

Rancang Bangun Sistem Otomasi Perencanaan Pengiriman dan Penentuan Kontainer Berbasis Web di PT Sarana Prima Logistindo

Fariz Haidar Zhaffran

Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Jakarta

Depok, Jawa Barat

fariz.haidar.zhaffran.tik22@mhs.wpnj.ac.id

Abstract - Container shipment planning at PT Sarana Prima Logistindo is still carried out manually using spreadsheets to process Delivery Receiving Report (DRR) documents. Manual handling of 400 to 600 daily carton Purchase Order (PO) records is prone to counting errors, schedule conflicts, and one to two day delays in preparing the container fleet formation, while leftover cartons that fail to be loaded often remain in the warehouse for more than a week because they are not automatically integrated into the next planning cycle. To address this problem, this study develops a web based container shipment planning automation system that implements a Rule-Based Multi-Container Solver combined with a First-Fit Decreasing (FFD) heuristic and a data shuffling approach. The system was built using the Laravel framework with a MySQL database. Through randomized arrangement and integration of the company's operational rules, the system strictly filters the maximum residual empty space of a container to 1.0 CBM in order to minimize the risk of phantom freight loss. Functional testing results show that the system is able to cut planning calculation time from days to milliseconds after the document is uploaded. The automatic priority queue logic successfully isolates held items and automatically injects them into the top of the queue for the next cluster. Finally, based on User Acceptance Testing (UAT) results conducted with the IT Manager as Product Owner, the application successfully passed all 12 test scenario indicators with a final feasibility percentage of 100%, indicating that the system's functional status is fully compliant and highly feasible to be fully implemented to support the company's daily logistics activities.

Keywords: *Laravel; Container Automation; Rule-Based System; First-Fit Decreasing; Logistics*

Abstrak - Proses perencanaan pengiriman container di PT Sarana Prima Logistindo saat ini masih mengandalkan pencatatan manual berbasis spreadsheet untuk mengolah dokumen Delivery Receiving Report (DRR). Penataan manual untuk volume data berkisar antara 400 sampai 600 dokumen Purchase Order (PO) karton harian berpotensi memicu kesalahan hitung, benturan jadwal, hingga keterlambatan penyusunan formasi armada selama satu hingga dua hari kerja. Selain itu, koli barang sisa yang tidak terangkut sering kali tertahan di gudang lebih dari satu minggu karena belum terintegrasi secara otomatis pada siklus perencanaan berikutnya. Untuk mengatasi kendala tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem otomasi perencanaan pengiriman container berbasis web dengan mengimplementasikan algoritma Rule-Based Multi-Container Solver dengan pendekatan heuristik First-Fit Decreasing (FFD) dan data shuffling. Sistem dibangun menggunakan framework Laravel dengan basis data MySQL. Melalui metode penataan acak dan integrasi aturan operasional perusahaan (rule-based), sistem secara ketat menyaring batas sisa ruang kosong maksimal container sebesar 1,0 CBM untuk meminimalkan risiko kerugian sewa wadah kosong (phantom freight). Hasil pengujian fungsionalitas menunjukkan bahwa sistem mampu memangkas waktu kalkulasi perencanaan dari hari menjadi hitungan milidetik setelah dokumen diunggah. Logika antrean prioritas (automatic priority queue) terbukti sukses mengisolasi barang tertahan (hold) dan menyuntikkannya otomatis ke antrean teratas klaster berikutnya. Terakhir, berdasarkan hasil pengujian User Acceptance Testing (UAT) bersama Manajer IT selaku Product Owner, aplikasi ini berhasil menyelesaikan 12 indikator skenario uji dengan persentase kelayakan akhir mencapai 100% sehingga dinyatakan sangat layak untuk diimplementasikan penuh dalam mendukung aktivitas logistik harian perusahaan.

Kata Kunci: *Laravel; Otomasi Container; Rule-Based System; First-Fit Decreasing; Logistik*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri logistik dan pergudangan saat ini menuntut proses operasional yang semakin cepat, akurat, dan terintegrasi [1], [19]. Perusahaan logistik tidak hanya dituntut mampu menyimpan barang, tetapi juga mengelola alur pengiriman secara efisien agar dapat memenuhi target waktu pengiriman dan menekan biaya operasional [2]. Salah satu proses penting dalam kegiatan logistik adalah perencanaan pengiriman barang menggunakan *container*, khususnya dalam menentukan jumlah dan ukuran *container* yang sesuai dengan volume barang yang akan dikirim [3].

PT Sarana Prima Logistindo merupakan perusahaan jasa pergudangan dan logistik yang berperan sebagai tempat konsolidasi barang sebelum dikirim ke negara tujuan. Barang yang masuk ke gudang berasal dari berbagai pabrik dengan jumlah dan tujuan pengiriman yang berbeda-beda, direpresentasikan dalam data *Purchase Order* (PO). Setiap PO terdiri atas sejumlah karton berdimensi tertentu yang volumenya dihitung dalam satuan *Cubic Meter* (CBM), dan dicatat dalam dokumen *Delivery Receiving Report* (DRR) yang dikirim secara berkala dalam beberapa kloter setiap harinya.

Dalam satu kloter DRR dapat berisi sekitar 400 sampai 600 data PO karton yang harus direncanakan pengirimannya, dengan target penyelesaian kurang dari satu hari kerja sesuai *Standard Operating Procedure* (SOP) perusahaan. Proses tersebut meliputi pemisahan data berdasarkan negara tujuan, perhitungan total volume pengiriman, penentuan jumlah dan ukuran *container*, serta pemetaan detail setiap PO ke dalam *container*. Namun demikian, seluruh tahapan tersebut hingga saat ini masih dilakukan secara manual menggunakan *spreadsheet* sehingga sangat bergantung pada ketelitian dan pengalaman *planner*, berpotensi menimbulkan kesalahan hitung dan memperlambat kesiapan *loading container*, terutama pada periode dengan volume pengiriman tinggi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan menghasilkan sistem otomasi berbasis web untuk membantu proses perencanaan pengiriman *container* di gudang PT Sarana Prima Logistindo melalui penerapan aturan (*rule-based*) dalam menentukan jumlah dan ukuran *container* serta pemetaan PO karton, sehingga proses yang sebelumnya dilakukan secara manual dapat berjalan lebih terstruktur, konsisten, dan efisien.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian rekayasa (*research and development*) yang bertujuan

merancang dan mengembangkan sistem otomasi pemetaan karton ke dalam *container* berbasis web. Model pengembangan yang digunakan mengikuti metode *Waterfall* secara bertahap, meliputi identifikasi masalah dan studi literatur, pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian sistem, hingga penyusunan laporan. Jenis penelitian yang digunakan adalah studi kasus dengan objek proses perencanaan dan penentuan pemilihan *container* untuk pengiriman barang di gudang PT Sarana Prima Logistindo, karena proses tersebut masih dilakukan secara manual, melibatkan data dalam jumlah besar, dan memiliki potensi kesalahan tinggi.

B. Sumber dan Teknik Pengumpulan Data

Data primer diperoleh melalui wawancara dengan manajer gudang dan manajer IT untuk memahami alur kerja aktual, aturan pemilihan *container*, kendala, dan kebutuhan sistem. Data sekunder diperoleh dari dokumen DRR, SOP pengiriman, dan spesifikasi *container* perusahaan. Analisis data dilakukan secara kualitatif untuk merumuskan alur kerja dan aturan bisnis, serta kuantitatif untuk mengolah dimensi karton, volume (CBM), toleransi pengisian, dan kapasitas *container* sebagai dasar perancangan logika sistem.

C. Arsitektur dan Perancangan Sistem

Sistem *Container Planning* dirancang menggunakan pola arsitektur *Model-View-Controller* (MVC) pada *framework* Laravel, yang memisahkan logika bisnis, manajemen data, dan antarmuka pengguna untuk mempermudah pemeliharaan sistem [12]. Lapisan *View* dibangun menggunakan Tailwind CSS dan *engine* Blade untuk menerima unggahan berkas Excel DRR dan menampilkan hasil kalkulasi algoritma. Lapisan *Controller* menangani proses *upload*, validasi struktur kolom, serta eksekusi logika algoritma. Lapisan *Model* menggunakan basis data MySQL dengan *Eloquent ORM* untuk menyimpan data *master destination*, transaksi DRR, autentikasi, dan riwayat perencanaan. *Middleware* dan *routing* berfungsi sebagai filter keamanan sehingga setiap peran pengguna, yaitu *Admin*, *Planner*, dan *Supervisor*, hanya dapat mengakses fitur sesuai hak aksesnya.

Analisis kebutuhan menunjukkan bahwa PT Sarana Prima Logistindo menggunakan empat jenis *container* dengan kapasitas berbeda sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1, yang menjadi parameter utama dalam menentukan formasi *container* pada setiap kloter pengiriman.

Tabel 1 Jenis dan Ukuran Kontainer

No	Jenis Container	Kapasitas (CBM)
1	20FT	33,00

2	40FT	67,50
3	40HC	76,30
4	45HC	85,00

D. Aturan Bisnis (*Business Rules*)

Sistem yang dikembangkan menerapkan pendekatan *rule-based* untuk mengotomasi proses perencanaan pengiriman *container* berdasarkan SOP PT Sarana Prima Logistindo. Pada pendekatan ini, setiap keputusan dalam proses perencanaan direpresentasikan ke dalam aturan berbentuk *IF-THEN*, sehingga sistem dapat menghasilkan keputusan secara konsisten sesuai dengan aturan bisnis perusahaan. Aturan aturan tersebut disusun berdasarkan hasil studi terhadap dokumen SOP perusahaan serta wawancara dengan Manajer IT selaku *Product Owner*, termasuk ketentuan mengenai residual maksimal 1 CBM pada setiap *container* sebagai batas toleransi ruang kosong. Tabel 2 merangkum tujuh aturan utama yang diterapkan pada sistem.

Tabel 2 Aturan *IF-THEN* pada system *Rule-based*

Rule	IF	THEN	ELSE
1	Data PO memiliki negara tujuan yang sama	Kelompokkan ke satu destination	Bentuk kelompok baru sesuai negara tujuan
2	Terdapat PO berstatus Hold dengan negara tujuan sama	Gabungkan ke kloter berjalan	Lanjut tanpa barang Hold
3	Total kapasitas kombinasi $\geq$ Best Used CBM	Lanjutkan proses packing	Kombinasi dieliminasi (<i>pruning</i>)
4	Kombinasi lolos proses <i>pruning</i>	Jalankan FFD, Ascending, Random Shuffling	Bangkitkan kombinasi berikutnya
5	Residual seluruh container $\leq$ 1 CBM	Solusi dinyatakan valid	Solusi ditolak
6	Masih ada kombinasi belum diproses	Lanjut evaluasi kombinasi berikutnya	Akhiri proses evaluasi
7	Data PO berhasil dimuat	Ubah status menjadi Not Hold	Ubah status menjadi Hold

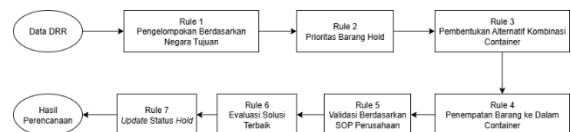
E. Algoritma *Rule-Based* dan *First-Fit Decreasing*

Proses perencanaan pada sistem ini diterjemahkan ke dalam serangkaian aturan pada Tabel 3 yang mengacu pada SOP perusahaan, dengan alur tahapan

yang ditunjukkan pada Gambar 1. *Rule-based system* dipilih karena aturan pemilihan *container* pada dasarnya sudah baku, meliputi kapasitas maksimum, batas toleransi volume, serta prioritas pemuatan barang tertunda, sehingga pendekatan ini unggul dari sisi transparansi dan kemudahan validasi hasil [9], [10].

Gambar 1. Alur Tahapan *Rule-Based* dalam Perencanaan Container

Tahap pertama adalah pengelompokan seluruh data



DRR berdasarkan negara tujuan (*destination country*) melalui proses *join* antara tabel transaksi dan tabel *master destination*, sehingga setiap *container* hanya memuat barang dengan tujuan yang sama. Sebelum perencanaan dimulai, sistem memeriksa data berstatus *Hold* dari kloter sebelumnya yang memiliki negara tujuan sama dan menggabungkannya ke dalam data kandidat, sebagai bentuk implementasi *automatic priority queue* agar barang tertunda tidak terus tertahan.

Selanjutnya, sistem membentuk berbagai alternatif kombinasi *container* dari jenis yang tersedia pada data master, dengan pembatasan maksimum empat unit tiap jenis untuk membatasi ruang pencarian (*search space*) agar waktu komputasi tetap efisien. Kombinasi yang total kapasitasnya lebih kecil daripada solusi terbaik yang telah diperoleh langsung disaring (*pruning*) tanpa diproses lebih lanjut. Permasalahan pemetaan barang ke dalam *container* pada penelitian ini mengikuti karakteristik *Bin Packing Problem* (BPP), yaitu pengisian objek berbagai ukuran ke dalam wadah berkapasitas tetap untuk meminimalkan sisa ruang yang tidak terpakai [3], [15].

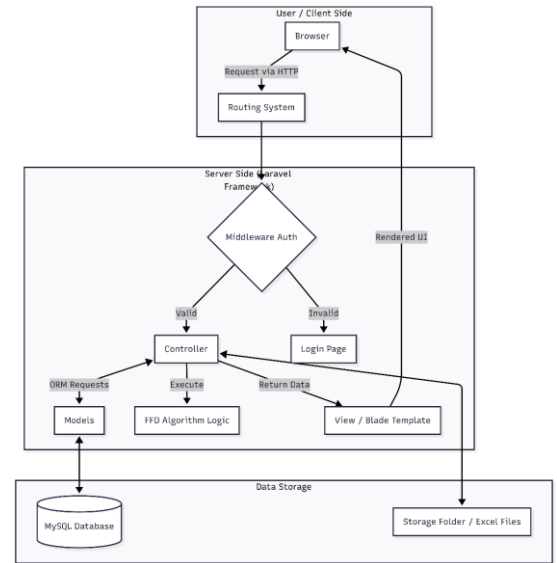
Pada tiap kombinasi yang lolos penyaringan, sistem menempatkan barang menggunakan tiga strategi heuristik, yaitu *First-Fit Decreasing* (FFD), *Ascending Order*, dan *Random Shuffling*. Strategi FFD mengurutkan seluruh data PO berdasarkan nilai CBM secara menurun kemudian menempatkan setiap barang ke *container* pertama yang masih memiliki kapasitas cukup [11], [8]. Strategi *Ascending Order* mengurutkan data dari CBM terkecil ke terbesar, sedangkan *Random Shuffling* mengacak urutan data sebelum penempatan, sehingga sistem tidak bergantung pada satu pola pengurutan dan memperbesar peluang memperoleh solusi mendekati optimal [13], [14].

Hasil penempatan kemudian divalidasi terhadap batas residual maksimum *container* sebesar 1,0 CBM sesuai SOP. Kombinasi yang memiliki residual pada salah satu *container* melebihi batas tersebut dinyatakan tidak valid, sedangkan *container* dengan residual kurang dari sama dengan 0,5 CBM memperoleh nilai evaluasi tambahan. Seluruh kombinasi valid kemudian dievaluasi menggunakan mekanisme *scoring* dengan prioritas total CBM termuat terbesar. Apabila terdapat kesamaan nilai, sistem membandingkan jumlah *container* dengan residual optimal, dan jika masih sama, digunakan nilai *excess capacity* terkecil sebagai *tie-breaking rule* [15], [16], [17]. Barang yang belum berhasil dimuat pada akhir proses diperbarui statusnya menjadi *Hold* untuk diprioritaskan kembali pada kloter berikutnya, sedangkan hasil *planning* disimpan pada tabel riwayat sebagai arsip yang dapat ditelusuri.

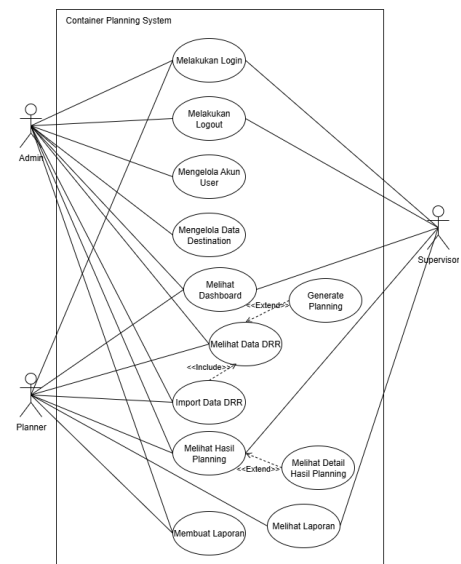
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem

Sistem *Container Planning* diimplementasikan dengan arsitektur sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2, yang membagi fungsionalitas berdasarkan tiga peran pengguna sebagaimana digambarkan pada diagram *use case* pada Gambar 3. *Admin* mengelola akun pengguna dan data *master destination* yang menjadi kunci pengelompokan otomatis. *Planner* mengunggah berkas Excel DRR, menjalankan proses *Generate Planning* untuk mengeksekusi algoritma FFD, meninjau hasil pemetaan, serta menyusun laporan pengiriman. *Supervisor* meninjau laporan yang diterbitkan *Planner* untuk keperluan verifikasi sebelum proses logistik fisik dijalankan. Ketiga peran juga dapat memantau statistik total data DRR, volume CBM, dan utilisasi *container* melalui *dashboard* analitik yang divisualisasikan secara *real-time*.



Gambar 2. Arsitektur Sistem Container Planning



Gambar 3. Diagram Use Case Sistem Container Planning

B. Hasil Pengujian Fungsionalitas (Black Box Testing)

Pengujian fungsionalitas dilakukan dengan metode *Black Box Testing* terhadap seluruh peran pengguna, mencakup skenario data valid maupun tidak valid pada fitur autentikasi, manajemen akun dan data *destination*, impor DRR, *generate planning*, serta pembuatan laporan.

Seluruh skenario uji pada ketiga peran, yaitu *Admin*, *Planner*, dan *Supervisor*, dinyatakan Sesuai, yang menunjukkan bahwa sistem mampu memvalidasi masukan pengguna dengan tepat, menolak data yang tidak sesuai format, dan menghasilkan luaran yang konsisten dengan skenario yang diharapkan, termasuk logika pembatasan residual *container* dan

penanganan barang *hold* yang bekerja secara ketat sesuai batas toleransi perusahaan.

C. Hasil Pengujian Performa Sistem

Pengujian performa dilakukan secara otomatis menggunakan *Laravel Artisan Command* dengan memproses berkas DRR berisi jumlah PO dan ukuran berkas yang berbeda beda, sebagaimana dirangkum pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Performa Sistem

No	Jumlah PO	Ukuran Berkas	Waktu (ms)
1	99 baris	20,02 KB	387,59
2	200 baris	31,71 KB	702,88
3	400 baris	52,60 KB	1.339,57
4	600 baris	79,71 KB	2.378,34
5	800 baris	102,25 KB	4.060,90
Rata rata	-	-	1.773,86

Waktu eksekusi meningkat seiring bertambahnya jumlah data karena semakin banyak data PO yang harus melalui proses pengelompokan negara tujuan, pembentukan alternatif kombinasi *container*, pemetaan menggunakan algoritma FFD, evaluasi residual, hingga pemilihan solusi terbaik. Secara keseluruhan, rata rata waktu proses impor data adalah 743,44 milidetik dan rata rata waktu *generate planning* adalah 1.030,42 milidetik, sehingga rata rata total waktu proses adalah sekitar 1,77 detik. Pada skenario terbesar dengan 800 data PO berukuran 102,25 KB, sistem tetap mampu menyelesaikan keseluruhan proses hanya dalam 4,06 detik. Dibandingkan dengan proses manual yang sebelumnya membutuhkan satu hingga dua hari kerja untuk satu kloter perencanaan, sistem berhasil meningkatkan efisiensi waktu secara signifikan melalui pendekatan *rule-based* yang diusulkan.

D. Hasil User Acceptance Testing

Pengujian penerimaan pengguna dilakukan bersama Manajer IT yang bertindak sebagai *Product Owner* dan pemangku kepentingan utama PT Sarana Prima Logistindo, guna memastikan sistem selaras dengan visi digitalisasi dan regulasi bisnis perusahaan [18]. Dua belas skenario uji dieksekusi mencakup aspek kemudahan navigasi, kecepatan respons, akurasi algoritma, keamanan hak akses, hingga kepuasan pengguna secara keseluruhan, sebagaimana dirangkum pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pengujian *User Acceptance Testing*

Kode	Aspek Pengujian	Hasil
UAT-01	Kemudahan mengakses dashboard utama	Sesuai

UAT-02	Kemudahan menjalankan fitur Generate Planning	Sesuai
UAT-03	Kejelasan tampilan log dokumen	Sesuai
UAT-04	Kecepatan respons aplikasi (<i>Computation Time</i>)	Sesuai
UAT-05	Kejelasan pesan kesalahan (<i>Error Handling</i>)	Sesuai
UAT-06a	Aturan pembagian container otomatis (<i>Volume Splitting</i>)	Sesuai
UAT-06b	Batasan batas aman kapasitas container (<i>Max Capacity</i>)	Sesuai
UAT-06c	Aturan sisa ruang kritis muatan (<i>Residual Space Logic</i>)	Sesuai
UAT-06d	Keamanan hak akses akun Supervisor (<i>Read-only</i>)	Sesuai
UAT-06e	Hak akses akun Admin dan Planner (<i>Full Read-Write</i>)	Sesuai
UAT-07	Keterbacaan tampilan di berbagai ukuran layar	Sesuai
UAT-08	Kepuasan keseluruhan terhadap implementasi aplikasi	Sesuai

Dari 12 skenario uji yang dieksekusi tersebut, seluruh indikator dinyatakan Sesuai tanpa catatan penolakan fungsional, sehingga diperoleh persentase kelayakan akhir sebagai berikut:

$$\text{Persentase Kelayakan} = \frac{12}{12} \times 100\% = 100\%$$

Hasil tersebut menegaskan bahwa seluruh fungsi utama sistem telah sesuai dengan kebutuhan operasional perusahaan dan dinyatakan sangat layak untuk diimplementasikan penuh.

E. Perbandingan Sebelum dan Sesudah Implementasi Sistem

Untuk mengukur dampak nyata dari penerapan sistem terhadap aktivitas logistik harian perusahaan, dilakukan analisis komparatif performa kerja dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah sistem diterapkan, sebagaimana diringkaskan pada Tabel 5.

Tabel 5 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Sistem

Aspek	Sebelum Sistem	Sesudah Sistem
Durasi Perencanaan	1 sampai 2 hari kerja per kelompok dokumen	Hitungan detik setelah dokumen diunggah
Akurasi Penentuan Armada	Rawan kesalahan hitung volume, validasi ulang 1 sampai 2 hari	Formasi container terkunci otomatis dan presisi
Penanganan Barang Hold	Manual, rawan terlewat, tertahan lebih dari 1 minggu	Otomatis terisolasi dan diprioritaskan pada kloter berikutnya

Keamanan Hak Akses	Berkas kerja bebas diubah tanpa rekam jejak	Akses dibatasi ketat sesuai peran pengguna
--------------------	---	--

Secara umum, integrasi hasil pengujian fungsionalitas, performa, dan penerimaan pengguna menunjukkan bahwa sistem berhasil mengubah proses perencanaan pengiriman yang semula membutuhkan satu hingga dua hari kerja menjadi hitungan detik setelah dokumen diunggah, mengisolasi barang tertunda secara otomatis pada antrean prioritas kloter berikutnya, serta membatasi hak akses data induk secara ketat berdasarkan peran pengguna. Dengan demikian, sistem otomatis ini dinyatakan sangat layak untuk diimplementasikan penuh guna mendukung efisiensi aktivitas logistik harian perusahaan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menghasilkan sistem otomatis berbasis web yang menerapkan pendekatan *rule-based* dalam menentukan jumlah dan jenis *container* serta menetapkan *Purchase Order* ke dalam *container* berdasarkan volume (CBM) dan negara tujuan, sehingga proses perencanaan yang sebelumnya manual dapat berjalan lebih terstruktur, konsisten, dan efisien. Aturan bisnis yang diterapkan mampu mengotomasi pembentukan kombinasi *container* melalui tiga strategi heuristik, yaitu *First-Fit Decreasing*, *Ascending Order*, dan *Random Shuffling*, validasi kapasitas sesuai batas toleransi 1,0 CBM, penentuan solusi terbaik secara otomatis, serta pengelolaan barang berstatus *hold* agar diprioritaskan pada kloter berikutnya.

Hasil pengujian *Black Box Testing* menunjukkan seluruh fungsi utama berjalan konsisten dan akurat. Pengujian performa membuktikan sistem mampu menyelesaikan proses impor data dan *generate planning* untuk 800 data PO hanya dalam 4,06 detik, dan hasil komparatif menunjukkan proses yang sebelumnya membutuhkan satu hingga dua hari kerja kini dapat diselesaikan dalam hitungan detik. Pengujian penerimaan pengguna (UAT) bersama Manajer IT selaku *Product Owner* mencatatkan persentase kelayakan akhir sebesar 100% pada seluruh 12 skenario uji, sehingga sistem dinyatakan sangat layak untuk diimplementasikan penuh.

Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan agar sistem diintegrasikan dengan *Application Programming Interface* (API) eksternal milik vendor pelayaran agar kapasitas riil dan jadwal keberangkatan *container* dapat diperbarui secara *real-time*, ditambahkan fitur visualisasi tata letak muatan tiga dimensi (*3D Loading Plan*) untuk instruksi kerja penataan fisik di lapangan, serta dipertimbangkan penambahan algoritma optimasi

lanjutan atau kecerdasan buatan untuk menangani parameter fisik muatan yang lebih kompleks, seperti distribusi beban dan karakteristik penanganan barang yang rentan rusak.

REFERENSI

- [1] Jurnal Logistik Indonesia, "Tren digitalisasi dan efisiensi operasional pada industri logistik Indonesia," *Jurnal Logistik Indonesia*, vol. 8, no. 2, pp. 45-56, 2024.
- [2] A. Nugroho, R. A. Putra, and B. Santoso, "Optimasi tata letak penyimpanan kontainer berbasis utilitas dan allowance," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 26, no. 1, pp. 15-27, 2025.
- [3] A. Bortfeldt and G. Wäscher, "Container loading problems: A state-of-the-art review," *European Journal of Operational Research*, vol. 291, no. 1, pp. 1-19, 2021.
- [4] Erlansari, "Sistem informasi depo kontainer berbasis web pada PT Permata Hijau Palm Oleo KIM 2," *Jurnal Aplikasi Informatika*, vol. 2, no. 1, pp. 1-10, 2022.
- [5] D. Rianditha and A. P., "Sistem informasi pengiriman container PT Kamadjaja Logistic," *Jurnal Sistem Informasi Universitas Suryadarma*, vol. 4, no. 2, pp. 78-89, 2022.
- [6] M. R. Duwila, "Prototype sistem tata gudang otomatis pada gudang logistik militer," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Telekomunikasi*, vol. 10, no. 2, pp. 123-135, 2024.
- [7] A. Bortfeldt and G. Wäscher, "An optimization approach for a complex real-life container loading problem," *Computers and Operations Research*, vol. 139, art. 105622, 2022.
- [8] A. B. Pratama and D. Kurniawan, "Implementasi algoritma First-Fit Decreasing pada optimasi penempatan barang dalam kontainer untuk meningkatkan utilisasi volume," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 9, no. 3, pp. 210-218, 2023.
- [9] H. A. Ghany, I. Sabry, and A. El-Assal, "Applications and analysis of expert systems: Literature review," *Benha Journal of Applied Sciences*, vol. 8, no. 5, pp. 285-292, 2023.
- [10] H. Salem, D. Soria, J. N. Lund, and A. Awwad, "A systematic review of the applications of expert systems (ES) and machine learning (ML) in clinical urology," *BMC Medical Informatics and Decision Making*, vol. 21, art. 223, 2021.
- [11] E. Wessa and A. Atia, "Parallelization of one dimensional First-Fit Decreasing algorithm," in *Proc. 2021 16th Int. Conf. Computer Engineering and Systems (ICCES)*, 2021.

- [12] M. Stauffer, *Laravel: Up and Running: A Framework for Building Modern PHP Apps*, 2nd ed. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, 2019.
- [13] N. Al-Milli, "A hybrid heuristic algorithm for the multi-container loading problem in logistics operations," *International Journal of Computer Applications*, vol. 174, no. 12, pp. 34-41, 2021.
- [14] S. Ceschia and A. Schaerf, "Local search for a multi-container loading problem with realistic constraints," *European Journal of Operational Research*, vol. 280, no. 3, pp. 844-858, 2020.
- [15] M. Gendreau, M. Iori, G. Laporte, and S. Martello, "A review of knapsack and bin packing problems with constraints," *4OR*, vol. 21, no. 1, pp. 1-32, 2023.
- [16] M. Hifi and M. Michrafy, "A rule-based heuristic approach for the dynamic multi-container bin packing problem," *Journal of the Operational Research Society*, vol. 73, no. 4, pp. 812-826, 2022.
- [17] L. Wang and X. Zheng, "An effective tie-breaking rule strategy for multi-objective combinatorial optimization problems," *Computers and Industrial Engineering*, vol. 156, art. 107234, 2021.
- [18] E. Winkvist, "An ambidextrous approach to user acceptance testing," M.S. thesis, Blekinge Institute of Technology, Karlskrona, Sweden, 2022.
- [19] Ufla et al., "Otomatisasi gudang dan distribusi: Kajian literatur terhadap dampaknya pada efisiensi logistik," *Jurnal Responsive*, vol. 9, no. 2, pp. 45-58, 2025.