

RANCANG BANGUN SISTEM REGISTRASI DAN VALIDASI KOMPONEN REMANUFACTURING DENGAN METODE RULE- BASED VALIDATION PADA PT HEXINDO ADIPERKASA TBK

Andi Ismoyo¹, Sri Nugroho², Rahmat Pujiyanto³, Dwi Yulistiyanti⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas
Indraprasta PGRI

E-mail: andiismoyosn@gmail.com

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Received :10-07-2026

Revised : 26-07-2026

Accepted :04-08-2026

Keywords: Rule-Based

Validation; Remanufacturing;
Desktop Application; Client-
Server; Component Feasibility
Assessment

Kata Kunci: Rule-Based

Validation; Remanufaktur;
Aplikasi Desktop; Client-
Server; Penilaian Kelayakan
Komponen

DOI:10.62335

ABSTRACT

PT Hexindo Adiperkasa Tbk operates a remanufacturing program for used heavy-equipment components (oldcore). The existing registration system was developed by the factory in Japan, covers registration only, and does not record the actual condition of the components, so that feasibility assessment still relies on the subjective judgement of each Person In Charge (PIC) and is prone to input errors, duplication, and inconsistent decisions. This study aims to design and build a desktop-based registration and validation system with a client-server architecture that applies the Rule-Based Validation method. The system was developed using Python and PyQt5 on the client side, a FastAPI REST API and PostgreSQL on a cloud server, and SQLite as a local cache supporting offline mode. Validation is carried out through four sequential rules: serial number validation, score computation from twenty assessment questions (YES = 1, NO = 0), determination of the feasibility category based on score ranges, and presentation of the system output. Black-box testing of eighteen functional scenarios shows that all system functions operate as expected. The system produces objective, consistent and traceable feasibility decisions, and enables centralised data access across branch locations.

ABSTRAK

PT Hexindo Adiperkasa Tbk menjalankan program remanufaktur terhadap komponen alat berat bekas pakai (oldcore). Sistem registrasi yang berjalan dikembangkan oleh pihak factory di Jepang, hanya mencakup registrasi, dan belum merekam kondisi aktual komponen, sehingga penilaian kelayakan masih bergantung pada penilaian subjektif masing-masing person in charge (pic) serta rawan

kesalahan penginputan, duplikasi data, dan inkonsistensi keputusan. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem registrasi dan validasi komponen berbasis desktop dengan arsitektur client-server yang menerapkan metode rule-based validation. Sistem dikembangkan menggunakan python dan pyqt5 pada sisi client, rest api fastapi dan postgresql pada server cloud, serta sqlite sebagai cache lokal yang mendukung mode luring. Validasi dilakukan melalui empat aturan berurutan, yaitu validasi nomor serial, perhitungan skor dari dua puluh pertanyaan assessment (ya = 1, tidak = 0), penentuan kategori kelayakan berdasarkan rentang skor, dan penyajian keluaran sistem. Pengujian black-box terhadap delapan belas skenario fungsional menunjukkan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai harapan. Sistem menghasilkan keputusan kelayakan yang objektif, konsisten, dan terlacak, serta memungkinkan akses data secara terpusat antar lokasi cabang.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur dan remanufaktur semakin pesat seiring meningkatnya kebutuhan akan efisiensi biaya dan keberlanjutan lingkungan. Remanufaktur merupakan proses industri yang mengembalikan komponen bekas pakai ke kondisi setara produk baru melalui tahapan pembongkaran, pembersihan, inspeksi, penggantian komponen aus, perakitan ulang, dan pengujian akhir. Proses tersebut menuntut sistem yang andal dalam melakukan registrasi dan validasi komponen agar kualitas produk yang dikirimkan kepada pelanggan tetap terjamin (Pan et al., 2023; Liu et al., 2023).

PT Hexindo Adiperkasa Tbk merupakan distributor tunggal alat berat Hitachi Construction Machinery Co., Ltd. di Indonesia yang juga memasarkan produk Bell Equipment Ltd. Perusahaan melayani sektor pertambangan, penggalian, konstruksi, kehutanan, perkebunan, dan penyewaan peralatan, serta mengelola remanufaktur komponen seperti Engine, Travel Gear, Travel Pump, Swing Gear, Swing Pump, Center Join, Cylinder Boom, Cylinder Arm, Cylinder Bucket, Pump Device, dan Pilot Pump (PT Hexindo Adiperkasa Tbk, 2026).

Registrasi dan validasi komponen pada perusahaan tersebut sebenarnya telah berjalan melalui sebuah sistem, namun sistem tersebut dikembangkan langsung oleh pihak factory di Jepang sehingga setiap kebutuhan perubahan memerlukan waktu lama dan kurang efisien (Butzer et al., 2016). Sistem yang ada juga hanya menangani registrasi dan belum memantau kondisi aktual oldcore, sehingga aspek identifikasi keselamatan (safety) belum terakomodasi. Akibatnya, proses penilaian masih bergantung pada penilaian masing-masing Person In Charge (PIC) yang bersifat subjektif dan rawan terhadap kesalahan penginputan, duplikasi data, serta inkonsistensi keputusan validasi (Lachnit et al., 2025; Anshary, 2025).

Permasalahan tersebut diperberat oleh sebaran PIC di berbagai lokasi cabang. Ketiadaan penyimpanan data terpusat menyebabkan data registrasi dan validasi tidak dapat dibagikan antar lokasi, sehingga manajemen kesulitan menelusuri histori komponen dan memantau statusnya secara menyeluruh. Dibutuhkan sistem yang tidak hanya

mendigitalkan proses validasi, tetapi juga mampu menyinkronkan data secara terpusat melalui jaringan internet sekaligus tetap dapat dioperasikan ketika koneksi tidak tersedia (Yuliani, 2024; Salam et al., 2023).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini merancang dan membangun sistem registrasi dan validasi komponen remanufaktur berbasis desktop dengan arsitektur client-server yang menerapkan metode Rule-Based Validation. Tujuan penelitian ini adalah: (1) membangun sistem registrasi berbasis desktop yang mampu memvalidasi nomor Serial Number (SN) secara otomatis; (2) mengimplementasikan Rule-Based Validation melalui 20 pertanyaan assessment agar penilaian bersifat objektif, konsisten, dan terstandarisasi; (3) merancang skema perhitungan skor dan penentuan kategori kelayakan beserta keterangannya secara otomatis; (4) menyediakan penyimpanan data terpusat yang memudahkan penelusuran histori; (5) menerapkan arsitektur client-server berbasis REST API untuk sinkronisasi data antar lokasi; serta (6) menerapkan mekanisme offline mode dan sinkronisasi otomatis (Aryani et al., 2025).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian rekayasa perangkat lunak (research and development) yang dilaksanakan selama kurang lebih enam bulan, terhitung sejak Februari 2026 sampai dengan Juli 2026, di lingkungan PT Hexindo Adiperkasa Tbk, khususnya pada Divisi Part & Service Sales Support (PSSS) di Branch Sales Support Department (BSS).

Data primer dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap proses registrasi dan validasi komponen serta wawancara dengan PIC dan pihak terkait di divisi tersebut. Data sekunder diperoleh dari dokumen standar penilaian komponen yang telah berlaku di perusahaan serta studi kepustakaan atas jurnal dan referensi ilmiah yang relevan.

Tahapan penelitian dilaksanakan secara sistematis, meliputi identifikasi masalah, studi kepustakaan, pengumpulan data, analisis data untuk menentukan kebutuhan sistem dan aturan validasi, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan penarikan simpulan. Perancangan mencakup arsitektur client-server, rancangan REST API, skema basis data PostgreSQL dan SQLite, serta pemodelan UML.

Implementasi dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan pustaka PyQt5 sebagai antarmuka client, FastAPI sebagai backend REST API yang ditempatkan pada Virtual Private Server, PostgreSQL sebagai basis data terpusat, dan SQLite sebagai cache lokal. Autentikasi pengguna menggunakan JSON Web Token dengan pembagian hak akses berbasis peran, yaitu PIC, Admin, dan Manajer.

Metode Rule-Based Validation diterapkan melalui 20 pertanyaan assessment yang dikelompokkan ke dalam empat aspek penilaian, yaitu Kondisi Fisik (pertanyaan 1–5), Keamanan Cairan dan Kontaminasi (6–10), Kelengkapan dan Identifikasi (11–15), serta Stand dan Packing (16–20). Setiap pertanyaan bernilai YA = 1 dan TIDAK = 0 sehingga skor maksimal adalah 20 poin.

Empat aturan utama bekerja secara berurutan. Rule 1 memvalidasi keberadaan nomor SN pada basis data: JIKA Nomor_SN terdapat pada basis data MAKA valid, SELAIN ITU invalid. Rule 2 menghitung skor sebagai $\text{Score} = \sum \text{Jawaban}_i$ untuk $i = 1$ sampai 20. Rule 3 menentukan kategori kelayakan berdasarkan rentang skor sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Rule 4 menentukan keluaran sistem: JIKA SN valid DAN skor telah dihitung MAKA

tampilkan skor, status, dan keterangan.

Dalam arsitektur client-server, validasi pada Rule 1 disesuaikan dengan ketersediaan koneksi. Apabila client daring, validasi dilakukan ke server melalui REST API terhadap data PostgreSQL; apabila luring, validasi dilakukan terhadap cache SQLite lokal yang berisi salinan data Serial Number, dan hasil assessment disimpan sementara secara lokal untuk disinkronkan kembali ketika koneksi tersedia. Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode black-box testing terhadap seluruh fungsi utama sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis sistem yang sedang berjalan menunjukkan bahwa proses registrasi dan validasi komponen telah menggunakan sistem buatan factory di Jepang, namun sistem tersebut hanya menangani registrasi, tidak merekam kondisi aktual oldcore, dan setiap penyesuaian memerlukan waktu lama. Kondisi ini menyebabkan penilaian kelayakan bergantung pada penilaian subjektif masing-masing PIC serta menyulitkan manajemen menelusuri histori komponen karena PIC tersebar di berbagai cabang.

Sistem yang diusulkan berupa aplikasi desktop dengan arsitektur client-server yang memvalidasi nomor SN dan menilai kelayakan komponen secara otomatis melalui 20 pertanyaan assessment dalam empat aspek penilaian dengan lima kategori hasil. Kebutuhan fungsional sistem mencakup autentikasi berbasis peran, halaman pengumuman internal, registrasi dan validasi SN, pengisian assessment beserta perhitungan skor otomatis, penyimpanan daring dan luring beserta sinkronisasi, penelusuran histori, pengelolaan data master SN, pengelolaan akun pengguna, pengelolaan pengumuman, dan pelaporan validasi. Hasil implementasi Rule 1 menunjukkan bahwa sistem mampu mencocokkan nomor SN yang diinput PIC terhadap data master, baik melalui REST API ketika daring maupun terhadap cache SQLite ketika luring. Nomor SN yang tidak ditemukan menghentikan proses registrasi dan menampilkan notifikasi, sehingga duplikasi data dan kesalahan penginputan dapat dicegah sejak tahap awal.

Rule 2 menghitung total skor sebagai akumulasi jawaban atas 20 pertanyaan dengan bobot YA = 1 dan TIDAK = 0. Perhitungan berlangsung otomatis pada saat form assessment disimpan sehingga menghilangkan potensi kesalahan aritmetika manual. Rule 3 kemudian memetakan skor tersebut ke dalam lima kategori hasil sebagaimana disajikan pada Tabel 1, dan Rule 4 menampilkan skor, status, serta keterangan secara bersamaan pada antarmuka hasil assessment.

Tabel 1. Kategori Hasil Penilaian Rule-Based Validation

Skor	Status	Keterangan
18-20	Layak	Bisa dikirim, kondisi safety terpenuhi
15-17	Layak Bersyarat	Bisa dikirim dengan catatan minor; factory menentukan tindak lanjut
12-14	Layak Bersyarat	Bisa dikirim dengan catatan; factory menentukan potensi surcharge
10-11	Layak Bersyarat	Bisa dikirim dengan pemeriksaan lanjut superior dan catatan

≤ 9	Perlu Perhatian Khusus	Memerlukan perbaikan pada poin bernilai TIDAK sebelum form disubmit ulang
----------	------------------------	---

Sumber: Data diolah (2026)

Penerapan algoritma pada tiga komponen contoh disajikan pada Tabel 2. Komponen Cylinder Boom dengan skor 19 masuk rentang 18–20 sehingga berstatus Layak. Control Valve dengan skor 13 masuk rentang 12–14 sehingga berstatus Layak Bersyarat dengan potensi surcharge. Cylinder Arm dengan skor 8 berada di bawah 9 sehingga berstatus Perlu Perhatian Khusus dan memerlukan perbaikan sebelum dapat disubmit ulang. Ketiga contoh tersebut menunjukkan bahwa aturan bekerja konsisten pada rentang skor yang berbeda.

Tabel 2. Contoh Penerapan Algoritma Penilaian

Komponen (SN)	Fisik	Cairan	Kelengkapan	Packing	Total	Status
RMF00000442 (Cylinder Boom)	5	5	5	4	19	Layak
RMF000001441 (Control Valve)	4	3	3	3	13	Layak Bersyarat
RMF00000394 (Cylinder Arm)	3	2	2	1	8	Perlu Perhatian Khusus

Sumber: Data diolah (2026)

Hasil pengujian black-box terhadap delapan belas skenario fungsional menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai hasil yang diharapkan. Skenario tersebut mencakup login dengan akun valid dan tidak valid, pemaksaan penggantian password sementara, penampilan pengumuman aktif, validasi SN terdaftar dan tidak terdaftar, perhitungan skor 0–20, penentuan status kelayakan, penyimpanan data saat daring dan luring beserta sinkronisasinya, penelusuran histori, pengelolaan data master SN, pembuatan dan reset akun pengguna, penolakan username duplikat, pengelolaan pengumuman beserta masa berlakunya, dan penampilan laporan rekap validasi bagi manajer.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa penerapan Rule-Based Validation berhasil mengalihkan penilaian kelayakan dari penilaian subjektif individual menjadi keputusan berbasis aturan yang objektif dan dapat direproduksi. Hasil ini konsisten dengan penelitian rule-based system (Anshary, 2025) yang menemukan bahwa basis pengetahuan berbasis aturan IF-THEN menghasilkan keputusan yang konsisten, serta dengan Lachnit et al. (2025) yang menggunakan skor tertimbang untuk menilai kelayakan remanufaktur.

Penerapan penyimpanan terpusat pada PostgreSQL menjawab persoalan keterlacakan yang selama ini dihadapi manajemen, sejalan dengan rekomendasi Kurilova-Palisaitiene et al. (2018) mengenai pentingnya dokumentasi digital dalam proses remanufaktur. Sementara itu, mekanisme cache SQLite memungkinkan aplikasi tetap beroperasi penuh ketika koneksi terputus, sebagaimana ditunjukkan pada penelitian terdahulu mengenai penyimpanan lokal SQLite.

Kelebihan sistem terletak pada otomatisasi penilaian yang konsisten, penyimpanan terpusat dengan hak akses berbasis peran, serta kemampuan beroperasi secara luring. Kelemahannya, sinkronisasi antar pengguna masih menggunakan pendekatan polling sehingga pembaruan tidak bersifat seketika, sistem belum diuji pada skala beban pengguna besar, belum terintegrasi langsung dengan sistem factory, dan akurasi penilaian tetap dipengaruhi ketelitian PIC dalam menjawab 20 pertanyaan assessment.

KESIMPULAN

Sistem registrasi dan validasi komponen remanufaktur berbasis desktop dengan arsitektur client-server berhasil dirancang dan dibangun serta mampu memvalidasi nomor Serial Number secara otomatis terhadap data komponen pada PT Hexindo Adiperkasa Tbk. Metode Rule-Based Validation dengan 20 pertanyaan assessment berhasil diimplementasikan sehingga penilaian kelayakan komponen dapat dilakukan secara objektif, konsisten, dan terstandarisasi, dengan skema perhitungan skor dan penentuan kategori kelayakan beserta keterangannya yang berjalan otomatis.

Penyimpanan data terpusat berbasis PostgreSQL memudahkan penelusuran histori registrasi dan validasi serta mendukung pengambilan keputusan manajemen, sementara arsitektur client-server berbasis REST API memungkinkan sinkronisasi data antar pengguna di berbagai lokasi. Mekanisme offline mode dan sinkronisasi otomatis memastikan aplikasi tetap dapat dioperasikan meskipun koneksi internet terputus. Hasil pengujian black-box atas delapan belas skenario menunjukkan seluruh fungsi berjalan sesuai spesifikasi.

Penelitian lanjutan disarankan menerapkan komunikasi real-time seperti WebSocket untuk menggantikan pendekatan polling, mengembangkan versi mobile atau berbasis web, melakukan integrasi langsung dengan sistem factory, menambahkan dukungan bukti foto komponen pada setiap assessment, melaksanakan pengujian beban, serta mengembangkan dashboard analitik bagi manajemen untuk memantau tren kelayakan komponen.

DAFTAR PUSTAKA

- Anshary, N. B. (2025). Perancangan Basis Pengetahuan pada Sistem Pakar Identifikasi Jenis Serangan Keamanan Jaringan dengan Metode Rule-Based System. *TIN: Terapan Informatika Nusantara*, 6(7), 1240–1249. <https://doi.org/10.47065/tin.v6i7.8899>
- Aryani, Y., Aqil, I., & Paramita, B. (2025). Penerapan Unified Modeling Language (UML) pada Digitalisasi Sistem Informasi Perpustakaan. *Digital Transformation Technology*, 4(2), 1032–1040. <https://doi.org/10.47709/digitech.v4i2.5153>
- Butzer, S., Schötz, S., & Steinhilper, R. (2016). Remanufacturing Process Assessment - A Holistic Approach. *Procedia CIRP*, 52, 234–238. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.066>
- Kurilova-Palisaitiene, J., Sundin, E., & Poksinska, B. (2018). Remanufacturing challenges and possible lean improvements. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3225–3236. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.023>
- Lachnit, T., Vetter, I., Braun, C., Glasenapp, T. von, Feng, J., Benfer, M., & Lanza, G. (2025). *Comprehensive Assessment of Remanufacturing Suitability and Enhancement* (H. Kohl, G. Seliger, F. Dietrich, & H. T. Vien, Eds.). Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-93891-7>

- Liu, C., Zhu, Q., & Mao, H. (2023). Review and challenges for the remanufacturing assembly quality with uncertainty. *Green Manufacturing Open*, 1(3).
<https://doi.org/10.20517/gmo.2023.072701>
- Pan, Q., Wan, A., Zhang, C., & Wei, Z. (2023). Research on the Technologies of the Compressor Remanufacturing Process. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(11).
<https://doi.org/10.3390/app13116789>
- PT Hexindo Adiperkasa Tbk. (2026). *Prosedur Pengembalian Old Core Reman Component ke Reman HCMI*.
- Salam, I. A., Prihandani, K., & Purnamasari, I. (2023). RANCANG BANGUN APLIKASI PROFIT PENJUALAN MOTOR BERBASIS DESKTOP KONSEP ARSITEKTUR MODEL VIEW CONTROLLER (MVC). *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3), 2830–7062.
<https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3%20s1.3495>
- Yuliani, Y. (2024). RANCANGAN APLIKASI BELAJAR BAHASA INGGRIS BERBASIS MOBILE MENGGUNAKAN DATABASE SQLite. *JORAPI : Journal of Research and Publication Innovation*, 2(1). <https://jurnal.portalpublikasi.id/index.php/JORAPI/index>