USULAN PERBAIKAN *LAYOUT* DAN *STORAGE ASSIGNMENT* UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAN *HUMAN ERGONOMIC PERFORMANCE* PADA PROSES *ORDER-PICKING*

TESIS

Mochamad Rafi Herdiana

55324120005

PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2026

lib.mercubuana.ac.id

USULAN PERBAIKAN *LAYOUT* DAN *STORAGE ASSIGNMENT* UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAN *HUMAN–ERGONOMIC PERFORMANCE* PADA PROSES *ORDER-PICKING.*

TESIS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Magister

Mochamad Rafi Herdiana

55324120005

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2026

lib.mercubuana.ac.id

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini:

Judul	:	Usulan Perbaikan *Layout* dan *Storage assignment* untuk Meningkatkan Efisiensi dan *Human–Ergonomic Performance* pada Proses *Order-picking*
Nama	:	Mochamad Rafi Herdiana, S.T
NIM	:	55324120005
Program Studi	:	Magister Teknik Industri
Tanggal	:	24 Desember 2025

Merupakan hasil studi Pustaka, penelitian, dan karya saya sendiri dengan arahan pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

UNIVERSITAS MERCU BUANA

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister (S2) pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, serta hasil pengolahannya yang dituliskan pada tesis ini, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 24-12-2025



(Mochamad Rafi Herdiana, S.T)

lib.mercubuana.ac.id

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

Nama	:	**Mochamad Rafi Herdiana**
NIM	:	**55324120005**
Program Studi	:	**Magister Teknik Industri**
Judul Tugas Akhir / Tesis / Praktek Keinsinyuran	:	**USULAN PERBAIKAN LAYOUT DAN STORAGE ASSIGNMENT UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAN HUMAN ERGONOMIC PERFORMANCE PADA PROSES ORDER-PICKING**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Senin, 7 September 2026** dengan hasil presentase sebesar **15 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS MERCU BUANA

Jakarta, 7 September 2026

Administrator Turnitin,

Itmam Haidi Syarif

lib.mercubuana.ac.id

PENGESAHAN TESIS

Judul	: Usulan Perbaikan *Layout* dan *Storage assignment* untuk Meningkatkan Efisiensi dan *Human Ergonomic Performance* pada Proses *Order-Picking.*
Nama	: Mochamad Rafi Herdiana
NIM	: 55324120005
Program Studi	: Magister Teknik Industri
Tanggal	: 13 Agustus 2026

Telah Berhasil dipertahankan pada Sidang tanggal 13 Agustus 2026 di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Magister Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana

Mengesahkan,
Pembimbing

(Dr. Ir. Sawarni Hasibuan, M.T.)
NIDN/NUPTK: 0416086504

UNIVERSITAS MERCU BUANA

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik	Ketua Program Studi Magister Teknik Industri
(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasri, M.T.)	(Dr. Sawarni Hasibuan, M.T.)
NIDN/NUPTK: 030703702	NIDN/NUPTK: 0416086504

lib.mercubuana.ac.id

Digitized by CamScanner

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tesis ini. Penulisan Tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tesis ini.

Pada kesempatan ini, saya menyampaikan rasa terima kasih yang sebesarbesarnya kepada Dr. Ir. Sawarni Hasibuan, M.T ASEAN, Eng. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang sangat berarti selama proses penyusunan tesis ini. Selanjutnya, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. Selaku Rektor Universitas Mercubuana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Sawarni Hasibuan, M.T selaku Kepala Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana.
4. Para Guru Besar dan Dosen Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya melalui kelas perkuliahan
5. Kedua Orang Tua serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan dukungan, nasehat, dan mendoakan penulis.
6. Seluruh teman-teman seangkatan, Terutama MTI 36. Yang memberikan semangat serta motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Serta Seluruh pihak yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan selalu mencurahkan rahmat, hidayah dan karunia-Nya untuk semua pihak yang telah membantu. Penulis menyadari bahwa penulisan Tesis ini masih jauh dari sempurna sehingga saran dan kritik yang membangun dari semua pihak sangat diperlukan untuk perbaikan dimasa mendatang.

Jakarta, 27 April 2026



lib.mercubuana.ac.id

Mochamad Rafi Herdian**HALAMAN PERNYATAAN**

PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universtias Mercu Buana, saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Mochamad Rafi Herdiana, S.T
NIM	:	55324120005
Fakultas/Program Studi	:	Fakultas Teknik/Magister Teknik Industri
Judul	:	Usulan Perbaikan *Layout* dan *Storage assignment* untuk Meningkatkan Efisiensi dan *Human–Ergonomic Performance* pada Proses *Order-picking*

Demi pengembangan ilmu pengetahuan dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universtias Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusve Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul diatas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola, dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, 10 September 2026
Yang Menyatakan



(Mochamad Rafi Herdiana, S.T)

lib.mercubuana.ac.id

USULAN PERBAIKAN *LAYOUT* DAN *STORAGE ASSIGNMENT* UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAN *HUMAN–ERGONOMIC PERFORMANCE* PADA PROSES *ORDER-PICKING*

MOCHAMAD RAFI HERDIANA

ABSTRAK

Industri makanan dan minuman Indonesia menghadapi tantangan efisiensi logistik yang signifikan, khususnya pada proses order-picking di gudang manual. Akar permasalahan yang teridentifikasi pada gudang *Packaging Material* sebuah Perusahaan FMCG (kapasitas 3.840 *pallet position*, 1.800 SKU) adalah belum optimalnya tata letak gudang dan strategi penugasan penyimpanan (*storage assignment*), yang berdampak pada dua aspek sekaligus: Efisiensi dan keselamatan kerja.

Dari sisi Efisiensi, kondisi eksisting menunjukkan rata-rata waktu order-picking sebesar 8,5 menit per order melebihi standar KPI perusahaan sebesar 5 menit dengan Biaya *Material Handling* (BMH) mencapai Rp37.943 per meter. Dari sisi keselamatan kerja, analisis Postural *Ergonomic Risk Assessment* (PERA) mengidentifikasi aktivitas pencarian dan persiapan barang berada pada kategori *Very High Risk* (skor 18–27), yang sejalan dengan tingginya keluhan muskuloskeletal pada area kaki dan paha berdasarkan kuesioner *Nordic Body Map.* penelitian ini merancang ulang *layout* gudang dan strategi *storage assignment* yang optimal secara Efisiensi maupun ergonomi. Metode rectilinear digunakan untuk perhitungan jarak perpindahan, didukung klasifikasi ABC berdasarkan frekuensi picking sebagai dasar penugasan penyimpanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa layout usulan dengan penambahan *buffer* area untuk barang kategori A mampu meningkatkan efisiensi BMH sebesar 51%, Hasil optimasi mampu menurunkan jarak perpindahan sebesar 7,95% dan waktu perpindahan sebesar 18,6%, menekan waktu siklus *order-picking* dari 8,5 menjadi 6,76 menit (20,5%), serta mereduksi risiko postural dan durasi penanganan *material*. Temuan ini membuktikan bahwa optimasi tata letak dan *storage assignment* gudang tidak cukup hanya berfokus pada minimasi jarak, tetapi memerlukan pendekatan *human centered* yang mengintegrasikan faktor ergonomi secara kuantitatif sebagai bagian integral dari perancangan sistem gudang.

Kata Kunci: *order-picking manual*, efisiensi *layout* gudang, *storage assignment*, ergonomi kerja.

lib.mercubuana.ac.id

PROPOSED IMPROVEMENTS TO LAYOUT AND STORAGE ASSIGNMENT TO IMPROVE EFFICIENCY AND HUMAN–ERGONOMIC PERFORMANCE IN THE ORDER-PICKING PROCESS

MOCHAMAD RAFI HERDIANA

ABSTRACT

Indonesia's food and beverage industry faces significant logistics efficiency challenges, particularly in manual warehouse order-picking. At an FMCG packaging *material* warehouse (3,840 pallet positions, 1,800 SKUs), suboptimal layout and storage assignment strategies negatively impact both productivity and occupational safety. On productivity, the existing average order-picking time of 8.5 minutes per order exceeds the 5-minute company KPI, with *Material* Handling Cost (MHC) reaching IDR 37,943 per meter. On safety, a Postural Ergonomic Risk Assessment (PERA) identified item searching and preparation as Very High Risk (score 18–27), aligning with high musculoskeletal complaints in the legs and thighs reported via the Nordic Body Map questionnaire. To address these issues, this study redesigns the warehouse layout and storage assignment strategy to optimize both productivity and ergonomics. The rectilinear distance method was used to calculate travel distances, supported by ABC classification based on picking frequency. Results show that the proposed layout, featuring an added *buffer* area for Category A items, increases MHC efficiency by 51%, reduces travel distance by 7.95%, cuts travel time by 18.6%, decreases order-picking cycle time from 8.5 to 6.76 minutes (a 20.5% reduction), and reduces postural risk as well as *material* handling duration. These findings demonstrate that optimizing warehouse layout and storage assignment requires more than distance minimization; it demands a human-centered approach that quantitatively integrates ergonomic factors as an essential part of system design.

Keywords: manual order-*picking*, *warehouse layout* efficiency, storage assignment, work ergonomics

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL 0
HALAMAN JUDUL i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN ii
SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY* iii
PENGESAHAN TESIS iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB vi
ABSTRAK vii
ABSTRACT viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR LAMPIRAN xiii
DAFTAR ISTILAH xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Manfaat Penelitian 6
1.5 Batasan Masalah 6
BAB II KAJIAN PUSTAKA 7
2.1 Landasan Teori 7
2.1.1 *Warehouse* 7
2.1.2 Metode Penyimpanan Gudang 9
2.1.3 Konsep Dasar *Warehouse Management* 11
2.1.4 *Warehouse Inbound* 12
2.1.5 *Warehouse Outbound* 13
2.1.6 Tata Letak Gudang 14
2.1.7 Tipe Tata Letak Gudang 15
2.1.8 Masalah Tata Letak Gudang 16
2.1.9 Perancangan Tata Letak Gudang 17
2.1.10 Jalan Lintas (*Aisle*) 18
2.1.11 *Storage assignment Problem* (SAP) 19
2.1.12 *Nordic Body Map* 20

lib.mercubuana.ac.id

2.1.13 Ergonomi dalam Postural Kerja 21
2.2 Penelitian Terdahulu 23
2.2.1 Kajian Penelitian Terdahulu 23
2.2.2 *State of The Arts* 25
2.3 Kerangka Pemikiran 29
BAB III METODE PENELITIAN 31
3.1 Jenis dan Desain Penelitian 31
3.2 Data dan Informasi 31
3.3 Pengumpulan Data 34
3.4 Populasi dan Sampel 35
3.5 Teknik Analisis Data 36
3.6 Langkah-Langkah Penelitian 39
BAB IV HASIL PENGOLAHAN DATA & PEMBAHASAN 42
4.1 Pengumpulan Data 42
4.1.1 Proses *Material Handling* di Gudang 42
4.1.2 *Layout* Gudang Eksisting 44
4.1.3 Analisis Kinerja Operasional 51
4.1.4 Analisis Jarak Tempuh 53
4.1.5 Analisis Ergonomi 64
4.2 Pembahasan 72
4.2.1 Temuan Utama 73
4.2.2 Keterkaitan dengan Penelitian Sebelumnya 75
4.2.3 Implikasi Manajerial 76
4.3 Keterbatasan Penelitian 77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 80
5.1 Kesimpulan 80
5.2 Saran 81
5.2.1 Saran Bagi Perusahaan 81
5.2.2 Saran Bagi Penelitian Selanjutnya 82
DAFTAR PUSTAKA 84
LAMPIRAN 87

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Penelitian Terdahulu 23
Tabel 2. 2 *State of The Arts* (SOTA) 25
Tabel 4. 1 Analisa Klasifikasi ABC Analisis berdasarkan Frekuensi *Picking* 49
Tabel 4. 2 *Time Study Order picking* 51
Tabel 4.3 Ukuran dan *Mapping* jarak *Layout* Gudang 53
Tabel 4.4 Analisa Time & Motion Study 55
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan metode *Rectilinear* pada *Layout Existing* 56
Tabel 4.6 Jarak Perpindahan Proses *Inbound* serta *Outbound* 56
Tabel 4. 7 Kriteria Biaya *Material Handling* 57
Tabel 4. 8 Biaya *Material Handling* pada *Layout* Eksisting 57
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan metode Rectilinear pada *Layout* Usulan 58
Tabel 4. 10 Biaya *Material Handling* pada *Layout* Usulan 58
Tabel 4. 11 Perbandingan Variabel Terhadap *Layout* Sekarang & Usulan 59
Tabel 4. 12 Proyeksi Arah Reduksi Komponen Waktu Order Picking 61
Tabel 4. 13 Bobot dan Estimasi Waktu per Komponen Siklus Order Picking 62
Tabel 4. 14 Ringkasan Proyeksi Skenario Gabungan 63
Tabel 4. 15 Demografi Data Responden Ergonomi 64
Tabel 4. 16 Skor Total Ketidaknyamanan Muskuskeletal Disorders 64
Tabel 4. 17 Penilaian Skor PERA & Analisis Kegiatan 66
Tabel 4. 18 Interpretasi Tingkatan Risiko 72

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Jumlah dan tingkat cedera dan penyakit kerja nonfatal di industri swasta 1
Gambar 1. 2 Cedera di tempat kerja yang paling umum 2
Gambar 1. 3 Tren Peningkatan Klaim Kecelakaan Kerja 3
Gambar 2. 1 *Nordic Body Map* 21
Gambar 2. 2 Kerangka Pemikiran 29
Gambar 3.1 Langkah-Langkah Penelitian 39
Gambar 4.1 Alur Proses Penerimaan Barang 43
Gambar 4. 2 Alur Proses Penyimpanan Barang 43
Gambar 4.3 Alur Proses Pengiriman Barang 43
Gambar 4.4 *Layout* Gudang Eksisting 45
Gambar 4.5 Skema Kendala *Aisle Width* 46
Gambar 4.6 Kondisi *Aisle & Gangway* 46
Gambar 4. 7 Skema Kendala *Cross Traffic* 47
Gambar 4. 8 Detail *Layout* Eksisting 48
Gambar 4. 9 Klasifikasi Kategori banyaknya frekuensi picking 49
Gambar 4. 10 *Layout* Usulan *Packaging Material* 50
Gambar 4. 11 Perbandingan waktu target dan aktual 52
Gambar 4. 12 Koordinat Kartesius Area *Layout* Eksisting 53
Gambar 4. 13 *Flow* Perpindahan Barang Proses *Outbound* 54
Gambar 4. 14 Perbandingan Biaya *Material Handling* antara Tata letak Sekarang & Usulan 60
Gambar 4.15 Perbandingan Perpindahan Jarak antara Tata letak Sekarang & Tata Letak Usulan 60

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuesioner *Nordic Body Map* 87
Lampiran 2. Hasil Pengisian Kuesioner NBM 88
Lampiran 3. Analisa ABC 98

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR ISTILAH

Anthropometri: Data ukuran tubuh manusia yang digunakan sebagai dasar perancangan *Layout* dan rak agar sesuai jangkauan dan tinggi operator.

Efisiensi Operasional: Tingkat penggunaan sumber daya (waktu, jarak, tenaga) yang minimal untuk mencapai *output order-picking* tertentu.

Energi Metabolik: Besaran energi fisik yang dikeluarkan pekerja saat beraktivitas, digunakan sebagai indikator beban kerja dan kelelahan.

Fatigue Index: Indikator tingkat kelelahan kumulatif pekerja berdasarkan kombinasi beban fisik, durasi kerja, dan intensitas aktivitas.

Human-Centered: Kerangka yang memasukkan perspektif dan keterbatasan manusia (ergonomi, kelelahan) ke dalam evaluasi performa sistem.
Human Ergonomic Performance: Kinerja pekerja yang dipengaruhi faktor ergonomi seperti postur, beban fisik, dan kenyamanan lingkungan kerja.

Layout Gudang: Penataan fisik area penyimpanan, lorong, rak, dan titik keluar-masuk barang untuk mendukung aliran *Material* yang efisien.

Order-Picking: Proses pengambilan barang dari lokasi penyimpanan untuk memenuhi pesanan pelanggan, mencakup aktivitas berjalan, mencari, dan mengambil barang.

Postural Risk: Tingkat risiko cedera yang timbul akibat postur kerja yang tidak alami atau berlebihan, seperti membungkuk, menjangkau terlalu jauh, dan memutar badan.

REBA (*Rapid Entire Body Assessment*): Metode penilaian risiko ergonomi yang mengevaluasi postur tubuh secara keseluruhan untuk mengestimasi potensi cedera *muskuloskeletal*.

Sim-Heuristic Multi-Objective: Pendekatan optimasi yang menggabungkan simulasi dan heuristik untuk menyeimbangkan beberapa tujuan sekaligus, seperti efisiensi operasional dan ergonomi.

Storage Assignment: Penentuan lokasi penyimpanan setiap SKU di dalam gudang dengan tujuan meminimalkan jarak tempuh, waktu *picking*, dan menyeimbangkan beban kerja.

Throughput: Jumlah *order* atau item yang dapat diproses dalam satuan waktu tertentu sebagai indikator Efisiensi gudang.

lib.mercubuana.ac.id

Warehouse Optimization: Upaya sistematis untuk meningkatkan kinerja gudang melalui perbaikan *Layout*, *storage assignment*, proses, dan aspek ergonomi secara terpadu.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id