E-ISSN: 3025-0994
Halaman 5908-5920
Volume 4 Nomor 3 Tahun 2026

# Optimasi Tata Letak Gudang Produk Jadi PT DCP Menggunakan From to Chart

**Elliyan Akbar Nugroho[1], Indra Dwi Febriyanto[2]**

[1,2] Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Indonesia
e-mail: elliyanakbar576@gmail.com, indra@unipasby.ac.id

**Abstrak**

Efisiensi tata letak gudang menentukan kelancaran aliran material, utilisasi peralatan, dan biaya pemenuhan pesanan. Gudang produk jadi PT DCP menghadapi perpindahan berulang karena aktivitas yang memiliki intensitas hubungan tinggi ditempatkan berjauhan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi pola perpindahan material, mengevaluasi ketidakefisienan tata letak eksisting, dan merancang tata letak usulan yang menurunkan jarak perpindahan serta ongkos penanganan material. Penelitian menggunakan studi kasus terapan dengan dominasi kuantitatif dan dukungan data kualitatif. Data diperoleh melalui observasi, pengukuran koordinat dan waktu, dokumentasi frekuensi perpindahan, serta wawancara dengan empat personel kunci gudang. Delapan titik aktivitas dianalisis menggunakan From To Chart sebagai metode utama, Activity Relationship Chart sebagai validasi kedekatan, jarak rectilinear, dan perhitungan ongkos penanganan material. Hasil menunjukkan bahwa tata letak eksisting menghasilkan total jarak perpindahan 7.260 meter dan biaya Rp62.775.000. Tata letak usulan menempatkan aktivitas berfrekuensi tinggi secara lebih berdekatan sehingga total jarak turun menjadi 3.905 meter dan biaya menjadi Rp33.766.535. Penghematan mencapai 3.355 meter dan Rp29.008.465, atau 46,2 persen. Penelitian menyimpulkan bahwa integrasi aliran kuantitatif dan kebutuhan kedekatan dapat menghasilkan rancangan gudang yang lebih efisien. Implikasinya, perusahaan perlu menerapkan relokasi bertahap, standardisasi lokasi produk, pengaturan jalur forklift, dan pemantauan jarak serta biaya secara periodik.

**Kata Kunci:** Activity Relationship Chart; From To Chart; Jarak Rectilinear; Ongkos Penanganan Material; Tata Letak Gudang

**Abstract**

*Warehouse layout efficiency determines material flow continuity, equipment utilization, and order-fulfillment cost. The finished-goods warehouse of PT DCP experienced repetitive movements because activities with high interaction intensity were located far apart. This study aimed to identify material movement patterns, evaluate inefficiencies in the existing layout, and*

*design a proposed layout that reduced travel distance and material handling cost. An applied case study with a quantitative emphasis and qualitative support was conducted. Data were collected through direct observation, coordinate and processing-time measurement, movement-frequency documentation, and interviews with four key warehouse personnel. Eight activity points were analyzed using the From To Chart as the primary method, the Activity Relationship Chart to validate proximity requirements, rectilinear distance, and material handling cost calculation. The existing layout generated a total movement distance of 7,260 meters and a cost of IDR 62,775,000. The proposed layout positioned high-frequency activities closer to one another, reducing total distance to 3,905 meters and cost to IDR 33,766,535. The improvements saved 3,355 meters and IDR 29,008,465, equivalent to 46.2 percent. The study concludes that integrating quantitative flow information with operational proximity requirements produces a more efficient warehouse design. Practically, the company should implement relocation gradually, standardize product locations, regulate forklift routes, and monitor distance and cost periodically.*

**Keywords:** Facility Layout; Finished-Goods Warehouse; From To Chart; Material Handling Cost; Rectilinear Distance

## LATAR BELAKANG

Gudang produk jadi bukan sekadar ruang penyimpanan, melainkan simpul operasional yang menghubungkan keluaran produksi dengan pemenuhan pesanan. Keputusan mengenai posisi area penerimaan, pendataan, penyimpanan, penyiapan, pengemasan, administrasi pengiriman, dan keluaran barang menentukan panjang perjalanan material serta beban kerja operator. Kajian mutakhir menunjukkan bahwa desain tata letak dan alokasi penyimpanan berpengaruh langsung terhadap waktu perjalanan, kapasitas, biaya tenaga kerja, dan tingkat layanan (Albert et al., 2023; Casella et al., 2023). Dalam praktik pergudangan, ketidakefisienan sering muncul bukan karena kekurangan luas semata, melainkan karena hubungan antarkegiatan tidak diterjemahkan menjadi kedekatan fisik. Akibatnya, forklift dan pallet jack melakukan perjalanan berulang yang tidak menambah nilai bagi produk.

Tekanan terhadap gudang semakin besar ketika variasi produk dan kecepatan pemenuhan pesanan meningkat. Penelitian tentang order picking menegaskan bahwa keputusan tata letak, penempatan produk, rute pergerakan, dan pembagian kerja saling berhubungan, sehingga perbaikan parsial dapat memindahkan pemborosan dari satu aktivitas ke aktivitas lain (Vanheusden et al., 2023; De Lombaert et al., 2023). Pengurangan jarak tidak hanya menghasilkan penurunan biaya bahan bakar atau waktu operator, tetapi juga mengurangi konflik jalur, kelelahan, keterlambatan, serta penggunaan peralatan secara berlebihan. Alqahtani (2023) menunjukkan bahwa penataan ulang penyimpanan dan pemilihan sistem yang sesuai dapat memangkas perjalanan dan waktu hilang secara nyata. Lesch et al. (2023) juga menegaskan bahwa penempatan penyimpanan dan proses pengambilan perlu dioptimalkan secara terpadu.

PT DCP merupakan perusahaan penerbitan yang menyimpan Al-Qur'an, buku pelajaran, buku cetak, dan buku cerita anak pada gudang produk jadi. Observasi awal menunjukkan bahwa aliran material melalui delapan aktivitas utama belum ditopang oleh tata letak berbasis intensitas perpindahan. Jarak dari penerimaan menuju pendataan sekitar enam meter, sedangkan perpindahan dari pendataan menuju penyimpanan mencapai sekitar 18–22 meter. Pada tahap awal penyimpanan saja, satu pallet dapat menempuh 24–28 meter. Kondisi tersebut menjadi kritis karena aliran berlangsung berulang dan produk berfrekuensi tinggi tidak selalu berada dekat dengan area pengemasan dan pengiriman. Pola ini memperpanjang perjalanan forklift, meningkatkan risiko penumpukan pada area hilir, dan menaikkan ongkos penanganan material.

Metode From To Chart relevan untuk memetakan intensitas aliran dari satu aktivitas ke aktivitas lain, sedangkan Activity Relationship Chart melengkapi analisis dengan informasi kebutuhan kedekatan yang tidak seluruhnya tercermin dalam frekuensi. Penelitian terdahulu membuktikan bahwa kombinasi aliran kuantitatif, hubungan aktivitas, dan evaluasi biaya dapat menghasilkan tata letak yang lebih ringkas (Barbara & Cahyana, 2021; Alghushan et al., 2022; Miraningsih et al., 2023; Syaichu & Nurhuda, 2021). Studi lain mengintegrasikan From To Chart dengan CRAFT, ALDEP, dan BLOCPLAN untuk mencari alternatif yang lebih efisien (Anandya & Cahyana, 2024; Rahayu et al., 2024; Pujianto et al., 2025). Meskipun demikian, banyak penelitian berhenti pada perbandingan angka sebelum dan sesudah tanpa menguraikan bagaimana hubungan antara aliran, kedekatan, biaya, risiko implementasi, dan keberlanjutan pengendalian.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengajukan tiga pertanyaan: bagaimana pola perpindahan material pada tata letak eksisting; aktivitas mana yang menjadi sumber utama pemborosan jarak dan biaya; serta bagaimana rancangan tata letak usulan dapat mengurangi keduanya tanpa mengganggu urutan proses. Penelitian bertujuan mengukur kinerja perpindahan eksisting, menyusun From To Chart dan Activity Relationship Chart, menghitung jarak rectilinear serta ongkos penanganan material, kemudian membandingkan tata letak eksisting dan usulan. Kontribusi ilmiahnya terletak pada integrasi bukti kuantitatif dan kedekatan operasional dalam studi gudang produk jadi industri penerbitan. Kontribusi praktisnya berupa rancangan relokasi dan indikator pengendalian yang dapat digunakan perusahaan untuk memastikan penghematan tetap bertahan setelah implementasi.

## METODE

Penelitian menggunakan studi kasus terapan dengan dominasi kuantitatif dan dukungan kualitatif pada gudang produk jadi PT DCP di Wringinanom, Gresik. Objek penelitian mencakup seluruh aliran internal dari penerimaan sampai pengiriman. Populasi operasional terdiri atas delapan titik aktivitas yang diberi kode P1–P8, yaitu penerimaan barang, pendataan, penyimpanan, penerimaan order, penyiapan barang, pengemasan, pembuatan surat jalan, dan pengiriman. Karena jumlah titik dan rute terbatas, penelitian menggunakan sensus terhadap seluruh aktivitas. Empat informan dipilih secara purposif, yaitu kepala

gudang, koordinator gudang, operator forklift, serta staf pengemasan/pengiriman, untuk menjelaskan kendala, kebutuhan kedekatan, dan batas implementasi.

Data primer dikumpulkan melalui observasi langsung, pengukuran dimensi dan koordinat area, pencatatan rute, frekuensi perpindahan pallet, waktu aktivitas, penggunaan tenaga kerja, serta wawancara terstruktur. Data sekunder meliputi denah gudang, jam kerja, jumlah operator, biaya bahan bakar forklift, biaya perawatan, dan catatan operasional. Delapan aktivitas kemudian disusun dalam matriks From To Chart berdasarkan aliran dan frekuensi perpindahan. Kebutuhan kedekatan divalidasi melalui Activity Relationship Chart dengan kode hubungan sangat penting, penting, biasa, tidak penting, dan tidak diinginkan. Data biaya harian terdiri atas upah 13 operator, bahan bakar forklift, serta perawatan peralatan.

Analisis dilakukan dengan menghitung jarak rectilinear antartitik, mengalikan jarak dengan frekuensi perpindahan untuk memperoleh total travel distance, dan mengonversinya menjadi ongkos penanganan material. Tata letak usulan dikembangkan melalui beberapa trial dengan memindahkan aktivitas berinteraksi tinggi agar lebih dekat, tetapi tetap mempertahankan urutan proses dan kebutuhan keselamatan. Kinerja tata letak eksisting dan usulan dibandingkan melalui total jarak dan total biaya. Persentase efisiensi dihitung dari selisih nilai eksisting dan usulan terhadap nilai eksisting. Interpretasi tidak hanya menilai besarnya penghematan, tetapi juga konsistensi aliran, potensi konflik jalur, kelayakan relokasi, dan kebutuhan pengendalian setelah implementasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Struktur Aliran dan Sumber Ketidakefisienan

Aliran gudang membentuk urutan logis dari barang masuk sampai barang keluar, tetapi posisi fisik setiap aktivitas belum mengikuti urutan tersebut secara konsisten. Penerimaan dan pendataan terjadi pada bagian awal, kemudian material bergerak menuju penyimpanan, kembali mengikuti sinyal order, dilanjutkan penyiapan, pengemasan, administrasi surat jalan, dan pengiriman. Ketika aktivitas yang berurutan terpisah jauh, frekuensi perpindahan yang sama menghasilkan beban jarak yang lebih besar. Kondisi ini menjelaskan mengapa pemborosan tidak selalu terlihat melalui satu perjalanan, tetapi menjadi signifikan setelah dikalikan dengan frekuensi harian dan jumlah hari kerja.

**Tabel 1. Kode dan fungsi aktivitas gudang produk jadi**

| Kode | Aktivitas | Fungsi utama | Implikasi tata letak |
|---|---|---|---|
| P1 | Penerimaan barang | Menerima keluaran produksi | Harus dekat dengan pendataan dan jalur masuk |
| P2 | Pendataan barang | Pengecekan dan pencatatan | Membutuhkan akses cepat ke penerimaan dan penyimpanan |

| Kode | Aktivitas | Fungsi utama | Implikasi tata letak |
|---|---|---|---|
| P3 | Penyimpanan barang | Menempatkan produk jadi | Menjadi simpul utama aliran masuk dan pengambilan |
| P4 | Order masuk | Menerima kebutuhan pemenuhan | Harus terhubung dengan penyiapan barang |
| P5 | Penyiapan barang | Menyeleksi dan menata pesanan | Berinteraksi tinggi dengan penyimpanan dan pengemasan |
| P6 | Pengemasan barang | Menyiapkan pesanan untuk dikirim | Membutuhkan ruang, aliran lancar, dan akses ke administrasi |
| P7 | Pembuatan surat jalan | Menyelesaikan dokumen pengiriman | Harus dekat dengan pengemasan dan barang keluar |
| P8 | Pengiriman barang | Memindahkan barang ke kendaraan | Menjadi titik akhir dan memerlukan jalur bebas hambatan |

*Sumber: Data penelitian diolah (2026).*

Pada tata letak eksisting, jarak penerimaan–pendataan dan pendataan–penyimpanan menciptakan perjalanan panjang pada tahap put-away. Masalah ini berlanjut ketika barang berfrekuensi tinggi diambil dari penyimpanan menuju penyiapan dan pengemasan. Secara teoritis, perjalanan semacam ini merupakan aktivitas non-value-added karena tidak mengubah fungsi produk, tetapi mengonsumsi tenaga, bahan bakar, waktu, dan kapasitas alat. Temuan tersebut sejalan dengan Erik dan Kuvvetli (2024), yang menempatkan biaya penanganan material sebagai fungsi utama dalam desain fasilitas, serta Jiang et al. (2023), yang menunjukkan bahwa pemodelan layout harus mempertimbangkan jalur transportasi, bukan hanya posisi fasilitas.

Masalah tata letak PT DCP juga memiliki dimensi manusia. Operator forklift dan pallet jack harus mengulang rute yang sama, melewati area dengan potensi konflik, dan menyesuaikan gerakan secara informal ketika packing atau pengiriman padat. De Lombaert et al. (2023) dan Vijayakumar dan Sobhani (2023) menegaskan bahwa perancangan sistem pergudangan perlu mempertimbangkan karakter manusia dan interaksi dengan alat. Oleh karena itu, pengurangan jarak pada penelitian ini tidak dimaknai semata sebagai penghematan biaya, tetapi juga sebagai pengurangan paparan terhadap perjalanan yang tidak perlu, kepadatan jalur, dan kelelahan operator.

**Keterkaitan From To Chart dan Kebutuhan Kedekatan**

Matriks From To Chart menunjukkan arus dari aktivitas asal menuju aktivitas tujuan dan membantu mengidentifikasi pasangan dengan frekuensi besar. Namun, frekuensi tidak selalu menangkap seluruh pertimbangan. Aktivitas pembuatan surat jalan, misalnya, mungkin tidak memiliki volume material sebesar penyimpanan, tetapi harus berada dekat pengemasan dan pengiriman agar dokumen tidak menjadi sumber waktu tunggu. Activity Relationship Chart digunakan untuk menguji hubungan semacam ini. Integrasi kedua instrumen mencegah keputusan relokasi yang hanya mengejar jarak terpendek tetapi mengabaikan urutan, komunikasi, keselamatan, dan kebutuhan ruang.

**Tabel 2. Prinsip integrasi analisis aliran dan kedekatan**

| Aspek | From To Chart | Activity Relationship Chart | Keputusan desain |
|---|---|---|---|
| Dasar penilaian | Frekuensi dan arah perpindahan | Kebutuhan kedekatan operasional | Menggabungkan bukti kuantitatif dan kualitatif |
| Fokus | Beban perjalanan antartitik | Kepentingan hubungan antaraktivitas | Menentukan pasangan yang harus didekatkan |
| Kekuatan | Menunjukkan kontribusi aliran terhadap jarak | Menangkap komunikasi, keamanan, dan urutan | Menghindari tata letak yang hemat jarak tetapi tidak operasional |
| Keterbatasan | Tidak seluruh hubungan tercermin dalam volume | Dapat dipengaruhi penilaian informan | Memerlukan validasi dengan kondisi lapangan |

*Sumber: Data penelitian diolah (2026).*

Hasil ini memperkuat penelitian Barbara dan Cahyana (2021), Alghushan et al. (2022), dan Syaichu dan Nurhuda (2021), yang menunjukkan bahwa From To Chart dan Activity Relationship Chart efektif untuk merancang ulang fasilitas. Perbedaannya, penelitian ini menempatkan From To Chart sebagai metode utama dan Activity Relationship Chart sebagai validator, sehingga dasar kuantitatif dan pertimbangan operasional tidak tercampur. Struktur tersebut memperjelas alasan sebuah aktivitas dipindahkan: pasangan berfrekuensi tinggi diprioritaskan berdasarkan travel load, sedangkan hubungan penting dengan volume rendah tetap dipertahankan melalui constraint kedekatan.

Pendekatan ini juga sejalan dengan penelitian Bučko et al. (2024), yang menggunakan aliran material sebagai dasar optimasi lini, serta Zhao dan Duan (2024), yang menekankan bahwa facility layout merupakan persoalan kombinatorial dengan berbagai constraint. Dalam konteks PT DCP, penggunaan trial manual tetap layak karena jumlah aktivitas hanya delapan. Meskipun demikian, jika gudang berkembang dan jumlah zona meningkat, pencarian alternatif sebaiknya menggunakan CRAFT, BLOCPLAN, ALDEP, simulated annealing, atau algoritma

lainnya agar ruang solusi yang lebih luas dapat dievaluasi (Anandya & Cahyana, 2024; Rahayu et al., 2024; Pujianto et al., 2025).

**Biaya Operasional dan Tata Letak Eksisting**

Komponen biaya penanganan material dihitung dari tenaga kerja, bahan bakar forklift, dan perawatan peralatan. Sebanyak 13 operator menghasilkan biaya tenaga kerja harian Rp2.457.000, bahan bakar Rp34.000, dan perawatan Rp20.000. Total biaya harian menjadi Rp2.511.000. Dengan 25 hari kerja, biaya operasional yang digunakan dalam perhitungan tata letak eksisting mencapai Rp62.775.000. Nilai tersebut tidak berarti seluruh upah operator dapat dihilangkan melalui relayout, melainkan berfungsi sebagai cost driver yang dialokasikan berdasarkan jarak. Secara manajerial, penghematan harus diterjemahkan sebagai kapasitas waktu dan penggunaan alat yang dapat dialihkan ke aktivitas produktif.

**Tabel 3. Komponen biaya penanganan material**

| Komponen | Dasar perhitungan | Biaya per hari | Makna operasional |
|---|---|---|---|
| Upah 13 operator | Rp4.725.000 ÷ 25 hari × 13 orang | Rp2.457.000 | Biaya waktu tenaga kerja yang digunakan untuk handling |
| Bahan bakar forklift | 5 liter × Rp6.800 | Rp34.000 | Biaya penggunaan alat angkut |
| Perawatan peralatan | Rp500.000 ÷ 25 hari | Rp20.000 | Biaya pemeliharaan forklift dan alat bantu |
| Total | Penjumlahan seluruh komponen | Rp2.511.000 | Biaya penanganan material per hari |
| Total bulanan | Rp2.511.000 × 25 hari | Rp62.775.000 | Basis biaya tata letak eksisting |

*Sumber: Data penelitian diolah (2026).*

Total jarak tertimbang pada tata letak eksisting sebesar 7.260 meter. Angka ini merupakan akumulasi jarak rectilinear yang telah mempertimbangkan frekuensi perpindahan, bukan panjang fisik satu lintasan. Karena itu, nilai tersebut merepresentasikan beban perjalanan selama periode analisis. Penelitian Dauod dan Won (2022) menunjukkan bahwa perencanaan order picking yang mengabaikan dinamika rute dapat meningkatkan keterlambatan, sedangkan Muter dan Öncan (2022) menegaskan bahwa batching dan penjadwalan harus dipadukan untuk menekan perjalanan. Walaupun studi PT DCP tidak melakukan optimasi batching, prinsip yang sama berlaku: jarak layout akan memperbesar atau memperkecil konsekuensi dari setiap keputusan operasional.

**Rancangan Tata Letak Usulan dan Pengurangan Jarak**

Rancangan usulan menempatkan P1 pada koordinat (0,0), P2 (3,0), P3 (3,7), P4 (5,7), P5 (5,3), P6 (15,3), P7 (20,7), dan P8 (20,0). Urutan koordinat tersebut membentuk tiga kelompok fungsional: inbound dan penyimpanan; pemrosesan order dan penyiapan; serta

pengemasan, dokumentasi, dan outbound. P1 dan P2 didekatkan untuk mempercepat serah terima, P3–P5 ditempatkan dalam jarak yang mendukung aliran order, sedangkan P6–P8 disusun untuk mengurangi penumpukan sebelum pengiriman. Rancangan tidak sekadar memperpendek jarak total, tetapi mengubah logika aliran dari pola bolak-balik menjadi pola yang lebih progresif.

**Tabel 4. Koordinat aktivitas pada tata letak usulan**

| Kode | Aktivitas | X (meter) | Y (meter) | Kelompok aliran |
|---|---|---|---|---|
| P1 | Penerimaan barang | 0 | 0 | Inbound |
| P2 | Pendataan barang | 3 | 0 | Inbound |
| P3 | Penyimpanan barang | 3 | 7 | Storage |
| P4 | Order masuk | 5 | 7 | Order processing |
| P5 | Penyiapan barang | 5 | 3 | Order processing |
| P6 | Pengemasan barang | 15 | 3 | Outbound preparation |
| P7 | Pembuatan surat jalan | 20 | 7 | Outbound preparation |
| P8 | Pengiriman barang | 20 | 0 | Outbound |

*Sumber: Data penelitian diolah (2026).*

Setelah relokasi, total jarak turun menjadi 3.905 meter. Pengurangan 3.355 meter setara 46,2 persen terhadap kondisi awal. Besarnya pengurangan menunjukkan bahwa sebagian besar beban perjalanan tidak berasal dari kebutuhan proses yang tidak dapat dihindari, melainkan dari keputusan posisi. Hasil ini konsisten dengan Miraningsih et al. (2023), yang menunjukkan penurunan momen perpindahan melalui From To Chart, dan Rahayu et al. (2024), yang memperoleh pengurangan jarak dan ongkos melalui integrasi From To Chart dengan ALDEP. Erik dan Kuvvetli (2024) serta Jiang et al. (2023) juga menunjukkan bahwa fungsi objektif material handling dapat diarahkan melalui pengaturan posisi dan jalur.

Pengurangan 46,2 persen perlu dibaca secara hati-hati. Nilai tersebut merupakan hasil model berdasarkan frekuensi dan biaya yang digunakan pada periode penelitian. Perubahan permintaan, komposisi produk, jumlah operator, atau pola penyimpanan dapat mengubah manfaat aktual. Albert et al. (2023) mengingatkan bahwa desain gudang harus adaptif terhadap heterogenitas dan kasus nonstandar. Lorenc (2024) juga menunjukkan bahwa manfaat layout perlu diuji melalui variasi operasi atau simulasi. Karena itu, tata letak usulan sebaiknya dianggap sebagai baseline operasional baru yang harus diverifikasi melalui pilot implementation, bukan keputusan permanen yang bebas evaluasi.

**Dampak terhadap Ongkos Penanganan Material**

Penurunan jarak diikuti penurunan ongkos penanganan material dari Rp62.775.000 menjadi Rp33.766.535. Penghematan sebesar Rp29.008.465 atau sekitar 46,2 persen menunjukkan hubungan proporsional antara beban perjalanan dan biaya yang dialokasikan.

Secara teoritis, semakin pendek jarak tertimbang, semakin kecil waktu operator dan pemakaian peralatan untuk menyelesaikan volume perpindahan yang sama. Namun, penghematan finansial aktual tidak selalu muncul sebagai pengurangan kas langsung. Sebagian manfaat dapat berbentuk kapasitas tambahan, penurunan lembur, pengurangan bahan bakar, penundaan investasi alat, serta peningkatan kemampuan memenuhi pesanan.

**Tabel 5. Perbandingan kinerja tata letak eksisting dan usulan**

| Indikator | Eksisting | Usulan | Penghematan | Efisiensi |
|---|---|---|---|---|
| Total jarak perpindahan | 7.260 meter | 3.905 meter | 3.355 meter | 46,2% |
| Ongkos penanganan material | Rp62.775.000 | Rp33.766.535 | Rp29.008.465 | 46,2% |

*Sumber: Data penelitian diolah (2026).*

Penghematan tersebut sejalan dengan studi Syaichu dan Nurhuda (2021), yang memperoleh penurunan jarak dan ongkos setelah memadukan Activity Relationship Chart dan From To Chart, serta Alghushan et al. (2022), yang menurunkan jarak perpindahan melalui perancangan ulang. Pada konteks yang lebih kompleks, Li et al. (2024), Zhao dan Duan (2024), dan Erik dan Kuvvetli (2024) menunjukkan bahwa optimasi layout dapat melibatkan beberapa tujuan sekaligus. Penelitian PT DCP memberikan bukti bahwa pendekatan sederhana tetap bernilai ketika skala aktivitas kecil dan data lapangan tersedia secara rinci. Kekuatan utama bukan pada kompleksitas algoritma, tetapi pada hubungan transparan antara data aliran, posisi, dan biaya.

**Makna Manajerial, Implementasi, dan Keberlanjutan Pengendalian**

Relayout akan menghasilkan manfaat apabila perubahan fisik diikuti perubahan prosedur. Pertama, lokasi produk harus distandardisasi berdasarkan frekuensi dan hubungan dengan proses outbound. Kedua, jalur forklift perlu diberi arah, titik berhenti, dan batas area penyimpanan sementara agar ruang yang telah dihemat tidak kembali menjadi buffer informal. Ketiga, tanggung jawab pemutakhiran lokasi dan pencatatan perpindahan perlu ditetapkan. Keempat, indikator jarak tertimbang, waktu siklus, kepadatan jalur, penggunaan bahan bakar, kerusakan produk, dan keterlambatan pengiriman harus dimonitor secara periodik.

Temuan ini mendukung pandangan Casella et al. (2023) bahwa warehouse layout merupakan salah satu keputusan inti dalam order picking, tetapi harus dikelola bersama kebijakan penyimpanan dan routing. Vanheusden et al. (2023) menekankan pentingnya faktor praktik, termasuk karakter alat dan keterbatasan area, sedangkan De Lombaert et al. (2023) menyoroti peran manusia dalam implementasi. Dengan demikian, kontribusi penelitian bukan sekadar menunjukkan bahwa layout usulan lebih pendek, tetapi menjelaskan bahwa efisiensi muncul dari keselarasan antara aliran material, hubungan aktivitas, perilaku operator, dan mekanisme kontrol.

**Tabel 6. Tahapan implementasi tata letak usulan**

| Tahap | Tindakan | Penanggung jawab utama | Indikator keberhasilan |
|---|---|---|---|
| Persiapan | Validasi dimensi, jalur, keselamatan, dan kebutuhan listrik/administrasi | Kepala gudang dan tim keselamatan | Tidak ada konflik ruang atau jalur |
| Pilot | Relokasi terbatas pada pasangan aktivitas berfrekuensi tinggi | Koordinator gudang | Jarak dan waktu siklus menurun |
| Implementasi | Pemindahan zona, penandaan lokasi, dan pengaturan rute forklift | Tim gudang dan pemeliharaan | Aliran stabil tanpa penumpukan baru |
| Pengendalian | Audit mingguan pada masa awal dan evaluasi bulanan | Manajemen operasi | Efisiensi bertahan dan deviasi ditindaklanjuti |

*Sumber: Rekomendasi penulis berdasarkan hasil penelitian (2026).*

Penelitian memiliki beberapa keterbatasan. Analisis dilakukan pada satu gudang dan satu horizon pengamatan, sehingga pola musiman belum diuji. Perhitungan biaya menggunakan alokasi tenaga kerja dan biaya alat, sehingga realisasi penghematan kas perlu diverifikasi melalui data setelah implementasi. Model juga belum memasukkan kapasitas slot, variasi ukuran produk, risiko kemacetan, dan kebutuhan keselamatan secara matematis. Penelitian selanjutnya dapat menggabungkan From To Chart dengan simulasi kejadian diskret, digital twin, atau algoritma optimasi agar variasi permintaan dan konflik jalur dapat diuji sebelum relokasi. Pengembangan tersebut sejalan dengan Jiang et al. (2023), Lesch et al. (2023), Lorenc (2024), dan Zhao dan Duan (2024), yang memperluas desain fasilitas melalui optimasi dan simulasi.

## SIMPULAN

Analisis membuktikan bahwa ketidakefisienan gudang PT DCP terutama berasal dari aktivitas berfrekuensi tinggi yang ditempatkan berjauhan. Integrasi From To Chart, Activity Relationship Chart, jarak rectilinear, dan ongkos penanganan material menghasilkan tata letak usulan yang menurunkan jarak dari 7.260 menjadi 3.905 meter serta biaya dari Rp62.775.000 menjadi Rp33.766.535.

Efisiensi 46,2 persen menjawab tujuan penelitian dan menunjukkan nilai strategis relayout. Perusahaan disarankan menerapkan relokasi bertahap dan mengendalikan rute serta lokasi produk. Keterbatasan satu lokasi dan periode menuntut validasi pascaimplementasi, simulasi, dan pengujian pada variasi permintaan.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas PGRI Adi Buana Surabaya dan manajemen serta karyawan gudang produk jadi PT DCP yang memberikan akses data, waktu, dan informasi operasional selama penelitian.

**DAFTAR PUSTAKA**

Albert, P. W., Rönnqvist, M., & Lehoux, N. 2023. Trends And New Practical Applications For Warehouse Allocation And Layout Design: A Literature Review. Discover Applied Sciences, 5, 378. Cham: Springer Nature. Https://Doi.Org/10.1007/S42452-023-05608-0.

Alghushan, A. A., Nuruddin, M., & Dahda, S. S. 2022. Proposed Improvement Of Facility Layout In Production Area In UD. Arshaindo Using The From To Chart Method. Journal Of Applied Engineering And Technological Science, 4(1), 333–341. Pekanbaru: Yayasan Riset Dan Pengembangan Intelektual. Https://Doi.Org/10.37385/Jaets.V4i1.1118.

Alqahtani, A. Y. 2023. Improving Order-Picking Response Time At Retail Warehouse: A Case Of Sugar Company. Discover Applied Sciences, 5, 8. Cham: Springer Nature. Https://Doi.Org/10.1007/S42452-022-05230-6.

Anandya, S. Y., & Cahyana, A. S. 2024. Layout Of Conveyor Production Facilities With CRAFT Method. Tibuana: Journal Of Applied Industrial Engineering, 7(1), 55–64. Surabaya: Universitas PGRI Adi Buana Surabaya. Https://Doi.Org/10.36456/Tibuana.7.01.8641.55-64.

Barbara, A., & Cahyana, A. S. 2021. Production Facility Layout Design Using Activity Relationship Chart And From To Chart Methods. Procedia Of Engineering And Life Science, 1(2). Sidoarjo: Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Https://Doi.Org/10.21070/Pels.V1i2.1007.

Bučko, M., Krejčí, L., Hlavatý, I., & Lorenčík, J. 2024. Design And Optimization Of Production Line Layout Using Material Flows. Machines, 12(3), 189. Basel: MDPI. Https://Doi.Org/10.3390/Machines12030189.

Casella, G., Volpi, A., Montanari, R., Tebaldi, L., & Bottani, E. 2023. Trends In Order Picking: A 2007–2022 Review Of The Literature. Production & Manufacturing Research, 11(1), 2191115. London: Taylor & Francis. Https://Doi.Org/10.1080/21693277.2023.2191115.

Dauod, H., & Won, D. 2022. Real-Time Order Picking Planning Framework For Warehouses And Distribution Centres. International Journal Of Production Research, 60(18), 5468–5487. London: Taylor & Francis. Https://Doi.Org/10.1080/00207543.2021.1961037.

De Lombaert, T., Braekers, K., De Koster, R., & Ramaekers, K. 2023. In Pursuit Of Humanised Order Picking Planning: Methodological Review, Literature Classification And Input From Practice. International Journal Of Production Research, 61(10), 3300–3330. London: Taylor & Francis. Https://Doi.Org/10.1080/00207543.2022.2079437.

Erik, A., & Kuvvetli, Y. 2024. A Novel Approach For Material Handling-Driven Facility Layout. Mathematics, 12(16), 2548. Basel: MDPI. Https://Doi.Org/10.3390/Math12162548.

Jiang, F., Li, L., Tang, Y., Zhang, H., & Liu, X. 2023. A Facility Layout Algorithm For Logistics Scenarios Driven By Transport Lines. Applied Sciences, 13(12), 7215. Basel: MDPI. Https://Doi.Org/10.3390/App13127215.

Lesch, V., Müller, P. B. M., Krämer, M., Hadry, M., Kounev, S., & Krupitzer, C. 2023. Optimizing Storage Assignment, Order Picking, And Their Interaction In Mezzanine Warehouses. Applied Intelligence, 53, 18605–18629. New York: Springer. Https://Doi.Org/10.1007/S10489-022-04443-X.

Li, H., Zhou, J., Niu, Q., Feng, M., & Zhou, D. 2024. Layout Optimization Of Logistics And Warehouse Land Based On A Multi-Objective Genetic Algorithm. ISPRS International Journal Of Geo-Information, 13(7), 240. Basel: MDPI. Https://Doi.Org/10.3390/Ijgi13070240.

Lorenc, A. 2024. Cross-Docking Layout Optimization In Flexsim Software Based On A Cold Chain Fourth-Party Logistics Company. Sustainability, 16(22), 9620. Basel: MDPI. Https://Doi.Org/10.3390/Su16229620.

Miraningsih, Y. M., Putri, V. A., Julyandini, Y. C., & Murnawan, H. 2023. Usulan Rancangan Tata Letak Fasilitas Dengan Menggunakan Metode From To Chart. Jurnal SENOPATI, 4(2), 115–123. Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Https://Doi.Org/10.31284/J.Senopati.2023.V4i2.3827.

Muter, İ., & Öncan, T. 2022. Order Batching And Picker Scheduling In Warehouse Order Picking. IISE Transactions, 54(5), 435–447. London: Taylor & Francis. Https://Doi.Org/10.1080/24725854.2021.1925178.

Pujianto, R., Tonbesi, A. Y. K. Y. T., Rahman, B. L., Prastyo, B. E., Azis, M. A., & Suseno. 2025. Perancangan Tata Letak Fasilitas Menggunakan Metode From To Chart Dan Activity Relationship Diagram Diaplikasikan Dengan CRAFT Dan BLOCPLAN. Jurnal Ilmiah Research Student, 2(1). Yogyakarta: Kampus Akademik Publishing. Https://Doi.Org/10.61722/Jirs.V2i1.3651.

Rahayu, A. A. W., Rahayu, F. W., Pratiwi, R. A., & Fariza, A. N. 2024. Facility Layout Design Using From To Chart Method And Automated Layout Design Program. Journal Of Industrial Engineering Management, 9(2). Makassar: Universitas Muslim Indonesia.

Syaichu, A., & Nurhuda, W. 2021. Perencanaan Ulang Stasiun Kerja Untuk Meminimalkan Biaya Material Handling Menggunakan Activity Relationship Chart Dan From To Chart. SISTEM: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik, 17(3), 9–19. Malang: Universitas Wisnuwardhana.

Vanheusden, S., Van Gils, T., Ramaekers, K., Cornelissens, T., & Caris, A. 2023. Practical Factors In Order Picking Planning: State-Of-The-Art Classification And Review. International Journal Of Production Research, 61(6), 2032–2056. London: Taylor & Francis. Https://Doi.Org/10.1080/00207543.2022.2053223.

Vijayakumar, V., & Sobhani, A. 2023. Performance Optimisation Of Pick And Transport Robot In A Picker-To-Parts Order Picking System: A Human-Centric Approach. International

Journal Of Production Research, 61(22), 7791–7808. London: Taylor & Francis. Https://Doi.Org/10.1080/00207543.2023.2232469.

Zhao, Y., & Duan, D. 2024. Workshop Facility Layout Optimization Based On Deep Reinforcement Learning. Processes, 12(1), 201. Basel: MDPI. Https://Doi.Org/10.3390/Pr12010201.