

TESIS

**Integrasi Pendekatan *Lean Warehousing* dan *Line Balancing* dalam
Optimalisasi Kinerja Logistik untuk Reduksi Pemborosan dan Peningkatan
Efisiensi Proses *Inbound-Outbound Coil* pada Sistem Pergudangan *HRC***



Ghani Bayu Pranaditya

21916022

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**Integrasi Pendekatan *Lean Warehousing* dan *Line Balancing* dalam
Optimalisasi Kinerja Logistik untuk Reduksi Pemborosan dan Peningkatan
Efisiensi Proses *Inbound-Outbound Coil* pada Sistem Pergudangan *HRC***

TESIS

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik (M.T)
pada Program Studi Magister Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**

Universitas Islam Indoensia

TESIS

Disusun Oleh

Nama: Ghani Bayu Pranaditya

NIM : 21916022

Yogyakarta, 28 April 2025

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**



Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Integrasi Pendekatan *Lean Warehousing* dan *Line Balancing* dalam
Optimalisasi Kinerja Logistik untuk Reduksi Pemborosan dan Peningkatan
Efisiensi Proses *Inbound-Outbound Coil* pada Sistem Pergudangan *HRC*

TESIS

Disusun Oleh:

Nama : Ghani Bayu Pranaditya

NIM : 21916022

Tesis Telah Diuji dan Dinilai Oleh Panitia Penguji Program Magister Teknik
Industri Universitas Islam Indonesia

Pada Tanggal 23 Mei 2025

Tim Penguji

Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.

Ketua Penguji I

Dr. Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc

Anggota Penguji II

Ir. Winda Nur Cahyo, ST., M.T., Ph.D., IPM.,
ASEAN.Eng

Anggota Penguji III



Mengetahui,

Ketua Program Studi Magister Teknik Industri
Universitas Islam Indonesia



Ir. Winda Nur Cahyo, ST., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN.Eng

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya menyatakan bahwa isi dari tesis ini adalah hasil dari pemikiran dan kerja saya sendiri. Tidak ada bagian yang ditulis oleh orang lain atas nama saya, dan saya tidak menyalin karya siapa pun. Semua sumber yang saya rujuk telah dicantumkan dengan semestinya dan ditulis sesuai aturan penulisan ilmiah. Selama proses penulisan tesis ini, saya mendapat bantuan dari beberapa pihak, terutama dalam hal analisis data, penyusunan survei, dukungan teknis, dan hal-hal lain yang sifatnya mendukung. Segala bentuk kontribusi yang berperan penting dalam penelitian ini sudah saya sebutkan secara terbuka di bagian terkait.

Yogyakarta, 28 April 2025



Ghani Bayu Pranaditya

HALAMAN MOTTO

"Dan orang-orang yang bersungguh-sungguh untuk (mencari keridhaan) Kami, benar-benar akan Kami tunjukkan kepada mereka jalan-jalan Kami. Dan sesungguhnya Allah benar-benar beserta orang-orang yang berbuat baik."

(QS Al-Ankabut: 69)

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya."

(QS Al-Baqarah: 286)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan seluruh umat beliau hingga akhir zaman.

Tesis ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik Industri pada Program Magister Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Penulisan tesis ini bertujuan untuk mengaplikasikan dan mengembangkan ilmu yang telah diperoleh selama masa studi, khususnya dalam bidang optimasi logistik pergudangan.

Penyelesaian tesis ini tidak akan terwujud tanpa dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN.Eng selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Islam Indonesia, atas dukungan dan arahannya.
3. Bapak Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M., selaku dosen pembimbing tesis yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu, serta motivasi kepada penulis selama proses penelitian ini.
4. Segenap dosen, staf, dan karyawan Program Magister Teknik Industri UII yang telah berbagi ilmu dan pengalaman berharga selama masa studi.
5. Pimpinan dan seluruh tim PT Krakatau Argo Logistik atas izin, bantuan, serta kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk melakukan penelitian di perusahaan tersebut.

6. Kedua orang tua tercinta, atas doa, kasih sayang, dukungan moril maupun materil, serta semangat yang tak pernah berhenti mengiringi langkah penulis.
7. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk penyempurnaan di masa yang akan datang. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Industri.

Akhir kata, semoga segala amal kebaikan semua pihak yang telah membantu mendapatkan balasan berlipat ganda dari Allah SWT. Aamiin.

Yogyakarta, 28 April 2025



Ghani Bayu Pranaditya

21916022

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
HALAMAN MOTTO	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
ABSTRAK	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II.....	7
KAJIAN LITERATUR	7
2.1. Kajian Induktif.....	7
2.2. Kajian Deduktif	12
2.2.1. Warehousing	12
2.2.2. Lean Warehousing	12
2.2.3. Line Balancing	13
2.2.4. Root Cause Analyis (RCA).....	17
2.2.5. 5W + 1H.....	18
2.2.6. Return on Investment (ROI).....	19
BAB III.....	21
METODE PENELITIAN	21
3.1 Objek dan Subjek Penelitian	21

3.2	Jenis Data Penelitian.....	21
3.3	Variabel Penelitian	22
3.4	Pengumpulan Data.....	22
3.5	Instrumen Penelitian.....	23
3.6	Prosedur Penelitian.....	23
3.6.1.	Tahap Persiapan	23
3.6.2.	Tahap Pengolahan dan Analisis Data.....	23
BAB IV		27
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		27
4.1	Pengumpulan Data.....	27
4.1.1	Identifikasi Keuntungan / profit dari warehousing	27
4.1.2	Identifikasi penyebab akar masalah (<i>Root Cause Analysis</i>)	29
4.2	Pengolahan Data.....	39
4.2.1.	Identifikasi penyebab akar masalah (<i>Root Cause Analysis</i>) (Lanjutan).....	39
4.2.2.	Perancangan solusi penyelesaian masalah.	59
4.2.3.	Perhitungan Secara keuangan / kelayakan atas implementasi Perancangan Solusi	116
BAB V.....		123
ANALISIS DAN PEMBAHASAN		123
5.1	Analisis Kinerja Awal Gudang (Warehousing).....	123
5.2	Analisis Penyebab Masalah (Root Cause Analysis).....	124
5.3.1	Analisis Identifikasi Masalah (Fishbone).....	124
5.3.2	Penentuan Faktor Utama Penyebab Keterlambatan (Pareto Chart) 126	
5.3.3	Analisis Akar Penyebab Keterlambatan (5 Whys).....	127
5.3	Evaluasi Usulan Perancangan / Perbaikan Proses Operasional.....	129
5.4	Penyusunan Rancangan Solusi.....	141
5.5	Perbandingan <i>Line Efficiency</i> Sebelum dan Setelah Usulan Perbaikan	153
5.6	Analisis Kelayakan Ekonomi Implementasi Perancangan Solusi	156
BAB VI.....		157
KESIMPULAN DAN SARAN.....		157
6.1.	Kesimpulan.....	157

6.2. Saran.....	158
DAFTAR PUSTAKA	160
LAMPIRAN.....	163

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Induktif	7
Tabel 2. 2 Performance Rating dengan Sistem Westinghouse (Strimo 2008 dalam Firdaus & Kusuma, 2019)	15
Tabel 4. 1 Laporan Aktivitas Transfer PT. KAL dan PKG	28
Tabel 4. 2 Aspek & faktor keterlambatan inbound dan outbound	35
Tabel 4. 3 Klasifikasi Skala Frekuensi Keterlambatan dalam Pengelolaan Material	41
Tabel 4. 4 Hasil Analisis Pareto terhadap Faktor-faktor Penyebab Keterlambatan di Gudang Coil.....	41
Tabel 4. 5 Analisis 5 Why untuk Masalah Trailer Datang Bersamaan	44
Tabel 4. 6 Analisis 5 Why untuk Masalah Ketidakjelasan Pengukuran Waktu Baku dan KPI.....	45
Tabel 4. 7 Analisis 5 Whys untuk Masalah Ketidaklengkapan Informasi dari Departemen Terkait	45
Tabel 4. 8 Analisis 5 Why untuk Hambatan Aktivitas Warehouse akibat Cuaca Buruk	46
Tabel 4. 9 Analisis 5 Why terhadap Keterlambatan akibat Forklift Trouble atau Maintenance.....	47
Tabel 4. 10 Analisis 5 Why terhadap Permintaan Coil di Area Tumpukan (Bed Point)	47
Tabel 4. 11 Rencana Tindakan Solusi Trailer Datang Bersamaan Berdasarkan Metode 5W+1H	49
Tabel 4. 12 Rencana Tindakan Solusi Ketidakjelasan Waktu Baku dan KPI Berdasarkan Metode 5W+1H.....	50
Tabel 4. 13 Rencana Tindakan Solusi Ketidaklengkapan Informasi Antar Departemen Berdasarkan Metode 5W+1H.....	52
Tabel 4. 14 Rencana Tindakan Solusi Dampak Cuaca Buruk terhadap Operasional Berdasarkan Metode 5W+1H.....	54
Tabel 4. 15 Rencana Tindakan Peningkatan Preventive Maintenance Forklift Berdasarkan Metode 5W+1H	55

Tabel 4. 16 Rencana Tindakan Penataan Buffer Area untuk Meningkatkan Efisiensi Moving Coil Berdasarkan Metode 5W+1H.....	56
Tabel 4. 17 Matriks Status Kedatangan Vendor dan Konsekuensi Penanganannya	60
Tabel 4. 18 Daftar Elemen Kerja Proses Inbound Coil di Gudang Luar PT. KAL	67
Tabel 4. 19 Daftar Elemen Kerja Proses Outbond Coil di Gudang Luar PT. KAL	68
Tabel 4. 20 Uji Kecukupan Data Inbound	72
Tabel 4. 21 Uji Kecukupan Data Outbond.....	74
Tabel 4. 22 Perhitungan Nilai Penyesuaian pada Pekerjaan Inbound.....	75
Tabel 4. 23 Perhitungan Nilai Penyesuaian pada Pekerjaan Outbond.....	76
Tabel 4. 24 Allowance elemen kerja (Inbound).....	78
Tabel 4. 25 Allowance elemen kerja (Outbond)	79
Tabel 4. 26 Perhitungan Waktu Baku Inbound.....	80
Tabel 4. 27 Perhitungan Waktu Baku Outbond	82
Tabel 4. 28 Perhitungan Efisiensi tiap Stasiun, Line Efficiency, Balance Delay, dan Idle Time pada Tiap Stasiun Inbound (Awalan).....	83
Tabel 4. 29 Perhitungan Efisiensi tiap Stasiun, Line Efficiency, Balance Delay, dan Idle Time pada Tiap Stasiun Outbond (Awalan)	83
Tabel 4. 30 Urutan Elemen Kerja Berdasarkan Waktu Baku pada Pekerjaan Inbound (RPW).....	85
Tabel 4. 31 Urutan Elemen Kerja Berdasarkan Waktu Baku pada Pekerjaan Outbond (RPW).....	86
Tabel 4. 32 Jumlah Aktivitas Inbound Hamasa & Trikusuma 2024.....	88
Tabel 4. 33 Jumlah Aktivitas Outbond Hamasa & Trikusuma 2024	89
Tabel 4. 34 Usulan Urutan Elemen Kerja Inbound.....	91
Tabel 4. 35 Perhitungan Tiap Stasiun Inbound (Usulan).....	94
Tabel 4. 36 Usulan Urutan Elemen Kerja Outbond	94
Tabel 4. 37 Perhitungan Tiap Stasiun Outbond (Usulan)	96
Tabel 4. 38 Perbandingan Line Efficiency Awal dan Usulan pada Inbound & Outbond	98

Tabel 4. 39 Skala Penilaian Kondisi Komponen Forklift	106
Tabel 4. 40 Item Pemeriksaan Preventive Forklift.....	107
Tabel 4. 41 Parameter awal.....	116
Tabel 4. 42 Biaya Implementasi Sistem Booking Slot	116
Tabel 4. 43 Biaya Implementasi Proses Kerja Inbound & Outbond yang baru..	117
Tabel 4. 44 Biaya Implementasi Format Pelaporan Yang Baru.....	117
Tabel 4. 45 Biaya Implementasi Buffer Area untuk buka tutup terpal	118
Tabel 4. 46 Biaya Implementasi Recapitulasi Sistem Checklist Forklift.....	118
Tabel 4. 47 Biaya Implementasi Buffer Area untuk menaruh coil outbond yang akan dikirimkan	119
Tabel 4. 48 Total Biaya Implementasi Solusi (investasi)	120
Tabel 4. 49 Total Saving Cost Harian	121
Tabel 5. 1 Analisis Akar Penyebab Keterlambatan Metode 5 Whys	127
Tabel 5. 2 Evaluasi Solusi Kedatangan Trailer dalam Waktu yang Bersamaan Menggunakan Metode 5W+1H	130
Tabel 5. 3 Evaluasi Solusi Tidak Ada Pengukuran Waktu Baku atau KPI Operasional Menggunakan Metode 5W+1H.....	131
Tabel 5. 4 Evaluasi Solusi Kurangnya Detail Informasi dari Departemen Terkait Menggunakan Metode 5W+1H	133
Tabel 5. 5 Evaluasi Solusi Gangguan Operasional Akibat Cuaca Buruk Menggunakan Metode 5W+1H	135
Tabel 5. 6 Evaluasi Solusi Forklift <i>Trouble</i> Akibat Maintenance Tidak Terjadwal Menggunakan Metode 5W+1H	136
Tabel 5. 7 Evaluasi Solusi <i>Moving Coil</i> dari <i>Bed Point</i> yang Memakan Waktu Tambahkan Menggunakan Metode 5W+1H	138
Tabel 5. 8 Perbandingan <i>Line Efficiency</i> Awal dan Usulan pada Inbound Dan Outbond	154

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 State Of The Art	11
Gambar 4. 1 Keuntungan Kegiatan Warehousing Bulan Januari- Oktober 2024 .	27
Gambar 4. 2 Diagram Alir Aktivitas Inbound-Outbond-Moving DI Gudang Luar	30
Gambar 4. 3 Diagram Fishbone Penyebab Keterlambatan Aktivitas Warehousing Coil	40
Gambar 4. 4 Diagram Pareto Penyebab Keterlambatan Aktivitas Warehousing Coil	43
Gambar 4. 5 Tampilan depan Google Form – berisi judul, penjelasan, petunjuk, dan informasi penting.	62
Gambar 4. 6 Form input data kendaraan dan driver (tanggal, vendor, trailer, driver, dll).....	63
Gambar 4. 7 Form untuk memilih "Urgensi", "Tanggal Muat", dan "Booking Slot" (jam bongkar/muat)	63
Gambar 4. 8 Form untuk memilih Urgensi, Tanggal Muat, dan Booking Slot (jam bongkar/muat) (Lanjutan).....	64
Gambar 4. 9 tampilan rekapitulasi data pada excel spreadsheet booking slot dari formulir Google Form yang sudah diisi oleh vendor.	65
Gambar 4. 10 Konfirmasi Booking Slot via WhatsApp.	66
Gambar 4. 11 Precedence Diagram Awal Proses <i>Inbound</i> HRC	71
Gambar 4. 12 Precedence Diagram Awal Proses <i>Outbond</i> HRC.....	71
Gambar 4. 13 format permintaan unit inbound / outbond oleh team HRC coil kepada tim Gudang (Sebelum).	100
Gambar 4. 14 Rencana Penempatan Shelter Penerpalan di Gudang Luar PT. KAL	104
Gambar 4. 15 Tampilan Awal Google Form – Daily Forklift Inspection Checklist	109
Gambar 4. 16 Bagian Identitas Operator di Google Form	109
Gambar 4. 17 Bagian Pemeriksaan Engine & Fuel System di Google Form	110

Gambar 4. 18 Bagian Pemeriksaan Bahan Bakar dan Sistem Hidrolik di Google Form	111
Gambar 4. 19 Bagian Pemeriksaan Fork & Mast, Getaran, dan Kebersihan Forklift di Google Form.....	112
Gambar 4. 20 Rencana Penempatan / tata letak buffer area coil outbond di Gudang Luar PT. KAL.....	115
Gambar 5. 1 Layout Usulan Area Buka Tutup Terpal di Gudang Luar.....	149

ABSTRACT

This research aims to improve the warehouse logistics performance for inbound and outbound activities of HRC coils at PT Krakatau Argo Logistik by using Lean Warehousing and Line Balancing methods. The main problems found were delays in distribution due to operational bottlenecks, unbalanced workloads between processes, and the lack of an effective system to manage the distribution flow. The methods used in this study are observation, case studies, brainstorming, and Root Cause Analysis (RCA), supported by Fishbone Diagram, Pareto Chart, and 5 Whys analysis. The data analyzed includes the total warehousing profit from January to October 2024, the causes of delay, and standard time measurements for each work activity. The RCA results showed six main factors that caused 80.44% of the delays. Based on these findings, solutions were designed using the 5W+1H method, including a booking system for loading and unloading, the creation of an outbound coil buffer area, standard time setting, preventive forklift checklist, and balancing the work activities. The implementation of the design increased inbound efficiency from 29% to 74%, and outbound efficiency from 34% to 62%. Inbound idle time dropped from 14,059.21 seconds to 1,988.85 seconds (saving 201 minutes), and outbound idle time dropped from 15,504.01 seconds to 4,907.28 seconds (saving 176 minutes). Balance delay also improved, from 71% to 26% for inbound, and from 66% to 38% for outbound. The smoothing index showed better workload distribution. These results prove that combining Lean Warehousing and Line Balancing is effective for reducing waste, speeding up distribution, and increasing warehouse productivity for HRC coils.

Kata kunci: Lean Warehousing, Line Balancing, Root Cause Analysis, Coil HRC,

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja logistik pergudangan pada aktivitas inbound dan outbound coil HRC di PT Krakatau Argo Logistik melalui integrasi pendekatan Lean Warehousing dan Line Balancing. Permasalahan utama yang dihadapi adalah keterlambatan distribusi akibat bottleneck operasional, ketidakseimbangan beban kerja antar proses, serta belum adanya sistem pengelolaan alur distribusi yang efektif. Metode yang digunakan meliputi observasi, studi kasus, dan brainstorming, serta pendekatan Root Cause Analysis (RCA) dengan dukungan Fishbone Diagram, Pareto Chart, dan analisis 5 Whys. Data yang dianalisis mencakup total keuntungan warehousing Januari–Oktober 2024, faktor penyebab keterlambatan, dan pengukuran waktu baku di setiap aktivitas kerja. Hasil RCA mengidentifikasi enam faktor dominan yang berkontribusi terhadap 80,44% keterlambatan. Berdasarkan temuan ini, solusi dirancang menggunakan metode 5W+1H, meliputi sistem booking slot bongkar muat, pengembangan buffer area coil outbound, pengukuran waktu baku, checklist preventif forklift, dan line balancing aktivitas kerja. Implementasi perancangan menghasilkan peningkatan efisiensi inbound dari 29% menjadi 74%, outbound dari 34% menjadi 62%. Idle time inbound berkurang dari 14.059,21 detik menjadi 1.988,85 detik (penghematan 201 menit), sedangkan *outbound* berkurang dari 15.504,01 detik menjadi 4.907,28 detik (penghematan 176 menit). Balance delay inbound turun dari 71% menjadi 26%, outbound dari 66% menjadi 38%, dan smoothing index menunjukkan distribusi beban kerja yang lebih merata. Temuan ini membuktikan bahwa integrasi Lean Warehousing dan Line Balancing efektif dalam mengurangi pemborosan, mempercepat alur distribusi, serta meningkatkan produktivitas pergudangan coil HRC.

Kata kunci: *Lean Warehousing, Line Balancing, Root Cause Analysis, Coil HRC*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Frankfurt (2021), Indonesia merupakan negara berbentuk kepulauan dan negara terpadat penduduknya keempat di dunia sehabis Cina, India dan Amerika Serikat. Secara geografis dan demografis Indonesia memiliki tantangan unik dalam mengembangkan industri logistiknya guna memberikan layanan yang efisien dan efektif, memberikan nilai tambah pada layanan, dan menjadi layanan yang bertambah cepat, lebih baik, dan lebih efisien (Wedha *et al.*, 2022). Menurut Irpan *et al.* (2016), peringkat Indonesia sisi kompetisi global, Indonesia kehilangan 4 peringkat, yaitu peringkat ke 46 dari 144 negara di tahun 2013 dan *logistics performance index* 2016, Indonesia turun 10 peringkat dari tahun 2014 menjadi peringkat 63.

Peningkatan persaingan bisnis logistik di Indonesia ditandai dengan banyaknya perusahaan logistik internasional yang telah didirikan di Indonesia, baik itu bergerak di bidang *shipping line, carrier agent, warehousing, freight forwarding*, dan lain sebagainya (Putri *et al.*, 2017). PT Krakatau Argo Logistik, yaitu perusahaan multimoda pertama di Indonesia yang beroperasi pada bidang layanan bisnis usaha transportasi barang *slab, plate, alloy*, dan produk alat berat lainnya. Saat ini, perusahaan harus segera memperbaiki kualitas pelayanan dan perawatan *warehousing* untuk menguatkan dalam mencapai keberhasilan *bidding* untuk proyek lainnya. Selain itu adanya peningkatan pekerjaan pada proses pengiriman domestic Indonesia, transferan antar *warehouse*, maupun ekspor / impor yang diprediksi tahun depan akan semakin meningkat. Peningkatan ini terjadi secara eksponensial pada bulan-bulan 2024-2025. Oleh karena itu, pentingnya mengutamakan kualitas pelayanan, untuk memuaskan pelanggan khususnya dalam hal waktu atas keterlambatan pemuatan perlu diperhatikan oleh perusahaan.

Berdasarkan hasil observasi peneliti pada bulan Januari-Agustus 2024, pemborosan dalam pengelolaan material baja di pergudangan perlu di kaji ulang, kejadian ini digambarkan bahwa setiap ada permintaan pengiriman secara tiba-tiba

oleh customer, akan terjadi keterlambatan pemuatan hingga trailer menginap di gudang dan sehingga menyebabkan komplain customer. Berdasarkan hasil wawancara dengan manajer departemen *stevedoring*, didapatkan bahwa beberapa masalah yang sering dihadapi, yaitu ada pada waktu penyelesaian pekerjaan muat ekspor yang terlambat, terlambatnya pemuatan barang ke transportasi, permasalahan operasional pada barang dan adanya hal lain. Dan juga menurut supervisor departemen, keterlambatan akan mengakibatkan kerugian secara materil yang dialami perusahaan dimana keterlambatan diakibatkan kepadatan aktivitas pergudangan, adanya pencocokan informasi dan kondisi barang gudang serta kondisi kendaraan muat, yaitu ET, TC, RS, Forklift, Trailer.

Menurut manajer departemen WH Management, bottleneck dalam alur operasional gudang menjadi penyebab utama keterlambatan dan inefisiensi kerja. Ketidakseimbangan distribusi beban kerja antar stasiun operasional menyebabkan adanya titik-titik kepadatan yang menghambat kelancaran aktivitas inbound / outbound. Beberapa area kerja mengalami overload, sementara bagian lain justru memiliki idle time yang tinggi. Hal ini mengakibatkan antrian panjang dalam pemuatan barang, penumpukan material, serta meningkatnya risiko keterlambatan pengiriman. Selain itu, kondisi ini juga memperlambat proses inbound, karena ketersediaan ruang dan peralatan terbatas akibat aktivitas outbound yang belum terselesaikan. Jika bottleneck ini tidak segera diatasi, maka perusahaan akan terus mengalami keterlambatan dalam rantai pasok, yang pada akhirnya dapat berdampak pada tingkat kepuasan pelanggan dan keberlanjutan bisnis.

Untuk mengidentifikasi penyebab utama keterlambatan dan pemborosan dalam operasional pergudangan, digunakan pendekatan *Root Cause Analysis* (RCA) melalui beberapa metode analisis. *Fishbone Diagram* akan membantu dalam mengidentifikasi faktor-faktor penyebab keterlambatan dari berbagai aspek. Selanjutnya, Pareto Chart diterapkan guna menentukan faktor yang paling dominan dalam menyebabkan keterlambatan, sehingga upaya perbaikan dapat difokuskan pada aspek yang paling berpengaruh. Setelah faktor utama ditemukan, analisis 5 Whys digunakan untuk menggali akar penyebab masalah secara lebih mendalam. Hasil dari analisis ini kemudian menjadi dasar dalam perancangan solusi

menggunakan metode 5W+1H, yang mengarahkan perusahaan dalam merancang strategi penyelesaian yang sistematis dan efektif.

Berdasarkan hasil analisis akar masalah, solusi yang akan dirancang dalam penelitian ini meliputi beberapa aspek utama. Salah satu solusi yang diusulkan adalah penerapan sistem slot booking bongkar muat, yang bertujuan untuk mengurangi kepadatan di gudang serta meningkatkan ketepatan waktu dalam pemuatan barang. Selain itu, perancangan buffer area untuk penyimpanan coil outbound juga akan dilakukan guna memastikan bahwa aktivitas inbound tidak mengganggu proses pengiriman keluar saat volume kerja sedang tinggi. Di samping itu, perbaikan dalam komunikasi antara tim warehouse dan transportasi juga menjadi fokus utama melalui pengembangan format pelaporan yang lebih sistematis.

Sebagai bagian dari optimalisasi operasional dan kelanjutan dari rancangan 5W + 1H, pendekatan Line Balancing akan diterapkan guna mengurangi bottleneck dalam alur kerja pergudangan. Dengan menyeimbangkan beban kerja antarproses, perusahaan dapat menghindari waktu tunggu yang berlebihan di satu tahapan, sehingga meningkatkan efisiensi secara keseluruhan. Selain itu, pengukuran waktu baku dalam setiap tahap operasional juga akan dilakukan untuk memastikan bahwa target efisiensi dapat tercapai. Implementasi strategi ini diharapkan dapat mengurangi pemborosan, meningkatkan produktivitas, serta memberikan dampak positif terhadap kinerja perusahaan dalam menghadapi peningkatan aktivitas yang diproyeksikan pada tahun 2024–2025.

Berdasarkan penelitian terdahulu mengenai optimalisasi dan pemborosan. Pertama, terhadap optimalisasi produksi dan pergudangan telah dilakukan dengan berbagai pendekatan. Haekal (2021) dan Subagio (2024) menerapkan *Line Balancing* untuk meningkatkan efisiensi di industri otomotif dan manufaktur sepatu, sementara Redantan (2021), Zaneta et al. (2023), serta Astuti & Edy purwanto, (2019) menggunakan metode *Ranked Positional Weight (RPW)* guna mengurangi ketidakseimbangan beban kerja di sektor otomotif, garmen, dan farmasi. Dalam aspek manajemen sumber daya Firdaus & Kusuma (2019) meneliti optimalisasi tenaga kerja, sedangkan Rouf & Muhammad (2023) serta Arif &

Gunawan (2023) menggunakan *5 Whys*, *Pareto*, dan *Fishbone Diagram* untuk mengatasi permasalahan pencatatan material dan keterlambatan pengadaan. Di bidang pergudangan, Prasetyawan & Ibrahim (2020), Efendi & Aryanny (2024), serta Dzul kifli & Ernawati (2021) menerapkan *Lean Warehousing*, *Value Stream Mapping (VSM)*, dan *Process Activity Mapping (PAM)* untuk mengurangi pemborosan dalam penyimpanan dan distribusi. Pratiwi & Widjajati (2023) meneliti efisiensi aliran pergudangan suku cadang dengan *Waste Assessment Model (WAM)* dan *Fishbone Diagram* guna menekan *defect*, *inventory*, dan *over-purchase*.

Dengan demikian dapat dikatakan, untuk kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan *Lean Warehousing* dalam aktivitas logistik produk barang Coil di Gudang (*HRC*), dengan fokus pada penyelesaian permasalahan keterlambatan yang menyebabkan pemborosan. Identifikasi akar penyebab dilakukan menggunakan *Root Cause Analysis (RCA)*, yang menjadi dasar dalam perancangan solusi untuk meningkatkan tonase yang dapat diproses setiap periode. Salah satu hasil utama dari rancangan ini adalah sistem *booking slot* untuk mengoptimalkan aliran *inbound* dan *outbound*, serta penerapan *Line Balancing* guna mengurangi *bottleneck* di proses operasi loading unloading trailer coil dan memastikan distribusi beban kerja yang lebih merata. Dengan pendekatan ini, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional gudang, mendorong peningkatan pendapatan, serta memperkuat daya saing perusahaan.

1.2 Rumusan Masalah

Inti permasalahan yang dijadikan fokus pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil identifikasi penyebab kejadian keterlambatan?
2. Apa saja rancangan solusi yang dapat diterapkan?
3. Berapa banyak persentase penurunan waktu yang didapatkan?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini berfokus membahas pemborosan yang terjadi dalam aktivitas pergudangan di perusahaan, seperti pemborosan waktu aktivitas *inbound* dan *outbound* di Gudang luar yang menyebabkan keterlambatan barang masuk-keluar

serta estimasi biaya nya. Penelitian ini berfokus pada perbaikan pada PT. Krakatau Argo Logistics, Cilegon, Banten dengan berdasarkan data primer periode 2024.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pemborosan dalam aktivitas pergudangan, serta memberikan rekomendasi perancangan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi pemborosan. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan penghematan waktu yang dapat dicapai setelah perbaikan diterapkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat praktis bagi perusahaan dalam mengurangi pemborosan. Selain itu, penelitian ini juga dapat memberikan dasar teoritis bagi pengembangan manajemen pergudangan yang lebih baik.

1.6 Sistematika Penulisan

Bab 1, bab ini menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, dan manfaat penelitian. Pada bab ini juga diuraikan ruang lingkup penelitian yang mencakup integrasi konsep *Lean Warehousing*, optimasi kinerja logistik dalam pergudangan material baja, serta penerapan metode analisis pemborosan guna meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi keterlambatan.

Bab 2, bab ini membahas teori-teori yang relevan dengan topik penelitian, yaitu *Lean Warehousing*, *Root Cause Analysis (RCA)*, *Line Balancing*, serta metode analisis perhitungan lainnya. Kajian pustaka ini mencakup literatur mengenai cara mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan dalam aktivitas inbound dan outbound, serta bagaimana penerapan konsep tersebut dapat meningkatkan efisiensi.

Bab 3, metodologi penelitian, bab ini menguraikan desain penelitian yang digunakan, termasuk pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Penelitian ini mengumpulkan data melalui observasi langsung di gudang luar, wawancara dengan manajer warehouse, leader gudang luar, serta admin gudang luar (hamasa / trikusuma). Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Fishbone Diagram untuk mengidentifikasi faktor keterlambatan, Pareto Chart untuk

menentukan faktor utama yang berpengaruh, 5 Whys untuk menggali akar penyebab keterlambatan, serta 5W+1H untuk menyusun rancangan solusi. Selain itu, analisis dilakukan dengan pengukuran waktu baku dan penerapan Line Balancing guna mengurangi bottleneck dalam alur kerja gudang luar.

Bab 4, Analisis Data, pada bab ini, dilakukan analisis terhadap data yang telah dikumpulkan. Analisis dimulai dengan mengidentifikasi faktor keterlambatan dalam aktivitas inbound dan outbound menggunakan Fishbone Diagram. Selanjutnya, Pareto Chart digunakan untuk menentukan faktor utama penyebab keterlambatan, yang kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan metode 5 Whys untuk menemukan akar penyebabnya. Berdasarkan hasil analisis tersebut, rancangan solusi disusun menggunakan pendekatan 5W+1H, dan rancangan Solusi yang dilakukan melalui pengukuran waktu baku, penerapan Line Balancing, serta perancangan sistem booking slot untuk bongkar muat guna mengoptimalkan alur pergerakan kendaraan.

Bab 5, Hasil dan Pembahasan, bab ini menyajikan hasil pengolahan data yang menggambarkan perubahan yang terjadi setelah implementasi solusi. Evaluasi dilakukan terhadap efektivitas solusi dalam meningkatkan efisiensi operasional gudang luar, mengurangi waktu tunggu, serta memperbaiki koordinasi antara tim HRC Coil Transport dan tim gudang. Analisis juga mencakup dampak penerapan Line Balancing dalam menyeimbangkan beban kerja dan mengurangi waktu idle pekerja. Selain itu, efektivitas sistem booking slot dalam mengurangi antrian kendaraan dan meningkatkan kelancaran bongkar muat turut dibahas secara mendetail.

Bab 6, Kesimpulan dan Saran, bab terakhir ini menyimpulkan temuan utama dari penelitian, yaitu penerapan Lean Warehousing dalam meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi pemborosan, serta menurunkan keterlambatan dalam aktivitas gudang luar. Selain itu, bab ini memberikan rekomendasi untuk implementasi lebih lanjut dari konsep-konsep yang telah diterapkan, serta peluang peningkatan efisiensi melalui optimalisasi proses kerja dan sistem pendukung lainnya dalam manajemen gudang dan rantai pasokan perusahaan.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

Bab ini dibagi menjadi kajian induktif dan deduktif. Kajian induktif, yaitu berasal dari jurnal atau prosiding yang mengacu pada hasil penelitian sebelumnya. Kajian deduktif didapatkan berasal dari buku, laporan, jurnal, dan prosiding dan memiliki hubungan akan teori dasar dan/atau umum yang digunakan dalam penelitian.

2.1. Kajian Induktif

Kajian Induktif ini bertujuan untuk mengerti dan menafsirkan penelitian sebelumnya yang menggunakan metode yang sama atau serupa untuk melihat bagaimana penelitian dan posisi penelitian tersebut dilakukan. Untuk literatur peneliti sebelumnya terdapat pada Tabel 2. 1

Tabel 2. 1 Kajian Induktif

No	Penulis	Metode	Variabel
1.	(Haekal, 2021)	<i>Toyota Production System (TPS) & Line Balancing (menggunakan Helgeson-Birnie Method)</i>	Industri komponen otomotif. lini produksi sub-assy starter brush line di PT Denso Indonesia. proses perakitan (assembly process) pada lini produksi starter.
2	(Subagio, 2024)	Line Balancing Descriptive & Research (Penelitian Deskriptif)	Industri manufaktur sepatu, proses produksi sepatu.
3	(Redantan, 2021)	<i>Ranked Positional Weight (RPW), Line Balancing</i>	Industri Manufaktur Otomotif. Lini Produksi Komponen Otomotif. Analisis bottleneck pada proses produksi dan perakitan (assembly) PCBA, AC

No	Penulis	Metode	Variabel
			terminal, APO, dan light pipe.
4	(Zaneta et al., 2023)	<i>Ranked Positional Weight (RPW), Line Balancing</i>	Industri Garmen. Lini Produksi Pakaian Jadi. Analisis ketidakseimbangan beban kerja pada lintasan sewing untuk meningkatkan efisiensi produksi.
5	(Astuti & Edy purwanto, 2019)	<i>Ranked Positional Weight (RPW), Line Balancing</i>	Industri Farmasi. Proses Packing Tablet. Analisis ketidakseimbangan beban kerja antar stasiun pada lini packing untuk meningkatkan efisiensi produksi.
6	(Firdaus & Kusuma, 2019)	Manajemen Sumber Daya Manusia, Metode <i>Westinghouse</i> , Metode <i>Performance Rating</i>	Industri Manufaktur. Produksi Mesin. Analisis kebutuhan tenaga kerja optimal untuk meningkatkan produktivitas dan memenuhi permintaan pesanan.
7	(Rouf & Muhammad, 2023)	5 Whys Analysis, Pareto Analysis	Industri Minyak & Gas. Permasalahan pada sistem pencatatan dan

No	Penulis	Metode	Variabel
			manajemen List of Material dalam program preservasi
8	(Mega Astuti DR et al., 2019)	Root Cause Analysis (RCA) / Problem Solving Bjorn Andersen & Tom Fagerhaug (6 Tahap)	Industri Jasa & Administrasi Keuangan. Permasalahan penurunan kinerja karyawan di sub divisi project payment
9	(Arif & Gunawan, 2023)	Diagram Pareto, Diagram Fishbone (Ishikawa Cause & Effect Diagram)	Industri Petrochemical. Mengurangi keterlambatan pengadaan barang.
10	(Prasetyawan & Ibrahim, 2020)	Lean Warehousing, Value Stream Mapping (VSM), Lean Tools (5S, E-Kanban, Material Handling Investment), Linear Programming	Industri Manufaktur & Logistik. proses pergudangan di perusahaan manufaktur yang menerapkan prinsip lean dalam operasionalnya.
11	(Efendi & Aryanny, 2024)	Lean Warehousing, Value Stream Mapping (VSM), Process Activity Mapping, RCA.	Industri Manufaktur (Furniture). analisis pemborosan dalam proses penyimpanan dan distribusi produk jadi di gudang.

No	Penulis	Metode	Variabel
12	(Dzulkifli & Ernawati, 2021)	<i>Lean Warehousing, Value Stream Mapping (VSM), Process Activity Mapping (PAM), 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke).</i>	Industri Pergudangan dan Logistik. Gudang Bahan Kimia (<i>Chemical Warehouse</i>). Analisis pemborosan dalam aktivitas <i>loading, unloading</i> , penerimaan barang, dan pengiriman barang ke konsumen.
13	(Pratiwi & Widjajati, 2023)	Lean Warehousing, Waste Assessment Model (WAM), Value Stream Mapping (VSM), Value Stream Analysis Tools (VALSAT), Fishbone Diagram, Process Activity Mapping (PAM).	Industri Pergudangan dan Logistik. Pergudangan Suku Cadang (<i>Spare-Part Warehouse</i>). Analisis pemborosan dalam proses aliran pergudangan, termasuk defect, inventory, dan over-purchase.
14	Ghani Bayu Pranaditya	<i>Root Cause Analysis (RCA), Fishbone Diagram, Pareto Chart, dan 5 Whys Analysis, Lean Warehousing dan Line Balancing.</i>	Industri Pergudangan dan Logistik. Gudang Luar (<i>HRC Coil</i>). Analisis pemborosan dalam aktivitas logistik, termasuk keterlambatan inbound dan outbound, ketidakseimbangan beban kerja (bottleneck), serta

No	Penulis	Metode	Variabel
			rendahnya tonase yang dapat diproses per periode.

State Of The Art

Penelitian ke-	Metode															Objek Penelitian			
	TPS	LB	RPW	Helgeson	Mgt SDM	Westinghouse	Performance Rating	5Why	Pareto	Fishbone	5W+1H	Lean Warehousing	VSM	5S	PAM	VALSAT	Perusahaan	Logistics	
1	✓	✓		✓														M	
2		✓																M	
3		✓	✓															M	
4		✓	✓															M	
5		✓	✓															M	
6					✓	✓	✓	✓	✓									M	
7								✓	✓									P	
8								✓	✓	✓								J	
9									✓	✓								M	
10												✓	✓	✓				M	
11												✓	✓		✓			M	
12												✓	✓	✓	✓			M	✓
13												✓	✓		✓	✓		M	✓
14		✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						J	✓

Gambar 2. 1 *State Of The Art*

Note :

M : Manufaktur P : Pertambangan

J : Jasa

Penelitian terdahulu mengenai optimalisasi produksi dan pergudangan telah dilakukan dengan berbagai pendekatan. Haekal (2021) dan Subagio (2024) menerapkan *Line Balancing* untuk meningkatkan efisiensi di industri otomotif dan manufaktur sepatu, sementara Redantan (2021), Zaneta et al. (2023), serta Astuti & Edy purwanto, (2019) menggunakan metode *Ranked Positional Weight (RPW)* guna mengurangi ketidakseimbangan beban kerja di sektor otomotif, garmen, dan farmasi. Dalam aspek manajemen sumber daya Firdaus & Kusuma (2019) meneliti optimalisasi tenaga kerja, sedangkan Rouf & Muhammad (2023) serta Arif & Gunawan (2023) menggunakan *5 Whys*, *Pareto*, dan *Fishbone Diagram* untuk mengatasi permasalahan pencatatan material dan keterlambatan pengadaan. Di bidang pergudangan, Prasetyawan & Ibrahim (2020), Efendi & Aryanny (2024), serta Dzulkilfi & Ernawati (2021) menerapkan *Lean Warehousing*, *Value Stream Mapping (VSM)*, dan *Process Activity Mapping*

(PAM) untuk mengurangi pemborosan dalam penyimpanan dan distribusi. Pratiwi & Widjajati (2023) meneliti efisiensi aliran pergudangan suku cadang dengan *Waste Assessment Model (WAM)* dan *Fishbone Diagram* guna menekan *defect*, *inventory*, dan *over-purchase*.

Dengan demikian dapat dikatakan, kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan *Lean Warehousing* dalam aktivitas logistik produk barang Coil di gudang, dengan fokus pada penyelesaian permasalahan keterlambatan yang menyebabkan pemborosan. Identifikasi akar penyebab dilakukan menggunakan *Root Cause Analysis (RCA)*, yang menjadi dasar dalam perancangan solusi untuk meningkatkan tonase yang dapat diproses setiap periode. Salah satu hasil utama dari rancangan ini adalah sistem *booking slot* untuk mengoptimalkan aliran *inbound* dan *outbound*, serta penerapan *Line Balancing* guna mengurangi *bottleneck* dan memastikan distribusi beban kerja yang lebih merata. Dengan pendekatan ini, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional gudang, mendorong peningkatan pendapatan, serta memperkuat daya saing perusahaan.

2.2. Kajian Deduktif

2.2.1. Warehousing

Logistik merupakan aspek krusial bagi suatu negara, yang keberhasilan dan kelancarannya sangat bergantung pada infrastruktur, distribusi, dan warehousing yang baik, karena tanpa dukungan tersebut akan terjadi keterlambatan atau masalah dalam pengiriman, sementara dalam praktiknya logistik selalu terkait dengan pemindahan barang, informasi, dan jasa yang menyertainya (Yunani & Widijawan, 2020 dalam Tohir et al., 2023). Warehousing memiliki dua tugas utama, yaitu mengirimkan produk secara efisien tanpa kesalahan dan memastikan produk ditempatkan di lokasi yang tepat pada waktu yang tepat (Tohir et al., 2023). Tujuan utama dari warehousing meliputi meningkatkan fungsi service order, produktivitas, penggunaan ruang, serta memberikan layanan nilai tambah (Sasmito Muslim et al., 2021).

2.2.2. Lean Warehousing

Menurut Sarjono (2021) dan Pratiwi & Widjajati (2023), *lean* adalah strategi yang fokus pada efisiensi dengan meminimalkan pemakaian sumber daya tanpa menambah nilai hasil output, sementara *lean warehousing* merupakan upaya berkelanjutan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) yang terjadi dan meningkatkan nilai tambah produk (*value added*), baik barang maupun jasa, guna memberikan nilai kepada pelanggan. Pada prosesnya dengan mengidentifikasi aktifitas-aktifitas yang mempunyai nilai tambah dan aktifitas-aktifitas yang tidak mempunyai nilai tambah akan dapat dilakukan perhitungan *value added time* dan

non-value added time di setiap stasiun kerja (Adrianto, K 2015 dalam Sarjono, 2021). Permasalahan pada alur pekerjaan *warehouse* khususnya pada *lean warehousing* merupakan pendekatan sistematis yang melibatkan seluruh pekerja untuk mengurangi pemborosan (*waste*) di seluruh rantai pasok, baik *upstream* maupun *downstream*, serta meningkatkan efisiensi waktu pelayanan (Ibrahim & Prasetyawan, 2020 dalam Pratiwi & Widjajati, 2023). Salah satu jenis pemborosan yang umum terjadi adalah *waiting time*, sebagaimana dijelaskan oleh Liker (2004) dalam konsep *lean* pada *The Toyota Way* (Pratiwi & Widjajati, 2023) dan tanpa upaya perbaikan, pemborosan seperti penyimpanan berlebih dan waktu tunggu yang lama dapat menghambat kelancaran operasional gudang.

2.2.3. Line Balancing

Kegiatan aktivitas pengiriman yang tinggi setiap harinya membuat perusahaan dituntut untuk dapat memenuhi demand setiap harinya, dimana harus menerapkan proses yang efektif, efisien sehingga dapat meningkatkan produktifitas. Penyeimbangan lintasan (*Line Balancing*) dilakukan dengan meminimalkan waktu menganggur (*idle time*) pada lintasan, termasuk meminimalkan waktu menganggur yang ditentukan oleh operasi yang paling lambat, serta untuk mencegah bottleneck yang dapat terjadi akibat lintasan yang tidak berimbang (Baroto, 2002 dalam Musthofa & Muhammad, 2024).

Line balancing bisa dikatakan juga sebagai penyeimbangan sumber daya pada lintasan produksi untuk mencapai efisiensi kerja yang tinggi di setiap stasiun, dengan menyusun proses kerja agar menghasilkan arus produksi yang lancar (Mujahidulloh & Bakhtiar, 2021). Adapun tahapan untuk *line balancing* dan beberapa rumusan yang digunakan untuk perhitungan *line balancing* dan waktu baku sebagai berikut (Astuti & Edy purwanto, 2019).

1. Mengumpulkan data proses operasional untuk di buat prederence diagram awal.
2. Melakukan pengukuran data siklus lini operasional kerja pada masing masing stasiun kerja.
3. Uji Kecukupan data.
4. Perhitungan Nilai Penyesuaian
5. Perhitungan Waktu Baku.
6. Perhitungan *Line Eficiency, Balance Delay, Idle Time, Smoothnes Index* (awalan).
7. Optimalisasi Keseimbangan Lini (Pembobotan) dan membuat usulan prederence diagram.
8. Perhitungan *Line Eficiency, Balance Delay, Idle Time, Smoothnes Index* (usulan).

- a. Rumus untuk melakukan pengujian data menurut Nasution, A. H. (1999) dalam Astuti & Edy purwanto (2019).

$$N' = \frac{\frac{K}{S} \sqrt{N(\sum Ws^2) - (\sum Ws)^2}}{\sum Ws}$$

Keterangan :

- N' = Jumlah Pengukuran yang diperlukan
- N = Jumlah Pengukuran yang telah dilakukan
- K = Tingkat Keyakinan
- s = Tingkat Ketelitian
- Xi = Data ke-i

- b. Menghitung Waktu Normal (Wn)

Waktu normal dihitung dengan cara perkalian antara faktor penyesuaian dengan nilai rata-rata waktu siklus (Montororing, 2018 dalam Astuti & Edy purwanto, 2019).

$$Wn = Ws \times p$$

Keterangan :

- Wn = Waktu normal
- Ws = Waktu siklus
- p = Faktor/Nilai Penyesuaian

- c. Menghitung Waktu Baku (Wb)

Waktu baku Montororing (2018) dalam Astuti & Edy purwanto, (2019) adalah waktu yang diperlukan oleh manusia untuk menyelesaikan suatu pekerjaan secara tuntas. Waktu baku sudah mempertimbangkan aspek kecepatan kerja operator dan kelonggaran yang dibutuhkan oleh operator

$$Wb = Wn \times (1+A)$$

Keterangan :

- Wn = Waktu normal
- Wb = Waktu baku

- A = Kelonggaran

d. Nilai Penyesuaian (Westinghouse)

Performance Rating (Rating Factor) adalah penilaian yang digunakan untuk menyesuaikan waktu pengamatan berdasarkan kinerja pekerja terhadap standar kerja normal (Firdaus & Kusuma, 2019). Dalam penelitian ini, digunakan Metode Westinghouse, yaitu metode yang menilai performa pekerja berdasarkan empat faktor utama, yakni:

- Skill (keterampilan) – mencerminkan tingkat penguasaan pekerja terhadap tugas yang dikerjakan.
- Effort (usaha) – menunjukkan seberapa besar upaya fisik dan mental yang dikeluarkan oleh pekerja dalam menyelesaikan tugas.
- Condition (kondisi kerja) – mencakup faktor lingkungan seperti pencahayaan, suhu, kebisingan, dan kenyamanan kerja.
- Consistency (konsistensi) – mengacu pada kestabilan dan keseragaman performa selama proses kerja berlangsung.

Setelah keempat faktor tersebut dianalisis dan diberikan nilai kesetaraan berdasarkan pengamatan, maka nilai performance rating dapat ditentukan dan digunakan untuk menghitung waktu baku secara lebih akurat pada Tabel 2. 2

Tabel 2. 2 *Performance Rating* dengan Sistem Westinghouse (Strimo 2008 dalam Firdaus & Kusuma, 2019)

SKILL			EFFORT		
0.15	A1	Super Skill	0.13	A1	Super Skill
0.13	A2	Super Skill	0.12	A2	Super Skill
0.11	B1	Excellent	0.10	B1	Excellent
0.08	B2	Excellent	0.08	B2	Excellent
0.06	C1	Good	0.05	C1	Good
0.03	C2	Good	0.02	C2	Good
0.00	D	Average	0.00	D	Average
-0.05	E1	Fair	-0.04	E1	Fair
-0.10	E2	Fair	-0.08	E2	Fair
-0.16	F1	Poor	-0.12	F1	Poor
-0.22	F2	Poor	-0.17	F2	Poor

SKILL			EFFORT		
CONDITION			CONSISTENCY		
0.06	A	Ideal	0.04	A	Ideal
0.04	B	Excellent	0.03	B	Excellent
0.02	C	Good	0.01	C	Good
0.00	D	Average	0.00	D	Average
-0.03	E	Fair	-0.02	E	Fair
-0.07	F	Poor	-0.04	F	Poor

Rumus dari Rating Faktor adalah (Firdaus & Kusuma, 2019) :

$$\begin{aligned} \text{Nilai Rating faktor} &= \text{skill} + \text{effort} + \text{condition} + \text{consistency} \\ p &= (1 - \text{nilai rating factor}) \end{aligned}$$

- e. Efisiensi stasiun (Rachman, 2015 dalam Astuti & Edy purwanto, 2019) adalah rasio antara waktu operasi setiap stasiun kerja (W_i) dengan waktu operasi stasiun kerja terbesar (W_s).

$$\text{Efisiensi Stasiun} = \frac{W_i}{W_s} \times 100\%$$

- f. *Line efficiency* usulan dihitung dengan menggunakan persamaan, (Sutalaksana, 2006 dalam Astuti & Edy purwanto, 2019) adalah berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu proses produksi:

$$\text{Line efficiency} = \frac{\sum W_i}{K \times CT} \times 100\%$$

- g. *Balance delay* usulan dihitung dengan menggunakan persamaan (Rachman, 2015 dalam Astuti & Edy purwanto, 2019) adalah Ukuran dari ketidakefisienan lintasan yang dihasilkan dari waktu mengganggu sebenarnya:

$$D = 1 - \text{Line Efficiency}$$

- h. *Smoothness Index* usulan dihitung dengan menggunakan persamaan adalah indeks yang menunjukkan kelancaran relatif dari penyeimbangan lini perakitan tertentu (Astuti & Edy purwanto, 2019):

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^k (Ws - Wi)^2}$$

- i. Menentukan *Takt Time* (Zaneta et al., 2023).

$$Takt\ Time = \frac{\text{net available time per 8 bulan}}{\text{total activity (Outbond) per 8 bulan}}$$

- j. Jumlah Minimum Stasiun Kerja (Zaneta et al., 2023).

$$n_{min} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Total waktu baku Outbond}}{\text{takt time Outbond}}$$

2.2.4. Root Cause Analysis (RCA)

Root Cause Analysis (RCA) merupakan metode sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi akar permasalahan secara mendalam dengan tahapan tertentu, menggunakan alat bantu seperti 5 Whys Analysis, Fishbone Diagram, dan Pareto Chart, guna memberikan solusi perbaikan yang relevan dan mencegah terulangnya masalah serupa di masa mendatang (Rouf & Muhammad, 2023).

Dalam melakukan Root Cause Analysis, menurut Andersen dan Fagerhaug dalam (Mega Astuti DR et al., 2019) memberikan pendekatan sistematis untuk memecahkan masalah, yaitu dengan mengidentifikasi penyebab terjadinya masalah, mencari cara untuk mengurangi atau menghilangkan penyebab tersebut, serta mencegah agar masalah yang sama tidak terjadi kembali di masa depan. Model pemecahan masalah yang dikembangkan oleh Andersen dan Fagerhaug terdiri dari tujuh tahap, yaitu (Mega Astuti DR et al., 2019):

- (a) *problem understanding*
- (b) *problem cause brainstorming*
- (c) *problem cause data collection*
- (d) *problem cause data analysis*
- (e) *root cause identification*
- (f) *problem elimination*
- (g) *solution implementation.*

Pada setiap tahap analisis, tersedia berbagai pilihan tools yang dapat digunakan dan disesuaikan dengan kebutuhan, seperti *fishbone* diagram, diagram Pareto, dan 5 Whys Analysis. Ketiga alat ini tidak hanya membantu dalam menemukan akar penyebab permasalahan secara mendalam, tetapi juga memfasilitasi peneliti dalam menentukan bentuk intervensi yang tepat guna mengatasi kondisi yang benar-benar terdampak, bukan sekadar menangani gejalanya saja, serta mencegah kemungkinan terulangnya masalah serupa di masa mendatang (Mega Astuti DR et al., 2019).

Menurut Rosyidi (2021) dalam (Arif & Gunawan, 2023), diagram Pareto digunakan untuk mengidentifikasi masalah atau penyebab utama yang menjadi kunci dalam penyelesaian permasalahan, serta memberikan perbandingan terhadap keseluruhan penyebab yang ada. Alat ini mengacu pada Prinsip Pareto atau hukum 80:20, yang menyatakan bahwa sekitar 80% akibat biasanya disebabkan oleh 20% penyebab (Rouf & Muhammad, 2023). Sementara itu, menurut Mangindara et al. (2022) dalam (Arif & Gunawan, 2023), fishbone diagram atau diagram sebab-akibat merupakan alat visual yang berguna untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan menggambarkan secara grafis berbagai penyebab dan sub-penyebab yang berkontribusi terhadap suatu permasalahan. Adapun metode 5 Whys menurut Rouf & Muhammad (2023), adalah teknik analisis akar masalah yang didasarkan pada proses bertanya “mengapa” secara berulang—umumnya sebanyak lima kali atau hingga akar permasalahan ditemukan—di mana setiap jawaban menjadi dasar bagi pertanyaan berikutnya hingga membentuk rantai penyebab yang mengarah ke sumber utama masalah, sehingga metode ini efektif untuk mengidentifikasi penyebab mendasar dari suatu kegagalan atau ketidaksesuaian, serta memberikan fondasi yang kokoh untuk perbaikan jangka panjang.

2.2.5. 5W + 1H

Metode 5W+1H merupakan salah satu pendekatan yang efektif untuk mengumpulkan informasi dan menyelesaikan masalah, dengan mengajukan serangkaian pertanyaan mendasar untuk memahami suatu kondisi atau persoalan secara menyeluruh (Al-Abbasi dan Al-Shablawi, 2022 dalam Udonsathian & Worapun, 2024)

Metode 5W+1H telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang seperti jurnalistik, penelitian ilmiah, manajemen proyek, hingga pendidikan untuk memastikan analisis yang mendalam menumbuhkan kemampuan berpikir kritis sekaligus (Udonsathian & Worapun, 2024). Sebagai alat penting dalam pemecahan masalah dan pengambilan keputusan, metode ini

mendorong individu untuk mengeksplorasi skenario kompleks, mempertimbangkan berbagai sudut pandang, serta menyusun keputusan yang matang dan menyeluruh.

Lebih lanjut, metode 5W+1H berperan penting dalam pengembangan keterampilan berpikir analitis melalui proses sistematis dalam mengajukan pertanyaan "*What, Where, When, Who, Why, dan How*", sehingga memperkuat kemampuan individu dalam membedah masalah kompleks, mengidentifikasi informasi penting, serta merumuskan solusi yang efektif.

Dalam konteks penelitian ini, pendekatan 5W+1H digunakan untuk merancang solusi atas permasalahan keterlambatan aktivitas inbound dan outbound pada distribusi coil *HRC* di gudang, sehingga perbaikan yang diusulkan lebih sistematis, aplikatif, dan sesuai dengan kebutuhan operasional.

2.2.6. Return on Investment (ROI)

Dengan menghitung rasio laba terhadap biaya, pendekatan Return on Investment (ROI) mengevaluasi tingkat efisiensi atau laba dari sebuah investasi. ROI adalah salah satu metode keuangan yang paling banyak digunakan untuk menilai profitabilitas atau efektivitas investasi yang menjadikannya alat yang berharga untuk pengambilan keputusan (Thusini et al., 2022). Pada perhitungan ROI dapat dirumuskan secara matematis adalah sebagai berikut (Botchkarev, 2015).

$$ROI = \left(\frac{\text{Pendapatan Bersih} - \text{Biaya Investasi}}{\text{Biaya Investasi}} \right) \times 100\%$$

Dimana:

- Keuntungan Bersih = Pendapatan dari investasi - Biaya investasi
- Pendapatan Bersih = Pendapatan yang dihasilkan dari investasi
- Biaya Investasi = Total biaya yang dikeluarkan untuk investasi

Dalam konteks penelitian ini, ROI digunakan untuk menilai kelayakan investasi dalam pengembangan atau implementasi akan solusi system yang diusulkan. Analisis ROI membantu perusahaan menentukan apakah investasi akan menghasilkan manfaat yang sepadan dengan biayanya. Namun, perhitungan ROI dalam proyek TI sering kali menghadapi tantangan, seperti kesulitan dalam mengkuantifikasi manfaat tidak berwujud dan ketidakpastian dalam estimasi biaya dan manfaat (Thusini et al., 2022).

Pendekatan ROI adalah metode yang mudah dipahami dan dihitung untuk menilai keberhasilan investasi. Selain itu, ROI memungkinkan untuk membandingkan berbagai

kemungkinan investasi, yang memudahkan pengambilan keputusan. Namun, pendekatan ini juga memiliki kekurangan. ROI tidak selalu mewakili nilai sebenarnya dari investasi jangka panjang karena mengabaikan nilai waktu uang. Selain itu, sering kali sulit untuk mengukur keuntungan tak berwujud secara tepat, dan hasil ROI sangat rentan terhadap ketidakakuratan dalam estimasi biaya dan manfaat (Farhan et al., 2023).

BAB III

METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor penyebab pemborosan dalam aktivitas pergudangan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif dengan metode pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan analisis data historis. Hasil analisis tersebut kemudian digunakan untuk merancang solusi yang dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi pemborosan dalam proses pemuatan dan distribusi material di gudang.

3.1 Objek dan Subjek Penelitian

Objek penelitian ini adalah alur operasional pergudangan di PT. Krakatau Argo Logistics, dengan fokus pada identifikasi faktor penyebab inefisiensi, keterlambatan dalam proses bongkar muat, serta distribusi beban kerja. Penelitian ini akan mengidentifikasi akar permasalahan (Root Cause Analysis) yang menyebabkan bottleneck pada aktivitas gudang dan mencari solusi optimal melalui pendekatan Line Balancing untuk meningkatkan efisiensi operasional. Subjek penelitian adalah para ahli (expert) yang memiliki peran strategis dalam pengelolaan operasional pergudangan di PT. Krakatau Argo Logistics. Mereka terdiri dari manajer, supervisor, dan personel terkait yang memiliki wawasan mendalam mengenai kendala operasional serta upaya peningkatan efisiensi. Penelitian dilakukan di lokasi PT. Krakatau Argo Logistics yang beralamat di Jalan Afrika No. 2, Kawasan PT. Krakatau Posco, Kota Cilegon, Provinsi Banten.

3.2 Jenis Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua jenis data utama, yaitu data primer dan data sekunder, yang dikumpulkan melalui berbagai teknik, termasuk observasi, wawancara, kuesioner, dan studi literatur.

1. Data Primer

Data primer diperoleh langsung dari lapangan melalui observasi di gudang luar, wawancara dengan manajer warehouse, leader gudang luar, dan admin gudang luar (coil), serta kuesioner kepada karyawan gudang. Data yang dikumpulkan mencakup alur kerja operasional, kendala yang menyebabkan bottleneck, serta pemborosan dalam inbound dan outbound.

2. Data Sekunder

Data yang diperoleh dari sumber-sumber lain, seperti buku, artikel ilmiah, jurnal, berita, serta prosiding, yang digunakan sebagai data pendukung dalam penelitian disebut data sekunder.

3.3 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini, ada dua jenis variabel yang digunakan, yaitu variabel yang mempengaruhi atau memengaruhi hasil penelitian (variabel bebas) dan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas (variabel terikat). Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah faktor penyebab keterlambatan pada aktivitas inbound dan outbound yang ada di pergudangan material baja dan penilaian” nya. Ini berperan sebagai input dalam penelitian ini. Variabel terikat adalah faktor yang dipengaruhi oleh variabel bebas dalam penelitian ini. Dalam kasus ini, output dari penelitian adalah rancangan akan inovasi sistem/ instruksi kerja yang dapat diterapkan oleh perusahaan dan pengurangan persentase waktu pemborosan / idle time nya.

3.4 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, beberapa teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data antara lain:

1. Dokumentasi data perusahaan untuk mengetahui permasalahan pemborosan & kondisi pada perusahaan.
2. Melakukan wawancara kepada manajer, leader gudang, staff administrasi dan pekerja mengenai kejadian keterlambatan yang terjadi berdasarkan observasi lapangan, data historis dan penyebaran kuesioner kepada karyawan gudang. Data yang dikumpulkan meliputi informasi tentang alur kerja, tantangan operasional, serta pemborosan dalam pengelolaan material baja di pergudangan pada perusahaan.
3. Mengidentifikasi penyebab lebih lanjut menggunakan metode *root cause analys* (RCA)
4. Merancang penyelesaian dengan metode 5W + 1H
5. Menyelesaikan masalah pemborosan (bottleneck) menggunakan metode *line balancing*.
6. Mengukur tingkat perubahan persentase penurunan waktu dimasa depan dengan penerapan perancangan yang ditawarkan.

3.5 Instrumen Penelitian

Peralatan yang digunakan selama proses penelitian disebut instrumen penelitian. Beberapa instrumen yang terlibat dalam penelitian ini di antaranya adalah sebagai berikut.

1. Kuesioner Penyebab Pengumpulan Data Frekuensi Keterlambatan Bongkar Muat di Gudang Coil (RCA).
2. Kuesioner data waktu inbound dan outbound untuk metode (line balancing).
3. Software pengolahan data microsoft excel.

3.6 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

3.6.1. Tahap Persiapan

Untuk memastikan bahwa penelitian berjalan dengan lancar, tahap persiapan harus dilakukan secara sistematis, sehingga disusun tahapan sebagai berikut.

1. Mencari informasi dari buku, jurnal, dan penelitian lain yang berkaitan dengan tema penelitian melalui studi pustaka.
2. Mengurus kelengkapan ijin pelaksanaan penelitian.
3. Menentukan jadwal pertemuan dengan pihak-pihak terkait.
4. Menyiapkan instrumen penelitian.
5. Memberikan pengarahan teknis pengisian kepada pihak-pihak terkait.

3.6.2. Tahap Pengolahan dan Analisis Data

Tahap pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara sistematis untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan pemborosan dan keterlambatan dalam operasional gudang luar. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan data adalah sebagai berikut.

3.6.2.1. Identifikasi Faktor Keterlambatan.

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data melalui observasi di gudang luar, wawancara dengan manajer warehouse, leader gudang luar, serta admin gudang luar (coil), dan dokumentasi data historis operasional. Tujuan dari langkah ini adalah untuk memahami faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan dalam proses inbound dan outbound barang. Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan metode Fishbone Diagram untuk mengelompokkan faktor penyebab keterlambatan berdasarkan kategori manusia, metode kerja, material, lingkungan, mesin, dan manajemen.

3.6.2.2. Penentuan Faktor Utama Penyebab Keterlambatan

Setelah faktor-faktor keterlambatan teridentifikasi, dilakukan analisis menggunakan Pareto Chart untuk mengetahui faktor utama yang memiliki dampak paling signifikan terhadap keterlambatan. Dengan menggunakan prinsip Pareto 80/20, analisis ini membantu menentukan bahwa sebagian besar dampak disebabkan oleh sebagian kecil faktor dominan. Hasil dari tahap ini akan menjadi dasar dalam menentukan prioritas permasalahan yang perlu segera diselesaikan.

3.6.2.3. Analisis Akar Penyebab Keterlambatan

Setelah faktor dominan ditemukan, dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan metode 5 Whys untuk menggali akar penyebab dari faktor-faktor tersebut. Dengan menanyakan "mengapa" secara berulang hingga lima kali, metode ini membantu menemukan akar permasalahan yang sebenarnya, sehingga solusi yang diusulkan nantinya lebih tepat sasaran dan efektif dalam mengatasi permasalahan yang terjadi.

3.6.2.4. Penyusunan Rancangan Solusi

Berdasarkan hasil analisis akar penyebab, dilakukan penyusunan rancangan solusi dengan metode 5W+1H. Pendekatan ini digunakan untuk memastikan bahwa solusi yang dirancang spesifik dan dapat diterapkan dengan menjawab pertanyaan berikut:

- *What*: Apa solusi yang harus diterapkan?
- *Why*: Mengapa solusi ini diperlukan?
- *Who*: Siapa yang bertanggung jawab dalam implementasi solusi?
- *Where*: Di mana solusi ini diterapkan?
- *When*: Kapan solusi ini mulai dijalankan?
- *How*: Bagaimana cara implementasi solusi ini?

3.6.2.5. Perancangan Solusi untuk Mengatasi Keterlambatan

Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini merancang beberapa solusi utama untuk mengatasi pemborosan dalam operasional gudang luar, yaitu:

- Perancangan Sistem Booking Slot Bongkar Muat Warehouse Luar (*HRC*) untuk mengoptimalkan alur keluar-masuk kendaraan dan mengurangi antrian yang menyebabkan keterlambatan.
- Pengukuran Waktu Baku dan Penerapan Line Balancing untuk Mengurangi Bottleneck, yang menjadi aspek utama dalam penelitian ini. Line Balancing diterapkan untuk mengoptimalkan distribusi beban kerja di berbagai stasiun operasional gudang luar.

Analisis dilakukan dengan mengukur waktu baku pada setiap tahapan kerja guna mengidentifikasi ketidakseimbangan dalam proses. Dengan menyeimbangkan lini kerja, penelitian ini bertujuan untuk mengurangi waktu tunggu yang tidak perlu, meningkatkan efisiensi operasional, serta memastikan bahwa alur kerja tidak terhambat di titik-titik tertentu yang menjadi bottleneck.

- Perancangan Format Pelaporan Komunikasi antara Tim *HRC Coil Transport* dan Tim Gudang, untuk memastikan koordinasi yang lebih baik dalam aktivitas inbound dan outbound.
- Perancangan Area Buka Tutup Terpal Trailer Gudang Luar (*HRC*) guna mempercepat proses persiapan bongkar muat dan menghindari gangguan cuaca.
- Perancangan *Checklist Forklift* oleh Operator untuk *Preventive Maintenance*, sebagai langkah pencegahan agar kondisi forklift tetap optimal dan tidak menyebabkan hambatan operasional.
- Perancangan Buffer Area untuk Penyimpanan *Coil Outbound*, agar tidak terjadi keterlambatan akibat coil outbound yang terhalang oleh aktivitas inbound saat volume kerja sedang tinggi.

3.6.2.6. Pembahasan dan Penarikan Kesimpulan dan Saran

Setelah rancangan solusi disusun, dilakukan pembahasan terkait potensi implementasi solusi dalam meningkatkan efisiensi operasional gudang luar. Evaluasi dilakukan terhadap kemungkinan dampak dari penerapan metode *Line Balancing* dalam mendistribusikan beban kerja secara merata guna mengurangi pemborosan waktu dan meningkatkan kelancaran operasional. Selain itu, sistem booking slot yang dirancang diharapkan dapat memperbaiki alur pergerakan kendaraan dan mengurangi keterlambatan bongkar muat.

Penerapan solusi ini nantinya akan digambarkan melalui penurunan waktu operasional yang terjadi setelah implementasi. Dengan *Line Balancing*, *bottleneck* dalam proses bongkar muat dapat diminimalkan, sehingga distribusi kerja lebih optimal dan mengurangi waktu idle pekerja. Selain itu, dengan diterapkannya Sistem *Booking Slot*, diharapkan dapat mengatur kedatangan truk secara lebih terstruktur sehingga tidak terjadi penumpukan kendaraan yang menyebabkan keterlambatan.

Selain dua solusi utama tersebut, rancangan seperti Buffer Area, *Checklist Preventive Maintenance Forklift*, serta Format Pelaporan Komunikasi yang Lebih Terstruktur juga akan berkontribusi dalam memperbaiki efisiensi operasional. Penurunan waktu akibat penerapan solusi ini akan dianalisis dan ditampilkan dalam bentuk perbandingan antara kondisi sebelum

dan sesudah implementasi, untuk menggambarkan dampak yang dihasilkan terhadap kelancaran operasional gudang luar.

Dengan adanya implementasi solusi berbasis *Line Balancing*, sistem booking slot, dan optimalisasi proses kerja lainnya, perusahaan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasionalnya secara signifikan. Analisis lebih lanjut akan menunjukkan bagaimana penerapan solusi ini berkontribusi dalam mengurangi pemborosan dan meningkatkan kapasitas throughput gudang, sehingga dapat menangani volume kerja lebih tinggi tanpa perlu ekspansi sumber daya yang besar. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi bagi perusahaan dalam meningkatkan efisiensi operasional gudang luar melalui solusi berbasis analisis yang komprehensif terhadap faktor penyebab pemborosan. Kesimpulan yang dihasilkan akan menjadi dasar dalam pengambilan keputusan strategis guna menciptakan proses kerja yang lebih optimal dan berkelanjutan.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Dalam bab ini akan dibahas mengenai cara mengumpulkan dan mengolah data penelitian. Data yang didapatkan berasal dari PT Krakatau Argo Logistics. Gambaran perusahaan seperti profil dan jenis pekerjaan dikumpulkan untuk tahapan awal penelitian. Data lainnya yaitu guna mencapai tujuan penelitian, yakni Report Project Bulanan, data identitas perusahaan, data SOP departemen. Dibagian lain, untuk metode pengolahannya seperti penjelasan pada bab sebelumnya.

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Identifikasi Keuntungan / profit dari warehousing

Perusahaan ini memiliki beberapa aspek yang menentukan laju kembangnya kehidupan bisnisnya. Aspek yang paling penting yang dimiliki perusahaan adalah pada kegiatan warehousing. Terdapat berbagai jenis kegiatan *warehousing* yang dimiliki perusahaan dalam mendapatkan pemasukan, beberapa diantaranya, yaitu Pendapatan Variabel dan Pendapatan Non Variabel. Pendapatan non variable yaitu Pendapatan akan pengelolaan manajemen gudang A (SLAB 1), B (SLAB 2), C (COIL 1), dan D (Ferro Alloy). Pendapatan Variabel diantaranya adalah pendapatan aktivitas *elevation truck*, pendapatan total aktivitas *reach stacker*, pendapatan *total marking*, dan pendapatan *total inventory*. Total keuntungan yang didapatkan Perusahaan dari kegiatan warehousing pada bulan januari – oktober 2024 dapat dilihat pada Gambar 4. 1 **Error! Reference source not found.**

Dashboard Keuntungan		Bulan											
No	Gudang	Quantity	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	
1	ISY	Total Inbound (Tonase)	30,093	29,376	29,467	53,596	28,203	87,057	35,909	61,140	51,328	71,848	
		Total Outbound (Tonase)	91,291	30,001	28,020	25,202	43,545	40,284	79,673	30,313	48,935	52,519	
		Total Handling (Tonase)	74,062	28,154	30,615	30,294	45,630	61,289	84,562	90,688	40,400	41,539	
		TOTAL PENDAPATAN ISY (RP)	Rp 217,464,049	Rp 115,793,133	Rp 116,292,667	Rp 182,251,262	Rp 136,524,194	Rp 289,016,309	Rp 257,769,267	Rp 236,277,929	Rp 171,501,209	Rp 200,271,707	
2	OSY	Total Inbound (Tonase)	44,386	42,987	31,073	36,678	29,950	24,798	22,869	40,561	44,884	36,852	
		Total Outbound (Tonase)	-	-	-	-	-	-	4,465	70,548	92,129	102,176	
		Total Handling (Tonase)	19,192	15,681	11,231	15,335	13,409	26,384	20,575	23,962	35,023	35,947	
		TOTAL PENDAPATAN OSY (RP)	Rp 210,525,964	Rp 254,909,992	Rp 241,254,846	Rp 166,271,509	Rp 224,476,480	Rp 243,206,952	Rp 254,203,575	Rp 288,465,938	Rp 291,773,094	Rp 259,505,340	
3	HAMASA & TRIKUSUMA	Total Inbound (Tonase)	60,745	48,462	55,515	52,209	52,273	50,987	45,274	48,886	52,192	52,095	
		Total Outbound (Tonase)	52,866	40,598	47,040	50,959	41,053	43,128	41,460	45,664	53,639	55,179	
		Total Handling (Tonase)	51,673	42,454	44,128	39,203	52,451	46,515	48,156	46,832	53,604	53,943	
		TOTAL PENDAPATAN Gd.Luar (RP)	Rp 969,598,035	Rp 622,982,927	Rp 690,862,154	Rp 498,157,202	Rp 1,034,621,380	Rp 800,828,876	Rp 837,108,530	Rp 798,632,900	Rp 1,062,627,669	Rp 1,083,720,720	
4	ALLOY	Total Inbound (Tonase)	6,713	5,946	5,363	7,968	6,335	5,574	6,730	8,590	5,035	6,573	
		Total Outbound (Tonase)	5,971	6,309	7,483	6,548	6,747	6,795	5,909	7,135	5,183	6,562	
		Total Handling (Tonase)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		TOTAL PENDAPATAN ALLOY (RP)	Rp 256,524,000	Rp 256,524,000	Rp 256,524,000	Rp 256,524,000	Rp 256,524,000	Rp 256,524,000	Rp 256,524,000	Rp 256,524,000	Rp 256,524,000	Rp 256,524,000	

Gambar 4. 1 Keuntungan Kegiatan Warehousing Bulan Januari- Oktober 2024

Dapat dilihat didalam grafik tersebut, pendapatan terbesar didapatkan melalui kegiatan aktivitas di Gudang hamasa & trikusuma dengan jumlah rata rata tertinggi pertama dan disusul

oleh Gudang alloy. Akan tetapi pada alloy pendapatan bulanan terhitung stagnan / tidak terpengaruh oleh perbedaan jumlah Tonase bulanan sedangkan Hamasa & Trikusuma (Gudang coil) memiliki keuntungan yang berbeda” tergantung dari jumlah Tonase yang didapatkan.

Selain itu apabila melihat pada perjanjian awal terkait warehousing Gudang oleh Perusahaan Costumer, PT, KAL diharuskan memiliki kemampuan untuk memenuhi perjanjian *bidding* pada projek” yang telah diberikan oleh costumer, khususnya adalah project coil. Dapat dilihat pada gambar dibawah perbandingan jumlah coil perusahaan KAL hanya dapat 53%, sedangkan pada awal perjanjian diharuskan memiliki perbandingan 70:30 dengan kompetitor. Hal ini lah yang menjadi sebuah pertimbangan bahwa aktivitas inbound dan outbond di Gudang Hamasa & Trikusuma perlu diperhatikan pada Tabel 4. 1

Tabel 4. 1 Laporan Aktivitas Transfer PT. KAL dan PKG

Transport	KAL (Hamasa-Trikusuma)			PKG (Daewoo)			TOTAL
	Ritase	Tonnage	Persent	Ritase	Tonnage	Persent	
January	1,358	60,931 MT	55.0%	1,091	49,818 MT	45.0%	110,749MT
February	985	42,104 MT	56.6%	736	32,314 MT	43.4%	74,418 MT
March	997	43,945 MT	54.8%	827	36,205 MT	45.2%	80,150 MT
April	882	39,185 MT	53.2%	779	34,501 MT	46.8%	73,685 MT
May	1,238	52,794 MT	55.8%	984	41,852 MT	44.2%	94,646 MT
June	1,088	46,513 MT	52.2%	1,024	42,650 MT	47.8%	89,163 MT
July	1,098	48,192 MT	51.8%	1,040	44,801 MT	48.2%	92,993 MT
Agustus	1,075	46,936 MT	53.1%	1,001	41,398 MT	46.9%	88,335 MT
September	1,170	53,603 MT	50.2%	1,180	53,232 MT	49.8%	106,834MT
October	1,189	53,919 MT	53.5%	1,072	46,949 MT	46.5%	100,868 MT
November	1,158	51,166 MT	49.9%	1,243	51,340 MT	50.1%	102,506 MT
December	1,107	47,747 MT	50.8%	1,110	46,228 MT	49.2%	93,975 MT
Total	13,345	587,036 MT	53.0%	12,087	521,288 MT	47.0%	1,108,324 MT

Oleh karena itu dalam menganalisis akar penyebab masalah, Andersen dan Fagerhaug menyarankan pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab masalah, mencari cara untuk mengurangi dampaknya, serta mencegah terulangnya masalah di masa depan. Model ini memiliki 7 Tahapan, Dimana ada 6 dari 7 tahapan dengan tools yang digunakan oleh peneliti dalam menemukan akar penyebab masalah sekaligus menentukan solusi yang tepat.

4.1.2 Identifikasi penyebab akar masalah (*Root Cause Analysis*)

4.1.2.1 Memahami masalah (*problem understanding*)

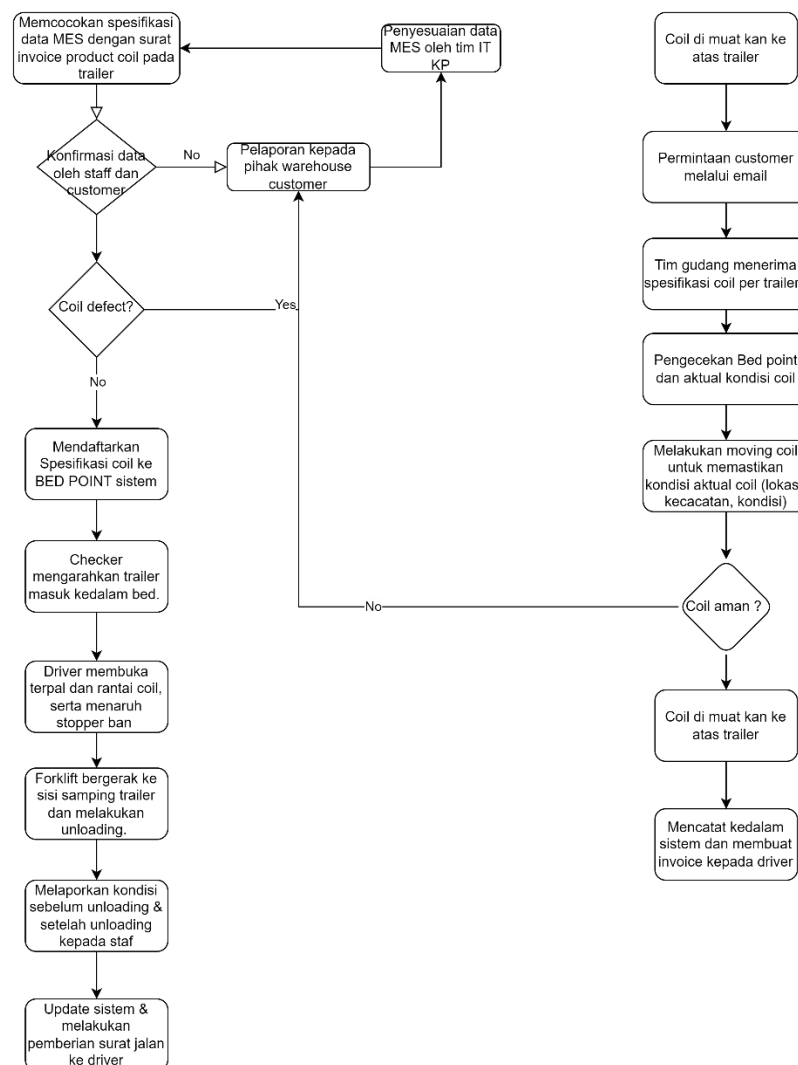
Peneliti mengidentifikasi dan menganalisis gejala masalah yang muncul, yang menyebabkan penurunan kinerja operasional di gudang. Peneliti bersama manajer warehousing berdiskusi untuk memperoleh deskripsi kerja yang lebih jelas dari tim gudang hamasa & trikusuma.

Awalnya, sub divisi gudang luar memiliki 3 gudang akan tetapi sejak september 2022 jumlah gudang luar yang awalnya ada 3 berkurang menjadi 2. Dilain sisi ditahun 2023 jumlah tonase inbound dan outbond meningkat. Sub divisi ini dibentuk untuk mengatur dan mengelola semua aktivitas pergudangan di gudang luar termasuk didalamnya pekerjaan administrasi maupun operasional dari mulai loading/unloading, moving, remarking, administrasi & pelaporan aktivitas pergudangan. Gejala masalah yang ditemukan disini adalah keterlambatan dalam proses inbound dan outbond barang coil sehingga munculnya komplain dari vendor maupun customer.

4.1.2.2 Melakukan brainstorming penyebab masalah (*problem cause brainstorming*)

Pada tahap ini, peneliti melakukan brainstorming untuk mengidentifikasi langkah-langkah yang kurang tepat dilaksanakan oleh sub divisi yang terkait, yaitu sub divisi gudang luar (Hamasa dan Trikusuma). Peneliti menggunakan teknik *unstructured brainstorming* sebagai alat untuk menggali ide atau gagasan terkait masalah yang ada. Dari hasil brainstorming Bersama manager, supervise dan leader sub divisi, muncul beberapa ide terkait indikator keterlambatan, antara lain:

1. Keterlambatan *Inbound*: Terjadi penundaan dalam proses penerimaan barang, yang bisa disebabkan oleh jadwal pengiriman yang tidak sesuai atau kesalahan dalam koordinasi antara pihak pengirim dan gudang.
2. Keterlambatan *Outbound*: Terdapat keterlambatan dalam pengiriman barang kepada pelanggan, yang dipengaruhi oleh masalah seperti kurangnya kendaraan atau perencanaan pemuatan yang tidak efisien.
3. Keterlambatan *Moving*: Proses pemindahan barang antar lokasi di gudang yang tidak efisien, yang menyebabkan penundaan dalam pemrosesan barang untuk outbound maupun inbound.



Gambar 4. 2 Diagram Alir Aktivitas *Inbound-Outbond-Moving* DI Gudang Luar

4.1.2.3 Mengumpulkan data penyebab masalah (*problem cause data collection*)

Tahap ini merupakan tahap pengumpulan data dengan melakukan wawancara terlebih dahulu kepada manajer warehousing, supervisor dan leader gudang itu sendiri.

- a) Karena adanya bottleneck yang ditandakan waktu menganggur di salah satu pekerjaan.
- b) Karena ketika ada permintaan coil tertentu yang berada pada area dalam tumpukan (bed point), tim membutuhkan waktu untuk moving coil.
- c) Karena Coil yang diminta mengalami defect sehingga memerlukan konfirmasi ulang kepada customer.
- d) Karena informasi yang diberikan departemen terkait tidak detail sehingga tim gudang memerlukan waktu untuk menghitung dan menyusun list coil pada sistem kemudian mencocokkannya.
- e) Karena Trailer yang akan muat datang bersamaan disatu waktu.
- f) Karena Forklift mengalami *trouble / maintenance*.
- g) Karena Hujan deras / angin kencang.
- h) Karena Gudang mengalami pemadaman listrik.
- i) Karena memuat kembali keatas trailer kesalahan pemuatan coil keatas trailer oleh tenaga kerja.

4.1.2.4 Menganalisis data penyebab masalah (*problem cause data analysis*)

Tahap selanjutnya adalah analisis Tahap ini selanjutnya dilakukan penganalisan data, dimana enam aspek yang disebut 6M. Enam aspek ini antara lain, *Man* (Manusia), *Machine* (Mesin), *Method* (Metode), *Material* (Material), *Measurement* (Pengukuran), *Environment* (Alam).

1. *Man* (Manusia)

Faktor manusia memegang peran penting dalam memperlancar operasional gudang. Ketidaksiapan atau kesalahan manusia dapat menyebabkan keterlambatan di berbagai tahapan operasional:

- *Inbound:*

Staf yang kurang terlatih atau tidak memahami prosedur yang benar sering kali

melakukan kesalahan dalam memeriksa barang yang masuk. Ini mencakup kesalahan pencatatan data, salah input spesifikasi coil, serta kegagalan dalam mengidentifikasi defect pada coil yang diterima. Akibatnya, proses *inbound* memakan waktu lebih lama karena perlu dilakukan koreksi manual.

- *Outbound:*

Kesalahan pemuatan coil ke trailer oleh tenaga kerja yang tidak berpengalaman atau kurang teliti dapat menyebabkan coil yang salah dikirim ke customer. Hal ini dapat memicu pengembalian barang yang memperpanjang waktu pengiriman dan menyebabkan ketidakefisienan operasional.

- *Moving:*

Ketidaktepatan dalam penempatan coil di gudang akibat kurangnya pelatihan staf menyebabkan waktu tambahan saat mencari coil yang sesuai dengan permintaan pelanggan. Kesalahan ini juga dapat memicu kebutuhan repositioning yang memperlambat pergerakan barang di gudang.

2. *Machine* (Mesin)

Kondisi peralatan yang tidak optimal memiliki dampak besar terhadap kelancaran operasional gudang:

- *Inbound:*

Forklift yang mengalami kerusakan atau sedang dalam proses perawatan (*maintenance*) menyebabkan barang tidak dapat segera diturunkan dari kendaraan pengangkut. Hal ini membuat kendaraan harus menunggu lebih lama, yang akhirnya memperlambat proses penerimaan barang.

- *Outbound:*

Forklift yang tidak tersedia karena rusak atau sedang digunakan untuk proses lain memperlambat pemuatan coil ke trailer. Hal ini mengakibatkan antrean trailer yang menunggu untuk dimuat semakin panjang dan berdampak pada keterlambatan pengiriman barang ke customer.

- *Moving:*

Forklift yang bermasalah memperlambat proses pemindahan coil antar lokasi di gudang. Ketika forklift tidak dalam kondisi optimal, proses moving menjadi lebih

lambat, dan terkadang coil tidak dapat dipindahkan sesuai jadwal yang telah ditentukan.

3. Method (Metode)

Kurangnya informasi detail dari departemen terkait membuat tim gudang harus menghitung dan menyusun list coil secara manual di sistem & Kedatangan trailer secara bersamaan tanpa jadwal yang terstruktur menyebabkan penumpukan aktivitas pemuatan:

- *Inbound:*
Dalam Inbound, Hal ini memperlambat inbound karena memerlukan waktu tambahan untuk memverifikasi data saat barang masuk & trailer yang menunggu giliran menyebabkan keterlambatan penerimaan barang.
- *Outbound:*
Outbound terhambat karena ketidakjelasan informasi membuat pemuatan coil tidak sesuai jadwal & antrian pemuatan trailer yang tidak efisien memperpanjang waktu operasional.
- *Moving:*
Pada Moving, koordinasi menjadi tidak efektif karena informasi yang tidak sinkron menghambat pencarian coil yang tepat & pemindahan menjadi tidak terorganisir karena prioritas pemuatan yang mendadak.

4. Material (Material)

Kualitas dan pengelolaan material yang buruk dapat memicu berbagai keterlambatan operasional:

- *Inbound:*
Coil yang mengalami defect atau tidak sesuai spesifikasi menjadi salah satu penyebab keterlambatan dalam proses inbound. Tim gudang perlu melakukan pengecekan ulang dan konfirmasi dengan supplier untuk memastikan apakah coil tersebut dapat diterima atau perlu dikembalikan.
- *Outbound:*
Coil yang rusak memerlukan konfirmasi tambahan dengan customer sebelum

dapat dikirim. Proses ini tidak hanya memakan waktu, tetapi juga berpotensi mengakibatkan customer dissatisfaction.

- *Moving:*
Coil yang tidak sesuai dengan permintaan memerlukan repositioning untuk memastikan coil yang sesuai dapat diakses dengan cepat. Proses ini memperlambat pergerakan barang di gudang dan menyebabkan ketidakefisienan dalam operasional.

5. *Measurement* (Pengukuran)

Tanpa metrik yang tepat untuk mengukur kinerja operasional, evaluasi dan perbaikan proses menjadi sulit dilakukan:

- *Inbound:*
Tidak adanya waktu standar atau *cycle time* untuk proses inbound menyebabkan kesulitan dalam mengevaluasi efisiensi penerimaan barang. Akibatnya, tim gudang tidak memiliki target waktu yang jelas untuk menyelesaikan proses inbound.
- *Outbound:*
Tanpa *cycle time* yang jelas, staf gudang bekerja tanpa target waktu yang terukur, sehingga proses pemuatan barang ke trailer menjadi tidak efisien. Hal ini menyebabkan antrean trailer yang menunggu untuk dimuat semakin panjang..
- *Moving:*
Tidak adanya *Key Performance Indicator (KPI)* yang jelas untuk proses moving menyebabkan kesulitan dalam memantau efisiensi pergerakan barang di gudang. Tanpa KPI, tim gudang tidak dapat mengetahui apakah proses moving telah berjalan dengan efisien atau perlu perbaikan.

6. *Environment* (Alam)

Faktor lingkungan yang tidak terkendali juga dapat mempengaruhi kelancaran operasional gudang:

- *Inbound:*
Hujan deras atau angin kencang memperlambat proses unloading barang dari

kendaraan pengangkut. Selain itu, kondisi cuaca yang buruk dapat mempengaruhi keamanan kerja staf gudang.

- *Outbound:*

Cuaca buruk mempengaruhi keamanan dan efisiensi pemuatan barang ke trailer. Jika proses pemuatan dilakukan saat hujan deras, coil berpotensi mengalami kerusakan akibat kelembapan.

- *Moving:*

Kondisi gudang yang basah akibat hujan meningkatkan risiko kecelakaan dan memperlambat pergerakan barang. Permukaan lantai yang licin dapat menyebabkan forklift kehilangan traksi, sehingga proses moving menjadi lebih lambat dan tidak aman.

Dapat dilihat aspek, faktor dan detail dari penyebab keterlambatan pada **Error! Reference source not found.** data aspek penyebab masalah.

Tabel 4. 2 Aspek & faktor keterlambatan inbound dan outbound

No	Aspek	Faktor	Detail
1	<i>Man</i> (Manusia)	Kesalahan Pemuatan coil ke Trailer oleh Tenaga Kerja	Kesalahan dalam pemuatan coil ke trailer memerlukan waktu tambahan untuk memindahkan dan menyusun ulang barang. Dalam inbound, kesalahan ini memperlambat proses penyimpanan karena barang yang salah posisinya harus diperbaiki. Untuk outbound, pemuatan ulang membuat trailer menunggu lebih lama. Dalam moving, coil yang salah muat perlu dipindahkan ke lokasi yang tepat sehingga mengganggu efisiensi pemindahan.

No	Aspek	Faktor	Detail
2	<i>Machine</i> (Mesin)	Forklift mengalami trouble atau dalam proses maintenance yang menyebabkan delay	Forklift yang mengalami kerusakan atau memerlukan maintenance menghambat kelancaran aktivitas gudang. Dalam inbound, barang yang masuk tidak dapat segera dipindahkan ke area penyimpanan. Untuk outbound, pemuatan barang ke trailer tertunda karena keterbatasan alat. Moving juga terdampak karena forklift yang tidak berfungsi memperpanjang waktu pemindahan coil.
3	<i>Method</i> (Metode)	Moving coil dari bed point yang membutuhkan waktu tambahan.	Permintaan coil tertentu yang berada pada area dalam tumpukan menyebabkan tim harus melakukan moving coil terlebih dahulu sebelum mengakses barang yang diinginkan. Hal ini memperlambat inbound karena perlu waktu untuk menata ulang tumpukan yang tergeser. Untuk outbound, moving yang memakan waktu membuat pemuatan coil ke trailer tertunda. Pada proses moving sendiri, efisiensi berkurang karena akses ke coil yang seharusnya cepat menjadi terhambat oleh penumpukan.
		Informasi yang Tidak Detail dari Departemen Terkait	Kurangnya informasi detail dari departemen terkait membuat tim gudang harus menghitung dan menyusun list coil secara manual di sistem. Hal ini memperlambat inbound karena memerlukan waktu

No	Aspek	Faktor	Detail
			<p>tambahan untuk memverifikasi data saat barang masuk. Outbound terhambat karena ketidakjelasan informasi membuat pemuatan koil tidak sesuai jadwal. Dalam moving, koordinasi menjadi tidak efektif karena informasi yang tidak sinkron menghambat pencarian koil yang tepat.</p>
		<p>Trailer Datang Bersamaan dalam Satu Waktu</p>	<p>Kedatangan trailer secara bersamaan tanpa jadwal yang terstruktur menyebabkan penumpukan aktivitas pemuatan. Untuk inbound, trailer yang menunggu giliran menyebabkan keterlambatan penerimaan barang. Dalam outbound, antrian pemuatan trailer yang tidak efisien memperpanjang waktu operasional. Pada moving, aktivitas pemindahan menjadi tidak terorganisir karena prioritas pemuatan yang mendadak.</p>
4	<p><i>Material</i> (Material)</p>	<p>Coil mengalami defect sehingga memerlukan konfirmasi ulang dengan customer.</p>	<p>Coil yang mengalami defect memerlukan waktu tambahan untuk konfirmasi ulang dengan customer terkait keputusan pemuatan. Untuk inbound, tim harus memisahkan barang yang rusak dari barang yang layak. Dalam outbound, pemuatan tertunda karena koil yang rusak harus digantikan atau dikonfirmasi ulang. Moving juga terdampak karena koil</p>

No	Aspek	Faktor	Detail
			yang rusak perlu dipindahkan ke area khusus untuk inspeksi lanjutan.
5	<i>Measurement</i> (Pengukuran)	Tidak ada pengukuran waktu baku atau KPI yang jelas dan ditandakan juga dengan penumpukan antrian di beberapa rangkaian pekerjaan.	Tanpa metrik yang tepat untuk mengukur kinerja operasional, evaluasi dan perbaikan proses menjadi sulit dilakukan. Dalam <i>inbound</i> , ketiadaan waktu standar menyebabkan kesulitan dalam mengevaluasi efisiensi penerimaan barang, sehingga tim gudang tidak memiliki target waktu yang jelas. Pada <i>outbound</i> , tanpa <i>cycle time</i> yang terukur, proses pemuatan barang ke trailer menjadi tidak efisien, memperpanjang antrean trailer. Untuk moving, ketiadaan <i>Key Performance Indicator</i> (KPI) menghambat pemantauan efisiensi pergerakan barang di gudang, membuat tim sulit mengetahui apakah proses sudah berjalan optimal atau perlu perbaikan.
6	<i>Environment</i> (Alam)	Cuaca buruk (hujan deras/angin kencang) yang menghambat aktivitas.	Cuaca buruk seperti hujan deras atau angin kencang menghambat aktivitas operasional di gudang. Karena saat hujan trailer (<i>inbound</i>) yang berada di luar gudang (tanpa terpal) diharuskan masuk ke dalam gudang agar coil tidak basah. Begitu juga dengan <i>outbound</i> , penerpalan dilakukan

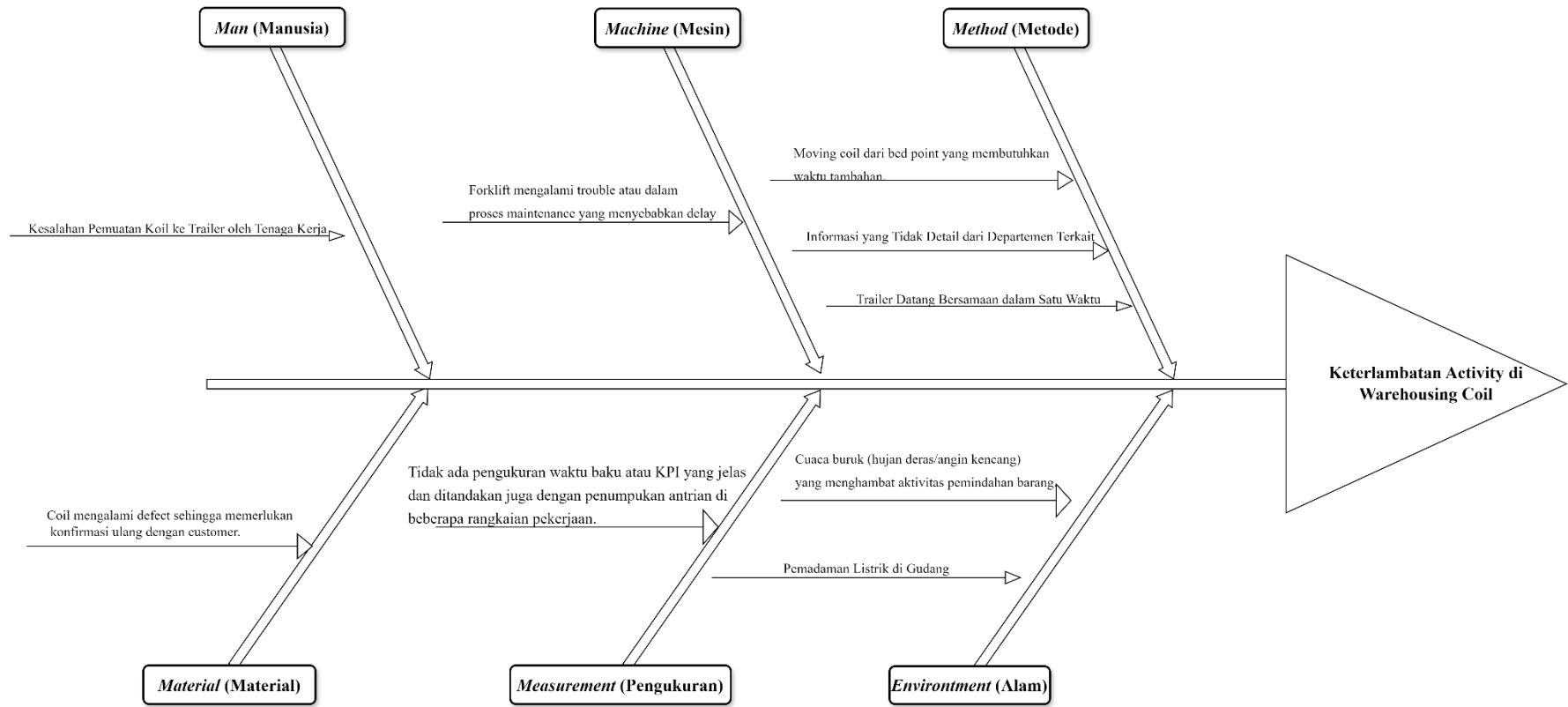
No	Aspek	Faktor	Detail
			didalam gudang. Untuk aktivitas moving saat hujan akan terganggu karena manuver forklift yang terbatas.
		Pemadaman Listrik di Gudang	Pemadaman listrik menyebabkan sistem dan alat-alat yang bergantung pada listrik tidak dapat digunakan. Dalam <i>inbound</i> , proses pencatatan barang masuk terhambat karena sistem tidak aktif. Untuk <i>outbound</i> , pemuatan tertunda karena alat berat yang tidak dapat beroperasi. Moving juga terhambat karena forklift elektrik tidak bisa digunakan.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1. Identifikasi penyebab akar masalah (*Root Cause Analysis*) (Lanjutan)

4.1.2.5 Mengidentifikasi akar penyebab (*root cause identification*)

Dalam tahap ini, masalah yang telah dikaji dan dikelompokkan penyebab masalahnya kemudian susun dalam cause and effect diagram atau yang lebih dikenal sebagai diagram fishbone. Masalah utama atau efek dari penyebab masalah tersebut diletakkan dikepala ikan. Kepala ikan dalam diagram yang akan divisualisasikan merupakan masalah utama dalam penelitian ini.



Gambar 4. 3 Diagram Fishbone Penyebab Keterlambatan Aktivitas Warehousing Coil

Pada bagian ini, analisis Pareto digunakan untuk mengetahui penyebab utama keterlambatan dalam operasional pengelolaan material baja di pergudangan. Dengan menerapkan prinsip Pareto, yang menyatakan bahwa sebagian besar masalah sering kali disebabkan oleh beberapa faktor kunci, Pareto Chart memungkinkan kita untuk mengidentifikasi dan memfokuskan upaya pada masalah yang paling signifikan. Hal ini berguna untuk memprioritaskan langkah-langkah perbaikan yang berdampak langsung terhadap pengurangan keterlambatan.

Melalui analisis ini, penyebab utama keterlambatan baik dalam proses inbound, outbound, maupun moving dapat diidentifikasi secara jelas. Dengan demikian, upaya eliminasi masalah dapat diarahkan pada faktor-faktor yang memberikan kontribusi terbesar terhadap keterlambatan, sehingga meningkatkan efisiensi dan kelancaran operasional.

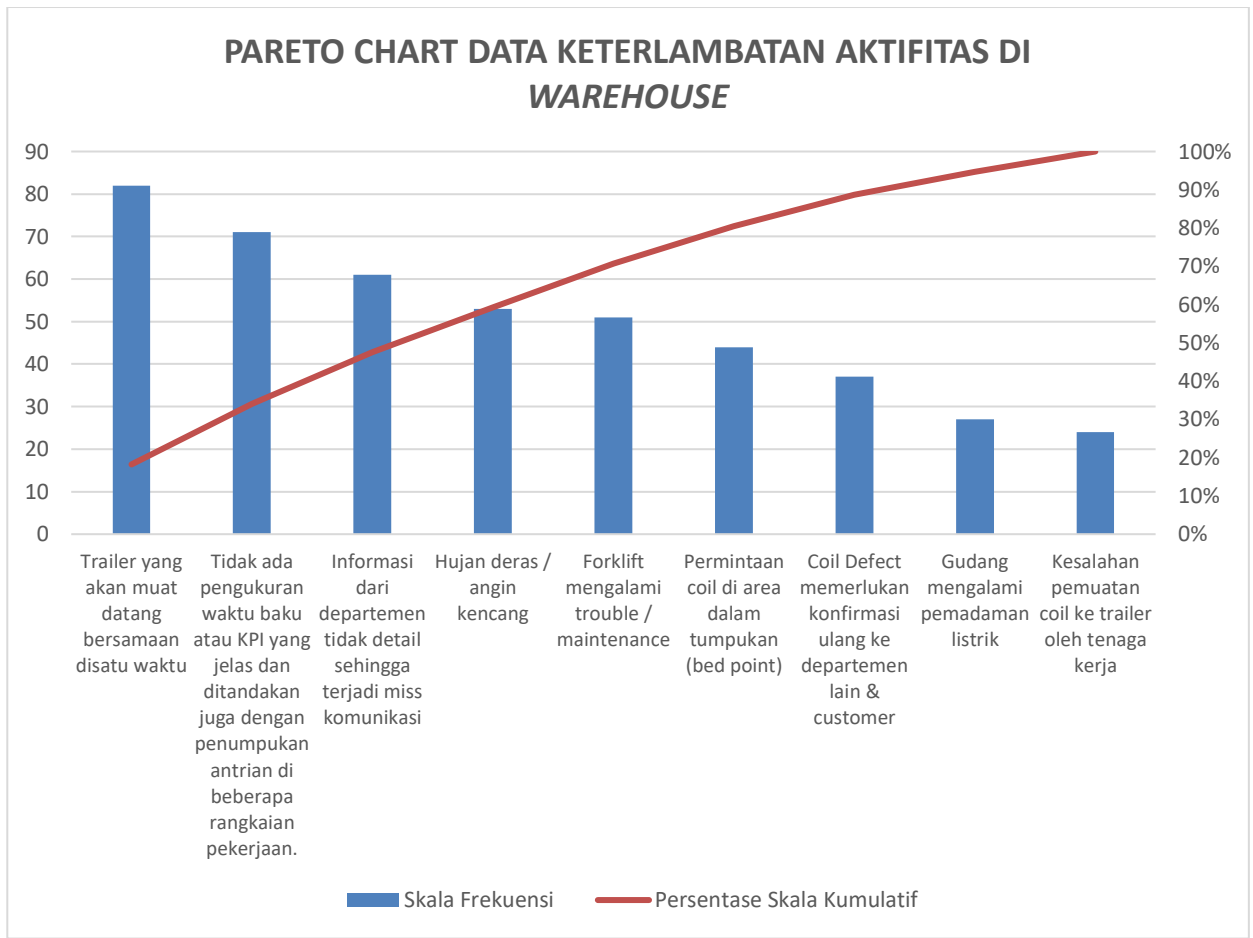
Tabel 4. 3 Klasifikasi Skala Frekuensi Keterlambatan dalam Pengelolaan Material

Skala	Kategori	Keterangan
1	Sangat Jarang	1-2 kali dalam 8 bulan
2	Jarang	3-5 kali dalam 8 bulan
3	Cukup Sering	6-10 kali dalam 8 bulan
4	Sering	11-14 kali dalam 8 bulan
5	Sangat Sering	lebih dari 14 kali dalam 8 bulan

Tabel 4. 4 Hasil Analisis Pareto terhadap Faktor-faktor Penyebab Keterlambatan di Gudang Coil

No	Penyebab Keterlambatan	Skala Frekuensi	Kumulatif Skala Frekuensi	Persentase Skala Kumulatif
1	Trailer yang akan muat datang bersamaan disatu waktu	82	82	18.22%
2	Tidak ada pengukuran waktu baku atau KPI yang jelas dan ditandakan juga dengan penumpukan antrian di beberapa rangkaian pekerjaan.	71	153	34.00%

No	Penyebab Keterlambatan	Skala Frekuensi	Kumulatif Skala Frekuensi	Persentase Skala Kumulatif
3	Informasi dari departemen tidak detail sehingga terjadi miss komunikasi	61	214	47.56%
4	Hujan deras / angin kencang	53	267	59.33%
5	Forklift mengalami trouble / maintenance	51	318	70.67%
6	Permintaan coil di area dalam tumpukan (bed point)	44	362	80.44%
7	Coil Defect memerlukan konfirmasi ulang ke departemen lain & customer	37	399	88.67%
8	Gudang mengalami pemadaman listrik	27	426	94.67%
9	Kesalahan pemuatan coil ke trailer oleh tenaga kerja	24	450	100.00%



Gambar 4. 4 Diagram Pareto Penyebab Keterlambatan Aktivitas Warehousing Coil

Berdasarkan hasil analisis Pareto pada data keterlambatan aktivitas di gudang, ditemukan bahwa enam faktor utama menyumbang sekitar 80% dari total permasalahan operasional. Faktor-faktor tersebut (dari yang paling tinggi ke rendah) adalah:

1. Kedatangan trailer yang bersamaan dalam satu waktu yang menyebabkan antrean pemuatan dan penundaan proses inbound serta outbound.
2. Tidak adanya pengukuran waktu baku atau KPI yang jelas, yang memicu ketidakefisienan dan penumpukan pekerjaan dalam berbagai aktivitas operasional.
3. Kurangnya informasi detail dari departemen terkait, yang memperlambat pengelolaan data dan proses pemuatan coil.
4. Cuaca buruk (hujan deras dan angin kencang) yang menghambat aktivitas di area terbuka gudang.
5. Forklift mengalami trouble atau memerlukan maintenance, yang menyebabkan gangguan dalam proses moving barang.

6. Permintaan coil di area dalam tumpukan (bed point) yang memerlukan waktu tambahan untuk moving barang.

Dengan fokus pada perbaikan keenam faktor ini, diharapkan efisiensi operasional gudang dapat meningkat secara signifikan dan keterlambatan aktivitas dapat diminimalkan. Selanjutnya dilakukan analisis 5 Whys untuk mengetahui akar masalah dari ke 6 penyebab ini. Dengan menyelidiki lebih dalam melalui pertanyaan "mengapa" secara berulang, kita dapat mengungkap berbagai faktor yang menyebabkan keterlambatan terjadi. Hal ini memungkinkan untuk mengembangkan strategi perbaikan yang lebih terarah dan efisien secara keseluruhan.

1. Trailer Datang Bersamaan dalam Satu Waktu.

Tabel 4. 5 Analisis 5 Why untuk Masalah Trailer Datang Bersamaan

WHY ?	Penyebab Utama
Mengapa trailer datang bersamaan?	Karena tidak ada jadwal kedatangan yang terstruktur.
Mengapa tidak ada jadwal yang terstruktur?	Karena tidak ada sistem atau mekanisme yang mengatur slot kedatangan trailer.
Mengapa sistem penjadwalan belum diterapkan?	Karena koordinasi antara vendor, operasional transporter, dan gudang masih manual dan tidak real-time.
Mengapa koordinasi masih manual?	Karena belum ada sistem digital untuk booking slot kedatangan.

2. Tidak ada pengukuran waktu baku atau KPI yang jelas dan ditandakan juga dengan penumpukan antrian di beberapa rangkaian pekerjaan.

Tabel 4. 6 Analisis 5 Why untuk Masalah Ketidakjelasan Pengukuran Waktu Baku dan KPI

WHY ?	Penyebab Utama
Mengapa tidak ada pengukuran waktu baku atau KPI yang jelas?	Karena belum ada standar waktu atau target yang ditetapkan untuk setiap proses.
Mengapa standar waktu belum ditetapkan?	Karena belum ada data historis atau metode yang digunakan untuk menentukan waktu standar (cycle time).
Mengapa belum ada data historis?	Karena belum ada yang menghitung atau melakukan pencatatan waktu kerja.
Mengapa pencatatan waktu kerja tidak dilakukan?	Karena manajemen beranggapan bahwa antrian itu hanya disebabkan karena banyaknya unit yang datang. Melainkan bukan dari kondisi pada proses yang menyebabkan <i>bottleneck</i>

3. Informasi yang Tidak Detail dari Departemen Terkait.

Tabel 4. 7 Analisis 5 Whys untuk Masalah Ketidaklengkapan Informasi dari Departemen Terkait

WHY ?	Penyebab Utama
Mengapa informasi dari departemen terkait tidak detail?	Karena data yang diberikan hanya mencakup jumlah pcs, tonase per trailer, dan nama customer tanpa detail tambahan.
Mengapa hanya data jumlah pcs, tonase, dan customer yang diberikan?	Karena departemen terkait menganggap informasi tersebut sudah cukup untuk proses inbound dan outbound.

WHY ?	Penyebab Utama
Mengapa mereka menganggap informasi tersebut sudah cukup?	Karena tidak ada standar informasi yang ditetapkan secara resmi antara tim gudang dan departemen terkait.
Mengapa tidak ada standar informasi yang ditetapkan?	Karena belum ada koordinasi yang memastikan bahwa kebutuhan informasi gudang dan tim terkait harus selaras agar efektif dan mengurangi komunikasi berlebih.

4. Hujan deras / angin kencang

Tabel 4. 8 Analisis 5 Why untuk Hambatan Aktivitas Warehouse akibat Cuaca Buruk

WHY ?	Penyebab Utama
Mengapa Cuaca buruk (hujan deras/angin kencang) dapat menghambat aktivitas pemindahan barang?	Karena saat hujan trailer (inbound) yang berada di luar gudang (tanpa terpal) diharuskan masuk kedalam gudang agar coil tidak basah. Begitu juga dengan outbound, penerpalan coil diatas trailer dilakukan didalam gudang. Sehingga forklift kesulitan untuk manufer.
Mengapa saat hujan trailer haruskan masuk kedalam gudang agar coil tidak basah dan penerpalan coil diatas trailer dilakukan didalam gudang?	Karena perusahaan belum memiliki tempat khusus trailer dalam melakukan pelepasan dan pemasangan terpal.
Mengapa perusahaan belum memiliki tempat khusus trailer untuk pelepasan dan pemasangan terpal?	Karena belum ada perencanaan dan investasi dalam infrastruktur yang menyediakan fasilitas khusus tersebut.

5. Forklift mengalami trouble / maintenance

Tabel 4. 9 Analisis 5 Why terhadap Keterlambatan akibat Forklift Trouble atau Maintenance

WHY ?	Penyebab Utama
Mengapa forklift mengalami kerusakan atau memerlukan maintenance yang menyebabkan delay?	Karena forklift tidak mendapatkan pemeliharaan rutin yang cukup, dan kerusakan baru terdeteksi setelah masalah terjadi.
Mengapa pemeliharaan rutin forklift tidak cukup?	Karena pengecekan hanya dilakukan sekali sebulan, dan tidak ada pemantauan kondisi forklift secara berkala atau proaktif.
Mengapa pengecekan hanya dilakukan sekali sebulan?	Karena belum ada jadwal pemeliharaan yang lebih sering atau sistem yang memantau kondisi forklift secara real-time.
Mengapa tidak ada jadwal pemeliharaan yang sesuai atau sistem pemantauan berdasarkan kebutuhan forklift?	Karena tidak ada kebijakan manajemen untuk menerapkan pemeliharaan yang lebih sesuai atau menggunakan sistem monitoring yang lebih efektif.
Mengapa manajemen belum menerapkan kebijakan pemeliharaan yang lebih proaktif?	Karena kurangnya pemahaman tentang pentingnya pemeliharaan preventif yang lebih sering dan dampaknya terhadap kelancaran operasional.

6. Permintaan coil di area dalam tumpukan (bed point).

Tabel 4. 10 Analisis 5 Why terhadap Permintaan Coil di Area Tumpukan (Bed Point)

WHY ?	Penyebab Utama
Mengapa gudang tidak bisa mengontrol alur masuk dan keluar secara lebih efektif	Karena perusahaan hanya menerima update permintaan pengiriman dua kali sehari, dan customer juga

WHY ?	Penyebab Utama
	menerima informasi dari pihak lain, sehingga permintaan sulit diprediksi.
Mengapa moving karena adanya permintaan customer menyebabkan waktu terlambat?	Karena selama ini gudang hanya menggunakan pola menyiapkan coil di bagian depan ketika kondisi sepi.
Mengapa metode ini tidak selalu efektif?	Karena saat inbound ramai, tidak ada tempat khusus untuk coil outbound, sehingga coil yang sudah disiapkan bisa tertutup lagi.
Mengapa coil outbound bisa tertutup oleh coil inbound?	Karena gudang tidak memiliki area khusus (buffer area) untuk menyimpan coil yang siap dikirim.

4.1.2.6 Mengeliminasi masalah (problem elimination)

Tahapan ini dilakukan oleh peneliti dengan brainstorming bersama *manager warehouse management* dan *Leader Coil HRC*, yang turut memberikan wawasan terkait kondisi operasional gudang. Melalui metode 5W + 1H, penelitian ini bertujuan untuk mengeliminasi akar permasalahan yang menyebabkan keterlambatan dalam proses *inbound*, *outbound*, dan *moving*. Adapun solusi yang diterapkan dari masing” akar permasalahan adalah sebagai berikut.

1. Trailer Datang Bersamaan dalam Satu Waktu memiliki akar masalah: Tidak adanya sistem penjadwalan slot kedatangan trailer yang terstruktur dan wajib digunakan oleh semua pihak. Berikut merupakan solusi yang ditawarkan dengan metode 5W + 1H.

Tabel 4. 11 Rencana Tindakan Solusi Trailer Datang Bersamaan Berdasarkan Metode 5W+1H

5W + 1H	Keterangan
What (Apa yang harus dilakukan?)	a. Implementasi sistem penjadwalan slot trailer untuk inbound dan outbound.
Why (Mengapa ini perlu dilakukan?)	a. Untuk menghindari penumpukan trailer dan memperlancar alur penerimaan & pengiriman barang. b. Mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan efisiensi operasional gudang.
When (Kapan harus dilakukan?)	a. Pilot project dalam 1 bulan untuk menguji sistem. b. Implementasi penuh dalam 3 bulan dengan evaluasi berkala.
Where (Di mana harus diterapkan?)	Pada proses inbound dan outbond di gudang luar.
Who (Siapa yang bertanggung jawab?)	a. Tim logistics management warehouse → Mengawasi implementasi dan evaluasi sistem. b. Procurement & Operasional Transporter → Wajib mengikuti SOP booking slot. c. IT & manajemen → Menyiapkan sistem digital atau semi-manual untuk booking slot.
How (Bagaimana cara melaksanakannya?)	a. Sistem digital: Buat web atau aplikasi sederhana agar supplier bisa booking slot kedatangan. b. Alternatif manual (sementara): Gunakan Google Sheets atau WhatsApp group dengan format booking slot. c. Penerapan SOP: Supplier yang tidak booking slot akan dikenakan penalti atau prioritas lebih rendah dalam pemuatan.

5W + 1H	Keterangan
	d. Evaluasi & feedback: Lakukan meeting evaluasi setiap minggu untuk menyempurnakan sistem.

2. Tidak ada pengukuran waktu baku atau KPI yang jelas dan ditandakan juga dengan penumpukan antrian di beberapa rangkaian pekerjaan memiliki akar masalah: Tidak adanya kebijakan formal dan sistem pencatatan waktu standar untuk mengukur kinerja operasional di gudang. Berikut merupakan analisis solusi 5W + 1H.

Tabel 4. 12 Rencana Tindakan Solusi Ketidakjelasan Waktu Baku dan KPI Berdasarkan Metode 5W+1H

5W + 1H	Keterangan
<p>What (Apa yang harus dilakukan?)</p>	<p>a. Menentukan waktu standar (<i>cycle time</i>) untuk inbound dan outbound.</p> <p>b. Mencari solusi untuk bottleneck pada aktifitas inbound dan outbound. Dan tentukan KPI nya.</p> <p>c. Menggunakan alat tracking manual atau digital untuk mencatat waktu proses.</p>
<p>Why (Mengapa ini perlu dilakukan?)</p>	<p>a. Agar tim gudang memiliki target waktu yang jelas dan bisa mengukur efisiensi kerja.</p> <p>b. Mengurangi antrian yang tidak perlu dengan perencanaan waktu yang lebih akurat (menugari bottleneck).</p> <p>c. Mempermudah evaluasi kinerja dan perbaikan proses secara berkelanjutan.</p>
<p>When (Kapan harus dilakukan?)</p>	<p>a. Minggu 1-2: Kumpulkan data waktu kerja dengan stopwatch atau sistem tracking sederhana.</p> <p>b. Minggu 3-4: Tentukan <i>cycle time</i> standar untuk inbound, outbound.</p>

5W + 1H	Keterangan
	c. Minggu 5: Kurangi penumpukan antrian (<i>bottleneck</i>) dengan metode <i>line balancing</i> . d. Setiap bulan: Terapkan KPI berbasis waktu dan lakukan sosialisasi ke tim gudang.
Where (Di mana harus diterapkan?)	a. <i>Inbound</i> → Saat barang datang dan diterima oleh gudang. b. <i>Outbound</i> → Saat barang dimuat ke trailer.
Who (Siapa yang bertanggung jawab?)	a. Tim warehouse & operasional → Mencatat waktu proses dan memastikan KPI diterapkan. b. Supervisor & manajer gudang → Menganalisis data dan melakukan perbaikan jika diperlukan. c. IT atau tim data → Jika memungkinkan, mengembangkan sistem pencatatan berbasis digital.
How (Bagaimana cara melaksanakannya?)	1. Gunakan stopwatch/manual tracking untuk mencatat waktu proses setiap tahap untuk menentukan waktu baku. 2. Mengetahui cycle time berdasarkan data waktu baku & data historis. 3. Lakukan Metode Line Balancing untuk mengurangi bottleneck / antrian yang tertumpuk dalam proses inbound dan outbond. 4. Tentukan KPI operasional. 5. Sosialisasikan KPI ke tim dan berikan feedback secara berkala.

3. Informasi yang Tidak Detail dari Departemen Terkait: Tidak adanya standar informasi dan SOP yang mengatur format serta alur komunikasi antar departemen. Berikut merupakan analisis solusi 5W + 1H.

Tabel 4. 13 Rencana Tindakan Solusi Ketidaklengkapan Informasi Antar Departemen
Berdasarkan Metode 5W+1H

5W + 1H	Keterangan
<p>What (Apa yang harus dilakukan?)</p>	<p>Menetapkan standar format informasi yang harus diberikan oleh departemen terkait sebelum inbound & outbound, termasuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - List Coil Khusus / Tidak - Range tonase (45-47 ton, 50-53 ton) untuk fleksibilitas pencocokan bed - Posisi & kondisi koil (storage location, siap muat atau perlu pemindahan). - Estimasi waktu loading & antrian - Membuat SOP resmi untuk memastikan alur informasi ini diterapkan secara konsisten.
<p>Why (Mengapa ini perlu dilakukan?)</p>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengurangi keterlambatan inbound & outbound akibat informasi yang tidak lengkap. b. Meningkatkan efisiensi operasional dengan mempercepat pencocokan koil dan mengurangi kebutuhan moving. c. Menghindari komunikasi bolak-balik yang membuang waktu.
<p>When (Kapan harus dilakukan?)</p>	<ul style="list-style-type: none"> a. Minggu 1-2: Identifikasi informasi yang dibutuhkan gudang & buat format standar. b. Minggu 3: Uji coba format baru dalam operasional harian. c. Minggu 4: Evaluasi efektivitas & lakukan revisi jika diperlukan. d. Setiap bulan: Monitoring & peningkatan sistem berdasarkan hasil evaluasi.
<p>Where (Di mana harus diterapkan?)</p>	<ul style="list-style-type: none"> a. Inbound: Saat barang masuk, agar tim gudang bisa langsung menyusun bed tanpa perhitungan manual.

5W + 1H	Keterangan
	b. Outbound: Saat barang akan dimuat, agar tim Logistics Operasional tidak mengalami kebingungan.
Who (Siapa yang bertanggung jawab?)	a. Tim Gudang → Menyusun kebutuhan informasi secara detail. b. Tim Departemen Terkait (Logistics, Sales, Perencanaan, dll.) → Mengikuti format standar yang telah ditentukan. c. Supervisor Gudang & Logistics → Memastikan SOP ini diterapkan secara disiplin.
How (Bagaimana cara melaksanakannya?)	1. Tentukan format standar informasi yang lebih detail, mencakup: <ul style="list-style-type: none"> ○ Spesifikasi Coil Khusus ○ Range tonase 2-3 ton untuk fleksibilitas pencocokan bed ○ Posisi koil di gudang agar lebih mudah ditemukan ○ Kondisi koil (siap muat atau perlu pemindahan) ○ Estimasi waktu loading untuk memperjelas jadwal. 2. Sosialisasikan format ini ke departemen terkait agar diterapkan secara konsisten. 3. Gunakan sistem pencatatan manual atau digital agar informasi bisa diakses dengan cepat dan akurat. 4. Lakukan evaluasi berkala untuk memastikan efektivitas sistem dan revisi jika diperlukan.

4. Hujan deras / angin kencang: Belum ada evaluasi atau regulasi internal yang menyoroiti dampak dari proses ini terhadap efisiensi operasional. Berikut merupakan analisis solusi 5W + 1H.

Tabel 4. 14 Rencana Tindakan Solusi Dampak Cuaca Buruk terhadap Operasional
Berdasarkan Metode 5W+1H

5W + 1H	Keterangan
What (Apa yang harus dilakukan?)	Tidak adanya area khusus untuk pelepasan dan pemasangan terpal menyebabkan trailer harus masuk ke dalam gudang saat hujan, sehingga menghambat operasional pemindahan barang dan meningkatkan kepadatan di gudang.
Why (Mengapa ini perlu dilakukan?)	Karena sejak awal tidak ada perencanaan untuk membangun area khusus tersebut, dan belum ada regulasi atau SOP yang mengatur proses pelepasan dan pemasangan terpal dengan efisien.
When (Kapan harus dilakukan?)	Saat musim hujan atau ketika ada banyak trailer yang harus diproses secara bersamaan, sehingga memaksa trailer masuk ke dalam gudang untuk perlindungan dari cuaca buruk.
Where (Di mana harus diterapkan?)	Di area loading/unloading dalam gudang, terutama saat kondisi cuaca buruk seperti hujan deras atau angin kencang.
Who (Siapa yang bertanggung jawab?)	Operator forklift, tim inbound, tim outbound, driver trailer, dan manajemen gudang yang mengalami keterlambatan operasional akibat kepadatan gudang.
How (Bagaimana cara melaksanakannya?)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membangun area khusus dengan kanopi atau shelter untuk pelepasan dan pemasangan terpal agar tidak perlu dilakukan di dalam gudang. 2. Mengalokasikan anggaran untuk infrastruktur tambahan, seperti perbaikan tata letak area parkir trailer dengan fasilitas pendukung.

5. Forklift mengalami trouble atau dalam proses maintenance yang menyebabkan delay, dengan akar penyebab: Kurangnya kebijakan pemeliharaan preventif dan sistem pemantauan kondisi forklift secara real-time yang menyebabkan

kerusakan tidak terdeteksi lebih awal. Berikut merupakan analisis solusi 5W + 1H.

Tabel 4. 15 Rencana Tindakan Peningkatan Preventive Maintenance Forklift Berdasarkan Metode 5W+1H

5W + 1H	Keterangan
<p style="text-align: center;">What (Apa yang harus dilakukan?)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mempercepat komunikasi dengan vendor untuk meningkatkan frekuensi pengecekan forklift. 2. Mengusulkan kepada vendor untuk menyediakan sistem pemantauan jarak jauh (remote monitoring) atau perangkat yang memungkinkan deteksi dini kerusakan.. 3. Menyusun kebijakan manajemen untuk pemeliharaan preventif yang lebih proaktif.
<p style="text-align: center;">Why (Mengapa ini perlu dilakukan?)</p>	<ol style="list-style-type: none"> a. Agar kerusakan bisa terdeteksi lebih cepat, sehingga downtime forklift bisa dikurangi. b. Menjamin bahwa forklift selalu dalam kondisi baik, tanpa menunggu sampai ada kerusakan besar yang menyebabkan delay. c. Meningkatkan efisiensi operasional dengan mengurangi gangguan akibat perbaikan mendadak.
<p style="text-align: center;">When (Kapan harus dilakukan?)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Minggu 1: Komunikasikan dengan vendor untuk membahas kebutuhan pemeliharaan lebih sering. 2. Minggu 2: Usulkan implementasi sistem pemantauan atau alat deteksi dini untuk forklift. 3. Minggu 3: Tentukan jadwal pengecekan rutin forklift bersama vendor dan pastikan adanya sistem pemantauan.
<p style="text-align: center;">Where (Di mana harus diterapkan?)</p>	<p>Pada semua forklift yang digunakan di area gudang, baik untuk inbound, outbound, maupun moving barang.</p>

5W + 1H	Keterangan
Who (Siapa yang bertanggung jawab?)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tim operasional & supervisor gudang: Mengkoordinasikan dengan vendor untuk memastikan forklift selalu dalam kondisi baik. 2. Vendor forklift: Melakukan pengecekan rutin dan instalasi sistem monitoring atau alat deteksi dini.
How (Bagaimana cara melaksanakannya?)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ajukan kepada vendor untuk meningkatkan frekuensi pengecekan, misalnya setiap dua minggu sekali. 2. Bekerja sama dengan vendor untuk implementasi alat monitoring atau sensor yang dapat mengirimkan data kondisi forklift secara real-time. 3. Pastikan ada komunikasi yang jelas mengenai waktu yang diperlukan untuk perbaikan, khususnya jika kerusakan terjadi setelah jam operasional.

6. Moving coil dari bed point yang membutuhkan waktu tambahan memiliki akar: Tidak adanya buffer area yang bisa digunakan untuk menyimpan coil outbound agar tidak tertutup oleh inbound ketika aktivitas sedang ramai.

Tabel 4. 16 Rencana Tindakan Penataan Buffer Area untuk Meningkatkan Efisiensi Moving Coil Berdasarkan Metode 5W+1H

5W + 1H	Keterangan
What (Apa yang harus dilakukan?)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat buffer area khusus untuk coil outbound agar tidak tertutup oleh coil inbound. 2. Mengoptimalkan pola penempatan coil agar moving lebih efisien dan akses coil lebih cepat. 3. Menggunakan jalur khusus untuk inbound dan outbound agar forklift tidak terhambat. 4. Menyesuaikan SOP moving coil agar tidak terjadi delay saat aktivitas gudang tinggi.

5W + 1H	Keterangan
<p style="text-align: center;">Why (Mengapa ini perlu dilakukan?)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mencegah coil outbound tertutup oleh coil inbound, sehingga tidak perlu moving berulang kali. 2. Mengurangi jumlah perpindahan coil yang harus dilakukan setiap kali ada permintaan baru. 3. Memastikan loading trailer lebih cepat karena coil sudah siap di lokasi yang mudah diakses.
<p style="text-align: center;">When (Kapan harus dilakukan?)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 9. Setelah rilisan permintaan diterima (pagi & sore): Coil outbound dipindahkan ke buffer area sebelum inbound masuk. Jika tidak ada permintaan coil dalam 24 jam, coil dipindahkan kembali ke lokasi penyimpanan normal. 10. Saat kondisi sepi. Gunakan waktu ini untuk mengatur ulang buffer area agar siap digunakan kembali. 11. Evaluasi area penyimpanan dan efektivitas buffer area setiap bulan.
<p style="text-align: center;">Where (Di mana harus diterapkan?)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Buffer area ditempatkan dekat loading area agar coil outbound lebih cepat diakses. 2. Jalur forklift inbound & outbound dipisah jika memungkinkan untuk mencegah hambatan saat pemindahan. 3. Layout gudang diperbaiki agar ada area fleksibel untuk coil yang sering keluar masuk.
<p style="text-align: center;">Who (Siapa yang bertanggung jawab?)</p>	<p>A. Tim warehouse & operasional Memastikan coil outbound selalu dipindahkan ke buffer area sebelum inbound masuk. Mengelola buffer area agar tidak terjadi penumpukan berlebihan.</p> <p>B. Supervisor & manajer gudang Mengevaluasi efektivitas buffer area dan membuat</p>

5W + 1H	Keterangan
	perbaikan jika diperlukan. Mengoptimalkan SOP moving coil agar lebih efisien.
<p style="text-align: center;">How (Bagaimana cara melaksanakannya?)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat Buffer Area untuk Coil Outbound <ul style="list-style-type: none"> - Identifikasi area di gudang yang bisa digunakan sebagai buffer area. - Tentukan kapasitas buffer area agar tidak terlalu penuh dan tetap bisa diakses forklift. - Gunakan buffer area untuk menyimpan coil outbound yang sudah dipastikan akan dikirim dalam waktu dekat. - Jika tidak ada aktivitas inbound, manfaatkan waktu untuk merapikan buffer area. 2. Menyesuaikan Pola Penempatan Coil. <ul style="list-style-type: none"> - Pisahkan area penyimpanan berdasarkan jenis pergerakan coil. - High-turnover coil (Sering keluar masuk) → Dekat buffer area dan loading area. - Low-turnover coil (Jarang keluar masuk) → Ditempatkan lebih dalam. - Gunakan sistem marking (misal: label warna atau barcode) untuk membedakan coil berdasarkan urgensi pengiriman. 3. Memastikan Jalur Forklift Tidak Terhambat <ul style="list-style-type: none"> - Buat jalur khusus untuk inbound dan outbound agar tidak bercampur. - Pastikan area di sekitar buffer area selalu kosong dan siap digunakan. - Gunakan sistem one-way (satu arah) untuk pergerakan forklift agar lebih efisien. 4. Mengoptimalkan SOP Moving Coil

5W + 1H	Keterangan
	<ul style="list-style-type: none"> - Setelah rilis permintaan sore diterima: Pindahkan coil outbound ke buffer area sebelum coil inbound datang. - Saat inbound ramai: Pastikan buffer area tetap dapat diakses dan tidak tertutup coil inbound. - Setiap akhir bulan, lakukan review untuk mengoptimalkan proses moving coil.

4.2.2. Perancangan solusi penyelesaian masalah.

4.2.2.1 Perancangan Sistem Booking Slot Bongkar Muat Warehouse Luar (HRC).

Setelah menganalisis akar permasalahan keterlambatan dan menentukan solusi yang dapat diterapkan, langkah berikutnya adalah Membuat sistem penjadwalan slot kedatangan trailer yang terstruktur dan wajib digunakan oleh semua vendor. Peneliti akan merancang solusi penyelesaian pertama, yaitu sistem penjadwalan slot kedatangan trailer yang terstruktur dan wajib digunakan oleh semua pihak. Perancangan ini dibuat dengan mempertimbangkan karakteristik operasional di gudang luar (coil), dengan dua jenis kegiatan utama:

1. Outbound → Proses pemuatan coil untuk dikirim ke tujuan (Lebih diprioritaskan karena berkaitan dengan pengiriman ke pelanggan).
2. Inbound → Proses penerimaan coil yang datang ke gudang. (Tetap penting, tetapi bisa diatur agar tidak mengganggu Outbound).

Selain itu, coil dikategorikan berdasarkan tingkat urgensinya:

1. Ekspor → Prioritas tertinggi.
2. Domestik (Jabodetabek) → Prioritas menengah.
3. Domestik (Luar Jabodetabek) → Prioritas lebih rendah dibanding Jabodetabek.
4. Transfer (Inbound) → Prioritas terendah karena hanya perpindahan internal.

Untuk mengatasi keterlambatan dan mengurangi antrean trailer yang datang bersamaan, sistem penjadwalan akan diterapkan menggunakan Google Sheets atau WhatsApp group sebagai media booking slot kedatangan. Vendor

yang akan melakukan kegiatan muat atau bongkar diwajibkan untuk melakukan booking terlebih dahulu agar kedatangan dapat diatur sesuai kapasitas gudang dan menghindari penumpukan. Nantinya, sebagai bagian dari Standar Operasional Prosedur (SOP), vendor yang tidak melakukan booking slot akan diberikan prioritas lebih rendah dalam pemuatan, atau bahkan dikenakan penalti jika berulang kali tidak mengikuti sistem yang ditetapkan. Prioritas booking nantinya juga akan diterapkan dalam sistem ini, dimana akan menggunakan metode *Priority Scheduling*, yang menggabungkan *First Come First Serve* (FCFS) dengan prioritas berbasis jenis kegiatan atau urgensi coil, sehingga proses muat dan bongkar dapat dilakukan dengan lebih terstruktur. Dengan penerapan sistem ini, diharapkan trailer dapat dengan tertib tiba di lokasi warehouse sesuai jadwal waktu pemuatan.

1. Slot Reguler (70%) → Untuk vendor yang datang tepat waktu sesuai booking.
2. Slot Prioritas (20%) → Untuk muatan urgent atau vendor dengan reputasi baik.
3. Buffer Slot (10%) → Cadangan untuk vendor yang terlambat atau keadaan darurat.

Buffer slot disediakan untuk menghindari efek domino yang bisa terjadi akibat keterlambatan vendor. Dengan adanya buffer slot, jadwal operasional gudang tetap dapat berjalan tanpa gangguan meskipun ada vendor yang mengalami keterlambatan atau membutuhkan rescheduling secara mendadak. Selain itu, jika slot ini tidak terpakai, maka dapat dialokasikan kepada trailer lain yang sudah siap lebih awal, sehingga efisiensi proses bongkar muat tetap terjaga.

Tabel 4. 17 Matriks Status Kedatangan Vendor dan Konsekuensi Penanganannya

Status Kedatangan	Konsekuensi
On-time (\pm 30 menit)	Diproses sesuai jadwal
Terlambat 30-60 menit	Diproses di Buffer Slot, jika penuh → Tunggu slot kosong

Status Kedatangan	Konsekuensi
Terlambat >60 menit	Slot hangus, harus booking ulang & masuk slot terakhir
Sering telat (>3x/bulan)	Penalti: biaya tambahan atau penurunan prioritas booking
<i>No-show</i> (tidak datang)	Blacklist sementara atau penalti denda

Kemudian untuk toleransi keterlambatan dibatasi maksimal 60 menit, untuk mencegah dampak keterlambatan yang berlanjut ke vendor lain. Vendor yang sering mengalami keterlambatan akan mendapatkan slot dengan prioritas lebih rendah pada bulan berikutnya sebagai bentuk evaluasi terhadap kedisiplinan mereka. Sementara itu, vendor yang tidak hadir tanpa pemberitahuan (*no-show*) lebih dari dua kali akan otomatis dimasukkan ke dalam daftar blacklist sementara, sehingga mereka perlu mengajukan kembali permohonan untuk mendapatkan slot di kemudian hari.

Sebagai tahap awal dalam penerapan sistem ini, akan dirancang formulir digital menggunakan Google Form sebagai media pendaftaran slot kedatangan trailer. Formulir ini akan diisi langsung oleh vendor melalui tim Hot Rolling Coil Transport Operational untuk memastikan bahwa setiap unit yang akan melakukan bongkar muat di Gudang luar, Hamasa dan Trikusuma telah terdata dengan baik. Dalam Google Form ini, vendor wajib mengisi beberapa informasi penting, yaitu:

- Nama Perusahaan (Vendor)
- Nomor Polisi (Trailer)
- Nama Driver
- Nomor Telepon Driver
- Jenis Kegiatan (Inbound atau Outbound)
- Jenis Urgensi atau Keperluan, yang dikategorikan menjadi:
 - Ekspor (Prioritas tertinggi, tidak memiliki batasan jumlah per hari)

- Domestik Jabodetabek & Luar Jabodetabek (Maksimal 6 unit per jam secara akumulatif)
- Transfer (Inbound) (Tidak memiliki batasan, bergantung pada permintaan customer atau kebutuhan produksi gudang).

Sistem Booking Slot Bongkar Muat Warehouse Luar (HRC)

Formulir Booking Slot Warehouse Luar (HRC)

Selamat datang di sistem booking slot warehouse untuk pengeluaran (Out) HRC. Mohon untuk mengisi formulir ini dengan lengkap dan benar. Pastikan Anda memilih slot yang sesuai dengan waktu kedatangan dan memastikan bahwa semua informasi yang diberikan akurat.

Petunjuk Pengisian:

1. Pilih slot kedatangan yang diinginkan.
2. Isi informasi terkait kendaraan/trailer yang akan digunakan.
3. Pastikan untuk mengisi waktu kedatangan sesuai dengan slot yang dipilih.
4. Lengkapi informasi terkait kegiatan yang akan dilakukan di warehouse (ekspor/domestik).
5. Jika terjadi keterlambatan atau perubahan, harap segera memberitahukan pihak kami melalui WhatsApp untuk menghindari penalti.

Informasi Penting:

- **Prioritas:** Slot untuk kegiatan ekspor akan mendapatkan prioritas lebih tinggi.
- **Penalti:** Terdapat penalti bagi vendor yang terlambat atau tidak hadir pada slot yang sudah dibooking.

Silakan lanjutkan dengan mengisi formulir di bawah ini.

Email *

Alamat email valid

Formulir ini mengumpulkan alamat email. Ubah setelah

Gambar 4. 5 Tampilan depan Google Form – berisi judul, penjelasan, petunjuk, dan informasi penting.

The form contains the following sections:

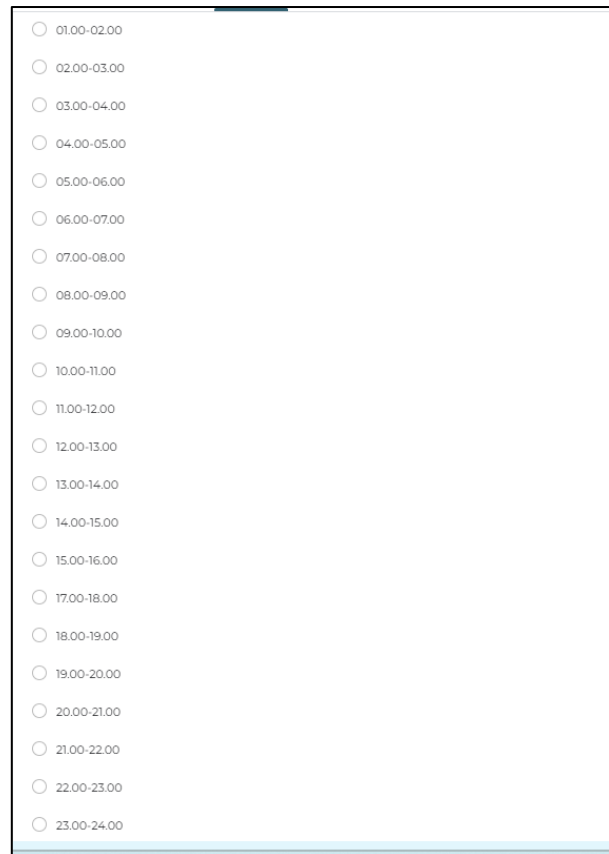
- Tanggal Saat Ini ***: Waktu (Time)
- Nama Perusahaan (Vendor) ***: Teks jawaban singkat (Short text answer)
- Nomor Polisi (Trailer) ***: Teks jawaban singkat (Short text answer)
- Nama Driver ***: Teks jawaban singkat (Short text answer)
- Nomor Telefon Driver ***: Teks jawaban singkat (Short text answer)
- Jenis Kegiatan ***:
 - Outbound (Trailer akan muat coil untuk dikirimkan)
 - Inbound (Trailer akan bongkar coil)
- Urgensi (Keperluan) ***:
 - Eksport (Pemuatan ke Kapal / Kereta)

Gambar 4. 6 Form input data kendaraan dan driver (tanggal, vendor, trailer, driver, dll).

The form contains the following sections:

- Urgensi (Keperluan) ***:
 - Eksport (Pemuatan ke Kapal / Kereta)
 - Domestik (Jabodetabek)
 - Domestik (Luar Jabodetabek/Timuran)
 - Transfer (Inbound)
- Tanggal Muat ***: Bulan, hari, tahun (Month, day, year)
- Booking Slot (Jam muat) ***:
 - 00.00-01.00
 - 01.00-02.00
 - 02.00-03.00
 - 03.00-04.00
 - 04.00-05.00
 - 05.00-06.00
 - 06.00-07.00
 - 07.00-08.00
 - 08.00-09.00
 - 09.00-10.00
 - 10.00-11.00
 - 11.00-12.00

Gambar 4. 7 Form untuk memilih "Urgensi", "Tanggal Muat", dan "Booking Slot" (jam bongkar/muat)



Form for selecting Urgency, Loading Date, and Booking Slot (jam bongkar/muat) (Lanjutan). The form contains a vertical list of 24 radio button options representing one-hour time slots from 01.00-02.00 to 23.00-24.00.

- 01.00-02.00
- 02.00-03.00
- 03.00-04.00
- 04.00-05.00
- 05.00-06.00
- 06.00-07.00
- 07.00-08.00
- 08.00-09.00
- 09.00-10.00
- 10.00-11.00
- 11.00-12.00
- 12.00-13.00
- 13.00-14.00
- 14.00-15.00
- 15.00-16.00
- 17.00-18.00
- 18.00-19.00
- 19.00-20.00
- 20.00-21.00
- 21.00-22.00
- 22.00-23.00
- 23.00-24.00

Gambar 4. 8 Form untuk memilih Urgensi, Tanggal Muat, dan Booking Slot (jam bongkar/muat) (Lanjutan)

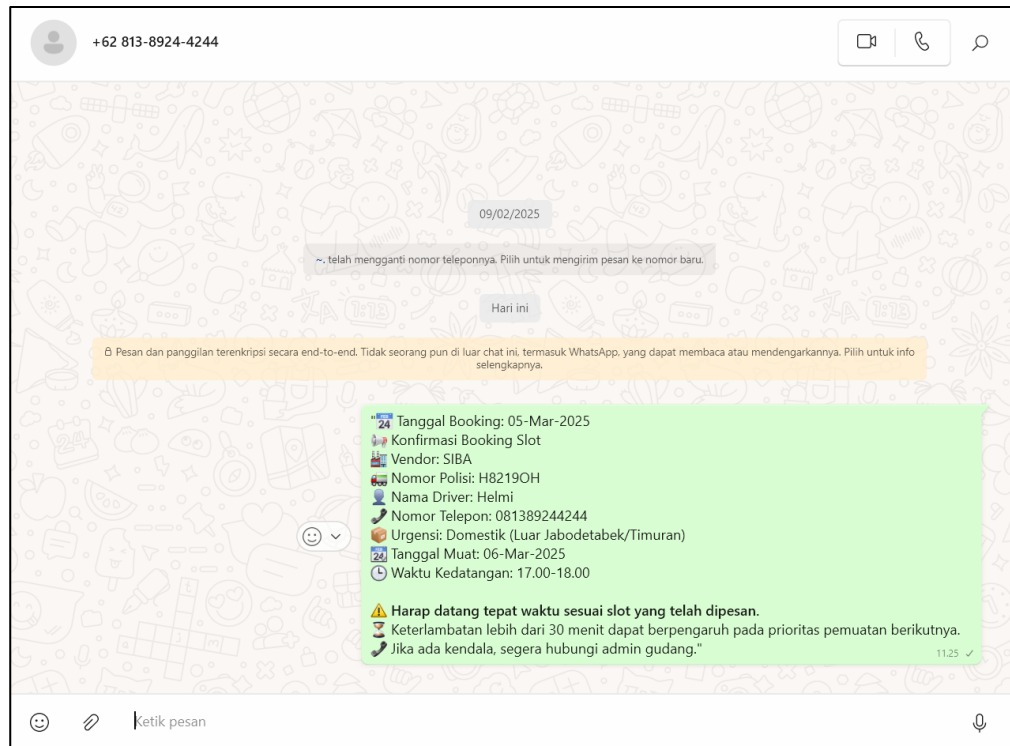
Melalui sistem ini, vendor dapat secara mandiri memilih slot kedatangan yang tersedia sesuai dengan kapasitas harian yang telah ditetapkan. Selain itu, data yang masuk akan secara otomatis tercatat dan dapat diakses oleh tim operasional untuk pemantauan serta evaluasi kedisiplinan vendor.

Tanggal Muat	Tanggal Muat	Pesan	Nomor Trailer Slot	Tanggal Muat	Link WhatsApp
17/02/2023 19:30:31	17/02/2023	<ul style="list-style-type: none"> Tanggal Booking: 17-Feb-2023 Konfirmasi Booking Slot Vendor: PT. Harasa Trikauma Nomor Polisi: 6145024 Nama Driver: Suhani Nomor Telepon: 0813907979 Tanggal Muat: 17-Feb-2023 Waktu Rekapitulasi: 07:00:00 	08121907979	Suhani	https://wa.me/6281389244244?text=...
15/03/2023 10:10:31	05/03/2023	<ul style="list-style-type: none"> Tanggal Booking: 05-Mar-2023 Konfirmasi Booking Slot Vendor: SIBA Nomor Polisi: H8219CH Nama Driver: Halami Nomor Telepon: 08138234244 Tanggal Muat: 05-Mar-2023 Waktu Rekapitulasi: 17:00:00 	08138234244	Halami	https://wa.me/6281389244244?text=...
15/03/2023 10:12:31	05/03/2023	<ul style="list-style-type: none"> Tanggal Booking: 05-Mar-2023 Konfirmasi Booking Slot Vendor: SIBA Nomor Polisi: H8219CH Nama Driver: Halami Nomor Telepon: 08138234244 Tanggal Muat: 05-Mar-2023 Waktu Rekapitulasi: 18:00:00 	08138234244	Halami	https://wa.me/6281389244244?text=...
15/03/2023 10:38:31	05/03/2023	<ul style="list-style-type: none"> Tanggal Booking: 05-Mar-2023 Konfirmasi Booking Slot Vendor: PT. Surya Lentera Abadi Nomor Polisi: 615001007 Nama Driver: +62 859-9340-9482 Nomor Telepon: +62 859-9340-9482 Tanggal Muat: 05-Mar-2023 Waktu Rekapitulasi: 08:00:00 	+62 859-9340-9482		https://wa.me/6281389244244?text=...

Gambar 4. 9 tampilan rekapitulasi data pada *excel spreadsheet* booking slot dari formulir *Google Form* yang sudah diisi oleh vendor.

Dengan penggunaan *Google Form* untuk pendaftaran slot kedatangan yang otomatis terhubung ke dalam *google sheet*, tim Gudang dengan *Google Sheet* sebagai database utama akan dapat memantau semua *booking* yang telah terdaftar. *Google Sheet* ini akan menampilkan data secara *real-time*, sehingga tim operasional dapat dengan mudah melihat jadwal kedatangan setiap vendor dan memastikan bahwa slot yang tersedia sudah teralokasikan dengan baik.

Sebagai tambahan, dalam *Google Sheet* ini juga akan disediakan kolom khusus yang telah dirumuskan dengan link otomatis menuju *WhatsApp*. *Link* ini akan digunakan untuk mengirimkan notifikasi langsung kepada driver trailer vendor, berisi informasi tentang jadwal muat atau bongkar mereka. Dengan mekanisme ini, setiap driver akan mendapatkan pengingat secara langsung melalui *WhatsApp*, sehingga dapat mengurangi risiko keterlambatan dan memastikan mereka tiba sesuai jadwal yang telah ditentukan.



Gambar 4. 10 Konfirmasi Booking Slot via WhatsApp.

Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi koordinasi antara vendor dan tim gudang, sekaligus mengurangi potensi antrian akibat miskomunikasi atau keterlambatan informasi kepada pengemudi. Kedepannya, mekanisme ini juga dapat dikembangkan lebih lanjut dengan integrasi otomatisasi atau sistem dashboard pemantauan berbasis real-time untuk meningkatkan akurasi dan kemudahan operasional.

4.2.2.2 Pengukuran Waktu Baku dan Line Balancing untuk Mengurangi Bottleneck.

Pengukuran waktu baku dilakukan dengan stopwatch untuk mencatat durasi setiap tahap operasional secara langsung. Data yang diperoleh akan menjadi acuan dalam menentukan waktu standar untuk setiap aktivitas. Selain itu, analisis cycle time dilakukan dengan mengombinasikan data waktu baku dan catatan historis agar pola kerja lebih mudah dipahami serta untuk mengidentifikasi kemungkinan keterlambatan dalam proses operasional. Untuk melakukan proses inbound dan outbound coil di gudang luar PT. KAL, terdapat 23 proses inbound dan 25 proses outbound. Setelah setiap proses dan waktunya diketahui, maka akan di buatlah *precedence diagram*.

Tabel 4. 18 Daftar Elemen Kerja Proses Inbound Coil di Gudang Luar PT.
KAL

Proses <i>Inbound</i>			
Stasiun	Elemen Kerja		Predecessors
1	A	A. Admin Gudang menerima informasi & melakukan crosscheck kedatangan trailer melalui WhatsApp.	
	B	B. Mengecek coil yang akan diterima dalam sistem MES berdasarkan customer.	A
	C	C. Melakukan registrasi trailer ke dalam sistem MES (1A ke 1B).	B
	D	D. Menyiapkan lokasi unloading coil sesuai dengan destinasi.	C
	E	E. Mengecek data unloading coil di sistem MES untuk memastikan kesesuaian destinasi.	C
2	F	F. Trailer tiba di warehouse dan masuk ke titik unloading.	C
	G	G. Checker memeriksa kesesuaian coil aktual dengan invoice yang dibawa oleh driver.	F
	H	H. Admin mengecek ulang coil yang terdaftar di sistem dengan kondisi aktual di lapangan.	G
	I	I. Memverifikasi registrasi trailer.	H
3	J	J. Checker menentukan bed point berdasarkan destinasi yang diinformasikan oleh tim admin.	D, E, I
	K	K. Checker mencatat bed point pada surat jalan sebagai tanda penerimaan.	J
	L	L. Admin mencocokkan invoice dengan data di sistem MES.	K
4	M	M. Driver membuka terpal penutup trailer.	F

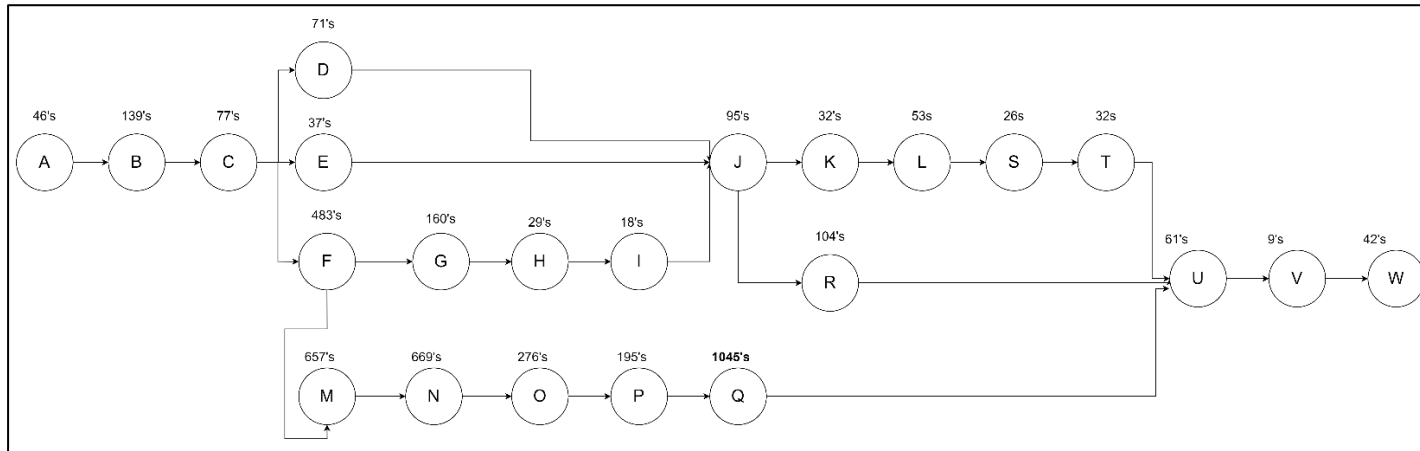
Proses <i>Inbound</i>			
Stasiun	Elemen Kerja		Predecessors
	N	N. Driver melepas rantai pengaman coil.	M
	O	O. Checker menandai coil dengan kapur sesuai destinasi.	N
	P	P. Operator forklift mengambil coil dari atas trailer.	O
	Q	Q. Forklift membawa coil ke bed point yang telah ditentukan.	P
	R	R. Checker meletakkan stopper kayu di bed point sebelum coil ditempatkan.	J
5	S	S. Checker melaporkan bed point aktual ke admin.	L
	T	T. Admin menginput posisi coil (bed point) ke dalam sistem MES.	S
	U	U. Admin melakukan registrasi posisi trailer dalam sistem MES (1N ke 1A).	Q,R, T
	V	V. Checker menandatangani invoice sebagai bukti penerimaan coil.	V
	W	W. Driver mengambil kembali invoice yang telah ditandatangani.	W

Tabel 4. 19 Daftar Elemen Kerja Proses Outbond Coil di Gudang Luar PT. KAL

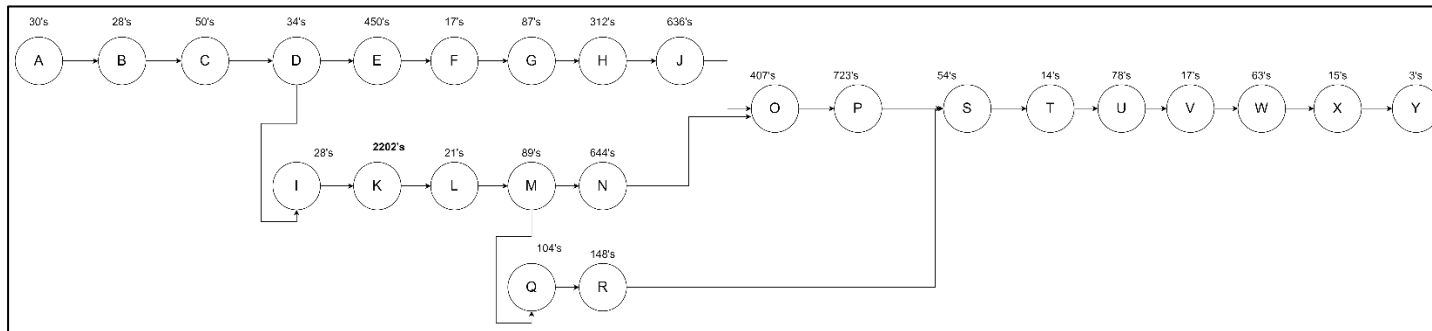
Proses <i>Outbond</i>			
Stasiun	Elemen Kerja		Predecessors
1	A	A. Admin Gudang menerima informasi pengiriman coil dari PT. KP.	
	B	B. Mengecek coil yang akan dikirim dalam sistem MES berdasarkan customer.	A
	C	C. Membuat daftar coil yang akan dimuat dalam Excel.	B

	D	D. Menyiapkan lokasi coil di bed point sebelum pemuatan.	C
2	E	E. Mengecek kedatangan trailer yang akan dimuat.	D
	F	F. Memverifikasi registrasi trailer.	E
	G	G. Mengumpulkan SIM dan STNK pengemudi.	F
	H	H. Mengarahkan trailer ke buffer warehouse sebelum loading.	G
3	I	I. Menentukan bed point untuk pemuatan coil.	D
	J	J. Mempersiapkan steel skid dan balok sebagai alas coil.	H
	K	K. Mencari coil yang sesuai dengan tujuan pengiriman.	I
	L	L. Menginformasikan data coil ke admin.	K
	M	M. Mengirimkan foto label coil dan dokumen pendukung.	L
	N	N. Memindahkan coil ke bagian depan bed untuk persiapan pemuatan.	M
4	O	O. Forklift mengangkat dan menempatkan coil ke atas trailer.	N, J
	P	P. Driver merantai coil dengan tepat dan mengecek keamanannya.	O
	Q	Q. Memverifikasi kesesuaian coil dengan daftar di sistem.	M
	R	R. Melakukan pengecekan akhir terhadap coil dan pengamanan.	Q
	S	S. Mengonfirmasi bahwa coil siap dikirim.	P, R
5	T	T. Admin menginput status "Selesai Dimuat" dalam sistem MES.	S
	U	U. Mencetak invoice dan surat jalan.	T
	V	V. Melakukan verifikasi akhir antara coil aktual dengan daftar sistem.	U

	W	W. Memastikan trailer sudah tertutup terpal sebelum diberikan surat jalan.	V
	X	X. Menyerahkan invoice kepada pengemudi.	W
	Y	Y. Mengizinkan trailer keluar setelah seluruh proses selesai.	X



Gambar 4. 11 Precedence Diagram Awal Proses *Inbound HRC*



Gambar 4. 12 Precedence Diagram Awal Proses *Outbond HRC*

Setelah didapatkan data-data dari masing-masing proses maka, terlebih dahulu dilakukan uji kecukupan data untuk memastikan bahwa jumlah sampel yang dikumpulkan sudah memenuhi syarat untuk digunakan dalam perhitungan waktu baku dan line balancing. Uji kecukupan data ini dilakukan dengan tingkat keyakinan 95% dan tingkat ketelitian 5% guna memastikan bahwa data yang digunakan dapat merepresentasikan kondisi aktual serta menghasilkan analisis yang akurat. Jika hasil uji menunjukkan bahwa jumlah data belum mencukupi, maka akan dilakukan penambahan data hingga memenuhi kriteria yang ditetapkan. Berikut merupakan tabel perhitungan.

Tabel 4. 20 Uji Kecukupan Data Inbound

Proses Inbound										
Inbound	Ws (detik)					(ΣW_s)	$\overline{\{WS\}}$	N	N'	Keterangan
	1	2	3	4	5					
1. Stasiun Penerimaan Informasi & Pengecekan Data.										
A	29	31	27	31	20	138	46	5	1	Cukup
B	77	84	71	10	79	417	139	5	1	Cukup
				6						
C	43	46	64	39	39	231	77	5	1	Cukup
D	53	44	24	44	47	212	71	5	1	Cukup
E	22	22	19	27	20	110	37	5	1	Cukup
2. Stasiun Kedatangan Trailer & Pengecekan Dokumen										
F	17	24	15	36	503	1448	483	5	2	Cukup
	4	9	5	7						
G	54	39	11	10	171	480	160	5	2	Cukup
			0	6						
H	18	21	23	8	17	87	29	5	2	Cukup
I	14	10	9	13	7	53	18	5	1	Cukup
3. Stasiun Penentuan Bed Point & Pencatatan Dokumen										
J	68	47	54	67	48	284	95	5	1	Cukup

Proses Inbound										
Inbound	Ws (detik)					($\sum Ws$)	$\overline{\{WS\}}$	N	N'	Keterangan
	1	2	3	4	5					
K	17	17	23	17	22	96	32	5	1	Cukup
L	31	37	32	34	25	159	53	5	1	Cukup
4. Stasiun Proses Unloading Coil										
M	17 3	11 0	64	62 5	999	1971	657	5	4	Cukup
N	46 8	55	12 2	61 3	749	2007	669	5	3	Cukup
O	11 2	11 2	11 5	22 5	266	830	277	5	2	Cukup
P	90	88	63	66	278	585	195	5	3	Cukup
Q	26 3	11 2	15 6	81 1	179 5	3137	1046	5	5	Cukup
R	41	34	38	10 2	97	312	104	5	2	Cukup
5. Stasiun Pelaporan & Administrasi Akhir										
S	15	11	22	18	13	79	26	5	1	Cukup
T	20	16	15	23	23	97	32	5	1	Cukup
U	39	44	45	30	27	185	62	5	1	Cukup
V	4	6	7	6	5	28	9	5	1	Cukup
W	27	32	21	23	25	128	43	5	1	Cukup

Berikut merupakan contoh perhitungan Uji Kecukupan Elemen Kerja Q Stasiun 4 (Proses Inbound):

$$N' = \frac{\frac{K}{S} \sqrt{N(\sum Ws^2) - (\sum Ws)^2}}{\sum Ws}$$

$$N' = \frac{\frac{2}{0,5} \sqrt{5(3985795 - 9840769)}}{3137}$$

$$N' = 5 \text{ artinya } N' \leq N$$

Tabel 4. 21 Uji Kecukupan Data Outbond

Outbond										
Proses	Ws (detik)					$(\sum W_s)$	$\overline{\{WS\}}$	N	N'	Keterangan
	1	2	3	4	5					
1. Stasiun Penerimaan Informasi & Pengecekan Data										
A	21	34	26	30	42	153	31	5	1	Cukup
B	23	27	31	38	25	144	29	5	1	Cukup
C	32	108	30	56	28	254	51	5	3	Cukup
D	10	103	16	19	22	170	34	5	5	Cukup
2. Stasiun Kedatangan Trailer & Pengecekan Dokumen										
E	341	384	496	548	481	2250	450	5	1	Cukup
F	15	16	31	15	12	89	18	5	2	Cukup
G	67	59	77	118	117	438	88	5	2	Cukup
H	192	273	399	319	379	1562	312	5	1	Cukup
3. Stasiun Penentuan Bed Point & Persiapan Pemuatan										
I	20	23	44	18	36	141	28	5	2	Cukup
J	867	581	493	533	709	3183	637	5	1	Cukup
K	224	220	273	239	144	11010	2202	5	1	Cukup
L	14	29	20	17	26	106	21	5	2	Cukup
M	69	86	67	124	101	447	89	5	1	Cukup
N	493	581	908	709	533	3224	645	5	1	Cukup
4. Stasiun Proses Pemuatan Coil ke Trailer										
O	249	535	327	401	527	2039	408	5	2	Cukup
P	574	683	777	1209	374	3617	723	5	2	Cukup
Q	72	157	72	108	114	523	105	5	2	Cukup
R	133	136	164	86	225	744	149	5	2	Cukup
S	43	25	29	89	87	273	55	5	3	Cukup
5. Stasiun Pelaporan & Administrasi Keberangkatan										
T	11	20	10	12	18	71	14	5	2	Cukup
U	71	98	43	138	44	394	79	5	2	Cukup
V	14	13	7	25	28	87	17	5	2	Cukup

Outbond										
Proses	Ws (detik)					$(\sum Ws)$	$\overline{\{WS\}}$	N	N'	Keterangan
	1	2	3	4	5					
W	43	85	64	75	49	316	63	5	1	Cukup
X	10	18	15	16	17	76	15	5	1	Cukup
Y	2	6	4	4	2	18	4	5	2	Cukup

Berikut merupakan contoh perhitungan Uji Kecukupan Elemen Kerja D Stasiun 1 (Proses Outbond):

$$N' = \frac{K}{S} \frac{\sqrt{N(\sum Ws^2) - (\sum Ws)^2}}{\sum Ws}$$

$$N' = \frac{2}{0,5} \frac{\sqrt{5(11810 - 28900)}}{170}$$

$$N' = 5 \text{ artinya } N' \leq N$$

Berdasarkan hasil perhitungan kecukupan data dari masing masing 23 elemen kerja inbound dan 25 elemen kerja outbound pada 5 stasiun kerja, diperoleh bahwa semua elemen kerja telah mencukupi kebutuhan data, yaitu kurang atau sama dengan 5. Hal ini menunjukkan bahwa data yang dikumpulkan sudah cukup dan tidak perlu dilakukan pengambilan tambahan, sehingga data yang diperoleh dapat digunakan langsung untuk perhitungan waktu baku serta analisis *line balancing*. Setelah data dinyatakan cukup, langkah berikutnya adalah menghitung waktu standar untuk setiap elemen kerja. Dalam perhitungan ini, digunakan *rating factor* dengan *metode Westinghouse*, serta *allowance* yang disesuaikan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi kerja.

Tabel 4. 22 Perhitungan Nilai Penyesuaian pada Pekerjaan Inbound

Nilai Penyesuaian (Westinghouse) Inbound							
Stasiun	Elemen Kerja	Skill	Effort	Condition	Consistency	Jumlah	Penyesuain
		Nilai	Nilai	Nilai	Nilai		
1	A	0	0	0.06	0.04	0.100	1.100
	B	0.06	0.02	-0.03	0.01	0.060	1.060

Nilai Penyesuaian (Westinghouse) Inbound							
Stasiun	Elemen Kerja	<i>Skill</i>	<i>Effort</i>	<i>Condition</i>	<i>Consistency</i>	Jumlah	Penyesuain
		Nilai	Nilai	Nilai	Nilai		
	C	0.06	0.02	-0.03	0	0.050	1.050
	D	0.03	0.05	0.02	-0.02	0.080	1.080
	E	0.06	0.05	-0.03	0	0.080	1.080
2	F	0.08	0.08	0	-0.02	0.140	1.140
	G	0.03	0.05	0.02	-0.02	0.080	1.080
	H	0.03	0.05	-0.03	0.01	0.060	1.060
	I	0.06	0.02	-0.03	0.01	0.060	1.060
3	J	0.03	0.08	0.02	0	0.130	1.130
	K	0	0	0.04	0.04	0.080	1.080
	L	0.06	0.02	-0.03	0.01	0.060	1.060
4	M	0.03	0.1	-0.03	0.03	0.130	1.130
	N	0.06	0.1	0	0.03	0.190	1.190
	O	0.06	0.05	0	0.03	0.140	1.140
	P	0.08	0.12	0.02	0.03	0.250	1.250
	Q	0.11	0.12	-0.03	-0.02	0.180	1.180
	R	0.03	0.02	0	0.01	0.060	1.060
5	S	0.03	0	0.02	0.01	0.060	1.060
	T	0.06	0.08	-0.03	-0.02	0.090	1.090
	U	0.06	0.08	-0.03	0.01	0.120	1.120
	V	0	0	0.02	0.04	0.060	1.060
	W	0	0	0	0.04	0.040	1.040

Tabel 4. 23 Perhitungan Nilai Penyesuaian pada Pekerjaan Outbond

Nilai Penyesuaian (Westinghouse) Outbond							
Stasiun	Elemen Kerja	<i>Skill</i>	<i>Effort</i>	<i>Condition</i>	<i>Consistency</i>	Jumlah	Penyesuain
		Nilai	Nilai	Nilai	Nilai		
1	A	0.00	0.00	0.02	0.04	0.060	1.060
	B	0.06	0.02	-0.03	0.04	0.090	1.090
	C	0.03	0.05	-0.03	0.03	0.080	1.080
	D	0.06	0.05	-0.03	0.01	0.090	1.090
2	E	0.03	0.02	0.00	0.03	0.080	1.080
	F	0.00	0.02	0.00	0.03	0.050	1.050
	G	-0.05	-0.04	-0.03	0.04	-0.080	0.920
	H	0.00	0.00	-0.03	0.01	-0.020	0.980
3	I	0.06	0.05	0.00	0.01	0.120	1.120
	J	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.030	1.030
	K	0.08	0.08	0.00	0.00	0.160	1.160

Nilai Penyesuaian (<i>Westinghouse</i>) <i>Outbond</i>							
Stasiun	Elemen Kerja	<i>Skill</i>	<i>Effort</i>	<i>Condition</i>	<i>Consistency</i>	Jumlah	Penyesuaian
		Nilai	Nilai	Nilai	Nilai		
	L	0.00	0.00	0.00	0.03	0.030	1.030
	M	0.00	0.00	0.00	0.03	0.030	1.030
	N	0.08	0.10	-0.03	-0.02	0.130	1.130
4	O	0.11	0.10	-0.03	0.00	0.180	1.180
	P	0.06	0.05	-0.03	0.01	0.090	1.090
	Q	0.06	0.02	0.00	0.03	0.110	1.110
	R	0.06	0.05	0.00	0.01	0.120	1.120
	S	0.03	0.00	0.00	0.03	0.060	1.060
5	T	0.06	0.05	-0.03	0.04	0.120	1.120
	U	0.00	0.02	0	0.04	0.060	1.060
	V	0.03	0.05	0	0.03	0.130	1.130
	W	0.06	0.02	0	0.01	0.090	1.090
	X	0.00	0.00	0	0.04	0.040	1.040
	Y	0.00	0.00	0	0.03	0.030	1.030

Waktu normal dihitung dengan mengambil data waktu pengamatan (waktu baku sementara) yang sudah dikumpulkan, lalu menyesuaikannya dengan faktor penyesuaian. Setiap stasiun kerja memiliki nilai penyesuaian yang berbeda karena dihitung menggunakan metode *Westinghouse*. Metode ini memperhitungkan empat aspek utama, yaitu *skill* (keahlian), *effort* (usaha), kondisi lingkungan, dan *consistency* (konsistensi kerja). Setelah faktor penyesuaian ini ditentukan, hasilnya digunakan untuk menghitung waktu normal di setiap elemen kerja.

Setelah memperoleh waktu normal, langkah berikutnya adalah menghitung waktu baku. Waktu baku ini menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu elemen kerja dalam kondisi kerja yang wajar dengan tenaga yang normal. Perhitungannya dilakukan dengan menambahkan *allowance* (kelonggaran) ke dalam waktu normal. Nilai *allowance* ini disesuaikan berdasarkan jenis pekerjaan dan mengikuti tabel kelonggaran istirahat yang berlaku. Perhitungan *allowance* menurut hasil dari wawancara langsung dengan leader Gudang luar (hamsa dan trikusuma) dan pengamatan

langsung dengan menggunakan tabel kelonggaran istirahat yang berlaku sehingga didapatkan hasil.

1. Salah satu contoh nya pada elemen kerja (Inbound) A:

- Kelonggaran Kelalahan Dasar : 4%
- Kelonggaran berdiri : 2%
- Menggunakan usaha atau energi (20) : 3%
- penerangan yang buruk (2%)
- Perhatian (teliti, tepat) : 2%
- sesekali bising (2%)

$$\begin{aligned} \text{Total Allowance elemen kerja (Inbound) A} &= 4\% + 2\% + 3\% + 2\% + 2\% + 2\% \\ &= 15\%. \end{aligned}$$

Tabel 4. 24 Allowance elemen kerja (Inbound)

<i>Inbound</i>		
Stasiun	Elemen Kerja	Allowance
1	A	15%
	B	13%
	C	13%
	D	13%
	E	13%
2	F	15%
	G	15%
	H	13%
	I	13%
3	J	15%
	K	15%
	L	13%
4	M	15%
	N	15%
	O	15%
	P	15%

<i>Inbound</i>		
Stasiun	Elemen Kerja	Allowance
	Q	15%
	R	15%
5	S	15%
	T	13%
	U	13%
	V	15%
	W	15%

2. Salah satu contoh nya pada elemen kerja (*Outbond*) A:

- Kelonggaran pribadi : 5%
- Aneh (menggunakan usaha) : 2%
- Penerangan yang buruk : (2%)
- Perhatian (teliti, tepat): 2%
- Sese kali bising (2%)

Total Allowance elemen kerja (*Outbond*) A = 5% + 2% + 2% + 2% + 2%

= 13%.

Tabel 4. 25 Allowance elemen kerja (*Outbond*)

<i>Outbond</i>		
Stasiun	Elemen Kerja	Allowance
1	A	13%
	B	13%
	C	13%
	D	15%
2	E	13%
	F	13%
	G	15%
	H	15%
3	I	13%

<i>Outbond</i>		
Stasiun	Elemen Kerja	Allowance
	J	15%
	K	15%
	L	13%
	M	15%
	N	15%
4	O	15%
	P	15%
	Q	15%
	R	15%
	S	13%
5	T	13%
	U	13%
	V	15%
	W	15%
	X	13%
	Y	13%

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, maka diperoleh untuk masing-masing proses besarnya waktu baku adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 26 Perhitungan Waktu Baku Inbound

Perhitungan Waktu Baku Inbound						
Stasiun	Elemen Kerja	Penyesuaian	Waktu Norma I (detik)	Allowance	Waktu Baku (detik)	
1	A	1,10	50,60	15%	58,19	447,03
	B	1,06	147,34	13%	166,49	
	C	1,05	80,85	13%	91,36	
	D	1,08	76,32	13%	86,24	
	E	1,08	39,60	13%	44,75	

Perhitungan Waktu Baku Inbound						
Stasiun	Elemen Kerja	Penyesuaian	Waktu Norma I (detik)	Allowance	Waktu Baku (detik)	
2	F	1,14	550,24	15%	632,78	887,39
	G	1,08	172,80	15%	198,72	
	H	1,06	30,74	13%	34,74	
	I	1,06	18,73	13%	21,16	
3	J	1,13	106,97	15%	123,02	226,25
	K	1,08	34,56	15%	39,74	
	L	1,06	56,18	13%	63,48	
4	M	1,13	742,41	15%	853,77	3958,07
	N	1,19	796,11	15%	915,53	
	O	1,14	315,40	15%	362,71	
	P	1,25	243,75	15%	280,31	
	Q	1,18	1233,89	15%	1418,97	
	R	1,06	110,24	15%	126,78	
5	S	1,06	27,91	15%	32,10	212,38
	T	1,09	35,24	13%	39,82	
	U	1,12	69,07	13%	78,05	
	V	1,06	9,89	15%	11,38	
	W	1,04	44,37	15%	51,03	
Total			4993,22		5731,12	

Berdasarkan hasil perhitungan waktu baku *inbound*, terdapat perbedaan waktu yang signifikan antara stasiun kerja 1 dan stasiun kerja 2, serta antara stasiun kerja 3 dan stasiun kerja 4. Perbedaan ini berpotensi menyebabkan penumpukan di stasiun kerja 2 dan 4, yang memiliki durasi lebih lama dalam proses *inbound*.

Tabel 4. 27 Perhitungan Waktu Baku Outbond

Perhitungan Waktu Baku <i>Outbond</i>						
Stasiun	Elemen Kerja	Penyesuaian	Waktu Normal (detik)	Allowance	Waktu Baku (detik)	
1	A	1,06	32,44	13%	36,65	176,74
	B	1,09	31,39	13%	35,47	
	C	1,08	54,86	13%	62,00	
	D	1,09	37,06	15%	42,62	
2	E	1,08	486,00	13%	549,18	1015,06
	F	1,05	18,69	13%	21,12	
	G	0,92	80,59	15%	92,68	
	H	0,98	306,15	15%	352,07	
3	I	1,12	31,58	13%	35,69	4695,70
	J	1,03	655,70	15%	754,05	
	K	1,16	2554,32	15%	2937,47	
	L	1,03	21,84	13%	24,67	
	M	1,03	92,08	15%	105,89	
	N	1,13	728,62	15%	837,92	
4	O	1,18	481,20	15%	553,38	1850,74
	P	1,09	788,51	15%	906,78	
	Q	1,11	116,11	15%	133,52	
	R	1,12	166,66	15%	191,65	
	S	1,06	57,88	13%	65,40	
5	T	1,12	15,90	13%	17,97	236,24
	U	1,06	83,53	13%	94,39	
	V	1,13	19,66	15%	22,61	
	W	1,09	68,89	15%	79,22	
	X	1,04	15,81	13%	17,86	
	Y	1,03	3,71	13%	4,19	
Total			6949,18		7974,48	

Berdasarkan hasil perhitungan waktu baku, terdapat perbedaan waktu yang signifikan antara stasiun kerja 1 dan stasiun kerja 2, serta antara stasiun kerja 2 dan stasiun kerja 3. Hal ini berpotensi menyebabkan penumpukan di stasiun kerja 2 dan 3, yang memerlukan waktu lebih lama dalam proses outbound.

Tabel 4. 28 Perhitungan Efisiensi tiap Stasiun, Line Efficiency, Balance Delay, dan Idle Time pada Tiap Stasiun Inbound (Awalan)

Perhitungan Tiap Stasiun Inbound (Awalan)							
No	Stasiun Kerja	Waktu Baku Total	Efisiensi Stasiun	Line Efficiency	Balance Delay	Idle Time	Smoothness Index
1	1	447,03	11%	29%	71%	3511,03	7050,75
2	2	887,39	22%			3070,67	
3	3	226,25	6%			3731,82	
4	4	3958,07	100%			0,00	
5	5	212,38	5%			3745,69	
	Minimum	212,38			Total Idle Time	14059,21	
	Maksimum	3958,07					
	Total	5731,12					

Tabel 4. 29 Perhitungan Efisiensi tiap Stasiun, Line Efficiency, Balance Delay, dan Idle Time pada Tiap Stasiun Outbond (Awalan)

Perhitungan Tiap Stasiun Outbond (Awalan)							
No	Stasiun Kerja	Waktu Baku Stasiun (detik)	Efisiensi Stasiun	Line Efficiency	Balance Delay	Idle Time	Smoothness Index
1	1	176,74	4%	34%	66%	4518,96	7870,74
2	2	1015,06	22%			3680,64	
3	3	4695,70	100%			0,00	
4	4	1850,74	39%			2844,95	
5	5	236,24	5%			4459,45	
	Minimum	176,74			Total Idle	15504,01	

Perhitungan Tiap Stasiun <i>Outbond</i> (Awalan)							
No	Stasiun Kerja	Waktu Baku Stasiun (detik)	Efisiensi Stasiun	<i>Line Efficiency</i>	<i>Balance Delay</i>	<i>Idle Time</i>	<i>Smoothness Index</i>
	Maksimum	4695,70					
	Total	7974,48					

Berdasarkan hasil perhitungan, terlihat bahwa efisiensi kerja pada setiap stasiun dalam proses *inbound* dan *outbound* mengalami ketimpangan yang cukup signifikan. Perbedaan ini berpotensi mengganggu kelancaran alur kerja, di mana selisih waktu baku antarstasiun dapat menyebabkan akumulasi barang di beberapa titik serta meningkatkan risiko keterlambatan operasional.

Dalam proses *inbound*, nilai *balance delay* tercatat sebesar 71%, yang menunjukkan adanya ketimpangan distribusi beban kerja antarstasiun. Persentase ini jauh lebih tinggi dibandingkan *line efficiency* yang hanya mencapai 29%, sehingga masih terdapat banyak waktu tidak produktif sepanjang lintasan kerja. Ketidakseimbangan ini dapat berdampak negatif terhadap proses *unloading* coil dari trailer di gudang luar PT. KAL, terutama pada stasiun kerja dengan beban kerja yang lebih rendah. Total *idle time* dalam proses ini mencapai 14.059,21 detik, dengan stasiun kerja 5 memiliki waktu tunggu tertinggi, yaitu 3.745,69 detik, sementara stasiun kerja 4 tidak memiliki *idle time* sama sekali karena memiliki waktu baku tertinggi dibandingkan stasiun lainnya.

Sementara itu, dalam proses *outbound*, kondisi yang sama juga terjadi dengan nilai *balance delay* sebesar 66%. Total *idle time* yang tercatat dalam proses ini adalah 15.504,01 detik, di mana stasiun kerja 1 memiliki waktu tunggu tertinggi, yaitu 4.518,96 detik, sedangkan stasiun kerja 3 tidak mengalami *idle time* karena waktu bakunya paling tinggi dibandingkan stasiun lainnya. Nilai *line efficiency* pada proses *outbound* hanya mencapai 34%, yang

menunjukkan bahwa produktivitas masih tergolong rendah dan berpotensi menghambat pengiriman barang sesuai target perusahaan.

Perhitungan *smoothness index* dalam kedua proses juga mencerminkan perlunya perbaikan dalam distribusi beban kerja antarstasiun. Dalam proses *inbound*, nilai *smoothness index* tercatat sebesar 7.050,75, sedangkan dalam proses *outbound*, nilai ini lebih tinggi, yaitu 7.870,74. Kedua nilai ini menunjukkan bahwa kelancaran operasional masih jauh dari optimal, yang dapat mengakibatkan keterlambatan dalam pemrosesan barang dan menurunkan efisiensi sistem secara keseluruhan.

Dengan *line efficiency* yang masih rendah, yaitu 29% dalam *inbound* dan 34% dalam *outbound*, ada kemungkinan besar bahwa target waktu yang telah ditetapkan perusahaan tidak dapat tercapai secara konsisten. Ketidakseimbangan beban kerja ini mengakibatkan adanya *bottleneck*, yang dapat memperlambat arus kerja secara keseluruhan. Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah strategis untuk meningkatkan keseimbangan lini kerja guna mempercepat proses *inbound* dan *outbound* untuk mengurangi waktu tunggu yang tidak produktif.

Optimalisasi keseimbangan lini pada proses *inbound* dan *outbound* diterapkan menggunakan metode *Ranked Positional Weight (RPW)*. Penentuan bobot posisi dilakukan dengan menghitung akumulasi elemen kerja yang mengikuti, sebagaimana ditampilkan dalam *precedence diagram*. Berikut ini adalah hasil urutan elemen kerja berdasarkan bobot posisi.

Tabel 4. 30 Urutan Elemen Kerja Berdasarkan Waktu Baku pada Pekerjaan Inbound (RPW)

Urutan Elemen Kerja Berdasarkan Waktu Baku pada Pekerjaan <i>Inbound</i> (RPW)			
Urutan Elemen Kerja Berdasarkan Pembobotan			
Sebelum		Sesudah	
Elemen Kerja	Jumlah	Elemen Kerja	Jumlah

Urutan Elemen Kerja Berdasarkan Waktu Baku pada Pekerjaan <i>Inbound</i> (RPW)			
Urutan Elemen Kerja Berdasarkan Pembobotan			
Sebelum		Sesudah	
A	5731,12	A	5731,12
B	5672,93	B	5672,93
C	5506,43	C	5506,43
D	651,64	F	5284,08
E	610,15	M	3971,74
F	5284,08	N	3117,97
G	820,02	O	2202,44
H	621,30	P	1839,73
I	586,56	Q	1559,42
J	565,40	G	820,02
K	315,60	D	651,64
L	275,86	H	621,30
M	3971,74	E	610,15
N	3117,97	I	586,56
O	2202,44	J	565,40
P	1839,73	K	315,60
Q	1559,42	L	275,86
R	267,23	R	267,23
S	212,38	S	212,38
T	180,28	T	180,28
U	140,45	U	140,45
V	62,41	V	62,41
W	51,03	W	51,03

Tabel 4. 31 Urutan Elemen Kerja Berdasarkan Waktu Baku pada Pekerjaan Outbond (RPW)

Urutan Elemen Kerja Berdasarkan Waktu Baku pada Pekerjaan <i>Outbond</i> (RPW)			
Urutan Elemen Kerja Berdasarkan Pembobotan			
Sebelum		Sesudah	
Elemen Kerja	Jumlah	Elemen Kerja	Jumlah
A	7974,48	A	7974,48
B	7937,83	B	7937,83
C	7902,35	C	7902,35
D	7840,36	D	7840,36
E	3530,92	I	6028,63
F	2981,74	K	5992,94
G	2960,62	E	3530,92
H	2867,94	L	3055,47
I	6028,63	M	3030,80
J	2515,86	F	2981,74
K	5992,94	G	2960,62
L	3055,47	H	2867,94
M	3030,80	N	2599,73
N	2599,73	J	2515,86
O	1761,81	O	1761,81
P	1208,43	P	1208,43
Q	626,82	Q	626,82
R	493,30	R	493,30
S	301,64	S	301,64
T	236,24	T	236,24
U	218,27	U	218,27
V	123,89	V	123,89
W	101,27	W	101,27
X	22,05	X	22,05
Y	4,19	Y	4,19

Analisis terhadap urutan elemen kerja berdasarkan waktu baku pada proses *inbound & outbond* menggunakan metode *Ranked Positional Weight (RPW)* bertujuan untuk menyusun pembobotan elemen kerja secara lebih optimal. Dari tabel yang disajikan, terlihat adanya perubahan dalam urutan elemen kerja setelah dilakukan pemeringkatan berdasarkan bobot posisi. Penentuan bobot ini dihitung dari akumulasi waktu elemen kerja yang mengikuti dalam *precedence diagram*, sehingga elemen dengan nilai tertinggi memiliki prioritas lebih tinggi dalam penyusunan stasiun kerja. Hasil pemeringkatan ini menjadi dasar dalam alokasi tugas pada stasiun kerja, dengan tujuan utama untuk meningkatkan keseimbangan lini (*line balancing*) dan mengurangi waktu menganggur (*idle time*) di setiap stasiun.

Setelah menentukan urutan operasi berdasarkan bobotnya, langkah berikutnya adalah mengelompokkan operasi dalam stasiun kerja. Namun, sebelum itu, perlu dilakukan perhitungan *takt time* serta *jumlah minimum stasiun* kerja secara teoritis. Di bawah ini disajikan rumus dan perhitungan *takt time* serta *jumlah minimum stasiun kerja* berdasarkan analisis teoritis.

A. Inbound

1. Menentukan *activity total* 8 bulan

Tabel 4. 32 Jumlah Aktivitas Inbound Hamasa & Trikusuma 2024

Jumlah Aktivitas <i>Inbound</i> Hamasa & Trikusuma 2024	Hamasa		Trikusuma	
	Jumlah Coil (pcs)	Unit Inbound (trailer)	Jumlah Coil (pcs)	Unit Inbound (trailer)
Januari	1365	683	1309	436
Februari	1196	598	990	330
Maret	1335	668	959	320
Aprril	1021	511	863	288
Mei	1487	744	1288	429

Juni	1338	669	1171	390
Juli	1151	576	1333	444
Augustus	1258	629	1228	409
Grand Total	10151	5076	9141	3047
Grand total (2 gudang)			8123	

2. Menentukan *Takt Time (Inbound)*

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{net available time per 8 bulan}}{\text{total activity (inbound) per 8 bulan}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{24 \text{ Jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik} \times 244 \text{ hari kerja}}{8123 \text{ ritase}}$$

$$= \frac{21081600}{8123} = 2.595 \text{ detik (Maks di setiap stasiun)}$$

3. Jumlah Minimum Stasiun Kerja (*inbound*)

$$n_{min} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Total waktu baku inbound}}{\text{takt time inbound}}$$

$$n_{min} = \frac{5731,2 \text{ detik}}{2595 \text{ detik}}$$

$$n_{min} = 2,209 \text{ stasiun dibulatkan minimal 3 stasiun}$$

B. Outbond

1. Menentukan *activity total* 8 bulan

Tabel 4. 33 Jumlah Aktivitas Outbond Hamasa & Trikusuma 2024

Jumlah Aktivitas <i>Outbond</i> Hamasa &	Hamasa		Trikusuma	
	Jumlah Coil (pcs)	Unit <i>Outbond</i> (trailer)	Jumlah Coil (pcs)	Unit <i>Onbound</i> (trailer)

Trikusuma 2024				
Januari	1458	313	1313	278
Februari	1181	291	1012	209
Maret	1376	250	974	199
Aprril	1387	194	1019	193
Mei	1159	227	1037	215
Juni	1277	267	1149	230
Juli	1069	231	1145	228
Augustus	1186	240	1266	220
Grand Total	10093	2013	8915	1772
Grand total (2 gudang)			3785	

2. Menentukan *Takt Time (Outbond)*

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{net available time per 8 bulan}}{\text{total activity (Outbond) per 8 bulan}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{24 \text{ Jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik} \times 244 \text{ hari kerja}}{3785 \text{ ritase}}$$

$$= \frac{21081600}{3785} = 5570 \text{ detik (Maks di setiap stasiun)}$$

3. Jumlah Minimum Stasiun Kerja (*Outbond*)

$$n_{min} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Total waktu baku Outbond}}{\text{takt time Outbond}}$$

$$n_{min} = \frac{7974 \text{ detik}}{5570 \text{ detik}}$$

$$n_{min} = 1,432 \text{ stasiun dibulatkan minimal 2 stasiun}$$

Hasil perhitungan takt time digunakan sebagai batas waktu maksimum yang dapat digunakan di setiap stasiun kerja dalam proses inbound dan outbound. Perhitungan ini mempertimbangkan total waktu kerja yang tersedia selama 8 bulan, jumlah aktivitas dalam bentuk total unit inbound dan outbound trailer, serta waktu operasional yang dihitung dalam satuan detik.

Berdasarkan data aktivitas inbound dari dua gudang (Hamasa & Trikusuma), jumlah total ritase yang tercatat selama periode Januari–Agustus 2024 adalah 8.123 ritase. Dengan mempertimbangkan waktu kerja selama 244 hari, diperoleh nilai takt time sebesar 2.595 detik per stasiun kerja. Nilai ini digunakan sebagai batasan dalam perancangan alokasi elemen kerja agar tidak ada stasiun yang melebihi takt time. Selanjutnya, dilakukan perhitungan jumlah minimum stasiun kerja yang dibutuhkan berdasarkan total waktu baku inbound sebesar 5.731,2 detik. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jumlah minimum stasiun kerja yang dibutuhkan adalah 2,209 stasiun, sehingga dibulatkan menjadi 3 stasiun kerja.

Untuk proses outbound, jumlah total ritase yang tercatat selama periode yang sama adalah 3.785 ritase. Dengan waktu kerja yang sama, diperoleh nilai takt time sebesar 5.570 detik per stasiun kerja. Nilai ini digunakan sebagai acuan dalam pembagian elemen kerja guna memastikan bahwa setiap stasiun tidak melebihi batas takt time yang telah ditentukan. Setelah dilakukan perhitungan jumlah minimum stasiun kerja berdasarkan total waktu baku outbound sebesar 7.974 detik, diperoleh jumlah minimum stasiun kerja sebanyak 1,432 stasiun, yang kemudian dibulatkan menjadi 2 stasiun kerja.

Hasil perhitungan takt time digunakan sebagai batas maksimum waktu baku pada setiap stasiun, sehingga tidak ada stasiun yang memiliki waktu kerja melebihi takt time. Dengan diketahuinya nilai takt time dan jumlah minimum stasiun kerja, pengelompokan operasi untuk pembagian stasiun dapat dilakukan dengan mempertimbangkan urutan prioritas (bobot RPW), precedence diagram, takt time, dan jumlah minimum stasiun kerja. Berikut merupakan urutan elemen kerja usulan yang dirancang pada proses *Inbound*.

Tabel 4. 34 Usulan Urutan Elemen Kerja Inbound

Usulan Urutan Elemen Kerja <i>Inbound</i>.			
Stasiun	Elemen Kerja	Ws	Sisa Waktu
1	A	58.19	2537.27
	B	166.49	2370.77
	C	91.36	2279.41
	F	632.78	1646.64
	M	853.77	792.86
	G	198.72	594.14
	D	86.24	507.90
	H	34.74	473.17
	E	44.75	428.42
	I	21.16	407.26
	J	123.02	284.24
	K	39.74	244.49
	L	63.48	181.01
	R	126.78	54.24
S	32.10	22.13	
2	N	915.53	1680
	O	362.71	1317.22
	P	280.31	1036.91
	T	39.82	997.08
3	Q	1418.97	1176
	U	78.05	1098.44
	V	11.38	1087.06
	W	51.03	1036.04

Berdasarkan hasil perhitungan, alokasi elemen kerja pada proses inbound dibagi ke dalam tiga stasiun kerja dengan mempertimbangkan nilai takt time sebesar 2.595 detik. Pada stasiun pertama, elemen kerja yang dialokasikan memiliki total waktu baku yang masih berada dalam batas takt time, dengan sisa waktu sebesar 284,24 detik. Stasiun kedua menampung elemen kerja dengan total waktu lebih tinggi dibandingkan stasiun pertama, namun tetap dalam batas

takt time, dengan sisa waktu minimum sebesar 22,13 detik. Sementara itu, stasiun ketiga memiliki waktu baku yang lebih merata, dengan elemen kerja yang tersisa masih dalam batas toleransi waktu.

Berikut merupakan contoh perhitungan efisiensi stasiun kerja 2:

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi Stasiun} &= \frac{W_i}{W_s} \times 100\% \\ &= \frac{1598.37}{2573.32} \times 100\% \\ &= 62\%\end{aligned}$$

Line efficiency usulan dihitung dengan menggunakan persamaan , diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Line efficiency} &= \frac{\sum W_i}{K \times CT} \times 100\% \\ &= \frac{5731.12}{3 \times 2573.32} \times 100\% \\ &= 74\%\end{aligned}$$

Balance delay usulan dihitung dengan menggunakan persamaan , diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}D &= 1 - \text{Line Efficiency} \\ &= 1 - 74\% \\ &= 26\%\end{aligned}$$

Smoothness Index usulan dihitung dengan menggunakan persamaan , diperoleh hasil sebagai berikut:

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^k (W_s - W_i)^2}$$

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^k (W_s - W_i)^2}$$

$$\sqrt{(2573,32 - 2573,32)^2 - (1598,37 - 2573,32)^2 - (1559,42 - 2573,32)^2}$$

$$= 1406,60$$

Efisiensi tiap stasiun, *line efficiency*, *balance delay*, *idle time*, dan *smoothness index*. Berdasarkan perhitungan sebelumnya, hasil dari evaluasi ini dapat disajikan dalam Tabel berikut.

Tabel 4. 35 Perhitungan Tiap Stasiun Inbound (Usulan)

Perhitungan Tiap Stasiun <i>Inbound</i> (Usulan)								
Stasiun	Task	Ws	$\sum W_s$	Efisiensi Stasiun	Line Efficiency	Balance Delay	Idle Time	Smoothness Index
1	A	58.19	2573.32	100%	74%	26%	0	1406.60
	B	166.49						
	C	91.36						
	F	632.78						
	M	853.77						
	G	198.72						
	D	86.24						
	H	34.74						
	E	44.75						
	I	21.16						
	J	123.02						
	K	39.74						
	L	63.48						
R	126.78							
S	32.10							
2	N	915.53	1598.37	62%			974.95	
	O	362.71						
	P	280.31						
	T	39.82						
3	Q	1418.97	1559.42	61%			1013.90	
	U	78.05						
	V	11.38						
	W	51.03						
Minimum		1559.42			Total Idle	1988.85		
Maksimum		2573.32						
Total		5731.12						

Tabel 4. 36 Usulan Urutan Elemen Kerja Outbond

Usulan Urutan Elemen Kerja <i>Outbond</i>			
Stasiun	Elemen Kerja	Ws	Sisa Waktu
1	A	36.65	5533.12
	B	35.47	5497.65
	C	62.00	5435.65
	D	42.62	5393.03
	I	35.69	5357.34
	K	2937.47	2419.88
	E	549.18	1870.70
	L	24.67	1846.02
	M	105.89	1740.13
	F	21.12	1719.01
	G	92.68	1626.33
	H	352.07	1274.25
	N	837.92	436.33
	Q	133.52	302.81
	R	191.65	111.16
2	J	754.05	4815.72
	O	553.38	4262.34
	P	906.78	3355.56
	S	65.40	3290.16
	T	17.97	3272.18
	U	94.39	3177.80
	V	22.61	3155.19
	W	79.22	3075.97
	X	17.86	3058.10
	Y	4.19	3053.91

Berdasarkan hasil perhitungan, alokasi elemen kerja pada proses outbound dibagi ke dalam dua stasiun kerja dengan memperhatikan nilai takt time sebesar 5.570 detik. Pada stasiun pertama, elemen kerja yang dialokasikan memiliki total waktu baku yang masih berada dalam batas takt time, dengan sisa waktu sebesar 111,16 detik. Stasiun kedua menampung elemen kerja dengan total waktu lebih tinggi dibandingkan stasiun pertama, namun tetap dalam batas takt time, dengan sisa waktu sebesar 3.053,91 detik.

Berikut merupakan contoh perhitungan efisiensi stasiun kerja 2:

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi Stasiun} &= \frac{W_i}{W_s} \times 100\% \\
 &= \frac{1533,6}{4694,7} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= 24\%$$

Line efficiency usulan dihitung dengan menggunakan persamaan, diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Line efficiency} &= \frac{\sum Wi}{K \times CT} \times 100\% \\ &= \frac{7974,48}{2 \times 4695,7} \times 100\% \\ &= 62\% \end{aligned}$$

Balance delay usulan dihitung dengan menggunakan persamaan, diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} D &= 1 - \text{Line Efficiency} \\ &= 1 - 62\% \\ &= 38\% \end{aligned}$$

Smoothness Index usulan dihitung dengan menggunakan persamaan, diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} SI &= \sqrt{\sum_{i=1}^k (Ws - Wi)^2} \\ &= \sqrt{(6440,8 - 6440,88)^2 - (1533,6 - 6440,88)^2} \\ &= 4907,28 \end{aligned}$$

Efisiensi tiap stasiun, *line efficiency*, *balance delay*, *idle time*, dan *smoothness index*. Berdasarkan perhitungan sebelumnya, hasil dari evaluasi ini dapat disajikan dalam Tabel berikut.

Tabel 4. 37 Perhitungan Tiap Stasiun Outbond (Usulan)

Perhitungan Tiap Stasiun <i>Outbond</i> (Usulan)								
Stasiun	Task	Ws	$\sum W_s$	Efisiensi Stasiun	Line Efficiency	Balance Delay	Idle Time	Smoothness Index
1	A	36.65	6440.88	100%	62%	38%	0	4907.28
	B	35.47						
	C	62.00						
	D	42.62						
	I	35.69						
	K	2937.47						
	E	549.18						
	L	24.67						
	M	105.89						
	F	21.12						
	G	92.68						
	H	352.07						
	N	837.92						
	Q	133.52						
R	191.65							
2	J	754.05	1533.60	24%			4907.28	
	O	553.38						
	P	906.78						
	S	65.40						
	T	17.97						
	U	94.39						
	V	22.61						
	W	79.22						
	X	17.86						
	Y	4.19						
		Minimum	176.74					
		Maksimum	4695.70					
		Total	7974.48					
						Total Idle	15504.01	

Tabel 4. 38 Perbandingan *Line Efficiency* Awal dan Usulan pada Inbound & Outbond

<i>Perbandingan Line Efficiency Awal dan Usulan pada Inbound</i>					
Kondisi	Stasiun Kerja	Efisiensi	Idle Time	Balance Delay	Smoothing Index
Sebelum Perbaikan	5	29%	14059,21	71%	7050,75
Setelah Perbaikan	3	74%	1988,85	26%	1406,60
<i>Perbandingan Line Efficiency Awal dan Usulan pada Outbond</i>					
Kondisi	Stasiun Kerja	Efisiensi	Idle Time	Balance Delay	Smoothing Index
Sebelum Perbaikan	5	34%	15504,01	66%	7870,74
Setelah Perbaikan	3	62%	4907,28	38%	4907,28

Berdasarkan hasil perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan pada proses inbound, terjadi peningkatan signifikan dalam efisiensi kerja. Jumlah stasiun kerja yang semula lima berhasil direduksi menjadi tiga tanpa mengorbankan performa sistem. Efisiensi meningkat dari 29% menjadi 74%, dengan penurunan idle time secara drastis dari 14.059,21 detik menjadi 1.988,85 detik. Selain itu, balance delay juga mengalami perbaikan signifikan, turun dari 71% menjadi 26%, menunjukkan keseimbangan beban kerja yang lebih baik. Penurunan nilai smoothness index dari 7.050,75 menjadi 1.406,60 juga menegaskan peningkatan keseimbangan antar stasiun kerja.

Berdasarkan hasil analisis setelah optimasi menggunakan metode Ranked Positional Weight (RPW), distribusi elemen kerja dalam proses inbound menjadi lebih seimbang, sehingga mengurangi ketimpangan beban yang sebelumnya menyebabkan hambatan dalam operasional. Setelah perbaikan, jumlah stasiun kerja berkurang menjadi tiga, dengan stasiun pertama

memiliki total waktu baku sebesar 2.573,32 detik dan efisiensi 100%. Sementara itu, stasiun kedua dan ketiga masih menyisakan idle time masing-masing sebesar 974,95 detik dan 1.013,90 detik, dengan efisiensi 62% dan 61%. Total idle time dalam sistem yang turun drastis menjadi 1.988,85 detik menunjukkan peningkatan keseimbangan beban kerja yang lebih optimal. Dengan *line efficiency* yang meningkat menjadi 74% serta balance delay yang berkurang menjadi 26%, sistem menjadi lebih efisien dan berpotensi memperlancar arus kerja sekaligus mempercepat proses unloading produk alat berat, khususnya coil.

Sementara itu, dalam proses outbound, perbaikan sistem juga membawa dampak yang cukup besar. Jumlah stasiun kerja yang semula lima berhasil dikurangi menjadi tiga. Efisiensi meningkat dari 34% menjadi 62%, sementara idle time yang sebelumnya mencapai 15.504,01 detik berhasil dikurangi menjadi 4.907,28 detik. Penurunan balance delay dari 66% menjadi 38% menunjukkan distribusi kerja yang lebih optimal, meskipun masih lebih tinggi dibandingkan inbound. Hal ini terlihat dari nilai smoothness index yang turun dari 7.870,74 menjadi 4.907,28, menandakan bahwa meskipun beban sudah lebih merata dibanding sebelumnya, masih ada ruang untuk optimalisasi lebih lanjut.

Selain itu, hasil perhitungan setelah optimasi pada outbound juga menunjukkan bahwa distribusi elemen kerja lebih merata dibandingkan kondisi sebelumnya, sehingga beban kerja pada tiap stasiun lebih seimbang. Stasiun kerja pertama memiliki total waktu baku 6.440,88 detik, dengan efisiensi 100% dan *line efficiency* 62%, sedangkan stasiun kedua memiliki total waktu baku 1.533,60 detik dengan *line efficiency* 24%. Meskipun masih terdapat idle time sebesar 4.907,28 detik pada stasiun kedua, total idle time dalam sistem berhasil dikurangi secara signifikan, menunjukkan peningkatan keseimbangan beban kerja yang lebih baik dibandingkan sebelumnya. Dengan balance delay yang turun menjadi 38%, sistem menjadi lebih efisien dan diharapkan dapat meningkatkan kelancaran arus produk alat berat (coil) serta mempercepat proses loading dalam aktivitas outbound.

4.2.2.3 Perancangan format pelaporan komunikasi antara *team HRC Coil transport* dan *team gudang* untuk aktivitas *Inbound* dan *Outbond*.

Efektivitas komunikasi antara tim *HRC Coil Transport* dan tim gudang inbound maupun outbound berperan penting dalam memastikan kelancaran arus barang serta mengurangi hambatan operasional. Namun, dalam praktiknya, belum adanya standar informasi yang terstruktur dan ketiadaan SOP dalam penyampaian data sering kali menyebabkan keterlambatan, miskomunikasi, serta inefisiensi dalam proses pemuatan dan penerimaan coil. Oleh karena itu, diperlukan rancangan format pelaporan yang lebih sistematis agar alur informasi menjadi lebih jelas dan mudah diakses oleh seluruh pihak terkait.

Pertama, *WhatsApp* dipilih sebagai media pelaporan karena sudah menjadi alat komunikasi yang umum digunakan oleh tim operasional. Dengan memanfaatkan platform yang telah dikenal, implementasi dapat dilakukan lebih cepat tanpa memerlukan investasi sistem baru. Rancangan pelaporan ini dirancang agar informasi seperti nomor coil, tonase per unit, status khusus, serta kebutuhan alat bantu pemuatan dapat disampaikan secara lebih akurat dan terstruktur. Dengan demikian, koordinasi antara tim gudang dan vendor transportasi dapat berjalan lebih efektif, mengurangi potensi keterlambatan, serta meningkatkan efisiensi dalam proses inbound dan outbound di gudang luar. Berikut merupakan format permintaan unit *inbound / outbond* oleh *team HRC coil* kepada tim Gudang (Sebelum).

Gambar 4. 13 format permintaan unit inbound / outbond oleh *team HRC coil* kepada tim Gudang (Sebelum).

BUMI KAYA PULOGADUNG 11,7

COIL MV GOLDEN ACE

1. Trikusuma & Hamasa 2 Coil 45 ton

Z 9152 S / Ipin

2. Hamasa & Trikusuma 4 Coil 56 ton

Namun, format ini memiliki beberapa kelemahan yang ditemukan melalui brainstorming dengan tim gudang:

1. Tonase per coil tidak jelas. Seharusnya setiap coil memiliki informasi tonase masing-masing, bukan total keseluruhan & Informasi nomor coil khusus tidak tersedia, tim gudang kesulitan memilih coil yang sesuai dengan kebutuhan loading.

Setiap coil perlu dicantumkan tonase per pcs, bukan hanya total keseluruhan. Selain itu, informasi mengenai status coil (khusus atau tidak) harus disertakan. Jika coil bukan kategori khusus, maka cukup diberikan rentang tonase agar tim gudang dapat menyesuaikan pemilihan berdasarkan kemudahan penempatan dan proses pemuatan.

2. Tidak ada nomor telepon driver & vendor, karena sulit melakukan koordinasi jika terjadi kendala di lapangan.

Nomor kontak pengemudi dan vendor transporter harus dicantumkan untuk memastikan kelancaran komunikasi, terutama jika terjadi kendala seperti ketidakhadiran pengemudi atau kebutuhan tambahan alat muat seperti kayu, rantai, atau peralatan lainnya yang diperlukan dalam proses pemuatan coil ke trailer.

3. Lokasi pemuatan tidak spesifik jika lebih dari satu gudang, karena menyebabkan kebingungan dalam proses pemuatan apabila *combine* dengan gudang (selain gudang luar)

Proses pemuatan tidak selalu dilakukan di satu gudang, melainkan dapat melibatkan dua atau tiga lokasi, termasuk kombinasi dengan gudang internal milik pelanggan. Oleh karena itu, informasi lokasi pemuatan harus disampaikan secara jelas untuk menghindari kesalahan koordinasi.











4. Posisi pesan mesti di posisikan ulang, karena terkadang mesti dibaca keatas lagi untuk memastikan ulang informasi.

Reposisi kalimat dalam format pelaporan dilakukan dengan menyusun informasi dari yang umum ke yang spesifik. Urutan dimulai dari data utama seperti nama customer, kapal, dan lokasi pemuatan, sebelum masuk ke detail teknis seperti nomor coil, tonase per unit, dan alat muat yang dibutuhkan. Pendekatan ini membantu penerima memahami konteks secara menyeluruh sebelum membaca informasi lebih rinci. Selain itu, elemen kritis seperti nomor coil, tonase per unit, dan status khusus diletakkan lebih awal agar lebih mudah terlihat dan segera ditindaklanjuti. Penyusunan kalimat juga disesuaikan agar lebih ringkas dan sistematis, sehingga meningkatkan kelancaran bacaan dan memungkinkan pemahaman yang lebih cepat dalam satu kali baca.

5. Menambahkan Emoji sebagai penanda visual,

Untuk meningkatkan keterbacaan dan memperjelas informasi penting dalam format pesan WhatsApp. Dengan adanya simbol seperti 🏠 untuk nomor kendaraan atau 📞 untuk kontak, penerima pesan dapat dengan cepat mengidentifikasi bagian yang relevan tanpa harus membaca keseluruhan teks. Ini membantu mempercepat pemahaman, terutama dalam situasi operasional yang menuntut respons cepat.

Sebagai solusi atas permasalahan di atas, dirancang format baru sebagai berikut:

 *[INBOUND / OUTBOUND] NOTIFICATION*
<p> Customer: BUMI KAYA PULOGADUNG 11,7</p> <p> Kapal Ekspor: COIL MV GOLDEN ACE / (Opsional DOMESTIK)</p> <p> No Pol: Z 9152 S</p> <p> Driver: Ipin  [No HP Driver]</p> <p> Vendor Transporter: [Nama Vendor]  [No HP Vendor]</p> <p> **Detail Barang (Total: 4 Coil)**</p> <p> *Gudang 1: Trikusuma*</p>

<p>- Coil 1: [Nomor Coil / Khusus atau Tidak] - [xx] ton</p> <p>◆ *Gudang 2: Hamasa*</p> <p>- Coil 3: [Nomor Coil / Khusus atau Tidak] - [xx] ton</p> <p>⚖ Range Tonase (Jika Non-Khusus): [45-47 ton] / [50-53 ton]</p> <p>🕒 Estimasi **Waktu Pemuatan:** [Tanggal & Jam]</p> <p>● Urgensi: [Ekspor / Domestik Jabodetabek / Domestik Luar Jabodetabek / Transfer]</p> <p>🔧 **Alat Muat Dibutuhkan:** [Kondisi alat muat – kayu/rantai/saddle/bracket] (Lengkap/Tidak)</p> <p>📄 **Catatan:** [Instruksi tambahan jika ada]</p> <p>📩 **Mohon konfirmasi jika ada perubahan atau kendala di gudang tertentu.**</p>

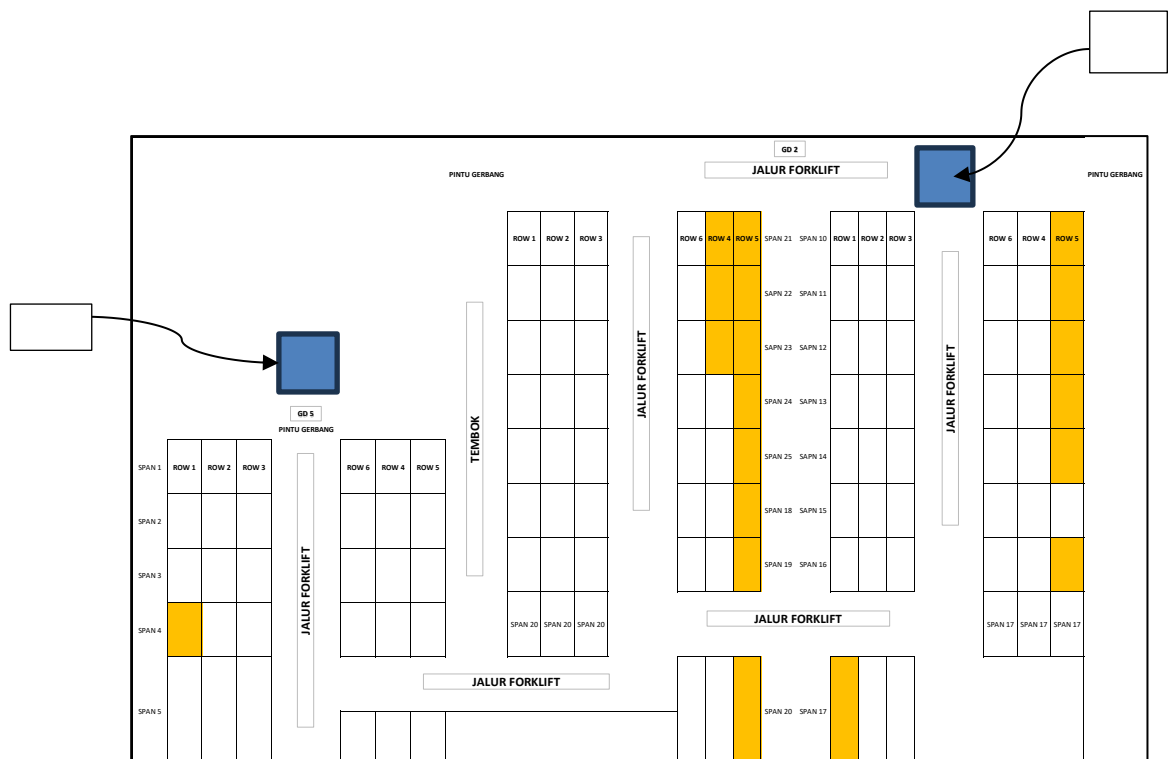
4.2.2.4 Perancangan area buka tutup terpal trailer gudang luar (HRC).

Berdasarkan 5W + 1H pembangunan shelter khusus dengan kanopi untuk pelepasan dan pemasangan terpal sangat penting untuk mengurangi kepadatan di dalam gudang. Saat hujan, trailer sering masuk ke dalam gudang untuk melepas atau memasang terpal, yang menyebabkan gangguan operasional dan peningkatan kepadatan. Dengan adanya shelter khusus di luar gudang, proses tersebut dapat dilakukan tanpa mengganggu aktivitas di dalam gudang, sehingga alur kerja menjadi lebih efisien dan risiko keterlambatan dapat diminimalkan. Selain itu, shelter ini juga melindungi barang dan pekerja dari kondisi cuaca buruk, meningkatkan keselamatan dan kenyamanan kerja.

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi dengan leader gudang, kondisi untuk pembangunan shelter atau atap sementara dalam proses pelepasan terpal (inbound) dan pemasangan terpal (outbound) telah dianalisis pada dua lokasi, yaitu Gudang Hamasa dan Gudang Trikusuma. Namun, berdasarkan

observasi lanjutan di Gudang Trikusuma, checker gudang menyatakan bahwa pembangunan shelter di lokasi tersebut tidak memungkinkan karena posisinya yang berseberangan dengan kantin TJP, yang dapat menghalangi akses menuju area tersebut. Oleh karena itu, sebagai alternatif, proses penerpalan di Gudang Trikusuma dapat dilakukan di dalam gudang, tepatnya di dekat pintu masuk dengan memanfaatkan area kosong di sekitar bed yang tidak terpakai.

Sementara itu, di Gudang Hamasa, pembangunan shelter dirancang di area tengah, yaitu antara pintu masuk dan pintu keluar. Lokasi ini dipilih agar shelter dapat digunakan baik oleh trailer inbound yang membawa coil transfer maupun trailer outbound yang akan keluar dari gudang. Dengan penempatan ini, proses pelepasan dan pemasangan terpal dapat dilakukan dengan lebih efisien, tanpa mengganggu aktivitas di dalam gudang, serta tetap menjaga kelancaran arus lalu lintas kendaraan. Berikut merupakan penggambaran layout Gudang luar.



Gambar 4. 14 Rencana Penempatan Shelter Penerpalan di Gudang Luar PT. KAL

4.2.2.5 Perancangan Checklist forklift oleh operator untuk preventive maintenance permasalahan forklift di gudang luar (HRC).

Permasalahan *forklift* yang mengalami *trouble* atau dalam proses maintenance menyebabkan delay operasional. Akar penyebab utama adalah kurangnya kebijakan pemeliharaan preventif dan sistem pemantauan *real-time* yang menyebabkan kerusakan tidak terdeteksi lebih awal.

Solusi yang diusulkan mencakup peningkatan komunikasi dengan vendor, penerapan sistem pemantauan jarak jauh, dan penyusunan kebijakan pemeliharaan yang lebih proaktif. Langkah-langkah ini perlu diterapkan secara bertahap dalam tiga minggu, dengan tanggung jawab dibagi antara tim operasional gudang dan vendor forklift. Implementasi dilakukan melalui peningkatan frekuensi pengecekan, penggunaan alat monitoring, serta penjadwalan yang lebih jelas untuk perbaikan. Adapun usulan yang dirancang adalah sebagai berikut.

1. Peningkatan Frekuensi Pengecekan
 - a. Perubahan jadwal inspeksi dari 2–4 minggu sekali menjadi setiap minggu oleh vendor.
 - b. Membuat jadwal inspeksi harian oleh operator setelah menggunakan forklift.
2. Checklist Preventive Maintenance
 - c. Vendor diwajibkan menyediakan checklist inspeksi standar yang harus diisi oleh operator.
 - d. Checklist mencakup pemeriksaan oli, rem, baterai, hidrolik, ban, dan sensor keamanan.
3. Dashboard Pemantauan Forklift
 - e. Dashboard ini menampilkan data temperatur mesin, tekanan hidrolik, kondisi baterai, dan riwayat perawatan.

Sebagai tahap awal pengembangan system dengan hasil brainstorming menghasilkan rancangan ceklis *preventive maintenance* yang akan digunakan oleh operator untuk memastikan kondisi forklift tetap optimal. Dari proses ini, ditetapkan beberapa komponen utama dalam item pemeriksaan yang perlu dicatat secara berkala. Untuk mendukung penerapan sistem ini, akan dibuat formulir digital menggunakan Google Form sebagai media pencatatan kondisi

forklift. Formulir ini akan diisi langsung oleh operator di setiap shift guna memastikan bahwa setiap unit forklift yang digunakan telah melalui pemeriksaan yang sistematis dan dapat dilaporkan secara akurat.

Dalam Google Form ini, operator wajib mengisi beberapa informasi penting, yaitu:

1. Informasi Umum – Nama operator, nomor unit forklift, dan hour meter sebelum serta sesudah pemakaian.
2. Shift Operasional – Pencatatan waktu penggunaan forklift (pagi, siang, malam).
3. Pemeriksaan Kondisi Forklift – Evaluasi berbagai komponen utama seperti sistem mesin, hidrolik, rem, transmisi, ban, kelistrikan, kemudi, serta fitur keselamatan.
4. Status Forklift – Penentuan apakah forklift layak digunakan atau memerlukan tindakan perbaikan.
5. Catatan dan Tindak Lanjut – Dokumentasi masalah yang ditemukan serta rekomendasi tindakan perbaikan jika diperlukan.

Dengan penerapan checklist ini, operator dapat lebih mudah mengidentifikasi potensi permasalahan sejak dini serta menyampaikan laporan yang lebih akurat kepada vendor. Selain itu, data yang dikumpulkan dapat dianalisis untuk meningkatkan efektivitas perawatan forklift secara keseluruhan. Dimana didapatkan komponen” dalam item pemeriksaan adalah sebagai berikut.


Tabel 4. 39 Skala Penilaian Kondisi Komponen Forklift

Skala	Kategori	Keterangan
1	Buruk	Perlu Perbaikan Segera
2	Kurang	Perlu Pemantauan
3	Cukup	Masih Dapat Digunakan
4	Baik	Tidak Ada Masalah
5	Sangat Baik	Kondisi Optimal

Tabel 4. 40 Item Pemeriksaan Preventive Forklift

No	Kategori	Item Pemeriksaan
1	Informasi Umum	Nama Operator
		Serial Number / Unit Number
		Hour Meter Sebelum & Sesudah Pemakaian
		Shift Operasional
2	Pemeriksaan Forklift	Engine & Fuel System
		Level Oli Mesin
		Kebocoran Oli Mesin
		Kondisi Radiator & Level Air Pendingin
		Level Bahan Bakar (BBM/Gas/Listrik)
		Kebocoran Bahan Bakar
3	Sistem Hidrolik	Tekanan Hidrolik
		Kebocoran Hidrolik
		Kondisi Selang & Fitting Hidrolik
4	Sistem Rem	Level Minyak Rem
		Fungsi Rem Utama
		Fungsi Rem Parkir
		Kebocoran Sistem Rem
5	Transmisi	Level Oli Transmisi
		Fungsi Kopling / Transmisi
		Kebocoran Sistem Transmisi
6	Tyres & Wheels	Tekanan Ban
		Kondisi Ban (Retak, Aus, Bocor)
		Kondisi Baut & Mur Roda
7	Sistem Elektrikal	Kondisi Baterai / Aki
		Tegangan & Terminal Baterai

No	Kategori	Item Pemeriksaan
		Indikator Lampu (Check Engine, Battery, dll.)
		Lampu Utama & Sein
		Klakson
8	Tes Fungsi dan Stir	Fungsi Kemudi
		Fungsi Angkat & Turun Fork
		Fungsi Tilt & Side Shift
9	<i>Safety</i>	Kondisi Sabuk Pengaman (Seat Belt)
		Kondisi Fork & Mast (Bengkok, Retak, dll.)
		Bunyi Aneh / Getaran Tidak Normal
		Kebersihan Forklift (Mesin, Kabin, dll.)
10	Catatan & Tindak Lanjut	Masalah Ditemukan?
		Deskripsi Masalah (Jika Ada)
		Unggah Foto Jika Diperlukan
		Status Forklift
		Pemakaian Forklift per Shift
13	Pengecekan <i>Emergency & Safety Equipment</i>	Fungsi Rem Darurat
		Kondisi Fire Extinguisher di Forklift
14	Evaluasi Operator & Kepatuhan	Seat Belt Dipakai Saat Mengoperasikan?
		Forklift Diparkir di Area yang Benar?
15	Rekomendasi & Follow-Up	Tingkat Keparahan Masalah
		Tindak Lanjut yang Direkomendasikan
		Nama Teknisi yang Bertanggung Jawab



Daily Forklift Inspection Checklist

Formulir Pemeriksaan Harian Forklift

Selamat datang di sistem inspeksi harian forklift. Formulir ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap unit forklift dalam kondisi optimal sebelum digunakan, guna meningkatkan **keamanan dan efisiensi operasional** di area gudang.

Petunjuk Pengisian:

- 1 Isi data unit forklift (Serial Number, Hour Meter, Operator, dll.).
- 2 Lakukan inspeksi menyeluruh pada semua komponen forklift sesuai daftar yang tersedia.
- 3 Gunakan skala penilaian untuk kondisi komponen:
 - 1 = Buruk (Perlu Perbaikan Segera)
 - 2 = Kurang (Perlu Pemantauan)
 - 3 = Cukup (Masih Dapat Digunakan)
 - 4 = Baik (Tidak Ada Masalah)
 - 5 = Sangat Baik (Kondisi Optimal)
- 4 Jika ditemukan masalah, isi kolom catatan tambahan dan unggah foto jika diperlukan.
- 5 Kirim formulir ini sebelum forklift digunakan pada awal shift.

Informasi Penting:

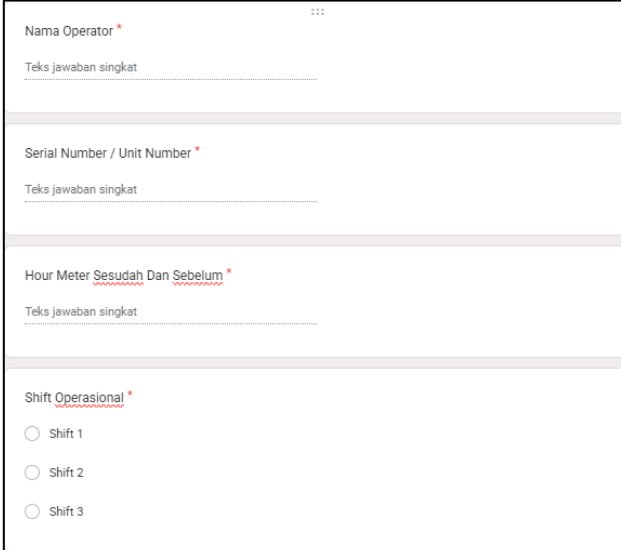
- ✓ Inspeksi ini wajib dilakukan setiap awal shift oleh operator forklift.
- ✓ Jika forklift tidak layak pakai, segera laporkan ke leader gudang / admin gudang atau vendor.
- ✓ Data ini akan digunakan untuk pemantauan kondisi forklift dan perencanaan pemeliharaan preventif.

Silakan lanjutkan dengan mengisi formulir di bawah ini. 📄

Nama Operator *

Teks jawaban singkat

Gambar 4. 15 Tampilan Awal Google Form – Daily Forklift Inspection Checklist



...

Nama Operator *

Teks jawaban singkat

Serial Number / Unit Number *

Teks jawaban singkat

Hour Meter Sesudah Dan Sebelum *

Teks jawaban singkat

Shift Operasional *

Shift 1

Shift 2

Shift 3

Gambar 4. 16 Bagian Identitas Operator di Google Form

Pemeriksaan Forklift

✦ Gunakan skala 1-5 untuk penilaian kondisi forklift:

1 = Buruk (Perlu Perbaikan/Pengisian Segera)
2 = Kurang (Perlu Pemantauan)
3 = Cukup (Masih Dapat Digunakan)
4 = Baik (Tidak Ada Masalah)
5 = Sangat Baik (Kondisi Optimal)

Engine & Fuel System *

Level Oli Mesin

Teks jawaban singkat

Kebocoran Oli Mesin *

1 = Buruk (Perlu Perbaikan/Pengisian Segera)

2 = Kurang (Perlu Pemantauan)

3 = Cukup (Masih Dapat Digunakan)

4 = Baik (Tidak Ada Masalah)

5 = Sangat Baik (Kondisi Optimal)

Kondisi Radiator & Level Air Pendingin *

1 = Buruk (Perlu Perbaikan/Pengisian Segera)

2 = Kurang (Perlu Pemantauan)

3 = Cukup (Masih Dapat Digunakan)

4 = Baik (Tidak Ada Masalah)

5 = Sangat Baik (Kondisi Optimal)

Gambar 4. 17 Bagian Pemeriksaan Engine & Fuel System di Google Form

Level Bahan Bakar (BBM/Gas/Listrik) *

Teks jawaban singkat

Kebocoran Bahan Bakar *

1 = Buruk (Perlu Perbaikan/Pengisian Segera)

2 = Kurang (Perlu Pemantauan)

3 = Cukup (Masih Dapat Digunakan)

4 = Baik (Tidak Ada Masalah)

5 = Sangat Baik (Kondisi Optimal)

Hydraulic System *

Tekanan Hidrolik

Teks jawaban singkat

Kebocoran Hidrolik *

1 = Buruk (Perlu Perbaikan/Pengisian Segera)

2 = Kurang (Perlu Pemantauan)

3 = Cukup (Masih Dapat Digunakan)

4 = Baik (Tidak Ada Masalah)

5 = Sangat Baik (Kondisi Optimal)

Gambar 4. 18 Bagian Pemeriksaan Bahan Bakar dan Sistem Hidrolik di Google Form

Kondisi Fork & Mast (Bengkok, Retak, dll.) *

1 = Buruk (Perlu Perbaikan/Pengisian Segera)

2 = Kurang (Perlu Pemantauan)

3 = Cukup (Masih Dapat Digunakan)

4 = Baik (Tidak Ada Masalah)

5 = Sangat Baik (Kondisi Optimal)

Ada Bunyi Aneh / Getaran Tidak Normal *

1 = Buruk (Perlu Perbaikan/Pengisian Segera)

2 = Kurang (Perlu Pemantauan)

3 = Cukup (Masih Dapat Digunakan)

4 = Baik (Tidak Ada Masalah)

5 = Sangat Baik (Kondisi Optimal)

Kebersihan Forklift (Mesin, Kabin, dll.) *

1 = Buruk (Perlu Perbaikan/Pengisian Segera)

2 = Kurang (Perlu Pemantauan)

3 = Cukup (Masih Dapat Digunakan)

4 = Baik (Tidak Ada Masalah)

5 = Sangat Baik (Kondisi Optimal)

Gambar 4. 19 Bagian Pemeriksaan Fork & Mast, Getaran, dan Kebersihan Forklift di Google Form

Setelah penyusunan rancangan Google Form untuk checklist inspeksi forklift, langkah selanjutnya adalah mempertimbangkan pengembangan dashboard pemantauan kondisi forklift. Mengingat forklift yang digunakan merupakan milik vendor, tanggung jawab utama PT KAL, sesuai hasil wawancara dengan leader tim gudang luar, adalah membantu dalam pelaporan kondisi forklift di setiap shift agar vendor dapat memperoleh data yang akurat dan langsung untuk dianalisis serta ditindaklanjuti.

Berdasarkan wawancara tersebut, diperoleh pemahaman bahwa operator memiliki peran penting dalam mendokumentasikan kondisi forklift secara sistematis. Melalui checklist inspeksi harian, operator dapat mengidentifikasi potensi masalah sejak dini dan segera melaporkannya, sehingga vendor dapat mengambil langkah perbaikan atau pemeliharaan yang diperlukan dengan lebih cepat dan efektif. Dengan adanya sistem pelaporan ini, operator juga dapat lebih memahami kondisi forklift yang digunakan serta memastikan bahwa setiap unit dalam keadaan layak pakai sebelum digunakan dalam operasional. beberapa

elemen utama yang dapat disarankan untuk disertakan dalam dashboard pemantauan kondisi forklift meliputi:

1. Indikator Kelayakan Forklift – Informasi mengenai apakah forklift masih layak digunakan atau memerlukan tindakan perbaikan.
2. Rata-rata Skor Pemeriksaan – Visualisasi kondisi forklift berdasarkan skor evaluasi aspek utama, seperti sistem mesin, hidrolik, rem, transmisi, ban, kelistrikan, kemudi, serta fitur keselamatan.
3. Rekapitulasi Frekuensi Permasalahan – Analisis mengenai jenis masalah yang paling sering terjadi berdasarkan laporan operator.
4. Status Perbaikan dan Tindak Lanjut – Pemantauan perkembangan tindakan perbaikan berdasarkan tingkat urgensi masalah yang telah dilaporkan.
5. Analisis Pola Penggunaan Forklift – Data mengenai estimasi waktu operasional forklift per hari dan per shift, yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan pemeliharaan preventif.

4.2.2.6 Perancangan Buffer Area untuk Penyimpanan Coil Outbound agar Tidak Terhalang Inbound saat Aktivitas Tinggi.

Berdasarkan 5W + 1H, pada permasalahan terhambatnya akses coil outbound akibat tertutup oleh coil inbound, terutama saat aktivitas sedang ramai. Berdasarkan data historis aktivitas Januari hingga Agustus 2025, rata-rata jumlah coil outbound per hari mencapai 16 coil, sedangkan inbound mencapai 33 coil. Kondisi ini menyebabkan operator forklift harus melakukan pemindahan ulang sebelum coil outbound dapat diakses, yang berujung pada peningkatan waktu handling dan potensi keterlambatan pengiriman.

Oleh karena itu, perancangan buffer area diperlukan untuk memastikan coil outbound dapat disimpan di lokasi yang strategis dan tidak terhalang oleh coil inbound. Dengan adanya buffer area, proses loading dapat berlangsung lebih cepat dan efisien, serta pergerakan forklift menjadi lebih lancar. Selain itu, pemisahan jalur inbound dan outbound akan membantu mengurangi hambatan operasional, sehingga produktivitas gudang dapat meningkat. perancangan

buffer area diperlukan untuk memastikan coil outbound dapat disimpan di lokasi yang strategis dan tidak terhalang oleh coil inbound.

Perancangan buffer area dilakukan dengan mempertimbangkan aspek lokasi, kapasitas penyimpanan, serta aksesibilitas bagi forklift guna memastikan kelancaran pergerakan coil outbound. Perancangan ini didasarkan pada analisis data historis, hasil observasi langsung di lapangan, serta diskusi dengan tim leader dan admin gudang Hamasa serta Triksuuma guna memperoleh gambaran operasional yang lebih akurat. Buffer area dirancang agar berada di dekat loading area sehingga coil outbound dapat diakses lebih cepat dan efisien. Pemilihan lokasi buffer area mempertimbangkan beberapa faktor utama, yakni kedekatan dengan pintu keluar atau loading dock untuk mempercepat proses pemuatan, minimnya gangguan terhadap jalur forklift inbound guna menjaga kelancaran alur distribusi, serta luas area yang cukup untuk menghindari kemacetan di dalam gudang.

Dalam menentukan kapasitas buffer area, dilakukan analisis berdasarkan data historis aktivitas dari Januari hingga Agustus 2024, observasi langsung terhadap pola pergerakan coil, serta masukan dari tim operasional gudang. Dari hasil analisis tersebut, rata-rata jumlah coil outbound per hari tercatat sebanyak 16 unit, sementara inbound mencapai 33 unit per hari. Dengan mempertimbangkan bahwa buffer area harus mampu menampung minimal 16 coil dalam satu waktu, serta ukuran rata-rata setiap coil yang berkisar $2\text{m} \times 2\text{m}$, maka luas minimum yang diperlukan untuk buffer area diperkirakan sebesar 64 m^2 . Untuk mengoptimalkan kapasitas penyimpanan, buffer area dikategorikan ke dalam beberapa zona berdasarkan tingkat urgensi pengiriman, antara lain:

- a. Zona Prioritas, untuk coil yang harus segera dikirim dalam waktu 6-12 jam.
- b. Zona *Standby*, untuk coil yang dijadwalkan dikirim dalam waktu 12-24 jam.

Berikut merupakan Gambaran Layout yang telah dibuat.



Gambar 4. 20 Rencana Penempatan / tata letak buffer area coil outbond di Gudang Luar PT. KAL

Selain aspek kapasitas, desain tata letak buffer area juga mempertimbangkan hasil observasi langsung terhadap jalur pergerakan forklift di gudang. Mengingat jalur forklift inbound dan outbound tidak dapat dipisahkan serta setiap gudang hanya memiliki satu unit forklift (masing-masing satu unit di Hamasa dan Triksuuma), maka desain buffer area harus memastikan bahwa pergerakan forklift tetap efisien dan tidak menimbulkan kendala operasional. Sistem one-way yang diterapkan pada trailer tidak dapat sepenuhnya diterapkan pada forklift, sehingga diperlukan strategi pengaturan prioritas pergerakan guna menghindari bottleneck ketika aktivitas operasional sedang tinggi. Oleh karena itu, buffer area harus dirancang dengan aksesibilitas yang baik sehingga forklift dapat bermanuver dengan optimal.

Rencana nya adalah implementasi buffer area akan dilakukan secara bertahap, dimulai dengan uji coba dalam skala kecil guna menilai efektivitas desain sebelum diterapkan secara penuh. Evaluasi akan dilakukan dengan mengukur beberapa indikator kinerja utama, seperti waktu rata-rata akses coil outbound sebelum dan sesudah implementasi buffer area, jumlah keterlambatan akibat coil outbound yang tertutup oleh inbound, serta kelancaran pergerakan forklift setelah buffer area diterapkan. Jika masih ditemukan kendala dalam

operasional, maka akan dilakukan perbaikan pada layout buffer area dan pola penyimpanan coil agar lebih sesuai dengan kebutuhan gudang.

4.2.3. Perhitungan Secara keuangan / kelayakan atas implementasi Perancangan Solusi

Untuk mengevaluasi kelayakan ekonomi dari implementasi sistem booking slot bongkar muat yang diusulkan sebagai bagian dari perbaikan proses inbound dan outbound di warehouse coil HRC. Evaluasi dilakukan dengan memperkirakan biaya implementasi dan potensi penghematan (*saving*) operasional harian setelah penerapan solusi.

Tabel 4. 41 Parameter awal

No	Parameter	Nilai	Sumber/Asumsi
1	Periode pengamatan historis	Jan–Agu 2024	Data aktual
2	Jumlah kendaraan inbound	8.123 unit	Data historis
3	Jumlah kendaraan outbound	3.735 unit	Data historis
4	Upah minimum regional (UMR) Cilegon 2024	Rp4.700.000/bulan	Disnaker
5	Sistem kerja shift	3 shift	Sistem aktual
6	Sumber Harga	Rp	Data estimasi

Tabel 4. 42 Biaya Implementasi Sistem Booking Slot

Komponen	Jumlah	Satuan	Biaya Satuan	Total
Lembur IT (2 orang × 4 jam × 7 hari)	56	Jam	Rp35.000/jam	Rp1.960.000
WhatsApp API (estimasi 3 bulan awal)	1	Bulan	Rp500.000/bulan	Rp1.500.000
Snack lembur IT (2 orang × 7 hari)	14	Snack	Rp25.000	Rp350.000
Snack saat pelatihan (20 orang)	20	Snack	Rp25.000	Rp500.000
Biaya komunikasi dan meeting	Flat	–	–	Rp1.000.000

Total Biaya Implementasi	–	–	–	Rp 5,310,000
---------------------------------	---	---	---	---------------------

Tabel 4. 43 Biaya Implementasi Proses Kerja Inbound & Outbond yang baru

Komponen	Jumlah	Satuan	Biaya Satuan	Total Biaya (Rp)
Lembur IT (2 orang × 4 jam × 5 hari)	40	jam	Rp35.000	Rp1.400.000
Snack lembur IT (2 orang × 5 hari)	10	Snack	Rp15.000	Rp150.000
Snack pelatihan (28 orang)	28	Snack	Rp15.000	Rp420.000
Biaya komunikasi dan meeting	Flat	–	–	Rp700.000
Perbaikan workstation lama	–	–	–	Rp1.000.000
Papan informasi dan SOP	–	–	–	Rp1.000.000
Total Biaya Implementasi	–	–	–	Rp 4,670,000

Tabel 4. 44 Biaya Implementasi Format Pelaporan Yang Baru

Komponen	Jumlah	Satuan	Biaya Satuan	Total Biaya (Rp)
Snack pelatihan (4 orang)	6	Snack	Rp12.500	Rp75.000
Biaya komunikasi dan meeting	Flat	–	–	Rp100.000
Pembuatan SOP & format pelaporan	–	–	–	Rp200.000
Total Biaya Implementasi	–	–	–	Rp375,000.00

Tabel 4. 45 Biaya Implementasi Buffer Area untuk buka tutup terpal

Komponen Utama	Sub-Komponen / Keterangan	Jumlah	Satuan	Biaya Satuan (Rp)	Total (Rp)
Baja Ringan	Kanal C 75 mm (rangka utama)	60	meter	Rp 36,000	Rp 2,160,000
	Reng baja ringan (penopang atap)	40	meter	Rp 19,000	Rp 760,000
	Bracket & sambungan	1	pekerjaan	Rp 450,000	Rp 450,000
Atap	Spandek zinalume 0.25 mm	30	meter persegi	Rp 57,000	Rp 1,710,000
Pondasi	Cor pondasi tiang (4 titik)	4	titik	Rp 160,000	Rp 640,000
Pemasangan	Jasa pasang rangka + atap + pondasi	1	pekerjaan	Rp 2,800,000	Rp 2,800,000
Finishing	Cat semprot / marka zona kerja	1	pekerjaan	Rp 260,000	Rp 260,000
Total					Rp 8,780,000

Tabel 4. 46 Biaya Implementasi Recapitulasi Sistem Checklist Forklift

Komponen	Jumlah	Satuan	Biaya Satuan	Total
Snack lembur IT (2 orang × 2 hari)	4	Snack	Rp25.000	Rp 100,000
Snack saat pelatihan (20 orang)	8	Snack	Rp25.000	Rp 200,000

Komponen	Jumlah	Satuan	Biaya Satuan	Total
Biaya komunikasi dan meeting	Flat	–	–	Rp 200,000
Total Biaya Implementasi	–	–	–	Rp 500,000.00

Tabel 4. 47 Biaya Implementasi Buffer Area untuk menaruh coil outbond yang akan dikirimkan

Komponen Utama	Subkomponen / Deskripsi	Jumlah	Satuan	Biaya Satuan (Rp)	Total (Rp)
Cat marking tahan cuaca & panas	Cat marking warna khusus (low profile), anti licin dan tahan panas ringan	10	liter	Rp120,000	Rp1,200,000
	Alat semprot / kuas untuk aplikasi	1	set	Rp250,000	Rp250,000
Pallet kayu (alas coil)	Pallet kayu ukuran standar (1m x 1.2m), tahan beban berat	20	buah	Rp100,000	Rp2,000,000
	Cat pelindung kayu (optional)	2	liter	Rp75,000	Rp 150,000
Pembersihan dan persiapan tanah	Bersihkan dan ratakan tanah untuk aplikasi cat &	2	pekerjaan	Rp500,000	Rp1,000,000

Komponen Utama	Subkomponen / Deskripsi	Jumlah	Satuan	Biaya Satuan (Rp)	Total (Rp)
	penempatan pallet				
Tenaga kerja aplikasi cat & penataan pallet	2 kali pekerjaan	2	pekerjaan	Rp1,000,000	Rp2,000,000
Total					Rp6,600,000

Tabel 4. 48 Total Biaya Implementasi Solusi (investasi)

Perancangan Solusi	Nominal
Biaya Implementasi Sistem Booking Slot	Rp 5,310,000
Biaya Implementasi Proses Kerja Inbound & Outbond yang baru	Rp 4,670,000
Biaya Implementasi Format Pelaporan Yang Baru	Rp 375,000
Biaya Implementasi Buffer Area untuk buka tutup terpal (2)	2 x (Rp 8,780,000)
Biaya Implementasi Buffer Area untuk menaruh coil outbond yang akan dikirimkan	Rp 6,600,000
Biaya Implementasi Recapitulasi Sistem Checklist Forklift	Rp 500,000
Total Biaya Implementasi	Rp 35,015,000

Didapatkan total biaya implementasi sebesar Rp.35,015,000. Selanjutnya memperhitungkan saving cost yang diambil dari pengurangan waktu inbound dan outbond. Dimana hal ini diasumsikan berdasarkan data Upah UMR 2024. Dari hasil *line balancing* didapatkan penghematan waktu sebesar total sebesar 377

menit, dengan asumsi jumlah trailer sama yaitu 10 trailer. Dalam 1 hari operasional berjalan sebanyak 3 shift penuh. Perhitungan lebih jelasnya sebagai berikut.

- Total penghematan waktu.

$$377 \text{ menit} \div 60 = \pm 6,28 \text{ jam per hari}$$

Upah perjam karyawan gudang operasional maupun administrasi. Dengan asumsi UMR Cilegon 2024 :

Rp.4.700.000 per bulan -> dengan asumsi 25 hari kerja/ bulan

Maka,

- Upah harian:
 $\text{Rp}4.700.000 \div 25 = \text{Rp}188.000/\text{hari}$
- Upah per jam:
 $\text{Rp}188.000 \div 8 \text{ jam} = \text{Rp}23.500/\text{jam}$

Kemudian memperkirakan jumlah personil yang terlibat dimana di asumsikan efisiensi waktu tersebut berlaku terhadap 4 orang personil yang bertugas secara langsung di aktivitas inbound dan outbound per shift. Maka:

- Saving cost harian = $6,28 \text{ jam} \times \text{Rp}23.500 \times 4 \text{ orang} = \text{Rp}590.320$

Tabel 4. 49 Total Saving Cost Harian

Komponen	Nilai	Keterangan
Total penghematan waktu harian	± 377 menit	Inbound + outbound
Penghematan waktu dalam jam per hari	$\pm 6,28$ jam	$377 \div 60$
Upah per jam per orang	Rp23.500	Berdasarkan UMR Cilegon
Estimasi personil terdampak	4 orang	Tim inbound & outbound
Total Saving Cost Harian	Rp590.320	$6,28 \text{ jam} \times \text{Rp}23.500 \times 4 \text{ orang}$

Setelah itu dilakukan perhitungan pendapatan bersih yang didapatkan nantinya, dimana dilakukan dengan perbulan dengan asumsi hari kerja 25 hari/bulan, yaitu Rp14.758.000.

$$ROI = \left(\frac{\text{Rp. } 14.758.000 - \text{Rp } 35.015.000}{\text{Rp } 35.015.000} \right) \times 100\%$$

$$ROI = -57.87\%$$

$$BEP = \frac{\text{Rp } 35.015.000}{\text{Rp}590.320} = 59,31 \text{ hari} \approx 60 \text{ hari kerja}$$

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Kinerja Awal Gudang (Warehousing)

Pada tahap ini, dilakukan analisis terhadap kinerja awal gudang yang ada, dengan tujuan untuk memahami kondisi operasional yang sedang berlangsung sebelum dilakukan perbaikan. Gudang menjadi salah satu aspek penting dalam menjalankan operasi perusahaan, terutama dalam hal pendapatan yang dihasilkan dari berbagai aktivitas, seperti pengelolaan material, aktivitas bongkar muat, dan inventarisasi. Berdasarkan data yang diperoleh selama periode Januari hingga Oktober 2024, terdapat beberapa poin yang mencolok dalam kinerja gudang. Pendapatan terbesar diperoleh melalui kegiatan yang dilakukan di Gudang Hamasa & Trikusuma, yang merupakan gudang untuk penyimpanan coil. Gudang ini memiliki pendapatan yang cukup fluktuatif, tergantung pada volume tonase yang masuk dan keluar. Hal ini menunjukkan bahwa variabel seperti volume material yang diterima dan dikirim memengaruhi besar kecilnya keuntungan yang dihasilkan. Dengan kata lain, kinerja Gudang Hamasa & Trikusuma sangat bergantung pada aktivitas inbound dan outbound, di mana semakin tinggi volume tonase, semakin besar pula pendapatan yang diperoleh.

Sebaliknya, Gudang Alloy, meskipun berperan penting dalam kegiatan warehousing perusahaan, menunjukkan pendapatan yang stagnan meskipun ada fluktuasi volume tonase bulanan. Hal ini mengindikasikan adanya ketidakseimbangan dalam kegiatan operasionalnya, yang dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kurangnya optimasi alur kerja, tidak efisiennya proses pemindahan material, atau faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi waktu dan biaya operasional di gudang tersebut. Selain itu, perbandingan antara target yang sudah ditetapkan dalam perjanjian awal dengan PT KAL juga menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara jumlah coil yang ditargetkan dengan yang sebenarnya dicapai. Dalam perjanjian awal, diharapkan perusahaan dapat mencapai perbandingan 70:30 dengan kompetitor dalam pengelolaan gudang coil, namun data menunjukkan bahwa perusahaan hanya mampu mencapai 53% dari target tersebut. Hal ini menandakan adanya kesenjangan dalam kemampuan operasional gudang, yang perlu dianalisis lebih lanjut untuk menemukan akar masalah yang ada. Dengan melihat kondisi awal ini, dapat disimpulkan bahwa beberapa aspek penting dalam operasional gudang, seperti ketidakseimbangan aktivitas inbound dan outbound, serta ketidakefisienan dalam pemanfaatan kapasitas gudang, menjadi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja secara keseluruhan. Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan

evaluasi dan perbaikan sistem operasional yang ada agar dapat meningkatkan produktivitas dan mencapai target yang telah ditetapkan.

5.2 Analisis Penyebab Masalah (Root Cause Analysis)

5.3.1 Analisis Identifikasi Masalah (Fishbone)

Analisis penyebab akar masalah untuk memahami gejala masalah yang muncul di operasional gudang, terutama yang terkait dengan keterlambatan dalam proses inbound, outbound, dan moving barang. Peneliti bersama dengan manajer warehousing melakukan diskusi mendalam guna memperoleh deskripsi yang lebih jelas tentang permasalahan yang dihadapi di gudang Hamasa & Trikusuma, yang sejak September 2022 mengalami perubahan signifikan dalam kapasitas gudang. Dari hasil identifikasi masalah, ditemukan adanya gejala keterlambatan yang terjadi di beberapa aspek, yaitu keterlambatan dalam penerimaan barang (inbound), pengiriman barang kepada pelanggan (outbound), dan pemindahan barang antar lokasi di gudang (moving). Proses ini dilakukan dengan menggali ide-ide melalui brainstorming bersama manajer, supervisor, dan tim gudang untuk mendapatkan pemahaman lebih lanjut mengenai faktor penyebab keterlambatan yang terjadi. Selanjutnya Wawancara dilakukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi keterlambatan dalam proses inbound, outbound, dan moving barang, serta untuk menemukan titik-titik bottleneck yang menghambat kelancaran operasional.

Dalam menganalisis akar penyebab masalah, peneliti mengacu pada pendekatan sistematis yang disarankan oleh Andersen dan Fagerhaug, yang terdiri dari 7 tahapan identifikasi akar penyebab masalah, yaitu:

1. Menentukan masalah,
2. Mengumpulkan data,
3. Mengidentifikasi kemungkinan penyebab,
4. Mengidentifikasi akar penyebab,
5. Menentukan solusi,
6. Mengimplementasikan solusi, dan
7. Memastikan keberlanjutan perbaikan.

Dari ketujuh tahapan tersebut, penelitian ini mengadopsi enam tahapan awal untuk mengevaluasi masalah secara menyeluruh dan sistematis. Peneliti menggunakan berbagai tools seperti brainstorming, observasi lapangan, wawancara, fishbone diagram, pareto chart, 5whys untuk mengidentifikasi penyebab utama keterlambatan. Pendekatan ini tidak hanya membantu

dalam menemukan akar penyebab, tetapi juga sebagai dasar dalam menentukan solusi yang tepat dan berkelanjutan.

Dari hasil wawancara dan diskusi dengan tim gudang, ditemukan beberapa faktor penyebab masalah yang dapat digolongkan sebagai berikut:

a) Bottleneck dalam Proses Pekerjaan

Waktu Menganggur pada Pekerjaan Tertentu: Teridentifikasi adanya waktu menganggur yang terjadi pada beberapa pekerjaan yang menjadi bottleneck, menghambat kelancaran proses operasional gudang.

Permintaan Coil di Area Tertentu: Ketika ada permintaan coil tertentu yang berada pada area dalam tumpukan (bed point), tim membutuhkan waktu lebih lama untuk menemukan dan memindahkan coil tersebut. Hal ini menyebabkan keterlambatan dalam proses moving barang.

b) Keterlambatan Terkait Material dan Informasi

Coil yang Mengalami Defect: Coil yang rusak atau tidak sesuai standar mengharuskan adanya proses konfirmasi tambahan dengan pihak customer, yang mengakibatkan penundaan.

Informasi Tidak Detail dari Departemen Terkait: Kurangnya detail informasi dari departemen perencana atau penjualan membuat tim gudang harus menyusun ulang list coil di sistem secara manual, sehingga memperpanjang waktu proses.

c) Faktor Logistik dan Transportasi

Kedatangan Trailer yang Tidak Terjadwal: Banyak trailer datang bersamaan di waktu yang sama, menyebabkan antrian aktivitas pemuatan dan terganggunya alur kerja gudang.

d) Masalah Mesin dan Peralatan

Kerusakan Forklift: Ketika forklift mengalami gangguan teknis atau sedang dalam masa maintenance, proses unloading dan moving menjadi terganggu, menyebabkan keterlambatan berantai.

e) Faktor Lingkungan

Cuaca Buruk (Hujan Deras, Angin Kencang): Kondisi alam seperti hujan dan angin kencang memperlambat proses bongkar muat dan mengganggu keselamatan serta efisiensi kerja.

f) Kesalahan Manusia

Pemuatan Coil Tidak Sesuai: Kesalahan dalam pemuatan coil oleh tenaga kerja menyebabkan barang salah kirim dan perlu dikoreksi, sehingga proses outbound menjadi lebih lama.

5.3.2 Penentuan Faktor Utama Penyebab Keterlambatan (Pareto Chart)

Dengan data penyebab yang diperoleh ini, peneliti kemudian melakukan analisis lebih lanjut pada tahap berikutnya dengan menggunakan pendekatan Fishbone dan analisis 6M untuk mengelompokkan faktor penyebab berdasarkan aspek-aspek utama operasional gudang. Dimana didapatkan 9 Faktor penyebab keterlambatan yang dilakukan analisis lebih lanjut, yaitu analisis Pareto digunakan untuk mengidentifikasi penyebab utama keterlambatan dalam pengelolaan material baja. Prinsip Pareto menyatakan bahwa 80% masalah biasanya disebabkan oleh 20% faktor dominan. Oleh karena itu, Pareto chart digunakan untuk memfokuskan upaya perbaikan pada penyebab yang paling signifikan dan berdampak besar terhadap keterlambatan.

Berdasarkan data skala frekuensi keterlambatan selama 8 bulan, Ada 6 dari 9 faktor yang menyebabkan keterlambatan paling dominan. Hasil analisis Pareto menunjukkan bahwa enam penyebab utama menyumbang 80.44% dari total keterlambatan. Enam faktor dominan tersebut adalah:

1. Kedatangan trailer secara bersamaan dalam satu waktu → menyebabkan antrean pemuatan dan penundaan proses inbound & outbound. (presentase kumulatif 18,22% atau 82 kali)
2. Tidak ada pengukuran waktu baku atau KPI yang jelas → menyebabkan tidak adanya acuan dalam menyelesaikan pekerjaan dan memicu penumpukan aktivitas. (presentase kumulatif 34% atau 71 kali)
3. Informasi dari departemen tidak detail, menyebabkan kesalahan komunikasi dan pencarian data → berdampak pada lambatnya proses picking & outbound. (presentase kumulatif 47,56% atau 61 kali)
4. Hujan deras / angin kencang → menghambat proses kerja terutama di area terbuka seperti *loading dock*. (presentase kumulatif 59,33% atau 53 kali)
5. Forklift mengalami trouble / maintenance → mengganggu kelancaran proses moving dan pemuatan barang. (presentase kumulatif 70,67% atau 51 kali)

6. Permintaan coil di area dalam tumpukan (bed point) → membutuhkan waktu ekstra untuk pemindahan barang yang tertimbun. (presentase kumulatif 80,44% atau 44 kali).

5.3.3 Analisis Akar Penyebab Keterlambatan (5 Whys)

Tabel 5. 1 Analisis Akar Penyebab Keterlambatan Metode 5 Whys

No	Faktor	Akar Penyebab (Hasil dari 5 whys)
1	Trailer Datang Bersama dalam Satu Waktu	Karena belum ada sistem digital untuk booking slot kedatangan.
2	Tidak ada pengukuran waktu baku atau KPI yang jelas dan ditandakan juga dengan penumpukan antrian di beberapa rangkaian pekerjaan.	Karena manajemen beranggapan bahwa antrian itu hanya disebabkan karena banyaknya unit yang datang. Melainkan bukan dari kondisi pada proses yang menyebabkan bottleneck
3	Informasi yang Tidak Detail dari Departemen Terkait	Karena belum ada koordinasi yang memastikan bahwa kebutuhan informasi gudang dan tim terkait harus selaras agar efektif dan mengurangi komunikasi berlebih.
4	Hujan deras / angin kencang	Karena belum ada perencanaan dan investasi dalam infrastruktur yang menyediakan fasilitas khusus tersebut.
5	Forklift mengalami trouble atau dalam proses maintenance yang menyebabkan delay	Karena kurangnya pemahaman tentang pentingnya pemeliharaan preventif yang lebih sering dan dampaknya terhadap kelancaran operasional.

No	Faktor	Akar Penyebab (Hasil dari 5 whys)
6	Moving coil dari bed point yang membutuhkan waktu tambahan.	Karena gudang tidak memiliki area khusus (buffer area) untuk menyimpan coil yang siap dikirim.

Berdasarkan hasil analisis *5 Whys*, ditemukan enam akar penyebab utama yang menjadi pemicu keterlambatan dalam proses operasional gudang *HRC*. Penjelasan masing-masing faktor disampaikan sebagai berikut:

1. Trailer Datang Bersamaan dalam Satu Waktu.

Keterlambatan ini terjadi karena tidak adanya sistem digital booking slot kedatangan. Sistem manual yang digunakan menyebabkan koordinasi antar vendor, transporter, dan gudang tidak berjalan real-time. Akibatnya, beberapa trailer tiba bersamaan, menimbulkan antrian dan kemacetan dalam proses bongkar muat.

2. Tidak Ada Pengukuran Waktu Baku atau KPI yang Jelas.

Penyebab utama dari tidak adanya pengukuran standar waktu kerja adalah karena manajemen masih berasumsi bahwa antrian semata-mata disebabkan oleh banyaknya unit yang datang, bukan karena adanya bottleneck dalam proses. Akibatnya, tidak ada urgensi untuk melakukan pencatatan waktu kerja ataupun menetapkan KPI yang dapat dijadikan acuan perbaikan kinerja.

3. Informasi yang Tidak Detail dari Departemen Terkait.

Permasalahan ini bersumber dari kurangnya koordinasi antar departemen, yang mengakibatkan tidak adanya standar informasi yang disepakati bersama. Informasi yang diberikan terbatas pada jumlah unit dan customer tanpa detail yang dibutuhkan oleh tim gudang. Hal ini menyebabkan ketidakefisienan dalam perencanaan dan eksekusi proses inbound dan outbound.

4. Hujan Deras / Angin Kencang.

Cuaca buruk menjadi penghambat signifikan karena tidak adanya perencanaan dan investasi dalam infrastruktur pendukung, seperti area khusus untuk pelepasan terpal atau penanganan trailer saat hujan. Akibatnya, trailer harus masuk ke dalam gudang saat hujan, sehingga mengganggu pergerakan forklift dan memperlambat alur kerja.

5. Forklift Mengalami Trouble atau Maintenance Delay yang disebabkan oleh kerusakan forklift berkaitan dengan minimnya pemahaman terhadap pentingnya pemeliharaan preventif. Tanpa perawatan rutin yang terjadwal, risiko kerusakan meningkat, dan pada akhirnya berdampak langsung terhadap efisiensi proses bongkar muat.
6. Moving Coil dari Bed Point yang Membutuhkan Waktu Tambahan. Waktu tambahan yang dibutuhkan dalam memindahkan coil terjadi karena tidak adanya buffer area khusus untuk coil yang siap dikirim. Tanpa area penyangga ini, proses moving menjadi tidak efisien karena harus langsung dilakukan dari bed point ke trailer, yang menyebabkan delay dalam alur pengiriman.

5.3 Evaluasi Usulan Perancangan / Perbaikan Proses Operasional

Tahap evaluasi perancangan atau perbaikan proses terhadap keterlambatan inbound dan outbound dimulai dengan mengidentifikasi serta mengeliminasi akar permasalahan. Langkah awal dilakukan melalui kegiatan brainstorming antara peneliti dengan manajer warehouse management dan leader coil warehouse *HRC* untuk merumuskan solusi dari setiap akar masalah yang telah dianalisis sebelumnya menggunakan metode 5 Whys.

Selain pendekatan brainstorming, peneliti juga menggunakan metode 5W + 1H sebagai alat bantu untuk merancang solusi yang lebih sistematis dan aplikatif. Metode ini mencakup:

- What: Apa solusi atau perbaikan yang dirancang untuk mengatasi akar permasalahan.
- Why: Mengapa solusi tersebut dipilih, dan bagaimana keterkaitannya dengan akar penyebab keterlambatan.
- Who: Pihak atau individu yang bertanggung jawab dalam pelaksanaan solusi.
- Where: Lokasi atau area kerja yang menjadi fokus penerapan solusi.
- When: Waktu implementasi atau jadwal mulai penerapan solusi.
- How: Cara atau mekanisme implementasi solusi secara teknis dan operasional.

Berikut ini merupakan tahapan evaluasi usulan solusi terhadap enam akar permasalahan utama dalam proses operasional gudang. Solusi dirancang berdasarkan pendekatan **5W + 1H** (*What, Why, Who, Where, When, dan How*) untuk memastikan setiap aspek perbaikan teridentifikasi secara menyeluruh dan implementatif.

1. Kedatangan Trailer dalam Waktu yang Bersamaan

- Akar Permasalahan: Tidak adanya sistem penjadwalan slot kedatangan trailer yang terstruktur dan wajib digunakan oleh semua pihak.
- Evaluasi Solusi: Solusi dirancang menggunakan metode 5W + 1H, sebagaimana ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 5. 2 Evaluasi Solusi Kedatangan Trailer dalam Waktu yang Bersamaan Menggunakan Metode 5W+1H

5W + 1H	Keterangan
<i>What</i> (Apa yang harus dilakukan?)	a. Implementasi sistem penjadwalan slot trailer untuk inbound dan outbound.
<i>Why</i> (Mengapa ini perlu dilakukan?)	a. Untuk menghindari penumpukan trailer dan memperlancar alur penerimaan & pengiriman barang. b. Mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan efisiensi operasional gudang.
<i>When</i> (Kapan harus dilakukan?)	a. Pilot project dalam 1 bulan untuk menguji sistem. b. Implementasi penuh dalam 3 bulan dengan evaluasi berkala.
<i>Where</i> (Di mana harus diterapkan?)	Pada proses inbound dan outbond di gudang luar.
<i>Who</i> (Siapa yang bertanggung jawab?)	a. Tim logistics management warehouse → Mengawasi implementasi dan evaluasi sistem. b. Procurement & Operasional Transporter → Wajib mengikuti SOP booking slot.

5W + 1H	Keterangan
	c. IT & manajemen → Menyiapkan sistem digital atau semi-manual untuk booking slot.
How (Bagaimana cara melaksanakannya?)	<p>a. Sistem digital: Buat web atau aplikasi sederhana agar supplier bisa booking slot kedatangan.</p> <p>b. Alternatif manual (sementara): Gunakan Google Sheets atau WhatsApp group dengan format booking slot.</p> <p>c. Penerapan SOP: Supplier yang tidak booking slot akan dikenakan penalti atau prioritas lebih rendah dalam pemuatan.</p> <p>d. Evaluasi & feedback: Lakukan meeting evaluasi setiap minggu untuk menyempurnakan sistem.</p>

2. Tidak Ada Pengukuran Waktu Baku atau KPI Operasional

- Akar Permasalahan: Tidak adanya kebijakan formal dan sistem pencatatan waktu standar untuk mengukur kinerja operasional di gudang, sehingga menyebabkan ketidakefisienan dan penumpukan pekerjaan.
- Evaluasi Solusi: Solusi disusun berdasarkan metode 5W + 1H sebagai berikut

Tabel 5. 3 Evaluasi Solusi Tidak Ada Pengukuran Waktu Baku atau KPI Operasional Menggunakan Metode 5W+1H

5W + 1H	Keterangan
What (Apa yang harus dilakukan?)	<p>a. Menentukan waktu standar (<i>cycle time</i>) untuk inbound dan outbound.</p> <p>b. Mencari solusi untuk bottleneck pada aktifitas inbound dan outbond. Dan tentukan KPI nya.</p> <p>c. Menggunakan alat tracking manual atau digital untuk mencatat waktu proses.</p>

5W + 1H	Keterangan
<p style="text-align: center;">Why (Mengapa ini perlu dilakukan?)</p>	<p>a. Agar tim gudang memiliki target waktu yang jelas dan bisa mengukur efisiensi kerja.</p> <p>b. Mengurangi antrian yang tidak perlu dengan perencanaan waktu yang lebih akurat (menugari bottleneck).</p> <p>c. Mempermudah evaluasi kinerja dan perbaikan proses secara berkelanjutan.</p>
<p style="text-align: center;">When (Kapan harus dilakukan?)</p>	<p>a. Minggu 1-2: Kumpulkan data waktu kerja dengan stopwatch atau sistem tracking sederhana.</p> <p>b. Minggu 3-4: Tentukan <i>cycle time</i> standar untuk inbound, outbound.</p> <p>c. Minggu 5: Kurangi penumpukan antrian (<i>bottleneck</i>) dengan metode <i>line balancing</i>.</p> <p>d. Setiap bulan: Terapkan KPI berbasis waktu dan lakukan sosialisasi ke tim gudang.</p>
<p style="text-align: center;">Where (Di mana harus diterapkan?)</p>	<p>a. <i>Inbound</i> → Saat barang datang dan diterima oleh gudang.</p> <p>b. <i>Outbound</i> → Saat barang dimuat ke trailer.</p>
<p style="text-align: center;">Who (Siapa yang bertanggung jawab?)</p>	<p>a. Tim warehouse & operasional → Mencatat waktu proses dan memastikan KPI diterapkan.</p> <p>b. Supervisor & manajer gudang → Menganalisis data dan melakukan perbaikan jika diperlukan.</p> <p>c. IT atau tim data → Jika memungkinkan, mengembangkan sistem pencatatan berbasis digital.</p>
<p style="text-align: center;">How (Bagaimana cara melaksanakannya?)</p>	<p>1. Gunakan stopwatch/manual tracking untuk mencatat waktu proses setiap tahap untuk menentukan waktu baku.</p> <p>2. Mengetahui cycle time berdasarkan data waktu baku & data historis.</p>

5W + 1H	Keterangan
	3. Lakukan Metode Line Balancing untuk mengurangi bottleneck / antrian yang tertumpuk dalam proses inbound dan outbound. 4. Tentukan KPI operasional. 5. Sosialisasikan KPI ke tim dan berikan feedback secara berkala.

3. Informasi Tidak Detail dari Departemen Terkait

- Akar Permasalahan: Tidak adanya standar informasi dan prosedur operasional baku (SOP) yang mengatur format serta alur komunikasi antar departemen..
- Evaluasi Solusi: Analisis solusi menggunakan metode 5W + 1H ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 5. 4 Evaluasi Solusi Kurangnya Detail Informasi dari Departemen Terkait Menggunakan Metode 5W+1H

5W + 1H	Keterangan
What (Apa yang harus dilakukan?)	Menetapkan standar format informasi yang harus diberikan oleh departemen terkait sebelum inbound & outbound, termasuk: <ul style="list-style-type: none"> - List Coil Khusus / Tidak - Range tonase (45-47 ton, 50-53 ton) untuk fleksibilitas pencocokan bed - Posisi & kondisi koil (storage location, siap muat atau perlu pemindahan). - Estimasi waktu loading & antrian - Membuat SOP resmi untuk memastikan alur informasi ini diterapkan secara konsisten.
Why (Mengapa ini perlu dilakukan?)	a. Mengurangi keterlambatan inbound & outbound akibat informasi yang tidak lengkap. b. Meningkatkan efisiensi operasional dengan mempercepat pencocokan koil dan mengurangi kebutuhan moving.

5W + 1H	Keterangan
	c. Menghindari komunikasi bolak-balik yang membuang waktu.
When (Kapan harus dilakukan?)	a. Minggu 1-2: Identifikasi informasi yang dibutuhkan gudang & buat format standar. b. Minggu 3: Uji coba format baru dalam operasional harian. c. Minggu 4: Evaluasi efektivitas & lakukan revisi jika diperlukan. d. Setiap bulan: Monitoring & peningkatan sistem berdasarkan hasil evaluasi.
Where (Di mana harus diterapkan?)	a. Inbound: Saat barang masuk, agar tim gudang bisa langsung menyusun bed tanpa perhitungan manual. b. Outbound: Saat barang akan dimuat, agar tim Logistics Operasional tidak mengalami kebingungan.
Who (Siapa yang bertanggung jawab?)	a. Tim Gudang → Menyusun kebutuhan informasi secara detail. b. Tim Departemen Terkait (Logistics, Sales, Perencanaan, dll.) → Mengikuti format standar yang telah ditentukan. c. Supervisor Gudang & Logistics → Memastikan SOP ini diterapkan secara disiplin.
How (Bagaimana cara melaksanakannya?)	1. Tentukan format standar informasi yang lebih detail, mencakup: <ul style="list-style-type: none"> ○ Spesifikasi Coil Khusus ○ Range tonase 2-3 ton untuk fleksibilitas pencocokan bed ○ Posisi koil di gudang agar lebih mudah ditemukan

5W + 1H	Keterangan
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kondisi koil (siap muat atau perlu pemindahan) ○ Estimasi waktu loading untuk memperjelas jadwal. <ol style="list-style-type: none"> 2. Sosialisasikan format ini ke departemen terkait agar diterapkan secara konsisten. 3. Gunakan sistem pencatatan manual atau digital agar informasi bisa diakses dengan cepat dan akurat. 4. Lakukan evaluasi berkala untuk memastikan efektivitas sistem dan revisi jika diperlukan.

4. Gangguan Akibat Cuaca Buruk (Hujan Deras / Angin Kencang)

- Akar Permasalahan: Belum ada evaluasi atau regulasi internal yang menyoroti dampak cuaca ekstrem terhadap efisiensi operasional gudang, serta belum adanya infrastruktur pelindung yang memadai.
- Evaluasi Solusi: Solusi ditentukan melalui pendekatan 5W + 1H sebagaimana disajikan pada tabel berikut.

Tabel 5. 5 Evaluasi Solusi Gangguan Operasional Akibat Cuaca Buruk Menggunakan Metode 5W+1H

5W + 1H	Keterangan
<p style="text-align: center;">What (Apa yang harus dilakukan?)</p>	<p>Tidak adanya area khusus untuk pelepasan dan pemasangan terpal menyebabkan trailer harus masuk ke dalam gudang saat hujan, sehingga menghambat operasional pemindahan barang dan meningkatkan kepadatan di gudang.</p>
<p style="text-align: center;">Why (Mengapa ini perlu dilakukan?)</p>	<p>Karena sejak awal tidak ada perencanaan untuk membangun area khusus tersebut, dan belum ada regulasi atau SOP yang mengatur proses pelepasan dan pemasangan terpal dengan efisien.</p>

5W + 1H	Keterangan
When (Kapan harus dilakukan?)	Saat musim hujan atau ketika ada banyak trailer yang harus diproses secara bersamaan, sehingga memaksa trailer masuk ke dalam gudang untuk perlindungan dari cuaca buruk.
Where (Di mana harus diterapkan?)	Di area loading/unloading dalam gudang, terutama saat kondisi cuaca buruk seperti hujan deras atau angin kencang.
Who (Siapa yang bertanggung jawab?)	Operator forklift, tim inbound, tim outbound, driver trailer, dan manajemen gudang yang mengalami keterlambatan operasional akibat kepadatan gudang.
How (Bagaimana cara melaksanakannya?)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membangun area khusus dengan kanopi atau shelter untuk pelepasan dan pemasangan terpal agar tidak perlu dilakukan di dalam gudang. 2. Mengalokasikan anggaran untuk infrastruktur tambahan, seperti perbaikan tata letak area parkir trailer dengan fasilitas pendukung.

5. Forklift Mengalami Trouble atau Maintenance yang Tidak Terjadwal

- Akar Permasalahan: Kurangnya kebijakan pemeliharaan preventif serta sistem pemantauan kondisi forklift secara real-time yang dapat mendeteksi potensi kerusakan lebih awal.
- Evaluasi Solusi: Tinjauan solusi menggunakan pendekatan 5W + 1H dirinci pada tabel berikut.

Tabel 5. 6 Evaluasi Solusi Forklift Trouble Akibat Maintenance Tidak Terjadwal Menggunakan Metode 5W+1H

5W + 1H	Keterangan
What (Apa yang harus dilakukan?)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mempercepat komunikasi dengan vendor untuk meningkatkan frekuensi pengecekan forklift. 2. Mengusulkan kepada vendor untuk menyediakan sistem pemantauan jarak jauh (remote monitoring)

5W + 1H	Keterangan
	<p>atau perangkat yang memungkinkan deteksi dini kerusakan..</p> <p>3. Menyusun kebijakan manajemen untuk pemeliharaan preventif yang lebih proaktif.</p>
<p>Why (Mengapa ini perlu dilakukan?)</p>	<p>a. Agar kerusakan bisa terdeteksi lebih cepat, sehingga downtime forklift bisa dikurangi.</p> <p>b. Menjamin bahwa forklift selalu dalam kondisi baik, tanpa menunggu sampai ada kerusakan besar yang menyebabkan delay.</p> <p>c. Meningkatkan efisiensi operasional dengan mengurangi gangguan akibat perbaikan mendadak.</p>
<p>When (Kapan harus dilakukan?)</p>	<p>1. Minggu 1: Komunikasikan dengan vendor untuk membahas kebutuhan pemeliharaan lebih sering.</p> <p>2. Minggu 2: Usulkan implementasi sistem pemantauan atau alat deteksi dini untuk forklift.</p> <p>3. Minggu 3: Tentukan jadwal pengecekan rutin forklift bersama vendor dan pastikan adanya sistem pemantauan.</p>
<p>Where (Di mana harus diterapkan?)</p>	<p>Pada semua forklift yang digunakan di area gudang, baik untuk inbound, outbound, maupun moving barang.</p>
<p>Who (Siapa yang bertanggung jawab?)</p>	<p>1. Tim operasional & supervisor gudang: Mengkoordinasikan dengan vendor untuk memastikan forklift selalu dalam kondisi baik.</p> <p>2. Vendor forklift: Melakukan pengecekan rutin dan instalasi sistem monitoring atau alat deteksi dini.</p>
<p>How (Bagaimana cara melaksanakannya?)</p>	<p>1. Ajukan kepada vendor untuk meningkatkan frekuensi pengecekan, misalnya setiap dua minggu sekali.</p>

5W + 1H	Keterangan
	2. Bekerja sama dengan vendor untuk implementasi alat monitoring atau sensor yang dapat mengirimkan data kondisi forklift secara real-time. 3. Pastikan ada komunikasi yang jelas mengenai waktu yang diperlukan untuk perbaikan, khususnya jika kerusakan terjadi setelah jam operasional.

6. Proses Moving Coil dari Bed Point yang Memakan Waktu Tambahan

- Akar Permasalahan: Tidak adanya buffer area khusus untuk menyimpan coil outbound yang siap dikirim, sehingga coil outbound sering tertutup oleh coil inbound saat volume tinggi.
- Evaluasi Solusi: Alternatif solusi dijabarkan melalui pendekatan 5W + 1H berikut ini.

Tabel 5. 7 Evaluasi Solusi *Moving Coil* dari *Bed Point* yang Memakan Waktu Tambahan Menggunakan Metode 5W+1H

5W + 1H	Keterangan
What (Apa yang harus dilakukan?)	1. Membuat buffer area khusus untuk coil outbound agar tidak tertutup oleh coil inbound. 2. Mengoptimalkan pola penempatan coil agar moving lebih efisien dan akses coil lebih cepat. 3. Menggunakan jalur khusus untuk inbound dan outbound agar forklift tidak terhambat. 4. Menyesuaikan SOP moving coil agar tidak terjadi delay saat aktivitas gudang tinggi.
Why (Mengapa ini perlu dilakukan?)	1. Mencegah coil outbound tertutup oleh coil inbound, sehingga tidak perlu moving berulang kali. 2. Mengurangi jumlah perpindahan coil yang harus dilakukan setiap kali ada permintaan baru. 3. Memastikan loading trailer lebih cepat karena coil sudah siap di lokasi yang mudah diakses.

5W + 1H	Keterangan
<p style="text-align: center;">When (Kapan harus dilakukan?)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Setelah rilisn permintaan diterima (pagi & sore): Coil outbound dipindahkan ke buffer area sebelum inbound masuk. Jika tidak ada permintaan coil dalam 24 jam, coil dipindahkan kembali ke lokasi penyimpanan normal. 2. Saat kondisi sepi. Gunakan waktu ini untuk mengatur ulang buffer area agar siap digunakan kembali. 3. Evaluasi area penyimpanan dan efektivitas buffer area setiap bulan.
<p style="text-align: center;">Where (Di mana harus diterapkan?)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Buffer area ditempatkan dekat loading area agar coil outbound lebih cepat diakses. 2. Jalur forklift inbound & outbound dipisah jika memungkinkan untuk mencegah hambatan saat pemindahan. 3. Layout gudang diperbaiki agar ada area fleksibel untuk coil yang sering keluar masuk.
<p style="text-align: center;">Who (Siapa yang bertanggung jawab?)</p>	<p>A. Tim warehouse & operasional Memastikan coil outbound selalu dipindahkan ke buffer area sebelum inbound masuk. Mengelola buffer area agar tidak terjadi penumpukan berlebihan.</p> <p>B. Supervisor & manajer gudang Mengevaluasi efektivitas buffer area dan membuat perbaikan jika diperlukan. Mengoptimalkan SOP moving coil agar lebih efisien.</p>
<p style="text-align: center;">How (Bagaimana cara melaksanakannya?)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat Buffer Area untuk Coil Outbound <ul style="list-style-type: none"> - Identifikasi area di gudang yang bisa digunakan sebagai buffer area. - Tentukan kapasitas buffer area agar tidak terlalu penuh dan tetap bisa diakses forklift.

5W + 1H	Keterangan
	<ul style="list-style-type: none"> - Gunakan buffer area untuk menyimpan coil outbound yang sudah dipastikan akan dikirim dalam waktu dekat. - Jika tidak ada aktivitas inbound, manfaatkan waktu untuk merapikan buffer area. <p>2. Menyesuaikan Pola Penempatan Coil.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pisahkan area penyimpanan berdasarkan jenis pergerakan coil. - High-turnover coil (Sering keluar masuk) → Dekat buffer area dan loading area. - Low-turnover coil (Jarang keluar masuk) → Ditempatkan lebih dalam. - Gunakan sistem marking (misal: label warna atau barcode) untuk membedakan coil berdasarkan urgensi pengiriman. <p>3. Memastikan Jalur Forklift Tidak Terhambat</p> <ul style="list-style-type: none"> - Buat jalur khusus untuk inbound dan outbound agar tidak bercampur. - Pastikan area di sekitar buffer area selalu kosong dan siap digunakan. - Gunakan sistem one-way (satu arah) untuk pergerakan forklift agar lebih efisien. <p>4. Mengoptimalkan SOP Moving Coil</p> <ul style="list-style-type: none"> - Setelah rilisan permintaan sore diterima: Pindahkan coil outbound ke buffer area sebelum coil inbound datang. - Saat inbound ramai: Pastikan buffer area tetap dapat diakses dan tidak tertutup coil inbound. - Setiap akhir bulan, lakukan review untuk mengoptimalkan proses moving coil.

5.4 Penyusunan Rancangan Solusi

Berdasarkan pemetaan solusi menggunakan pendekatan 5W + 1H terhadap enam permasalahan utama yang mempengaruhi kinerja operasional gudang, bagian ini menyusun rancangan solusi yang lebih terstruktur dan terintegrasi. Setiap solusi yang telah diidentifikasi sebelumnya kemudian diformulasikan menjadi langkah-langkah perbaikan yang dapat diterapkan secara praktis, dengan mempertimbangkan aspek teknis, ketersediaan sumber daya, serta kondisi aktual di lapangan. Penyusunan rancangan ini juga dilengkapi melalui proses diskusi lanjutan bersama PIC atau penanggung jawab masing-masing pekerjaan, guna memperoleh perhitungan metode dan pendekatan implementasi yang lebih rinci. Dengan demikian, solusi yang dirumuskan tidak hanya relevan secara teoritis, tetapi juga realistis dan aplikatif untuk menjawab permasalahan yang ada secara efektif.

Adapun hasil dari proses penyusunan solusi yang telah melalui tahapan identifikasi, evaluasi dengan pendekatan 5W + 1H, serta diskusi bersama pihak-pihak terkait, menghasilkan enam rancangan utama yang difokuskan untuk menjawab akar masalah dalam operasional gudang *HRC*, khususnya pada keterlambatan inbound dan outbound. Keenam rancangan tersebut mencerminkan pendekatan yang bersifat teknis sekaligus aplikatif, dengan harapan mampu memberikan dampak langsung terhadap peningkatan efisiensi dan efektivitas proses logistik. Rancangan solusi tersebut meliputi:

1. Perancangan Sistem Booking Slot Bongkar Muat Warehouse Luar (*HRC*).

Salah satu penyebab utama keterlambatan dalam proses operasional warehouse luar (*Hot Rolled Coil/HRC*) adalah tidak adanya sistem penjadwalan kedatangan trailer yang terstruktur. Hal ini mengakibatkan penumpukan kendaraan, antrean panjang, serta ketidakefisienan dalam proses bongkar muat di lapangan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dirancanglah sebuah sistem *booking slot* kedatangan trailer yang terintegrasi dan wajib digunakan oleh seluruh vendor.

Perancangan sistem ini bertujuan untuk menjadwalkan kedatangan trailer secara tertib dan terencana, mengurangi kemacetan akibat kedatangan yang bersamaan, mengoptimalkan alur operasional bongkar muat, serta meningkatkan koordinasi antara vendor dan tim warehouse. Dalam implementasinya, perancangan mempertimbangkan dua jenis kegiatan utama, yaitu proses *outbound* (pemuatan coil ke kendaraan untuk dikirim ke pelanggan) dan proses *inbound* (penerimaan coil ke dalam gudang). Proses *outbound* diberi prioritas utama karena berkaitan langsung dengan pelayanan kepada

pelanggan, sedangkan proses inbound tetap dilaksanakan tetapi dengan penjadwalan yang lebih fleksibel.

Selain membedakan jenis kegiatan, sistem ini juga mengkategorikan jenis coil berdasarkan tingkat urgensinya. Coil ekspor menempati prioritas tertinggi karena keterkaitan langsung dengan waktu pengapalan. Selanjutnya, coil domestik untuk wilayah Jabodetabek mendapat prioritas menengah, diikuti oleh coil domestik luar Jabodetabek, dan terakhir coil yang termasuk dalam kategori transfer internal. Kategori ini disusun guna memastikan bahwa alur muat dan bongkar dapat dilakukan dengan lebih terstruktur dan sesuai tingkat kepentingannya.

Untuk media pendukung implementasi, digunakan platform digital berupa *Google Form* dan *Google Spreadsheet*. Vendor wajib mengisi *Google Form* yang mencatat informasi penting seperti nama perusahaan, nomor polisi trailer, nama dan nomor telepon pengemudi, jenis kegiatan (*inbound* atau *outbound*), serta kategori urgensi kegiatan. Seluruh data yang masuk akan otomatis tercatat dalam *Google Spreadsheet* yang telah dirancang dengan perumusan khusus untuk menyortir slot waktu, memverifikasi ketersediaan kapasitas, dan memproses konfirmasi secara otomatis.

Sistem ini juga telah terhubung dengan WhatsApp API, di mana setiap data booking yang diterima akan menghasilkan pesan otomatis kepada pengemudi berupa notifikasi jadwal muat atau bongkar. Mekanisme ini diharapkan dapat mengurangi miskomunikasi antara vendor dan tim warehouse, serta memastikan bahwa pengemudi menerima informasi secara tepat waktu.

Dalam sistem ini, diterapkan pembagian slot waktu ke dalam tiga kategori: slot reguler sebanyak 70% dari total kapasitas harian, diberikan kepada vendor yang datang sesuai jadwal; slot prioritas sebesar 20% untuk muatan mendesak atau vendor dengan riwayat kedisiplinan baik; dan buffer slot sebesar 10% sebagai cadangan untuk vendor yang mengalami keterlambatan atau keadaan darurat. Buffer slot ini dirancang untuk mencegah efek domino yang dapat mengganggu keseluruhan jadwal operasional. Jika buffer tidak digunakan, maka slot tersebut dapat dialihkan kepada vendor yang telah siap lebih awal.

Toleransi terhadap keterlambatan juga ditetapkan secara sistematis. Vendor yang terlambat 30 hingga 60 menit akan diarahkan ke buffer slot apabila masih tersedia. Jika keterlambatan melebihi 60 menit, maka slot dianggap hangus dan vendor harus melakukan booking ulang dan akan diproses di slot terakhir. Vendor yang sering

terlambat lebih dari tiga kali dalam sebulan akan diberikan sanksi berupa penurunan prioritas atau dikenakan biaya tambahan. Sementara itu, vendor yang tidak hadir tanpa pemberitahuan lebih dari dua kali akan dimasukkan ke dalam daftar blacklist sementara dan perlu mengajukan permohonan ulang untuk melakukan booking di periode selanjutnya.

Secara keseluruhan, sistem booking slot ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi dalam koordinasi antara vendor dan tim gudang, mengurangi potensi keterlambatan akibat penumpukan kendaraan, serta mendorong kedisiplinan semua pihak yang terlibat dalam proses logistik. Ke depannya, sistem ini memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut melalui integrasi dengan dashboard pemantauan real-time, penggunaan database historis untuk evaluasi performa vendor, dan otomatisasi lanjutan dalam alokasi slot maupun pengiriman notifikasi. Dengan demikian, sistem ini menjadi salah satu solusi strategis dalam meningkatkan kinerja operasional *warehouse HRC*.

2. Pengukuran Waktu Baku dan Line Balancing untuk Mengurangi Bottleneck.

Pengukuran waktu baku dilakukan dengan metode stopwatch untuk mencatat durasi setiap tahapan operasional secara langsung. Data ini dijadikan acuan dalam menentukan waktu standar untuk tiap aktivitas. Selain itu, analisis *cycle time* dilakukan dengan mengombinasikan data waktu baku dan catatan historis, agar pola kerja dapat dipahami secara menyeluruh serta mengidentifikasi kemungkinan keterlambatan dalam proses operasional. Dalam proses inbound dan outbound coil di gudang luar PT. KAL, terdapat masing-masing 23 dan 25 elemen proses. Setelah setiap proses dan waktunya diketahui, maka disusun precedence diagram.

Sebelum menghitung waktu baku dan melakukan line balancing, dilakukan uji kecukupan data untuk memastikan bahwa jumlah sampel memadai, dengan tingkat keyakinan 95% dan tingkat ketelitian 5%. Jika hasil uji menunjukkan bahwa data belum mencukupi, maka dilakukan pengumpulan tambahan data. Selanjutnya, waktu normal dihitung dari waktu pengamatan yang telah dikoreksi dengan faktor penyesuaian berdasarkan metode Westinghouse, yang mencakup empat aspek: keahlian, usaha, kondisi, dan konsistensi kerja.

Perhitungan waktu baku dilakukan dengan menambahkan allowance ke dalam waktu normal. Nilai allowance ditentukan berdasarkan observasi langsung dan

wawancara dengan leader gudang luar (Hamasa dan Trikusuma). Hasil perhitungan menunjukkan perbedaan signifikan antara stasiun kerja dalam proses *inbound* (misalnya stasiun 1 vs 2, dan 3 vs 4) yang menimbulkan bottleneck di stasiun dengan waktu kerja lebih tinggi. Efisiensi kerja menunjukkan ketimpangan, dengan *balance delay inbound* sebesar 71% dan *line efficiency* hanya 29%. Total *idle time* sebesar 14.059,21 detik, dengan stasiun 5 memiliki waktu *idle* tertinggi (3.745,69 detik), sedangkan stasiun 4 tidak memiliki *idle time*.

Dalam proses *outbound*, *balance delay* tercatat sebesar 66% dan *line efficiency* hanya 34%, dengan total *idle time* sebesar 15.504,01 detik. Stasiun 1 memiliki *idle time* tertinggi (4.518,96 detik), sedangkan stasiun 3 tidak memiliki *idle time*. Nilai *smoothness index* juga menunjukkan perlunya perbaikan distribusi kerja: *inbound* sebesar 7.050,75 dan *outbound* sebesar 7.870,74.

Dengan *line efficiency* rendah, terdapat potensi besar keterlambatan operasional. Optimasi *line balancing* dilakukan dengan metode *Ranked Positional Weight* (RPW), yang menyusun bobot posisi dari *precedence* diagram. Setelah urutan elemen kerja ditentukan berdasarkan bobotnya, dilakukan pengelompokan ke dalam stasiun kerja dengan mempertimbangkan takt time dan jumlah minimum stasiun secara teoritis.

1. Perhitungan takt time:

- *Inbound*: $8.123 \text{ ritase} / 244 \text{ hari} = \text{takt time } 2.595 \text{ detik/stasiun}$
- *Outbound*: $3.785 \text{ ritase} / 244 \text{ hari} = \text{takt time } 5.570 \text{ detik/stasiun}$

2. Jumlah minimum stasiun kerja:

- *Inbound*: $5.731,2 / 2.595 = 2,209 \rightarrow$ dibulatkan jadi 3 stasiun
- *Outbound*: $7.974 / 5.570 = 1,432 \rightarrow$ dibulatkan jadi 2 stasiun

3. Alokasi stasiun kerja inbound:

- Stasiun 1: sisa waktu 284,24 detik
- Stasiun 2: sisa waktu 22,13 detik
- Stasiun 3: waktu lebih merata

4. Alokasi stasiun kerja outbound:

- Stasiun 1: sisa waktu 111,16 detik
- Stasiun 2: sisa waktu 3.053,91 detik

5. Setelah optimasi:

- Inbound: stasiun dikurangi dari 5 ke 3, efisiensi meningkat dari 29% ke 74%, *idle time* turun dari 14.059,21 ke 1.988,85 detik, *balance delay* dari 71% ke 26%, *smoothness index* dari 7.050,75 ke 1.406,60
- Stasiun inbound:
 - 1: waktu baku 2.573,32 detik, efisiensi 100%
 - 2: *idle time* 974,95 detik, efisiensi 62%
 - 3: *idle time* 1.013,90 detik, efisiensi 61%

Dengan peningkatan ini, distribusi kerja menjadi lebih seimbang dan *bottleneck* dapat diminimalkan, sehingga operasional inbound dan outbound menjadi lebih efisien dan sesuai target perusahaan.

3. Perancangan Format Pelaporan Komunikasi antara Tim *HRC Coil Transport* dan Tim Gudang untuk Aktivitas Inbound dan Outbound.

Berdasarkan identifikasi permasalahan pada subbab 4.2.2.3, diketahui bahwa ketidakteraturan dalam format pelaporan pengiriman dan pengambilan coil berdampak langsung terhadap efektivitas komunikasi antara tim *HRC Coil Transport* dan tim gudang luar. Permasalahan yang muncul, seperti ketidakjelasan tonase per coil, tidak adanya informasi nomor coil, status khusus, serta tidak tersedianya nomor kontak supir dan vendor, telah menyebabkan terjadinya miskomunikasi, keterlambatan pemuatan, dan inefisiensi proses operasional.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, dilakukan perancangan ulang format pelaporan berbasis media komunikasi yang telah umum digunakan dalam operasional sehari-hari, yaitu WhatsApp. Pendekatan ini dipilih karena tidak memerlukan investasi tambahan dalam bentuk sistem baru, serta mudah diimplementasikan dengan memanfaatkan perangkat kerja yang sudah tersedia.

Adapun prinsip utama dalam perancangan format pelaporan ini meliputi:

1. Struktur Informasi yang Sistematis.

Informasi disusun dari yang umum ke yang spesifik, dimulai dari nama pelanggan, detail kapal, lokasi pemuatan, hingga informasi teknis seperti nomor coil, tonase per unit, dan alat bantu yang diperlukan.

2. Kejelasan Data Teknis/

Nomor coil dan tonase per unit dicantumkan secara rinci untuk setiap coil. Jika coil bukan kategori khusus, maka digunakan rentang tonase sebagai acuan fleksibel pemilihan di lapangan.

3. Penyediaan Kontak Person.

Informasi kontak supir dan vendor disertakan agar koordinasi langsung dapat dilakukan saat terjadi kendala di lapangan.




4. Penentuan Lokasi Pemuatan secara Spesifik.

Masing-masing gudang pemuatan dicantumkan dengan jelas, termasuk jika terjadi kombinasi lokasi antar gudang.

5. Visualisasi dan Penanda Emoji.

Penggunaan emoji dilakukan secara selektif untuk meningkatkan keterbacaan dan mempercepat pemahaman informasi penting dalam satu kali baca.

Berikut adalah format pelaporan hasil rancangan yang telah disesuaikan berdasarkan masukan dari tim gudang:

 <i>[INBOUND / OUTBOUND] NOTIFICATION</i>
 Customer: BUMI KAYA PULOGADUNG 11,7
 Kapal Ekspor: COIL MV GOLDEN ACE (<i>opsional: Domestik</i>)

 No Pol: Z 9152 S

 Driver: Ipin |  [No HP Driver]

 Vendor Transporter: [Nama Vendor] |  [No HP Vendor]


 **Detail Barang (Total: 4 Coil)**

- ◆ *Gudang 1: Trikusuma*
 - Coil 1: [Nomor Coil / Khusus atau Tidak] – [xx] ton
- ◆ *Gudang 2: Hamasa*
 - Coil 2: [Nomor Coil / Khusus atau Tidak] – [xx] ton

 Range Tonase (Jika Non-Khusus): [45–47 ton]

 Estimasi **Waktu Pemuatan:** [Tanggal & Jam]

 Urgensi: [Ekspor / Domestik Jabodetabek / Luar Jabodetabek / Transfer]

 **Alat Muat Dibutuhkan:** [Kondisi alat muat – kayu/rantai/saddle/bracket]

 **Catatan:** [Instruksi tambahan jika ada]

 *Mohon konfirmasi jika ada perubahan atau kendala di gudang tertentu.*

4. Perancangan Area Buka Tutup Terpal Trailer Gudang Luar (HRC).

Kebutuhan akan area khusus untuk proses buka-tutup terpal trailer merupakan salah satu solusi strategis dalam merespons permasalahan kepadatan aktivitas bongkar muat di gudang luar, terutama saat kondisi cuaca buruk. Berdasarkan pembahasan pada subbab 4.2.2.4, diketahui bahwa ketidakhadiran area khusus menyebabkan trailer harus masuk ke dalam gudang untuk proses penerpalan, yang tidak hanya mengganggu sirkulasi pergerakan material, tetapi juga meningkatkan risiko kecelakaan kerja serta keterlambatan proses logistik.

Melalui pendekatan 5W + 1H, dirancang pembangunan shelter dengan atap semi permanen yang mampu mengakomodasi proses pelepasan (*inbound*) dan pemasangan terpal (*outbound*) secara efisien di luar bangunan utama gudang. Hal ini selaras dengan prinsip lean layout, di mana fasilitas penunjang dibangun untuk

mengurangi pergerakan tidak perlu (non-value added motion) dan meminimalkan bottleneck.

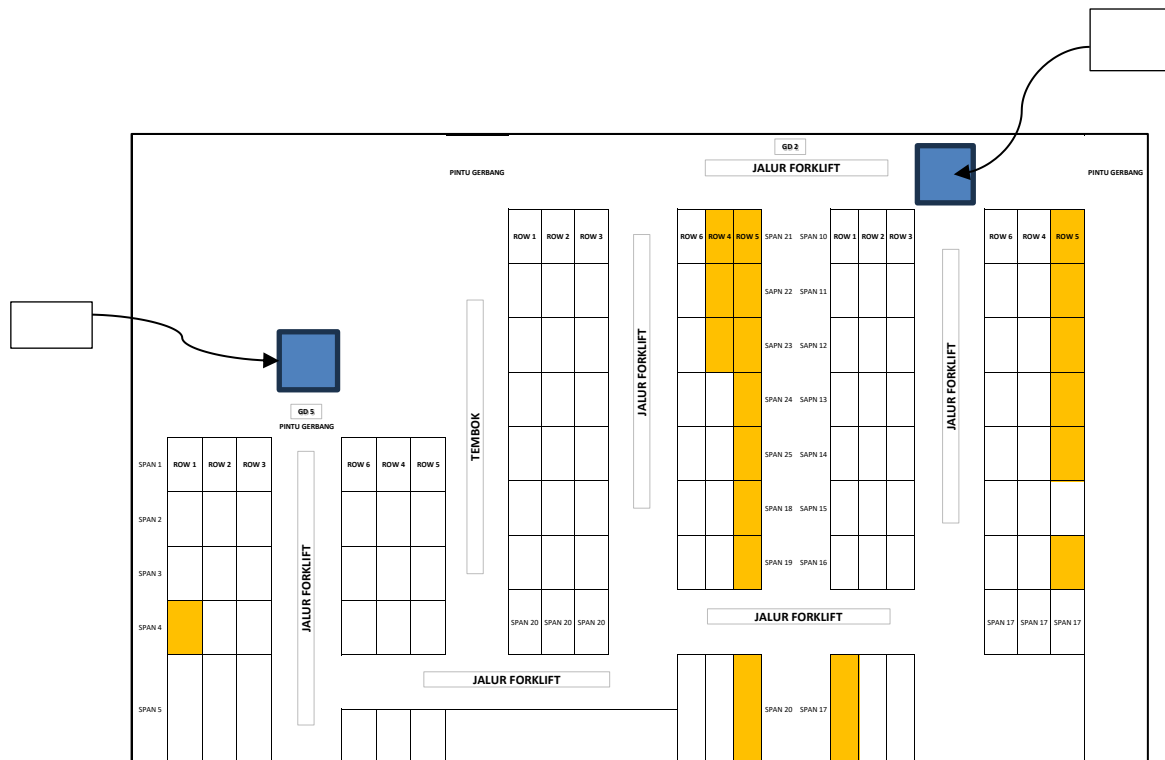
1. Gudang Trikusuma.

Hasil observasi lanjutan menunjukkan bahwa area ideal untuk pembangunan shelter berada pada sisi depan gudang. Namun, karena posisi tersebut berhadapan langsung dengan kantin TJP, akses menjadi terbatas dan berpotensi menimbulkan konflik ruang. Oleh sebab itu, area alternatif di dalam gudang, tepatnya di sisi kiri dekat pintu masuk, dipilih sebagai lokasi penerpalan. Area ini relatif kosong, tidak aktif digunakan untuk penyimpanan, serta strategis dari sisi kontrol visual checker gudang.

2. Gudang Hamasa.

Sebaliknya, kondisi di Gudang Hamasa lebih memungkinkan untuk pembangunan shelter eksternal. Lokasi yang dipilih berada di antara jalur masuk dan jalur keluar trailer, sehingga dapat melayani dua arus secara simultan — *inbound coil transfer* maupun *outbound ekspor/domestik*. Penempatan ini tidak hanya mendukung efisiensi alur logistik, tetapi juga menurunkan risiko gangguan operasional internal karena aktivitas penerpalan dilakukan di luar gudang.

Visualisasi Layout Gudang Luar Pada Gambar 5.7 ditampilkan ilustrasi layout gudang luar berdasarkan observasi lapangan, termasuk penempatan shelter yang diusulkan:



Gambar 5. 1 Layout Usulan Area Buka Tutup Terpal di Gudang Luar

- = Bed Point Khusus / Area Penerpalan Urgent.
- = Area Rancangan Usulan Penerpalan.
- = Area sirkulasi utama trailer (gerbang masuk / keluar).

5. Perancangan Checklist Forklift oleh Operator untuk *Preventive Maintenance* Permasalahan Forklift di Gudang Luar (HRC).

Dari hasil identifikasi di lapangan, terlihat bahwa salah satu penyebab utama keterlambatan operasional di gudang luar (HRC) adalah kondisi forklift yang tidak selalu dalam keadaan siap pakai. Beberapa unit bahkan sering mengalami kerusakan atau sedang dalam proses perbaikan, sehingga mengganggu alur distribusi barang. Setelah ditelusuri, masalah ini terjadi karena belum adanya sistem preventive maintenance yang terstruktur dan dijalankan secara konsisten.

Selama ini, pengecekan forklift sebagian besar hanya dilakukan oleh vendor dalam rentang waktu yang cukup lama (2–4 minggu), sementara operator sendiri tidak memiliki panduan khusus untuk melakukan inspeksi harian. Akibatnya, banyak

kerusakan yang baru diketahui ketika forklift sudah tidak bisa digunakan, padahal sebenarnya bisa dicegah lebih awal.

Sebagai solusi, dirancanglah sistem checklist preventive maintenance yang sederhana namun komprehensif, dan dapat diakses secara digital melalui Google Form. Checklist ini dirancang agar bisa diisi langsung oleh operator setelah menggunakan forklift di setiap shift. Tujuannya adalah untuk membantu mendeteksi dini apabila ada tanda-tanda kerusakan, sekaligus mempercepat proses pelaporan ke vendor.

Isi dari checklist ini mencakup beberapa poin penting, seperti:

- Identitas operator dan unit forklift
- Pemeriksaan teknis terhadap mesin, rem, hidrolik, ban, baterai, dan fitur keselamatan
- Penilaian kondisi dengan skala 1 sampai 5 (buruk hingga sangat baik)
- Catatan jika ditemukan masalah, termasuk opsi unggah foto dan status kelayakan unit

Dengan sistem ini, operator tidak hanya menggunakan alat, tetapi juga ikut bertanggung jawab dalam menjaga kondisinya. Ini juga sejalan dengan hasil wawancara dengan tim gudang, di mana mereka menyebut bahwa selama ini dokumentasi kondisi forklift belum berjalan baik, sehingga vendor kesulitan dalam mengambil tindakan cepat.

Data dari Google Form ini ke depannya bisa diolah ke dalam bentuk dashboard yang memudahkan tim gudang dan vendor memantau kondisi unit secara menyeluruh. Misalnya, kita bisa melihat:

- Forklift mana yang paling sering bermasalah
- Jenis kerusakan yang paling umum
- Rata-rata skor kondisi tiap unit
- Status tindak lanjut oleh teknisi

Dengan begitu, pemeliharaan tidak lagi bersifat reaktif, tetapi bisa direncanakan dan diprioritaskan. Selain itu, manajemen juga bisa menggunakan data ini sebagai bahan evaluasi, misalnya apakah suatu unit sudah waktunya diganti, atau cukup ditingkatkan perawatannya.

Dari analisis ini, terlihat bahwa solusi yang dirancang tidak hanya menyentuh aspek teknis, tapi juga menyentuh perubahan cara kerja, khususnya dalam hal kedisiplinan inspeksi dan pelaporan oleh operator. Harapannya, ketika checklist ini

diterapkan secara konsisten, maka masalah-masalah pada forklift bisa ditekan sejak awal, dan keterlambatan operasional pun bisa dikurangi.

Secara umum, sistem ini mendukung perbaikan proses secara menyeluruh, dari tingkat operasional harian sampai pengambilan keputusan di tingkat manajemen. Dengan pendekatan yang sederhana tapi terukur, perusahaan bisa menjaga kelancaran operasional gudang tanpa harus menunggu masalah besar terjadi terlebih dahulu.

6. Perancangan *Buffer Area* untuk Penyimpanan Coil Outbound agar Tidak Terhalang *Inbound* saat Aktivitas Tinggi.

Perancangan buffer area untuk penyimpanan coil outbound merupakan solusi strategis atas permasalahan operasional yang selama ini terjadi di area gudang, terutama ketika aktivitas *inbound* dan *outbound* berlangsung secara bersamaan. Analisis pada bab ini disusun berdasarkan data historis periode Januari hingga Agustus 2024, hasil observasi langsung di lapangan, serta diskusi teknis bersama tim gudang dari Hamasa dan Trikusuma. Fokus utama terletak pada bagaimana desain buffer area dapat mengurangi hambatan akses terhadap coil *outbound* serta meningkatkan efisiensi handling forklift.

Permasalahan utama yang ditemukan adalah tidak adanya pemisahan jalur antara pergerakan coil *inbound* dan *outbound*. Akibatnya, dalam kondisi padat — terutama saat coil inbound masuk dalam jumlah besar — posisi penyimpanan coil outbound sering kali tertutup. Hal ini menyebabkan operator forklift harus memindahkan ulang coil inbound terlebih dahulu sebelum dapat mengambil coil *outbound*. Dalam jangka panjang, pola ini tidak hanya memperpanjang waktu handling, tetapi juga meningkatkan beban kerja operator serta berisiko menyebabkan keterlambatan pengiriman.

Berdasarkan pengumpulan data di lapangan, kondisi eksisting dapat dirangkum sebagai berikut:

- Rata-rata coil *inbound* per hari: ± 33 unit
- Rata-rata coil *outbound* per hari: ± 16 unit
- Forklift yang tersedia: 1 unit per gudang
- Jalur forklift: Tidak terpisah antara *inbound* dan *outbound*

- Implikasi:
 - Forklift sering melakukan *double handling*
 - Potensi keterlambatan pengiriman *outbound*
 - Beban kerja meningkat saat volume tinggi

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan akan buffer area tidak hanya penting, tetapi mendesak. Tanpa ruang penyangga khusus untuk coil *outbound*, efisiensi *loading* akan terus terganggu, terlebih dengan keterbatasan jumlah forklift yang tersedia.

Desain buffer area dirancang berdasarkan tiga aspek utama: lokasi strategis, kapasitas penyimpanan, dan kelancaran akses forklift.

- Lokasi:

Buffer area diposisikan dekat dengan *loading dock* untuk mempersingkat waktu tempuh forklift dan menghindari tumpang tindih jalur dengan coil *inbound*. Area ini juga dijaga agar tidak menghalangi jalur forklift yang mengangkut coil masuk.
- Kapasitas:

Berdasarkan rata-rata coil *outbound* harian (16 unit), serta dimensi standar coil ($\pm 2\text{m} \times 2\text{m}$), maka diperlukan luas minimum sekitar 64 m^2 untuk menampung seluruh coil *outbound* dalam satu siklus.
- Zonasi Prioritas:

Area penyimpanan dibagi menjadi:

 - *Zona Prioritas*: Coil yang akan dikirim dalam 6–12 jam
 - *Zona Standby*: Coil dengan jadwal pengiriman 12–24 jam
- Aksesibilitas Forklift:

Jalur forklift tetap mempertahankan dua arah agar fleksibilitas pergerakan terjaga, mengingat sistem satu arah yang digunakan pada trailer tidak dapat sepenuhnya diterapkan pada forklift. Desain layout mempertimbangkan radius manuver agar tidak terjadi bottleneck antar gudang.

Gambar usulan memperlihatkan layout usulan buffer area untuk coil *outbound* yang dirancang untuk meminimalkan potensi hambatan dalam aktivitas pemuatan. *Buffer* area ini direncanakan berada di sisi gudang yang tidak bersinggungan langsung

dengan area penyimpanan *coil inbound*, agar pergerakan forklift *inbound* dan *outbound* tidak saling mengganggu. Penyimpanan coil *outbound* dibagi ke dalam dua zona utama, yaitu zona prioritas untuk coil yang akan segera dikirim (dalam 6–12 jam), dan zona *standby* untuk coil yang dijadwalkan berangkat dalam waktu 12–24 jam. Dengan pembagian tersebut, operator forklift dapat memilah material berdasarkan urgensinya, sehingga alur kerja menjadi lebih terstruktur. Jalur forklift tetap dirancang terbuka dan dua arah, agar manuver tetap leluasa meskipun volume aktivitas sedang tinggi. Selain itu, penempatan buffer area yang dekat dengan loading dock diharapkan dapat memangkas waktu tempuh dari titik penyimpanan ke trailer.

Apabila desain ini diimplementasikan di lapangan, terdapat beberapa manfaat potensial yang diproyeksikan. Akses terhadap coil *outbound* akan menjadi lebih cepat dan efisien karena tidak lagi terhalang oleh material *inbound*. Aktivitas *double handling* dapat ditekan, sehingga beban kerja forklift menjadi lebih ringan dan waktu kerja lebih efisien. Lintasan pergerakan forklift juga menjadi lebih singkat dan terarah, yang pada akhirnya meningkatkan produktivitas alat angkut dan menekan risiko keterlambatan pengiriman.

Namun, hingga tahap penulisan ini, rancangan buffer area tersebut belum direalisasikan di lapangan. Keterbatasan waktu pada masa observasi membuat proses uji coba implementasi belum dapat dilakukan. Oleh karena itu, efektivitas desain ini masih bersifat proyeksi dan belum tervalidasi secara empiris. Sebagai langkah lanjutan, disarankan dilakukan uji coba dalam skala kecil atau pilot test untuk melihat bagaimana rancangan ini bekerja dalam kondisi operasional nyata. Pengukuran hasil dapat difokuskan pada indikator seperti perubahan rata-rata waktu loading, jumlah gangguan akibat tertutupnya jalur forklift, serta efisiensi rotasi forklift pasca penerapan buffer. Evaluasi dari hasil uji coba tersebut nantinya akan menjadi dasar untuk menyempurnakan desain dan menyesuaikan dengan kebutuhan aktual di gudang.

5.5 Perbandingan *Line Efficiency* Sebelum dan Setelah Usulan Perbaikan

Selanjutnya untuk dari evaluasi terhadap usulan perbaikan proses kerja *inbound* dan *outbound*, dilakukan pengukuran efisiensi lini kerja pada aktivitas *inbound* dan *outbound*. Perhitungan ini akan mengetahui berapa perubahan yang terjadi. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan indikator jumlah stasiun kerja, efisiensi, waktu

mengganggu (*idle time*), *balance delay*, dan *smoothing index*. Nilai-nilai ini dihitung untuk kondisi sebelum dan setelah perbaikan, guna memberikan gambaran kuantitatif mengenai dampak dari perbaikan yang diusulkan. Hasil lengkap dari perbandingan tersebut disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 5. 8 Perbandingan *Line Efficiency* Awal dan Usulan pada *Inbound* Dan *Outbond*

<i>Perbandingan Line Efficiency Awal dan Usulan pada Inbound</i>					
Kondisi	Stasiun Kerja	Efisiensi	<i>Idle Time</i>	<i>Balance Delay</i>	<i>Smoothing Index</i>
Sebelum Perbaikan	5	29%	14059,21	71%	7050,75
Setelah Perbaikan	3	74%	1988,85	26%	1406,60
<i>Perbandingan Line Efficiency Awal dan Usulan pada Outbond</i>					
Kondisi	Stasiun Kerja	Efisiensi	<i>Idle Time</i>	<i>Balance Delay</i>	<i>Smoothing Index</i>
Sebelum Perbaikan	5	34%	15504,01	66%	7870,74
Setelah Perbaikan	3	62%	4907,28	38%	4907,28

Evaluasi terhadap efisiensi lini dilakukan untuk melihat dampak usulan perbaikan terhadap kinerja alur proses *inbound* dan *outbound*. Analisis ini mencakup lima indikator utama: jumlah stasiun kerja, efisiensi, *idle time*, *balance delay*, dan *smoothing index*. Data diperoleh melalui simulasi terhadap kondisi eksisting dan skenario perbaikan yang diusulkan.

Pada proses *inbound*, efisiensi awal tercatat hanya sebesar 29% dengan lima stasiun kerja aktif. Waktu mengganggu (*idle time*) mencapai 14.059,21 detik, mencerminkan tidak optimalnya pembagian beban antar stasiun. *Balance delay* yang mencapai 71% memperlihatkan ketidakseimbangan signifikan antar stasiun kerja. Selain itu, *smoothing index* berada di angka 7.050,75 yang menunjukkan variasi tinggi dalam distribusi waktu kerja.

Setelah diterapkan rancangan perbaikan, jumlah stasiun kerja dapat dikurangi menjadi tiga tanpa mengorbankan efisiensi. Bahkan, efisiensi meningkat signifikan menjadi 74%, dengan penurunan drastis pada *idle time* menjadi 1.988,85 detik. *Balance delay* juga menurun menjadi 26%, menandakan peningkatan distribusi kerja yang lebih merata antar stasiun. Nilai *smoothing index* yang menurun ke angka 1.406,60 menunjukkan sistem yang lebih stabil dan homogen dalam durasi kerja setiap stasiun.

Pada proses outbound, kondisi awal serupa dengan *inbound*. Terdapat lima stasiun kerja dengan efisiensi hanya 34%. *Idle time* bahkan lebih tinggi, yaitu 15.504,01 detik. Ketidakseimbangan beban tercermin dari *balance delay* sebesar 66%, dan *smoothing index* mencapai 7.870,74. Ini menunjukkan distribusi kerja yang tidak merata dan kurang efektif. Setelah dilakukan perbaikan, jumlah stasiun kerja dikurangi menjadi tiga dan efisiensi meningkat menjadi 62%. Meskipun tidak setinggi peningkatan pada proses *inbound*, peningkatan ini tetap signifikan. *Idle time* menurun menjadi 4.907,28 detik, yang berarti pemanfaatan waktu kerja lebih optimal. *Balance delay* juga menurun menjadi 38%, dan *smoothing index* menunjukkan penurunan ke angka 4.907,28, menandakan adanya perbaikan dalam penyebaran beban kerja antar stasiun.

Secara keseluruhan, perbandingan data sebelum dan setelah perbaikan menunjukkan bahwa usulan *redesign* mampu memberikan dampak positif terhadap efisiensi operasional baik pada sisi *inbound* maupun outbound. Efisiensi meningkat, jumlah stasiun kerja berkurang, dan ketidakseimbangan kerja berhasil ditekan.

Dengan asumsi jumlah trailer yang diproses tetap, maka penghematan ini secara proporsional berdampak pada waktu proses per trailer. Jika misalnya dalam periode yang sama diproses 10 trailer, maka efisiensi waktu kerja per trailer pada aktivitas *inbound* mencapai sekitar 20,12 menit, sedangkan untuk *outbound* sekitar 17,66 menit per trailer. Hal ini memperlihatkan bahwa rancangan distribusi kerja dan buffer area yang lebih terstruktur mampu memberikan kontribusi nyata terhadap kelancaran operasional. Meskipun analisis ini dilakukan berdasarkan asumsi, hasilnya memberikan dasar kuat bahwa perbaikan layout dan distribusi kerja dapat secara nyata memperbaiki performa lini operasional di gudang.

5.6 Analisis Kelayakan Ekonomi Implementasi Perancangan Solusi

Analisis kelayakan ekonomi ini dilakukan untuk meninjau seberapa besar nilai investasi yang dibutuhkan untuk implementasi sistem booking slot bongkar muat, serta sejauh mana potensi efisiensi operasional yang dapat dicapai setelahnya. Evaluasi dilakukan dengan pendekatan sederhana, yakni membandingkan total biaya implementasi terhadap penghematan harian yang mungkin diperoleh, terutama dari sisi waktu kerja yang berhasil ditekan. Berdasarkan data historis Januari hingga Agustus 2024, diketahui jumlah kendaraan inbound mencapai 8.123 unit dan outbound sebanyak 3.735 unit. Dengan mempertimbangkan sistem kerja aktual yang berjalan tiga shift dan mengacu pada UMR Kota Cilegon tahun 2024 sebesar Rp4.700.000 per bulan, estimasi awal biaya dan potensi saving disusun untuk setiap solusi yang dirancang.

Jika seluruh komponen solusi dijumlahkan, total kebutuhan biaya implementasi mencapai Rp35.015.000. Biaya ini mencakup pengadaan sistem booking slot (Rp5.310.000), penyesuaian proses kerja inbound–outbound (Rp4.670.000), penyusunan format pelaporan baru (Rp375.000), pembangunan dua buffer area untuk aktivitas buka-tutup terpal (Rp17.560.000), buffer area penyimpanan coil outbound (Rp6.600.000), serta sistem checklist forklift (Rp500.000). Dari sisi manfaat, hasil pengukuran waktu baku dan analisis keseimbangan lini menunjukkan adanya penghematan waktu kerja harian sebesar 377 menit, atau setara $\pm 6,28$ jam per hari. Jika diasumsikan penghematan ini berlaku untuk empat orang petugas gudang pada satu shift, maka secara kasar efisiensi biaya operasional mencapai Rp590.320 per hari.

Dengan menggunakan acuan UMR yang dibagi atas 25 hari kerja dan 8 jam per hari, didapatkan nilai upah per jam sebesar Rp23.500. Maka, dalam sebulan (25 hari kerja), potensi saving cost mencapai Rp14.758.000. Namun, bila dibandingkan dengan biaya implementasi, ROI pada bulan pertama memang masih negatif, yaitu sebesar -57,87%. Artinya, modal belum kembali dalam satu bulan pertama. Meski demikian, secara akumulatif, break even point (BEP) diperkirakan tercapai pada hari ke-60 atau sekitar tiga bulan operasional penuh. Oleh karena itu, meskipun investasi awal tergolong sederhana, manfaat efisiensi yang bersifat harian dan berulang membuat solusi ini tetap layak dipertimbangkan, terutama untuk perbaikan jangka menengah yang berdampak langsung pada kelancaran operasional gudang.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab keterlambatan dalam proses *inbound*, *outbound*, *moving* serta merancang solusi yang dapat meningkatkan efisiensi operasional gudang luar (HRC) PT. KAL. Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Hasil analisis menunjukkan bahwa keterlambatan dalam aktivitas distribusi coil disebabkan oleh kombinasi berbagai faktor. Dari total sembilan penyebab utama, enam di antaranya berkontribusi terhadap 80,44% dari keseluruhan keterlambatan, yaitu: trailer datang bersamaan (18,22%), tidak adanya pengukuran waktu baku (34%), informasi antar departemen tidak detail (47%), cuaca ekstrem seperti hujan dan angin kencang (59,33%), forklift mengalami gangguan (70,67%), dan permintaan coil yang berada di posisi bed point (80,44%). Melalui analisis *Root Cause Analysis* (RCA) yang mencakup Pareto Chart, Fishbone Diagram, dan Five Whys, akar permasalahan berhasil diidentifikasi. Akar penyebab tersebut meliputi: belum tersedianya sistem digital booking slot untuk kedatangan truk; manajemen yang masih menganggap antrian hanya akibat volume unit, bukan bottleneck proses; kurangnya koordinasi terstruktur antar tim terkait; belum adanya perencanaan infrastruktur buffer area; serta minimnya pemahaman mengenai pentingnya pemeliharaan preventif alat.
2. Sebagai respon terhadap akar permasalahan tersebut, dirancang beberapa solusi yang difokuskan pada proses *inbound* dan *outbound*. Dengan menggunakan pendekatan 5W+1H (*What, Why, Where, When, Who, dan How*), solusi disusun secara sistematis agar implementatif dan sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Usulan solusi meliputi: perancangan sistem booking slot bongkar muat, pengukuran waktu baku dan line balancing, pengembangan format pelaporan antar tim, desain area buka tutup terpal trailer, checklist preventif forklift, serta buffer area khusus untuk coil *outbound*. Solusi ini tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga memperkuat aspek koordinasi antar departemen dan perencanaan fasilitas.
3. Berdasarkan hasil perhitungan terhadap lima indikator utama keseimbangan lini dengan metode *Line Balancing*, yaitu jumlah stasiun kerja, efisiensi, waktu menganggur (*idle time*), *balance delay*, dan *smoothing index*—dapat disimpulkan

bahwa rancangan perbaikan yang diusulkan memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan efisiensi operasional. Pada aktivitas inbound, efisiensi meningkat dari 29% menjadi 74%, disertai penurunan idle time dari 14.059,21 detik menjadi 1.988,85 detik, yang ekuivalen dengan penghematan waktu sekitar 201 menit. Sementara itu, pada aktivitas outbound, efisiensi meningkat dari 34% menjadi 62%, dengan penurunan idle time dari 15.504,01 detik menjadi 4.907,28 detik, atau setara penghematan waktu sekitar 176 menit. Dengan asumsi bahwa jumlah trailer yang diproses tetap, maka penghematan tersebut secara proporsional berdampak pada efisiensi waktu proses per trailer. Sebagai ilustrasi, jika dalam periode tertentu diproses sebanyak 10 trailer, maka efisiensi waktu kerja per trailer untuk aktivitas inbound mencapai sekitar 20,12 menit, sedangkan untuk outbound sekitar 17,66 menit per trailer. Hasil ini menunjukkan bahwa rancangan distribusi kerja yang lebih seimbang serta penyediaan buffer area yang terstruktur mampu memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan kelancaran proses dan efisiensi operasional secara menyeluruh.

6.2. Saran

Berdasarkan hasil temuan dan pembahasan dalam penelitian ini, terdapat beberapa saran untuk mendukung peningkatan efisiensi operasional gudang luar (*HRC*) PT. KAL ke depannya.

1. Usulan solusi yang telah dirancang, baik dari sisi sistem maupun layout, sebaiknya mulai diimplementasikan secara bertahap. Prioritas awal bisa diberikan pada hal-hal yang mudah diterapkan namun berdampak besar, seperti format pelaporan antar tim, checklist forklift, dan pengaturan buffer area untuk coil outbound. Proses ini perlu diikuti dengan pemantauan secara rutin agar jika muncul kendala, bisa segera ditindaklanjuti dan disesuaikan dengan kondisi lapangan..
2. Untuk memperkuat rancangan yang telah dibuat, penelitian lanjutan disarankan mencakup uji coba melalui simulasi atau pilot project skala kecil. Simulasi ini penting untuk memahami dampak teknis dari solusi yang diusulkan, sekaligus melihat bagaimana perubahan beban kerja terjadi dalam kondisi nyata. Di samping itu, perlu juga dilakukan analisis risiko guna mengantisipasi kemungkinan hambatan dari sisi operasional, teknis, maupun koordinasi antar tim.
3. Dari sisi bisnis, perlu dilakukan evaluasi terhadap dampak finansial dari perbaikan yang dirancang. Misalnya, dengan menghitung potensi penghematan biaya akibat penurunan idle time, memperkirakan kerugian yang bisa dihindari akibat

keterlambatan, serta menilai peluang peningkatan jumlah pengiriman trailer harian. Evaluasi ini akan memberikan gambaran yang lebih nyata tentang manfaat perbaikan, terutama jika perusahaan ingin mempertimbangkan investasi lanjutan atau pengambilan keputusan strategis ke depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, R., & Gunawan, A. (2023). Diagram Pareto dan Diagram Fishbone: Penyebab yang mempengaruhi Keterlambatan Pengadaan Barang di Perusahaan Industri Petrochemicals Cilegon Periode 2020-2022. *Jurnal Riset Bisnis Dan Manajemen Tirtayasa (JRBM)*, 7(1), 1–10. <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/JRBM/article/view/23411%0Ahttps://jurnal.untirta.ac.id/index.php/JRBM>
- Astuti, R. D., & Edy purwanto, H. S. A. (2019). Perbaikan Line Balancing Proses Packing Tablet Xyz Menggunakan Metode Ranked Positional Weight Di Pt. Y. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 18(1), 46–57. <https://doi.org/10.20961/performa.18.1.32360>
- Botchkarev, A. (2015). Estimating the accuracy of the return on investment (ROI) performance evaluations. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, 10(May 2014), 217–233. <https://doi.org/10.28945/2338>
- Dzulkifli, F., & Ernawati, D. (2021). Analisa Penerapan Lean Warehousing Serta 5S Pada Pergudangan Pt. Sier Untuk Meminimasi Pemborosan. *Juminten*, 2(3), 35–46. <https://doi.org/10.33005/juminten.v2i3.243>
- Efendi, M. Y., & Aryanny, E. (2024). Analysis of Waste in the Warehousing Flow Process With Lean Warehousing Method At Pt. Xyz. *Tekmapro*, 19(2). <https://doi.org/10.33005/tekmapro.v19i2.398>
- Farhan, M., Kurniawati, D., Iqbal, M., & Maulani, D. (2023). Investment Decisions in Manufacturing Companies in Indonesia. *Inovator*, March. <https://doi.org/10.32832/inovator.v12i1.134>
- Firdaus, M. F. S., & Kusuma, T. Y. T. (2019). Penentuan Jumlah Tenaga Kerja Optimal Untuk Peningkatan Produktifitas Kerja (Studi Kasus UD. ReKayasa Wangdi w). *Integrated Lab Journal*, 07(02), 26–36.
- Haekal, J. (2021). Improving Work Efficiency and Productivity with Line Balancing and TPS Approach and Promodel Simulation on Brush Sub Assy Line in Automotive Companies. *International Journal Of Scientific Advances*, 2(3), 387–397. <https://doi.org/10.51542/ijscia.v2i3.24>

- Mega Astuti DR, Uwes Anis Chaeruman, & Mulyadi. (2019). Penerapan Root Cause Analysis pada Penurunan Kinerja Karyawan. *Jurnal Pembelajaran Inovatif*, 2(2), 133–143. <https://doi.org/10.21009/jpi.022.07>
- Mujahidulloh, M. F., & Bakhtiar, A. (2021). Analisis Line Balancing Untuk Keseimbangan Proses Produksi Antimo Tablet di PT. Phapros Semarang. *Industrial Engineering Online Journal*, 10(4).
- Musthofa, A., & Muhammad, K. (2024). Analisis line balancing pada produksi produk F2AD06-002AS di PT XYZ (studi kasus: Departemen Produksi). 4(4), 460–469.
- Prasetyawan, Y., & Ibrahim, N. G. (2020). Warehouse Improvement Evaluation using Lean Warehousing Approach and Linear Programming. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 847(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/847/1/012033>
- Pratiwi, A. L., & Widjajati, E. P. (2023). Analisis Pemborosan Pada Proses Aliran Pergudangan PT. FLSmidth Indonesia dengan Metode Lean Warehousing. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika (JTMEI)*, 2(4), 124–135. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v2i4.2993>
- Putri, S. S., Okdinawati, L., & Pramudita, A. S. (2017). Analisis risiko rantai pasok pada PT Leschaco Logistic Indonesia dengan metode house of risk (HOR). *Jurnal Logistik Bisnis*, 8(1), 54–63. <https://ejurnal.poltekpos.ac.id/index.php/logistik/article/view/414>
- Redantan, D. (2021). Meningkatkan Line Efficiency (LE) Dengan Memperbaiki Bottle Neck Dengan Metode Line Balancing di PT. RST. *Sigma Teknika*, 4(2), 267–270. <https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v4i2.3635>
- Rouf, A. N., & Muhammad, K. (2023). Analisis Perbaikan Penulisan List of Material Program Preservasi Menggunakan Metode Root Cause Analysis (Rca). 4(4), 452–459.
- Sarjono, J. S. (2021). Meminimasi Waste Pada Proses Pembuatan Oil Seal Dengan Pendekatan Lean Manufacturing (Studi Kasus Proses Produksi Oil Seal Line Sim Di Pt. Nok Indonesia). *Kocenin Serial Konferensi, Webinar Nasional Pakar Ke 4*, 1(1), 1–6.
- Sasmito Muslim, S., Wibowo, N. A., & Nofandi, F. (2021). Analisis Penerapan Sistem Informasi Manajemen pada Kegiatan Logistik di Indonesia. *Dinamika Bahari*, 2(1), 6–12. <https://doi.org/10.46484/db.v2i1.262>
- Subagio, H. (2024). The effect of line balancing on the efficiency and effectiveness of shoe

production at PT Wangta Agung. *JPPI (Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia)*, 10(2), 332. <https://doi.org/10.29210/020242665>

Thusini, S., 'themobile, Milenova, M., Nahabedian, N., Grey, B., Soukup, T., Chua, K. C., & Henderson, C. (2022). The development of the concept of return-on-investment from large-scale quality improvement programmes in healthcare: an integrative systematic literature review. *BMC Health Services Research*, 22(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s12913-022-08832-3>

Tohir, M., Primadi, A., & Akmalia, S. P. (2023). Analisis Infrastruktur, Distribusi dan Warehousing Terhadap Sistem Logistik di Indonesia. *Jmpd*, 1(2), 101–109. <https://siberpublisher.org/https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Udonsathian, T., & Worapun, W. (2024). Enhancing analytical thinking in grade 8 science education: Integrating 5E inquiry-based and 5W1H techniques. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 11(5), 62–69. <https://doi.org/10.21833/ijaas.2024.05.007>

Wedha, B. Y., Dazki, E., & Indrajit, R. E. (2022). Enterprise Architecture untuk Industri Truk Logistik di Indonesia. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 9(2), 1137–1150. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v9i2.1255>

Zaneta, S., Putri, A., & Laksono, P. W. (2023). Analisis Line Balancing dengan Metode Ranked Positional Weight (RPW) pada Lintasan Sewing di PT XYZ. *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC*, 97–106.

LAMPIRAN

1. Gambaran ketika antrian pemuatan melebihi kapasitas gudang. Terjadinya Bottleneck dan keterlambatan dalam pemuatan.



2. Gambaran Aktivits Antrian didalam gudang Ketika penuh



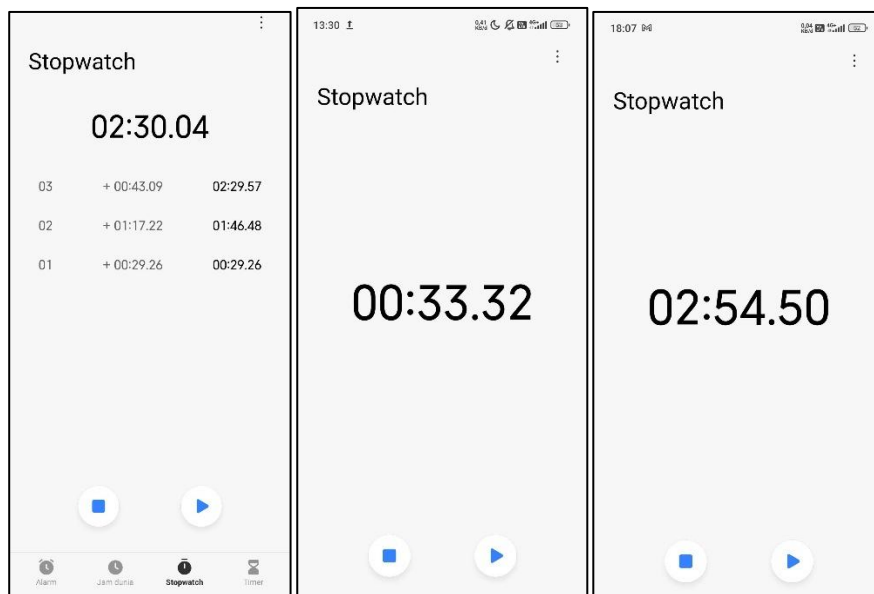
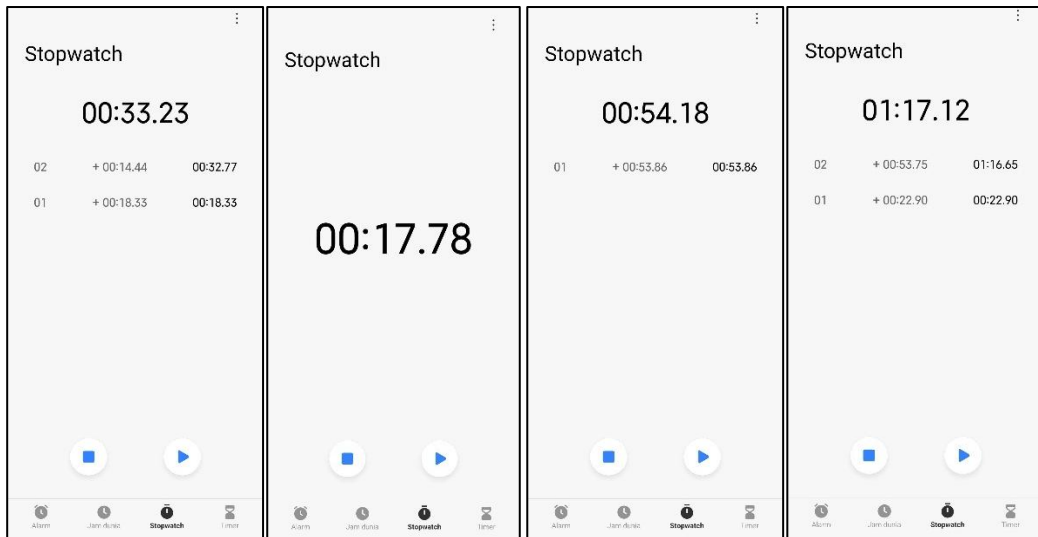
3. Kondisi saat pengisian angket dan pengambilan data report akan permasalahan di lapangan.



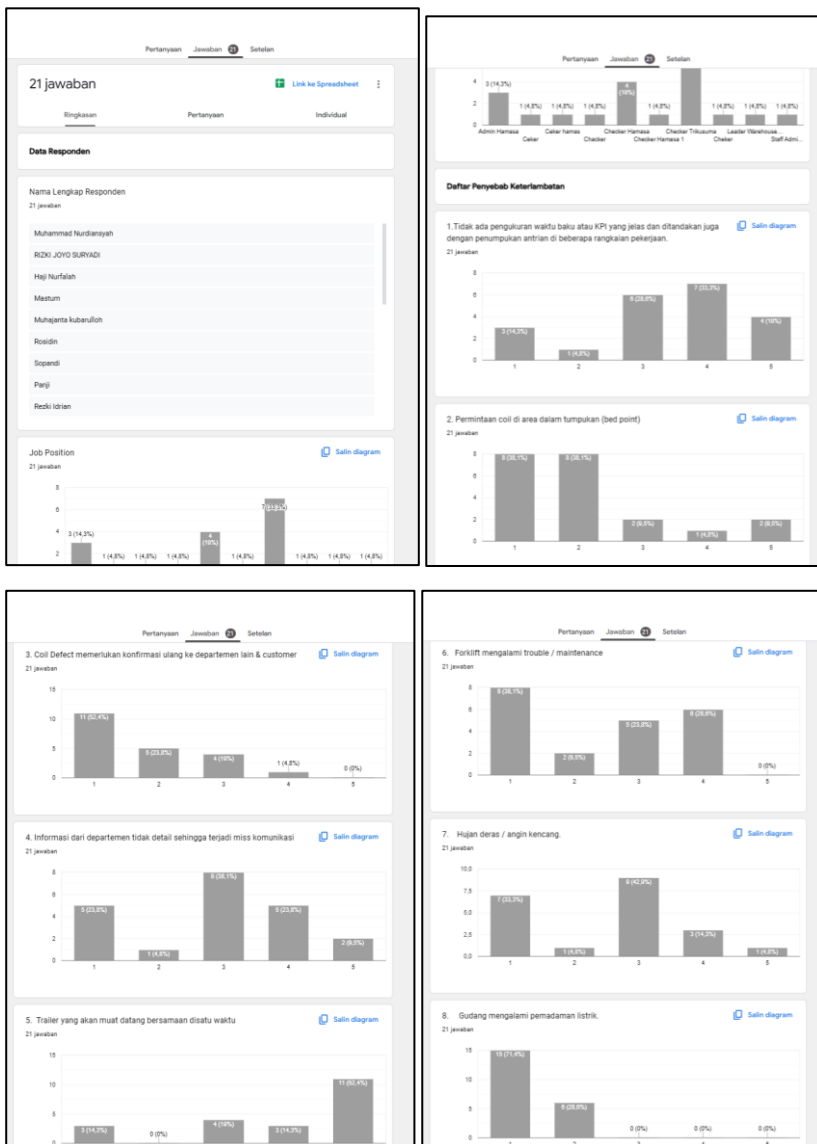
4. Isi Datasheet Waktu Proses Inbound dan Outbond Hot Rolled Coil di Gudang Luar PT. KAL

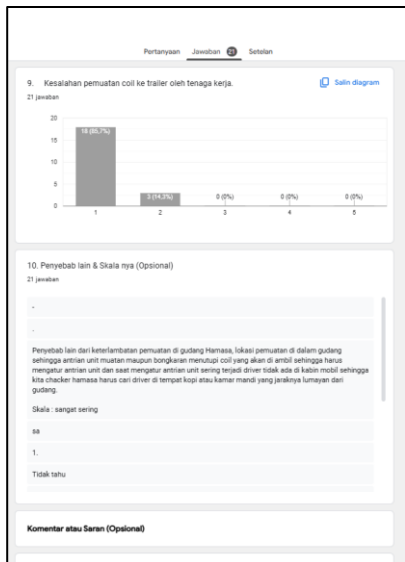
Proses Inbound					
	Waktu 1	Waktu 2	Waktu 3	Waktu 4	Waktu 5
1. Stasiun Penerimaan Informasi & Pengecekan Data					
Lokasi: Kantor Admin Warehouse					
Admin Gudang menerima informasi & melakukan crosscheck kedatangan trailer melalui WhatsApp.	00:29	00:31	00:27	00:31	00:28
Mengecek coil yang akan diterima dalam sistem MES berdasarkan customer.	01:17	01:29	01:11	01:26	01:19
Melakukan registrasi trailer ke dalam sistem MES (1A ke 1B).	00:23	00:26	01:00	00:37	00:39
Menyiapkan lokasi unloading coil sesuai dengan destinasi.	00:33	00:49	00:20	00:20	00:45
Mengecek data unloading coil di sistem MES untuk memastikan kesesuaian destinasi.	00:20	00:20	00:19	00:22	00:20
2. Stasiun Kedatangan Trailer & Pengecekan Dokumen					
Lokasi: Gerbang Masuk Warehouse					
Trailer tiba di warehouse dan masuk ke titik unloading.	02:59	03:09	02:58	03:07	02:53
Checker memeriksa kesesuaian coil aktual dengan invoice yang dibawa oleh driver.	02:59	00:30	01:50	01:01	01:51
Admin mengecek ulang coil yang terdaftar di sistem dengan kondisi aktual di lapangan.	00:18	00:21	00:23	00:08	00:12
Memverifikasi registrasi trailer.	00:14	00:10	00:07	00:05	00:07
3. Stasiun Penentuan Bed Point & Pencatatan Dokumen					
Lokasi: Area Buffer Warehouse					
Checker menentukan bed point berdasarkan destinasi yang diinformasikan oleh tim admin.	01:08	00:43	00:59	01:07	00:48
Checker mencatat bed point pada surat jalan sebagai tanda penerimaan.	00:17	00:17	00:23	00:13	00:20
Admin mencocokkan invoice dengan data di sistem MES.	00:31	00:32	00:32	00:39	00:25
4. Stasiun Proses Unloading Coil					
Lokasi: Area Unloading (Loading Bay)					
Driver membuka terpal penutup trailer.	02:53	01:30	01:09	10:25	11:39
Driver melepas rantai pengaman coil.	01:48	02:25	02:02	10:15	12:20
Checker menandai coil dengan kapur sesuai destinasi.	01:52	02:52	01:55	03:02	00:56
Operator forklift mengambil coil dari atas trailer.	01:30	01:28	01:05	01:00	01:30
Forklift membawa coil ke bed point yang telah ditentukan.	04:23	01:52	02:30	01:31	29:53
Checker meletakkan stopper kayu di bed point sebelum coil ditempatkan.	00:41	00:30	00:30	01:02	01:37
5. Stasiun Pelaporan & Administrasi Keberangkatan					
Lokasi: Kantor Admin & Gerbang Keluar					
Checker melaporkan bed point aktual ke admin.	00:15	00:11	00:22	00:18	00:13
Admin menginput posisi coil (bed point) ke dalam sistem MES.	00:20	00:16	00:15	00:23	00:23
Admin melakukan registrasi posisi trailer dalam sistem MES (1B ke 1A).	00:32	00:40	00:25	00:30	00:27
Checker menandatangani invoice sebagai bukti penerimaan coil.	00:09	00:08	00:22	00:08	00:07
Driver mengambil kembali invoice yang telah ditandatangani.	00:27	00:32	00:21	00:23	00:28

Proses Outbond					
	Waktu 1	Waktu 2	Waktu 3	Waktu 4	Waktu 5
1. Stasiun Penerimaan Informasi & Pengecekan Data					
Lokasi: Kantor Admin Warehouse					
Admin Gudang menerima informasi pengiriman coil dari PT. KP.	00:21	00:30	00:26	00:30	00:42
Mengecek coil yang akan dikirim dalam sistem MES berdasarkan customer.	00:27	00:23	00:31	00:30	00:28
Membuat daftar coil yang akan dimuat dalam Excel.	00:32	01:01	00:30	00:58	00:28
Menyiapkan lokasi coil di bed point sebelum pemuatan.	00:10	01:03	00:16	00:19	00:22
2. Stasiun Kedatangan Trailer & Pengecekan Dokumen					
Lokasi: Gerbang Masuk Warehouse					
Mengecek kedatangan trailer yang akan dimuat.	05:41	05:20	05:16	05:07	05:01
Memverifikasi registrasi trailer.	01:17	00:16	01:31	00:17	00:32
Mengumpulkan SIM dan STNK pengemudi.	01:33	00:39	01:17	01:02	01:52
Mengarahkan trailer ke buffer warehouse sebelum loading.	03:12	02:33	00:39	05:19	04:39
3. Stasiun Penentuan Bed Point & Persiapan Pemuatan					
Lokasi: Area Buffer Warehouse					
Menentukan bed point untuk pemuatan coil.	00:20	00:25	00:20	00:18	00:36
Memeriksa kondisi steel skid dan balok sebagai alas coil.	14:27	07:01	06:15	06:37	11:09
Memeriksa coil yang sesuai dengan tujuan pengiriman.	07:20	06:40	05:56	06:13	06:03
Menginformasikan data coil ke admin.	00:10	00:09	00:00	00:12	00:10
Mengirimkan foto label coil dan dokumen pendukung.	01:09	01:26	01:07	02:00	01:01
Memindahkan coil ke bagian depan bed untuk persiapan pemuatan.	00:13	02:01	15:02	11:09	02:13
4. Stasiun Proses Pemuatan Coil ke Trailer					
Lokasi: Area Pemuatan (Loading Bay)					
Forklift mengangkat dan menempatkan coil ke atas trailer.	04:00	05:55	05:22	06:01	06:47
Driver menandai coil dengan tapal dan mengecek keamanannya.	02:33	11:35	12:57	20:09	00:14
Memeriksa kesesuaian coil dengan daftar di sistem.	01:12	02:37	01:12	01:08	01:10
Melakukan pengecekan akhir terhadap coil dan pengamanannya.	02:13	02:16	02:20	01:20	01:47
Menginformasi bahwa coil siap dikirim.	00:03	00:05	00:29	01:00	01:07
5. Stasiun Pelaporan & Administrasi Keberangkatan					
Lokasi: Kantor Admin & Gerbang Keluar					
Admin menginput status "Selesai Dimuat" dalam sistem MES.	00:11	00:20	00:10	00:12	00:18
Mencetak invoice dan surat jalan.	01:11	01:08	00:43	00:12	00:00
Melakukan verifikasi akhir antara coil aktual dengan daftar sistem.	00:10	00:15	00:07	00:05	00:20
Memastikan trailer sudah tertutup terpal sebelum diberikan surat jalan.	00:03	01:28	00:20	01:15	00:03
Menyerahkan invoice kepada pengemudi.	00:10	00:10	00:15	00:11	00:12
Menginformasikan trailer keluar sebelum seluruh proses selesai.	00:02	00:00	00:00	00:00	00:00
Menginformasikan trailer keluar setelah seluruh proses selesai.					



5. Hasil Angket pengumpulan data frekuensi faktor keterlambatan bongkar muat melalui googleform





11. Komentar atau Saran (Opsional)

- Penyebab 1:
- Frekuensi 1:
21 jawaban

Untuk komentar dan saran ada baik nya duduk bersama dengan kami orang gudang, kita bisa kean baik baik agar lebih jelas, terimakasih

sa

1. mobil datang bersamaan
2. coil terlalu dan berat sehingga harus dibersihkan dahulu.
3. kondisi hujan, bongkar muat didalam gudang membuat keterlambatan.
4. tidak mengalami trouble.
5. Area dalam gudang rusak (jalan) maka bisa membuat keterlambatan.

Tidak tahu

Driver susah untuk diarah oleh tim gudang

- Penyebab 2:
- Frekuensi 2:
21 jawaban

Tidak ada

sa

1. gudang bocor dan saluran air tertutup maka terjadinya meluap nya air hujan kedalam gudang.
2.