

Pengembangan Pelayanan Pelatihan Berkonsep *Learning Factory* di Laboratorium CNC Politeknik Negeri Bandung

Muhammad Fajri Hadypraja^{*1}, Yanto¹, Fachri Koeshardono²

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Sudirman 51, Jakarta 12930

²Program Studi D4 Proses Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung Jalan Gegerkalong Hilir, Ciwaruga, Bandung Barat, Jawa Barat 40559

Article Info	Abstract
<i>Article history:</i> Received 27 June 2026 Accepted 2 September 2026 <i>Keywords:</i> Learning Factory, CNC Laboratory, Training Services, Vocational Education, POAC Management.	<i>This study aims to develop a learning factory-based training service at the CNC Laboratory of Bandung State Polytechnic as a model connecting vocational education with industrial practice needs. The study employed a development design based on literature review and observations at the CNC Laboratory of Bandung State Polytechnic and two external laboratories. Data were collected through literature review, observation, documentation, and identification of requirements, then analyzed descriptively through needs mapping, service-flow development, organizational design, competency-unit formulation, and cost estimation. Design validation involved comparison with field conditions, consistency checking, and POAC-based simulation. The results indicate that the service is conceptually feasible, integrating education, training, research, student involvement, and lecturer supervision. Its scientific contribution is an integrated learning factory service model for CNC laboratory management and training delivery.</i>

Info Artikel	Abstrak
<i>Histori Artikel:</i> Diserahkan: 27 Juni 2026 Diterima: 2 September 2026 Kata Kunci: Learning Factory, Laboratorium CNC, Pelayanan Pelatihan, Pendidikan Vokasi, Manajemen POAC	Penelitian ini bertujuan mengembangkan pelayanan pelatihan berkonsep learning factory di Laboratorium CNC Politeknik Negeri Bandung sebagai model penghubung pembelajaran vokasi dengan kebutuhan praktik industri. Penelitian menggunakan desain pengembangan berbasis studi literatur dan observasi lapangan pada Laboratorium CNC Politeknik Negeri Bandung, Politeknik Manufaktur Bandung, dan Institut Teknologi Bandung. Data dikumpulkan melalui telaah referensi, observasi fasilitas, dokumentasi, dan identifikasi kebutuhan operasional, kemudian dianalisis secara deskriptif melalui pemetaan kebutuhan, penyusunan alur layanan, organisasi, unit kompetensi, serta estimasi biaya. Validasi rancangan dilakukan melalui perbandingan dengan kondisi lapangan, pemeriksaan konsistensi, dan simulasi berbasis POAC. Hasil menunjukkan rancangan layak secara konseptual-operasional, dengan integrasi pendidikan, pelatihan, penelitian, keterlibatan mahasiswa, dan supervisi dosen. Kontribusi ilmiahnya berupa model layanan learning factory yang terintegrasi dengan pengelolaan laboratorium CNC dan mekanisme pelayanan pelatihan secara terstruktur berkelanjutan.

1. PENDAHULUAN

Transformasi kebutuhan industri menuntut pendidikan vokasi menghasilkan lulusan dengan keterampilan praktik yang relevan dan autentik (Abele *et al.*, 2015). Kesiapan kerja

^{*}Corresponding author. Muhammad Fajri Hadypraja
Email address: fhadypraja@gmail.com

menjadi semakin penting ketika proses industri berkembang berbasis teknologi. Laboratorium CNC Politeknik Negeri Bandung memiliki fasilitas strategis untuk menghubungkan pembelajaran dengan praktik industri secara langsung dan konsisten tersebut (Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2017). Fasilitas tersebut perlu diarahkan melalui layanan pelatihan yang terstruktur, terukur, dan berorientasi kompetensi. Pendekatan *learning factory* relevan untuk menjembatani kebutuhan pembelajaran dengan tuntutan kerja nyata secara sistematis (Bauer *et al.*, 2018).

Konsep *learning factory* mendekatkan peserta pada proses kerja nyata melalui integrasi manusia, teknologi, material, dan aktivitas produksi (Abele *et al.*, 2015). Pembelajaran tidak berhenti pada penyampaian materi, tetapi mendorong pengalaman, pemecahan masalah, dan keterlibatan aktif peserta. Studi mini-factory menunjukkan dukungan terhadap pengembangan keterampilan praktis bagi peserta pendidikan maupun usaha kecil dan menengah (Matt *et al.*, 2014). Karena itu, layanan pelatihan CNC berpotensi menjadi pelayanan akademik sekaligus penguatan kompetensi pengguna. Model tersebut juga mendukung keterhubungan pendidikan dengan kebutuhan industri melalui kolaborasi yang terarah (Pertuzé *et al.*, 2010).

Penelitian terdahulu menunjukkan manfaat *learning factory* dalam pendidikan, pelatihan, penelitian, dan integrasi teknologi industri dengan fokus beragam (Abele *et al.*, 2015). Pertuzé *et al.* menekankan kebutuhan industri, komunikasi, keterampilan praktis, dan dukungan dalam kemitraan pendidikan-industri. Sementara itu, Matt *et al.* menempatkan mini-factory sebagai sarana pembelajaran praktis bagi usaha kecil menengah (Matt *et al.*, 2014). Perbedaan tersebut menunjukkan perlunya rancangan layanan pelatihan CNC yang disesuaikan dengan kondisi laboratorium dan sumber daya lokal. Integrasi Industri 4.0 semakin memperkuat kebutuhan desain pembelajaran yang kontekstual (Bauer *et al.*, 2018).

Kondisi Laboratorium CNC Politeknik Negeri Bandung menunjukkan peluang sekaligus keterbatasan sebelum layanan pelatihan diterapkan secara operasional dan berkelanjutan sesuai kondisi. Sebagian mesin CNC belum berfungsi optimal, fasilitas komputer perlu ditingkatkan, dan sumber daya manusia kompeten masih terbatas. Kondisi tersebut menciptakan gap antara potensi laboratorium sebagai *learning factory* dan kebutuhan sistem pelayanan yang siap digunakan (Abele *et al.*, 2015). Karena itu, rancangan perlu mengintegrasikan kompetensi, fasilitas, organisasi, prosedur, serta pembiayaan secara realistis. Pengelolaan terstruktur secara berkala diperlukan agar layanan berjalan efektif, efisien, dan terkendali (Wardhana, 2024).

Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini berfokus mengembangkan pelayanan pelatihan berkonsep *learning factory* di Laboratorium CNC Politeknik Negeri Bandung. Kebaruan rancangan terletak pada integrasi pendidikan, pelatihan, penelitian, keterlibatan mahasiswa, supervisi dosen, serta pengelolaan POAC dalam satu sistem layanan. Pendekatan tersebut memperluas penerapan *learning factory* menjadi model pelayanan yang mempertimbangkan fasilitas, organisasi, kompetensi, dan pembiayaan secara terpadu (Abele *et al.*, 2015). Fokus ini diharapkan menghasilkan rancangan yang lebih aplikatif dan sesuai kebutuhan laboratorium. Pengembangan tersebut selaras dengan strategi peningkatan mutu pembelajaran vokasi di era industri (Pradana, 2026).

2. METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini menggunakan desain pengembangan berbasis studi literatur dan observasi untuk merancang pelayanan pelatihan *learning factory* di Laboratorium CNC Politeknik Negeri Bandung (Abele *et al.*, 2015). Data dikumpulkan melalui telaah referensi, observasi fasilitas, serta perbandingan praktik Laboratorium CNC Politeknik Manufaktur Bandung

dan Institut Teknologi Bandung. Instrumen observasi berupa lembar identifikasi fasilitas, kondisi mesin, perangkat pendukung, sumber daya manusia, dan kebutuhan operasional (Bauer *et al.*, 2018). Dokumentasi melengkapi data. Selanjutnya, rancangan dianalisis secara deskriptif melalui pemetaan kebutuhan, penyusunan alur, SOP, organisasi, jadwal, dan pembiayaan (Wardhana, 2024).

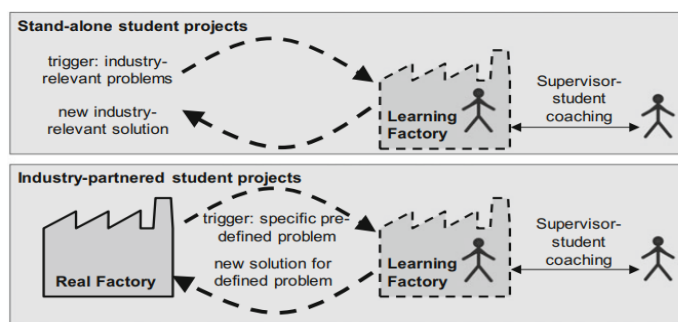
Tahap pengembangan dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan layanan, kemudian merumuskan konsep learning factory sesuai karakter laboratorium dan tujuan pelatihan (Matt *et al.*, 2014). Data observasi dibandingkan dengan literatur untuk menentukan kesesuaian fasilitas, kompetensi, organisasi, prosedur, dan sumber daya. Analisis dilakukan melalui reduksi data, pengelompokan temuan, penyusunan rancangan, serta pemeriksaan konsistensi rancangan (Asni *et al.*, 2023). Validasi dilakukan melalui penyesuaian berulang konsep dengan kondisi lapangan. Kelayakan akhir diperiksa menggunakan simulasi alur pelayanan berbasis POAC untuk memastikan rancangan dapat diterapkan secara logis dan konsisten (Pertuzé *et al.*, 2010).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Identifikasi Kondisi Laboratorium CNC sebagai Dasar Pengembangan Learning Factory

Hasil observasi menunjukkan bahwa Laboratorium CNC Politeknik Negeri Bandung memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai layanan pelatihan berbasis learning factory, tetapi kesiapan fasilitasnya belum sepenuhnya merata. Dari lima unit mesin CNC milling, hanya dua unit yang dinyatakan berfungsi, sedangkan mesin CNC bubut yang berfungsi berjumlah dua dari tiga unit. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kapasitas pelayanan belum dapat diasumsikan berdasarkan jumlah seluruh mesin yang tersedia, tetapi perlu mempertimbangkan mesin yang benar-benar siap digunakan. Selain itu, fasilitas komputer dan perangkat lunak juga masih memerlukan peningkatan agar mendukung kebutuhan pembelajaran berbasis teknologi industri.

Temuan tersebut menjadi dasar penting dalam menentukan model layanan. Learning factory tidak cukup hanya menyediakan fasilitas praktik, tetapi membutuhkan integrasi antara teknologi, sumber daya manusia, proses pembelajaran, dan aktivitas pelayanan. Abele *et al.* (2015) menempatkan learning factory sebagai lingkungan pembelajaran yang menghubungkan pengalaman praktis dengan kebutuhan pendidikan, pelatihan, dan penelitian. Sementara itu, Bauer *et al.* (2018) menunjukkan bahwa pengembangan learning factory perlu mempertimbangkan integrasi teknologi dan proses produksi secara sistematis. Dengan demikian, kondisi Laboratorium CNC menunjukkan bahwa rancangan pelayanan perlu dibuat fleksibel terhadap kapasitas fasilitas yang tersedia, bukan sekadar mengadopsi model learning factory secara langsung.



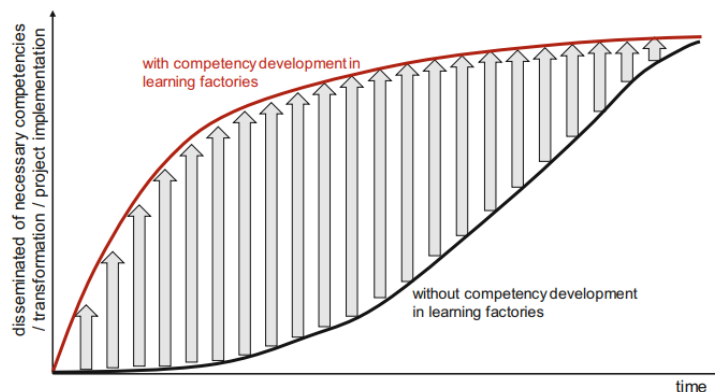
Gambar 1.
Konsep Learning Factory dalam Pembelajaran

3.2 Analisis Kesesuaian Konsep Learning Factory dengan Kondisi Laboratorium

Berdasarkan hasil identifikasi fasilitas dan kebutuhan layanan, model yang paling sesuai adalah learning factory yang mengintegrasikan fungsi pendidikan, pelatihan, dan penelitian. Pemilihan model tersebut didasarkan pada karakter Laboratorium CNC sebagai fasilitas pendidikan vokasi yang tidak hanya digunakan untuk kegiatan perkuliahan, tetapi juga memiliki peluang untuk memberikan layanan kepada pengguna eksternal. Model ini memungkinkan mahasiswa terlibat sebagai bagian dari pelaksana kegiatan dengan tetap berada dalam supervisi dosen. Keterlibatan tersebut memiliki nilai strategis karena mahasiswa memperoleh pengalaman mengelola aktivitas yang mendekati situasi kerja nyata.

Hasil tersebut sejalan dengan Abele *et al.* (2015) yang menjelaskan bahwa learning factory dapat digunakan untuk research, education, and training. Akan tetapi, rancangan pada Laboratorium CNC memiliki karakteristik yang berbeda dengan model learning factory yang hanya berorientasi pada pembelajaran mahasiswa. Rancangan yang dikembangkan menggabungkan aktivitas pembelajaran internal dengan layanan pelatihan bagi pengguna. Perbedaan tersebut menjadi salah satu kontribusi rancangan karena laboratorium tidak hanya diposisikan sebagai ruang praktik, tetapi juga sebagai unit layanan yang dapat mengembangkan kompetensi mahasiswa sekaligus memberikan manfaat kepada pihak eksternal.

Keterlibatan mahasiswa juga perlu dibatasi berdasarkan kompetensi. Naskah awal menetapkan mahasiswa yang telah menyelesaikan mata kuliah CAD/CAM dan CNC 2 sebagai kandidat yang dapat terlibat dalam pelayanan. Ketentuan tersebut penting karena mahasiswa tidak ditempatkan sebagai pengganti instruktur utama, melainkan sebagai bagian dari sistem pendukung pelayanan dan asisten dengan supervisi dosen. Dengan demikian, rancangan tersebut dapat mengurangi keterbatasan sumber daya manusia tanpa menghilangkan fungsi pengawasan akademik.



Gambar 2.

Grafik Pengaruh Pelatihan untuk Mempercepat Transformasi dan Implementasi

3.3 Rancangan Unit Kompetensi Pelatihan CNC

Rancangan pelayanan difokuskan pada pelatihan pengoperasian mesin CNC dengan tiga unit kompetensi yang mengacu pada SKKNI. Ketiga unit tersebut mencakup mengoperasikan mesin NC/CNC, menyetel mesin NC/CNC, serta menyetel dan menyunting program pada mesin NC/CNC. Komposisi tersebut menunjukkan bahwa materi tidak hanya berorientasi pada pengoperasian mesin, tetapi juga mencakup kemampuan teknis yang dibutuhkan sebelum dan selama proses pemesinan. Dengan demikian, rancangan pelatihan memiliki hubungan antara kompetensi dasar pengoperasian, penyetelan, dan pemrograman.

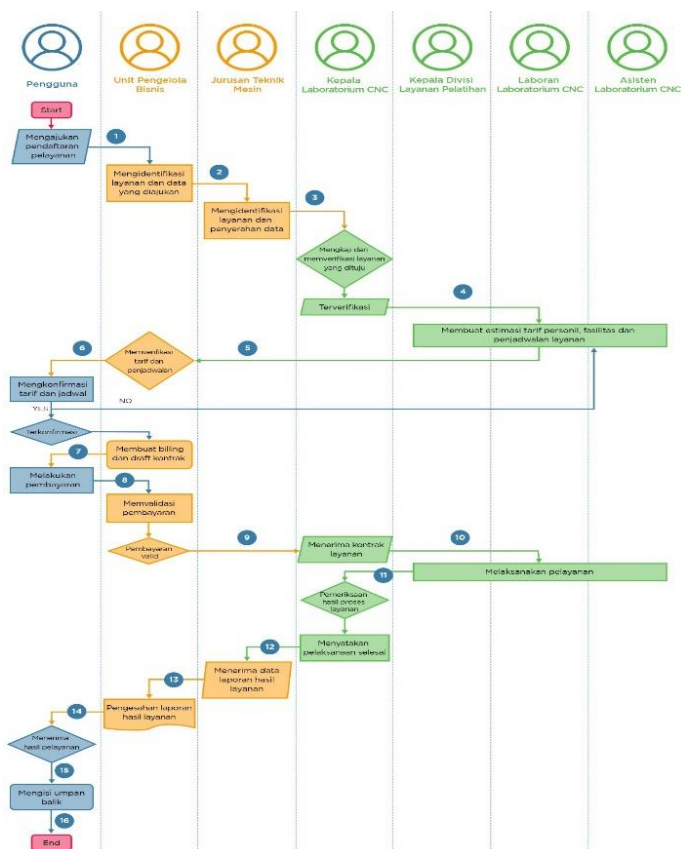
Tabel 1.**Rancangan Unit Kompetensi Pelatihan CNC**

No.	Kode Unit	Unit Kompetensi	Jam Pelajaran
1	C.28LOG07.026.2	Mengoperasikan Mesin NC/CNC	60 JP
2	C.28LOG07.014.2	Menyetel Mesin NC/CNC	30 JP
3	C.28LOG07.015.2	Menyetel dan Menyunting Program pada Mesin NC/CNC	30 JP
Total			120 JP

Terdapat hal penting yang perlu diperbaiki dari naskah sebelumnya, yaitu penggunaan istilah 120 jam pelajaran dan 90 jam. Kedua angka tersebut sebenarnya dapat konsisten apabila 120 JP dikonversi menggunakan durasi 45 menit per JP, sehingga menghasilkan 5.400 menit atau 90 jam waktu efektif. Oleh karena itu, pada artikel revisi istilah yang lebih tepat adalah “120 jam pelajaran atau setara 90 jam waktu pembelajaran efektif”. Penyebutan “90 jam” tanpa keterangan sebelumnya berpotensi membuat pembaca menganggap total beban pelatihan hanya 90 JP.

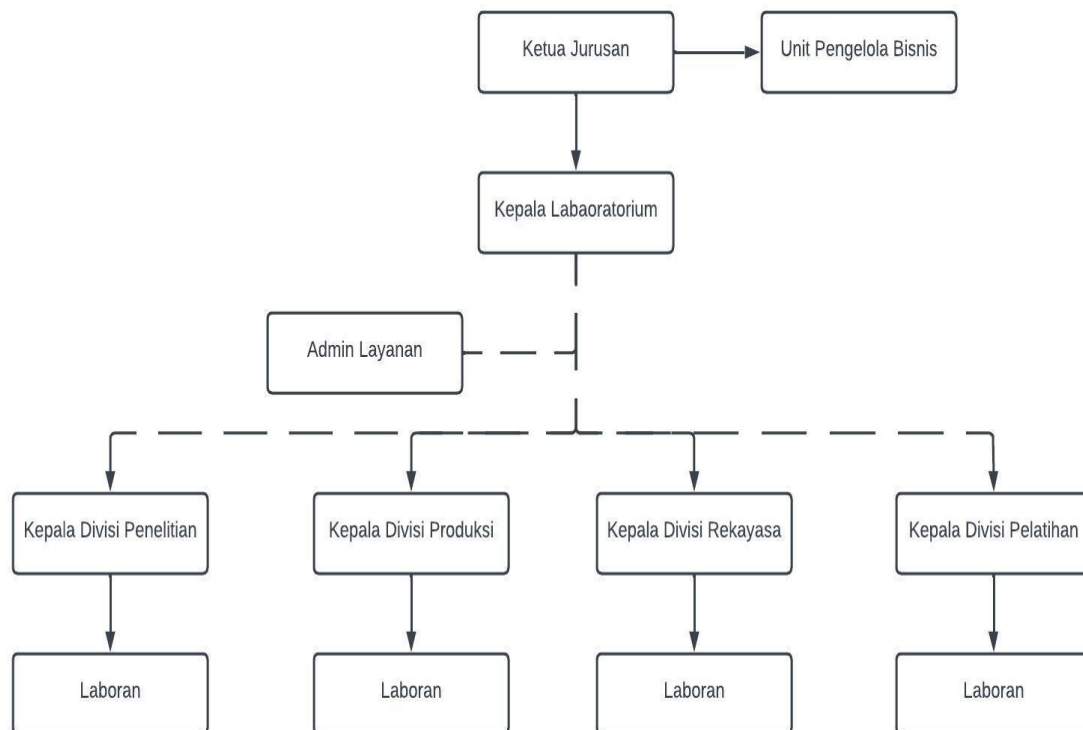
3.4. Analisis Rancangan Alur Pelayanan

Hasil pengembangan menunjukkan bahwa pelayanan pelatihan membutuhkan alur yang menghubungkan pengguna, Unit Pengelola Bisnis, Jurusan Teknik Mesin, Kepala Laboratorium CNC, Kepala Divisi Layanan Pelatihan, Laboran Laboratorium CNC, dan Asisten Laboratorium CNC. Alur tersebut tidak hanya berfungsi sebagai prosedur administratif, tetapi juga menjadi mekanisme pengendalian agar kebutuhan pengguna dapat diterjemahkan menjadi jadwal, personel, fasilitas, materi, dan biaya pelayanan. Rancangan tersebut memperlihatkan bahwa pelayanan learning factory membutuhkan koordinasi lintas fungsi sebelum aktivitas pelatihan dilaksanakan.

**Gambar 3.****Rancangan Alur Prosedur Pelayanan Pelatihan**

3.5 Analisis Struktur Organisasi Pelayanan

Struktur organisasi yang dirancang menunjukkan bahwa pelayanan membutuhkan pembagian tanggung jawab yang jelas antara unsur pengelola, kepala laboratorium, divisi pelayanan, laboran, dosen, dan mahasiswa. Pembagian tersebut menjadi penting karena keterbatasan sumber daya manusia merupakan salah satu temuan observasi. Mahasiswa dapat dimanfaatkan sebagai bagian dari tim pendukung, tetapi pelaksanaan kegiatan teknis dan akademik tetap membutuhkan supervisi pihak yang memiliki kewenangan. Pola tersebut membuat struktur organisasi tidak hanya berfungsi administratif, tetapi juga menjadi instrumen pengendalian kualitas pelayanan.



Gambar 4.

Rancangan Struktur Organisasi Pelayanan Pelatihan

Menekankan pentingnya komunikasi, dukungan, pengarahan, dan pemahaman kebutuhan dalam kolaborasi antara institusi pendidikan dan pihak industri. Prinsip tersebut relevan dengan struktur yang dirancang karena layanan kepada pengguna eksternal membutuhkan koordinasi yang jelas. Dengan demikian, keberadaan struktur organisasi dalam rancangan bukan sekadar formalitas, tetapi menjadi mekanisme untuk memastikan setiap kebutuhan pengguna memiliki pihak yang bertanggung jawab.

3.6 Analisis Asumsi dan Konsistensi Perhitungan Biaya

Perhitungan biaya dalam rancangan pelayanan dibagi menjadi biaya operasional dan biaya tenaga kerja. Biaya operasional mencakup penggunaan mesin, listrik, dan material praktik, sedangkan biaya tenaga kerja mengacu pada standar biaya yang digunakan dalam naskah. Pendekatan depresiasi digunakan untuk memperkirakan biaya penggunaan mesin per jam dengan membagi harga mesin terhadap masa manfaat ekonomisnya. Rumus tersebut dapat digunakan sebagai pendekatan estimasi, tetapi hasilnya sangat bergantung pada asumsi jam kerja, hari kerja, minggu kerja, jumlah shift, dan umur ekonomis mesin.

Tabel 2.**Pemeriksaan Ulang Biaya Depresiasi Mesin**

No.	Mesin	Harga Mesin (Rp)	Life Time (jam)	Hasil Depresiasi/Jam (Rp)	Nilai pada Naskah
1	CNC Milling Moriseiki NMV 500 DCG	3.816.176.470	15.360	±248.449	248.448,9889
2	CNC Lathe Emco Turn 242 Retrofit GSK	389.107.170	15.360	±25.333	25.332,49805

Sumber: Perhitungan ulang berdasarkan data pada naskah penelitian.

Hasil pemeriksaan menunjukkan adanya ketidakkonsistenan pada nilai biaya sewa CNC Lathe. Naskah mencantumkan biaya depresiasi sekitar Rp25.332,50 per jam, tetapi kolom biaya sewa mesin mencantumkan angka Rp2.550 per jam. Secara matematis, angka Rp2.550 tidak konsisten dengan hasil pembagian harga mesin sebesar Rp389.107.170 terhadap life time 15.360 jam. Oleh sebab itu, nilai tersebut perlu dikoreksi atau dijelaskan kembali sebelum artikel diterbitkan. Berdasarkan data yang tersedia, angka yang lebih konsisten adalah sekitar Rp25.332,50 per jam, sebelum memasukkan komponen biaya lain.

Tabel 3.**Biaya Listrik Pengoperasian Mesin**

No.	Mesin	Waktu Pemakaian	Daya	Tarif Listrik	Biaya/Jam
1	CNC Milling Moriseiki NMV 500 DCG	1 jam	7,5 kW	Rp1.700/kWh	Rp12.750
2	CNC Lathe Emco Turn 242 Retrofit GSK	1 jam	4,4 kW	Rp1.700/kWh	Rp7.480

Sumber: Naskah penelitian.

Perhitungan listrik relatif konsisten karena diperoleh dari perkalian waktu penggunaan, konsumsi listrik, dan tarif listrik. Namun, artikel perlu menjelaskan apakah angka daya yang digunakan merupakan daya nominal mesin atau konsumsi aktual saat operasi. Perbedaan tersebut penting karena konsumsi aktual dapat berbeda dengan daya nominal. Oleh karena itu, nilai biaya listrik dalam penelitian ini lebih tepat diposisikan sebagai estimasi biaya operasional, bukan pengukuran konsumsi aktual.

3.7 Analisis Estimasi Tarif Pelayanan

Rancangan awal menetapkan estimasi biaya pelayanan sebesar Rp35.255.000 untuk dua peserta dengan tiga unit kompetensi dan total 120 JP. Nilai tersebut dapat digunakan sebagai estimasi awal, tetapi belum cukup kuat untuk disebut sebagai tarif final apabila seluruh komponen pembentuk biaya belum ditampilkan secara terperinci. Agar transparan, komponen biaya perlu dikelompokkan menjadi biaya mesin, listrik, material, honor pengajar, honor penanggung jawab, honor ketua/wakil ketua, serta biaya pendukung lainnya.

Tabel 4.**Komponen yang Perlu Ditelusuri dalam Estimasi Tarif**

Komponen	Dasar Perhitungan	Status dalam Rancangan
Depresiasi mesin	Harga mesin ÷ life time	Sudah tersedia
Listrik	Waktu × daya × tarif	Sudah tersedia
Material praktik	Massa jenis × volume × harga/kg	Sudah tersedia
Honor pengajar	Standar biaya per JP	Sudah tersedia
Honor penanggung jawab	Standar biaya per kegiatan	Sudah tersedia
Honor ketua/wakil ketua	Standar biaya per kegiatan	Sudah tersedia
Biaya pendukung lainnya	Perlu dirinci	Perlu verifikasi
Total tarif	Penjumlahan seluruh komponen	Perlu rekonsiliasi akhir

Dengan demikian, angka Rp35.255.000 sebaiknya disebut sebagai estimasi tarif rancangan, bukan biaya final yang telah teruji. Pendekatan ini lebih aman karena penelitian belum menunjukkan dokumen transaksi aktual atau realisasi biaya pelatihan. Perbaikan tersebut juga menjawab catatan reviewer mengenai asumsi perhitungan yang sebelumnya belum dijelaskan secara memadai.

3.8 Simulasi dan Validasi Rancangan Pelayanan

Simulasi pelayanan dilakukan dengan menggunakan skenario dua peserta dari pihak perusahaan yang mengajukan pelatihan pengoperasian mesin CNC. Skenario tersebut digunakan untuk menelusuri rangkaian proses sejak pengajuan layanan, identifikasi kebutuhan, penyusunan penawaran, kesepakatan, pembayaran, pelaksanaan pelatihan, hingga evaluasi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa rancangan telah memiliki hubungan antarproses yang dapat ditelusuri dari sisi administratif maupun operasional.

Namun, simulasi tersebut belum dapat diposisikan sebagai uji coba empiris karena tidak terdapat data pelaksanaan pelatihan kepada peserta nyata, hasil pre-test dan post-test, tingkat kepuasan peserta, capaian kompetensi, maupun data evaluasi instruktur. Oleh karena itu, hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah validasi rancangan secara konseptual dan operasional, bukan validasi efektivitas pelatihan secara empiris. Penegasan ini penting agar klaim penelitian tetap sesuai dengan data yang benar-benar tersedia.

Tabel 5.

Status Validasi Rancangan

Aspek Validasi	Cara Pemeriksaan	Hasil
Kesesuaian konsep	Perbandingan literatur dengan kondisi laboratorium	Sesuai secara konseptual
Kesesuaian fasilitas	Observasi mesin dan fasilitas pendukung	Masih terdapat keterbatasan
Kesesuaian organisasi	Pemetaan tugas dan tanggung jawab	Dapat dirancang
Kesesuaian alur layanan	Simulasi proses pelayanan	Dapat ditelusuri
Konsistensi biaya	Pemeriksaan rumus dan angka	Perlu koreksi biaya CNC Lathe
Efektivitas pelatihan	Uji peserta nyata/pre-post test	Belum dilakukan
Validasi pengguna	Feedback peserta aktual	Belum tersedia

Berdasarkan tabel tersebut, kekuatan penelitian berada pada keberhasilan menyusun rancangan layanan yang mengintegrasikan konsep learning factory dengan kondisi Laboratorium CNC. Sementara itu, keterbatasan utamanya terletak pada belum dilakukannya implementasi pelatihan secara nyata. Temuan ini justru memperjelas ruang pengembangan penelitian berikutnya, yaitu menguji rancangan melalui pilot training dengan peserta aktual dan menggunakan indikator kompetensi serta kepuasan sebagai ukuran efektivitas.

3.9 Sintesis Hasil Pengembangan

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa Laboratorium CNC Politeknik Negeri Bandung memiliki peluang untuk dikembangkan sebagai learning factory, tetapi penerapannya perlu dilakukan secara bertahap berdasarkan kapasitas fasilitas dan sumber daya manusia yang tersedia. Rancangan yang dihasilkan telah mengintegrasikan konsep pendidikan, pelatihan, dan penelitian dengan pengelolaan organisasi berbasis POAC. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa learning factory dapat dikembangkan bukan hanya sebagai model pembelajaran, tetapi juga sebagai sistem pelayanan yang menghubungkan kompetensi mahasiswa, fasilitas laboratorium, dosen, dan pengguna eksternal.

Kontribusi utama rancangan terletak pada penggabungan sistem pembelajaran, layanan pelatihan, keterlibatan mahasiswa, struktur organisasi, alur pelayanan, dan estimasi pembiayaan dalam satu kerangka pelayanan Laboratorium CNC. Temuan tersebut

memperluas penerapan konsep learning factory yang sebelumnya banyak dibahas dari sisi lingkungan pembelajaran dan keterhubungan dengan industri. Namun, rancangan masih berada pada tahap pengembangan konseptual-operasional. Oleh karena itu, implementasi nyata diperlukan untuk menguji apakah rancangan tersebut benar-benar mampu meningkatkan kompetensi peserta, efisiensi pelayanan, dan kebermanfaatan Laboratorium CNC bagi institusi maupun pengguna eksternal.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan pelayanan pelatihan berkonsep learning factory di Laboratorium CNC Politeknik Negeri Bandung memiliki kelayakan secara konseptual dan operasional untuk mendukung pembelajaran, pelatihan, serta pengembangan kompetensi berbasis praktik. Rancangan yang dihasilkan mengintegrasikan fasilitas laboratorium, keterlibatan mahasiswa, supervisi dosen, struktur organisasi, alur pelayanan, unit kompetensi, dan estimasi pembiayaan dalam satu sistem layanan. Secara ilmiah, rancangan ini memperkuat penerapan learning factory sebagai model penghubung pendidikan vokasi dengan kebutuhan praktik industri. Implementasi berikutnya perlu menguji rancangan melalui pelatihan nyata, pengukuran kompetensi peserta, evaluasi kepuasan pengguna, serta analisis efisiensi layanan agar efektivitas model dapat dibuktikan secara empiris dan berkelanjutan.

4.2 Saran

1. Melaksanakan pilot training secara nyata dengan melibatkan peserta eksternal agar rancangan yang telah dikembangkan dapat diuji dalam kondisi operasional sebenarnya.
2. Melakukan pengukuran kompetensi peserta menggunakan pre-test dan post-test, penilaian praktik, serta evaluasi pencapaian setiap unit kompetensi untuk mengetahui efektivitas pelatihan secara kuantitatif.
3. Melakukan validasi pengguna melalui kuesioner kepuasan dan wawancara kepada peserta, instruktur, laboran, serta pihak pengelola setelah pelatihan selesai.
4. Melakukan audit dan rekonsiliasi biaya sebelum tarif pelayanan ditetapkan, khususnya terhadap biaya depresiasi mesin, listrik, material, honorarium, dan komponen pendukung lainnya.
5. Memperbaiki kesiapan fasilitas laboratorium, terutama ketersediaan mesin CNC yang berfungsi, spesifikasi komputer, perangkat lunak, serta fasilitas pendukung pelayanan.
6. Mengembangkan sistem penjadwalan khusus agar kegiatan pelayanan pelatihan tidak mengganggu kegiatan perkuliahan dan praktikum reguler.
7. Mengembangkan kemitraan dengan industri dan Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) untuk memperkuat relevansi materi pelatihan, proses asesmen, dan pengakuan kompetensi peserta.
8. Melakukan penelitian lanjutan berbasis evaluasi implementasi dengan indikator efektivitas, efisiensi, kepuasan pengguna, peningkatan kompetensi, dan keberlanjutan finansial sebagai dasar penyempurnaan model learning factory.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abele, E., Metternich, J., Tisch, M., Chryssolouris, G., Sihn, W., ElMaraghy, H., Hummel, V., & Ranz, F. (2015). Learning factories for research, education, and training. *Procedia CIRP*, 32(Clf), 1–6.
2. Asni, A., Dasalinda, D., & Chairunnisa, D. (2023). Penerapan Fungsi Manajemen POAC (Planning, Organizing, Actuating, And Controlling) dalam Layanan Bimbingan

- dan Konseling Di Sekolah. Ideguru: *Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 9(1), 357–364.
3. Bauer, H., Brandl, F., Lock, C., & Reinhart, G. (2018). Integration of Industrie 4.0 in Lean Manufacturing Learning Factories. *Procedia Manufacturing*, 23(2017), 147–152.
 4. Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. (2017). Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 03/M-IND/PER/I/2017 (Regulation of the Minister of Industry of the Republic of Indonesia Number 03/M-IND/PER/I/2017). 1–8. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/133833/permenperin-no-3-tahun-2017>. (Diakses tanggal 17 April 2026)
 5. Matt, D. T., Rauch, E., & Dallasega, P. (2014). Mini-factory - A learning factory concept for students and small and medium sized enterprises. *Procedia CIRP*, 17, 178–183. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.057>
 6. Peraturan Menteri Keuangan Republik Indonesia Nomor 83/PMK.02/2022 Tentang Standar Biaya Masukan Tahun Anggaran 2023, 1 (2022). <https://drive.google.com/file/d/1QLjWJLilc02-U3E8p0mvmNeJyOd6VRXd/view?pli=1>. (Diakses tanggal 20 April 2026)
 7. Pertuzé, J. A., Calder, E. S., Edward, M., & Lucas, W. A. (2010). Best Practices for Collaboration Best Practices for Industry. *MIT Sloan Management Review*, 51(4), 83–90.
 8. Wardhana, A. (2024). *Management (Planning , Organizing , Leading , Coordinating , Controlling) - Edisi Indonesia*. Purbalingga: Eureka Media Aksara.
 9. Pradana, Y. (2026). Strategi Implementasi Dan Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Teaching Factory Dalam Meningkatkan Kualitas Pendidikan Kejuruan Di Indonesia. *Humanitis: Jurnal Homaniora, Sosial dan Bisnis*, 3(12), 1417-1425.