa peningkatan nilai antar peserta relatif konsisten, sehingga pelatihan memberikan dampak yang hampir merata kepada seluruh peserta. Hasil perhitungan *paired t-test* menghasilkan nilai *t_{hitung}* sebesar 16,14, sedangkan nilai *t_{tabel}* pada taraf signifikansi 5% dengan derajat kebebasan (*df*) = 5 adalah 2,571. Karena nilai *t_{hitung}* lebih besar daripada *t_{tabel}*, maka hipotesis nol (*H₀*) ditolak dan hipotesis alternatif (*H₁*) diterima. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan nilai yang diperoleh peserta setelah mengikuti pelatihan terjadi secara signifikan dan bukan disebabkan oleh variasi data yang bersifat acak.

Secara keseluruhan, hasil pengujian statistik memperkuat temuan pada analisis deskriptif bahwa pelatihan praktikum sistem kontrol kecepatan motor listrik berbasis *Proportional-Integral-Derivative* (PID) memberikan dampak positif terhadap peningkatan kompetensi peserta. Oleh karena itu, penggunaan *pre-test*, *post-test*, dan *paired t-test* dapat dijadikan sebagai metode evaluasi yang objektif dalam menilai efektivitas pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat.

3. Dampak Kegiatan terhadap Mitra

Pelaksanaan kegiatan pengabdian memberikan manfaat yang nyata bagi peserta maupun pihak sekolah. Bagi peserta, pelatihan meningkatkan pemahaman konseptual sekaligus keterampilan praktis dalam mengoperasikan sistem kontrol motor listrik berbasis PID. Melalui kegiatan praktikum, peserta memperoleh pengalaman langsung dalam melakukan pengaturan parameter pengontrol, mengamati respons sistem, serta menganalisis pengaruh perubahan parameter terhadap performa sistem. Pengalaman tersebut membantu peserta menghubungkan konsep teoritis dengan penerapannya pada sistem kontrol yang digunakan di lingkungan industri. Bagi SMK Negeri 5 Lhokseumawe, kegiatan ini memberikan tambahan pengalaman pembelajaran berbasis praktikum yang dapat mendukung proses pembelajaran pada bidang sistem kontrol dan otomasi. Modul pelatihan dan media praktikum yang digunakan selama kegiatan juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pendukung pembelajaran pada kegiatan berikutnya. Selain itu, kolaborasi antara Politeknik Negeri Lhokseumawe dan SMK Negeri 5 Lhokseumawe diharapkan dapat terus dikembangkan melalui kegiatan pelatihan lanjutan maupun program pengabdian lainnya sehingga peningkatan kompetensi siswa dapat dilakukan secara berkelanjutan.

Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa pelatihan berhasil meningkatkan kompetensi peserta baik berdasarkan peningkatan nilai *pre-test* dan *post-test* maupun hasil pengujian menggunakan *paired t-test*. Oleh karena itu, pelatihan praktikum sistem kontrol kecepatan motor listrik berbasis PID dapat menjadi salah satu model kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang efektif dalam mendukung peningkatan kompetensi siswa pada pendidikan vokasi.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui pelatihan praktikum sistem kontrol kecepatan motor listrik berbasis *Proportional-Integral-Derivative* (PID) berhasil meningkatkan kompetensi siswa SMK Negeri 5 Lhokseumawe dalam memahami konsep dan implementasi sistem kontrol. Pelaksanaan pelatihan yang memadukan penyampaian materi teori, demonstrasi, dan praktikum memberikan pengalaman belajar yang lebih aplikatif sehingga peserta mampu memahami materi secara lebih baik. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rata-rata nilai peserta meningkat dari 45,67 pada *pre-test* menjadi 82,17 pada *post-test*, dengan peningkatan rata-rata sebesar 36,50 poin. Hasil pengujian menggunakan *paired t-test* menghasilkan nilai t_{hitung} sebesar 16,14, lebih besar daripada t_{tabel} sebesar 2,571 pada taraf signifikansi 5%, sehingga peningkatan kompetensi peserta dinyatakan signifikan secara statistik.

Secara umum, hasil kegiatan memperlihatkan bahwa pelatihan praktikum sistem kontrol kecepatan motor listrik berbasis PID memberikan manfaat nyata dalam meningkatkan kompetensi siswa. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan pelatihan berbasis praktikum layak diterapkan sebagai salah satu strategi pengabdian kepada masyarakat untuk mendukung pengembangan kompetensi pada pendidikan vokasi. Pendekatan evaluasi menggunakan *pre-test*, *post-test*, dan *paired t-test* juga dapat diterapkan sebagai metode yang objektif untuk menilai efektivitas pelaksanaan kegiatan pelatihan pada program pengabdian kepada masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Gunawan, B. Rahim, F. Aspar, and D. Yuvenda, "Effectiveness of using video tutorial-based learning media in the SMAW welding techniques course," *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, vol. 9, no. 1, pp. 61–74, Feb. 2026, doi: <https://doi.org/10.24036/JPTK.V9I1.48823>.
- [2] "Effectiveness of Project-Based Learning in Metal Welding Technology Course with STEAM Approach in Vocational Education," *TEM Journal*, vol. 13, no. 2, pp. 1481–1492, 2024.
- [3] P. Sudira, M. Nurtanto, N. Masrifah, E. Nurdianah, and F. Mutohhari, "Online Project-Based Learning (O-PjBL): Effectiveness in Teachers Training and Coaching in Vocational Education," *Journal of Education Technology*, vol. 6, no. 2, pp. 326–337, Jun. 2022, doi: <https://doi.org/10.23887/JET.V6I2.41195>.
- [4] L. A. Samah, A. Ismail, and M. K. Hasan, "The Effectiveness of Gamification for Students' Engagement in Technical and Vocational Education and Training," *IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 13, no. 9, p. 2022, Accessed: Jun. 17, 2026. [Online]. Available: www.ijacsa.thesai.org
- [5] Y. Zhu and J. Jiao, "Automatic Control System Design for Industrial Robots Based on Simulated Annealing and PID Algorithms," *Advances in Multimedia*, vol. 2022, no. 1, p. 9226576, Jan. 2022, doi: <https://doi.org/10.1155/2022/9226576>.
- [6] A. Aboelhassan, M. Abdelgeliel, E. E. Zakzouk, and M. Galea, "Design and Implementation of Model Predictive Control Based PID Controller for Industrial Applications," *Energies* 2020, Vol. 13, Page 6594, vol. 13, no. 24, p. 6594, Dec. 2020, doi: <https://doi.org/10.3390/EN13246594>.
- [7] M. R. Mendoza, L. M. Martí, G. G. Yero, and P. A. Pérez, "Tuning and Optimization Software for Non-linear PID Controllers with Guaranteed Robustness," *Studies in Systems, Decision and Control*, vol. 464, pp. 59–70, 2023, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-26361-3_6.
- [8] N. Alisia *et al.*, "The Effect of the Application of the Problem Based Learning (PBL) Learning Model on Early Childhood High Order Thinking Skill (HOTS): A Quasi-Experimental Study," *JPUD - Jurnal Pendidikan Usia Dini*, vol. 19, no. 2, pp. 295–306, Oct. 2025, doi: <https://doi.org/10.21009/JPUD.V19I2.54673>.
- [9] S. Syaifuddin, N. Naimah, M. Munardy, S. Sulaiman, and K. Kurniati, "Pelatihan Uji Kadar Air Tanah dengan Alat Speedy Tester pada Siswa SMKN Jeumpa Bireuen," *Jurnal Vokasi*, vol. 9, no. 1, pp. 131–140, Mar. 2025, Accessed: Jun. 18, 2026. [Online]. Available: <https://e-jurnal.pnl.ac.id/vokasi/article/view/6526>
- [10] F. Han, J. Xu, Y. Peng, and C. Yu, "The application of project-based learning in graduate courses: a case study in China," *Front. Educ. (Lausanne)*, vol. 11, p. 1670780, Jan. 2026, doi: <https://doi.org/10.3389/FEDUC.2026.1670780/TEXT>.
- [11] I. Wickramasinghe and E. Appiah, "Impact of project-based learning in teaching probability and statistics," *Int. J. Math. Educ. Sci. Technol.*, vol. 57, no. 1, pp. 135–152, Jan. 2026, doi: <https://doi.org/10.1080/0020739X.2024.2438374>.
- [12] R. Meiliati *et al.*, "Exploration problem-based learning in mathematics learning in higher education: A bibliometric review," *Social Sciences & Humanities Open*, vol. 13, p. 102345, Jun. 2026, doi: <https://doi.org/10.1016/J.SSAHO.2025.102345>.
- [13] J. Pengabdian Pada Masyarakat *et al.*, "Model Ruang Penyimpanan Makanan Berbasis PLC sebagai Media Pembelajaran Aplikasi Instrumentasi dan Automasi," *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, vol. 8, no. 1, pp. 50–58, Mar. 2023, doi: <https://doi.org/10.30653/jppm.v8i1.253>.
- [14] A. Bentri, A. Hidayati, E. Eldarni, and V. Sunarti, "Training In Making It-Based Learning Media In Successful Independent Learning For Vocational School Teachers In Kabupaten Pesisir Selatan," *KOLOKIUM Jurnal Pendidikan Luar Sekolah*, vol. 10, no. 2, pp. 141–148, Oct. 2022, doi: <https://doi.org/10.24036/KOLOKIUM.V10I2.539>.
- [15] V. Deutscher and E. Winther, "Assessment of Vocational Competences – Definitions, Issues and Quality Criteria," *Professional and Practice-based Learning*, vol. 31, pp. 305–320, 2022, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-89582-2_14/SAVE-RESEARCH.
- [16] P. Setiono, P. Setyosari, H. Praherdhiono, T. Harsiati, and Y. Amaliyah, "Connecting theory into practice: Modifying experiential learning for pre-service teachers through the Delphi method," *Social Sciences & Humanities Open*, vol. 13, p. 102335, Jun. 2026, doi: <https://doi.org/10.1016/J.SSAHO.2025.102335>.
- [17] P. Javahery and Z. Bavandi, "Kolb's experiential learning theory in action: fostering empathy and practical skills in language teacher education," *Reflective Practice*, Jan. 2026, doi: <https://doi.org/10.1080/14623943.2025.2521108>.
- [18] M. Virolainen, E. Pitkäranta, P. Tynjälä, E. K. Kallio, and H. L. T. Heikkinen, "International Experts' Learning to Be Wiser from the Perspective of the Holistic Wisdom Model,"

- Professional and Practice-based Learning*, vol. 38, pp. 125–154, 2026, doi: https://doi.org/10.1007/978-981-92-0730-5_6/TABLES/10.
- [19] Z. Qi, J. Wang, Y. Du, and X. Zhang, “The effect of blended learning approaches on vocational school students’ practical skills performance and learning behaviors: virtual simulations or hands-on activities while accessing instructional videos,” *Instructional Science* 2026 54:1, vol. 54, no. 1, pp. 39–, Apr. 2026, doi: <https://doi.org/10.1007/S11251-026-09793-4>.
- [20] H. Omrany, K. M. Al-Obaidi, A. Ghaffarianhoseini, R. D. Chang, C. Park, and F. Rahimian, “Digital twin technology for education, training and learning in construction industry: implications for research and practice,” *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol. 33, no. 3, pp. 1836–1870, Mar. 2026, doi: <https://doi.org/10.1108/ECAM-10-2024-1376>.
- [21] F. Faradillah, M. F. Alie, and E. Yulianti, “Peningkatan Kompetensi Guru SMK Melalui Workshop Penyusunan Perangkat Evaluasi Pembelajaran dengan Dukungan Artificial,” *Reswara: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 7, no. 1, pp. 300–309, Jan. 2026, doi: <https://doi.org/10.46576/RJPKM.V7I1.7815>.
- [22] K. Evaluasi Pembelajaran *et al.*, “Pelatihan Asesmen Digital bagi Guru SMP untuk Meningkatkan Kualitas Evaluasi Pembelajaran :,” *KOMUNITA: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, vol. 5, no. 1, pp. 108–117, Feb. 2026, doi: <https://doi.org/10.60004/KOMUNITA.V5I1.405>.
- [23] D. S. Sudrajat, N. F. Jannah, F. M. Rahma, F. Naela, and I. P. Pujiono, “Pelatihan Permainan Wordwall Quiz untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa dalam Evaluasi Pembelajaran pada Pelajar SMA,” *LEARNTECH: Jurnal Teknologi Pendidikan*, vol. 1, no. 04, pp. 89–97, Jan. 2026, Accessed: Jun. 27, 2026. [Online]. Available: <https://jurnal.mifandimandiri.com/index.php/learntech/article/view/755>.
- [24] L. Luthfi, H. Mahyar, M. Mursyidah, A. Azhar, and S. Sumardi, “Peningkatan Kualitas dan Produktivitas Keripik Pisang UMKM IBDA Lhoksukon dengan Menggunakan Mesin Pengiris Keripik Pisang,” *Jurnal Vokasi*, vol. 10, no. 1, pp. 69–78, Mar. 2026, doi: <https://doi.org/10.30811/VOKASI.V10I1.8732>.
- [25] A. Muliaman *et al.*, “Penguatan Kompetensi Literasi Sains dan Karakter Islami Melalui Pembelajaran Kontekstual Berbasis Budaya Aceh dan Kearifan Lokal pada Generasi Muda Aceh di Desa Padang Sakti Kota Lhokseumawe,” *Jurnal Vokasi*, vol. 10, no. 1, pp. 1–9, Mar. 2026, doi: <https://doi.org/10.30811/VOKASI.V10I1.8159>.
- [26] S. Salahuddin, M. Arhami, and A. Anwar, “PKM Membangun Internet Server dan Pemblokiran Situs Pornografi serta Penerapan E-Learning Sekolah Bagi Pengelola Jaringan Internet Sekolah SMKN 1 Lhoksukon,” *Jurnal Vokasi*, vol. 10, no. 1, pp. 101–109, Mar. 2026, doi: <https://doi.org/10.30811/VOKASI.V10I1.8930>.