

**PENGUKURAN KINERJA GUDANG SUKU CADANG ALAT BERAT
DAN KENDARAAN BERMOTOR DENGAN *KEY PERFORMANCE
INDICATOR* DAN *ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Rizkania Putri Harimansyah
No. Mahasiswa : 22522018

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2026**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 7 Mei 2026



(Rizkania Putri Harimansyah)

NIM 22522018

SURAT BUKTI PENELITIAN



PT. TORO JAYA PERSADA

Kawasan Industri Gerbang Teknologi Cikarang Blok B2-F Pasir Gombang
Cikarang Utara – Bekasi 17530

SURAT BUKTI PENELITIAN

No.: 012/TJP/HRD/II/2026

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : SUKARTI

Jabatan : HRD

Menyatakan bahwa yang beridentitas di bawah ini :

Nama : RIZKANIA PUTRI HARIMANSYAH

NIM : 22522018

Program Studi : Sarjana Teknik Industri

Telah selesai melaksanakan **Penelitian Tugas Akhir** di PT. Toro Jaya Persada yang bergerak di bidang Manufacturing of Machining Parts selama 2 hari yaitu pada Kamis, 29 Januari 2026 – Jumat 30 Januari 2026.

Demikian surat keterangan ini kami buat, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Bekasi, 30 Januari 2026

PT. Toro Jaya Persada

(Sukarti)

HRD

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PENGUKURAN KINERJA GUDANG SUKU CADANG ALAT BERAT DAN
KENDARAAN BERMOTOR DENGAN *KEY PERFORMANCE INDICATOR*
DAN *ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS***



Yogyakarta, 19 April 2026

Dosen Pembimbing



(Dr. Qurtubi, S.T., M.T.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PENGUKURAN KINERJA GUDANG SUKU CADANG ALAT BERAT DAN KENDARAAN BERMOTOR DENGAN *KEY PERFORMANCE INDICATOR* DAN *ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Rizkania Putri Harimasyah
No. Mahasiswa : 22522018

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-I Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 6 Mei 2026

Tim Penguji

Dr. Qurtubi, S.T., M.T.
Ketua

Dr. Dwi Adi Purnama, S.T.
Anggota I

Wahyudhi Sutrisno, S.T., M.M., M.T.
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

 Ir. Muhammad Lidyvan Andi Purnomo S.T., M.Sc., Ph.D., IPM
NIK 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Allhamdulillahirabil ‘alamiin, puji dan syukur ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta’ala atas segala rahmat, nikmat, dan kekuatan yang diberikan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini penulis persembahkan dengan sepenuh hati untuk kedua orang tua tercinta, yang tiada henti melimpahkan doa, mencurahkan kasih sayang, serta selalu mengusahakan yang terbaik dalam setiap langkah hidup penulis. Terima kasih atas segala pengorbanan, keikhlasan, dan cinta yang tak terhingga, yang selalu menjadi kekuatan, sandaran, dan alasan penulis mampu sampai pada titik ini. Tugas akhir ini juga penulis persembahkan kepada keluarga, kakak, dan adik tersayang yang senantiasa memberikan dukungan serta semangat. Ucapan terima kasih yang mendalam juga penulis sampaikan kepada sahabat dan teman-teman seperjuangan yang telah membersamai setiap proses perkuliahan penulis dari awal hingga akhir. Serta tidak lupa, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada diri sendiri atas keteguhan, ketekunan, serta kesabaran dalam menghadapi setiap proses dan tantangan hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Dengan penuh kerendahan hati, semoga tugas akhir ini dapat menjadi wujud kecil dari rasa terima kasih dan cinta penulis kepada semua yang telah menjadi bagian dari proses panjang ini.

MOTTO

“Barang siapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga”
(HR. Muslim)

“Maka ingatlah kepada-Ku, Aku pun akan ingat kepadamu”
(QS. Yusuf: 87)

“Dan bahwa manusia hanya memperoleh apa yang telah diusahakannya”
(QS. An-Najm: 39)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Allhamdulillahirabil 'alamiin, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam, beserta keluarga, para sahabat, dan seluruh umat yang senantiasa bertakwa kepada-Nya. Berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul "Pengukuran Kinerja Gudang Suku Cadang dan Kendaraan Bermotor dengan *Key Performance Indicator* dan *Analytical Hierarchy Process*"

Tugas akhir ini disusun sebagai bagian dari pemenuhan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan jenjang pendidikan Strata-1 pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis memperoleh berbagai bantuan, arahan serta dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung. Dengan penuh rasa syukur, ucapan terima kasih secara khusus penulis tunjukkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, MT. IPU. ASEAN. Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Qurtubi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar membimbing dan memberikan arahan serta masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan tugas akhir ini.
5. Perwakilan dari PT. XYZ yang telah memberikan kesempatan serta bantuan kepada penulis dalam proses pengambilan data.
6. Kedua orang tua tercinta, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dan dukungan. Terima kasih atas segala keikhlasan dan usaha yang selalu diberikan untuk penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Setiap doa yang dipanjatkan dan setiap pengorbanan yang diberikan menjadi pijakan kuat bagi penulis dalam melewati proses yang tidak mudah hingga akhirnya dapat sampai pada titik ini.
7. *Partner* kuliah penulis, Daffa Syah yang senantiasa kebersamai penulis sejak awal perkuliahan hingga menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih untuk setiap proses yang telah dilalui bersama, dukungan yang selalu diberikan, serta kesempatan untuk saling belajar dan bertumbuh hingga akhirnya dapat sampai pada tahap ini.
8. Sahabat-sahabat penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat serta kebersamaan selama proses penyusunan tugas akhir ini. Terima kasih atas kebersamaan yang terjalin, semangat yang terus diberikan, serta kehadiran yang membuat setiap proses terasa lebih bermakna dan dapat dilalui dengan lebih baik.
9. Seluruh teman perkuliahan penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah banyak memberikan bantuan, dukungan, dan motivasi selama masa perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir ini. Terima kasih atas segala kontribusi, semangat, serta kebaikan yang telah diberikan, yang sangat berarti dalam membantu penulis dalam menjalani setiap proses perkuliahan hingga tahap akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Sehingga, penulis menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan yang terdapat didalamnya. Segala kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, menambah wawasan, serta menjadi referensi yang berguna bagi siapa pun yang membacanya, khususnya bagi Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Universitas Islam Indonesia.
Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 15 April 2026



(Rizkania Putri Harimansyah)
NIM 22522018

ABSTRAK

Seiring dengan pesatnya perkembangan industri, perusahaan dituntut untuk mengelola sistem rantai pasok secara efektif agar mampu mempertahankan daya saing. Aktivitas logistik khususnya pergudangan memegang peranan penting dalam mendukung efektivitas distribusi barang. Penelitian ini dilakukan pada gudang suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor yang berperan penting dalam mendukung kelancaran produksi komponen presisi untuk alat berat dan kendaraan bermotor. Permasalahan yang ditemukan adalah status pengembalian barang yang terjadi setiap minggunya. Penelitian ini bertujuan mengukur kinerja gudang serta memberikan usulan perbaikan guna meningkatkan efektivitas operasional. Metode yang digunakan adalah KPI Frazelle Model yang mengevaluasi aktivitas gudang yaitu *receiving*, *put away*, *storage*, *order picking*, dan *shipping*, dengan lima kategori indikator yaitu *financial*, *productivity*, *utilization*, *quality*, dan *cycle time*. Penentuan bobot tingkat kepentingan dilakukan menggunakan metode AHP, sedangkan penilaian kinerja dihitung dengan normalisasi SNORM untuk menyetarakan skala nilai setiap indikator. Hasil perhitungan menunjukkan nilai kinerja gudang yang berada pada kategori “Marginal” dengan rentang nilai 40-50. Hal ini mengindikasikan masih ditemukan permasalahan dalam aktivitas operasional gudang yang memerlukan perbaikan. Hasil tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam memberikan rekomendasi untuk meningkatkan operasional gudang.

Kata kunci: KPI, AHP, SNORM, Manajemen Gudang, Manajemen Logistik.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kajian Literatur	6
2.2 Landasan Teori	11
2.2.1 Pengukuran Kinerja	11
2.2.2 Gudang	12
2.2.3 Pengukuran Kinerja Gudang	13
2.2.4 <i>Key Performance Indicator</i>	14
2.2.5 Frazelle Model	15
2.2.6 SNORM (Normalisasi)	21
2.2.7 <i>Analytical Hierarchy Process</i>	23
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Objek Penelitian	29
3.2 Subjek Penelitian	29
3.3 Sumber Data	29
3.4 Metode Pengumpulan Data	30
3.5 Alur Penelitian	31
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	34
4.1 Pengumpulan Data	34
4.1.1 Profil Perusahaan	34
4.1.2 Identifikasi KPI Gudang	34
4.1.3 Data Pembobotan KPI	35
4.1.4 Data Perhitungan KPI Warehouse	38
4.2 Pengolahan Data	41
4.2.1 Perhitungan Pembobotan KPI	41
4.2.2 Pengukuran Kinerja Gudang	54
4.2.3 Normalisasi Bobot Indikator KPI <i>Warehouse</i> dengan SNORM	60
4.2.4 Perhitungan Nilai Akhir Kinerja Gudang Perusahaan	61
BAB V PEMBAHASAN	63
8.1 Pengukuran Kinerja Gudang	63

8.1.1 <i>Analytical Hierarchy Process</i>	63
8.1.2 Nilai Kinerja Gudang	64
8.2 Analisis <i>Five Whys</i>	67
8.3 Usulan Perbaikan.....	69
BAB VI PENUTUP	73
6.1 Kesimpulan.....	73
6.2 Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Status Pengembalian Barang.....	3
Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	10
Tabel 2. 2 Klasifikasi Indikator Kinerja.....	22
Tabel 2. 3 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan	25
Tabel 2. 4 Indeks Konsistensi Acak	28
Tabel 2. 5 Kuisisioner Pembobotan KPI.....	28
Tabel 4. 1 Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Kepentingan Proses <i>Warehouse</i>	36
Tabel 4. 2 Matriks Perbandingan Berpasangan KPI <i>Receiving</i>	37
Tabel 4. 3 Matriks Perbandingan Berpasangan KPI <i>Put Away</i>	37
Tabel 4. 4 Matriks Perbandingan Berpasangan KPI <i>Storage</i>	37
Tabel 4. 5 Matriks Perbandingan Berpasangan KPI <i>Order Picking</i>	38
Tabel 4. 6 Matriks Perbandingan Berpasangan KPI <i>Shipping</i>	38
Tabel 4. 7 Data KPI Aktivitas <i>Receiving</i>	39
Tabel 4. 8 Data KPI Aktivitas <i>Put Away</i>	39
Tabel 4. 9 Data KPI Aktivitas <i>Storage</i>	40
Tabel 4. 10 Data KPI Aktivitas <i>Order Picking</i>	40
Tabel 4. 11 Data KPI Aktivitas <i>Shipping</i>	41
Tabel 4. 12 Hasil Normalisasi Antar Proses Gudang dan Bobot Prioritas.....	41
Tabel 4. 13 Total Perkalian Matriks dan Penjumlahan Baris Tiap Proses Gudang	42
Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Lamda pada Tiap Proses Gudang.....	42
Tabel 4. 15 Bobot Kepentingan Proses Gudang dan Nilai CR	43
Tabel 4. 16 Hasil Normalisasi antar Indikator KPI <i>Receiving</i> dan Bobot Prioritas	44
Tabel 4. 17 Total Perkalian Matriks dan Penjumlahan Baris Tiap KPI <i>Receiving</i>	44
Tabel 4. 18 Hasil Perhitungan Lamda pada Tiap Indikator KPI <i>Receiving</i>	44
Tabel 4. 19 Bobot Kepentingan Indikator KPI <i>Receiving</i> dan Nilai CR.....	45
Tabel 4. 20 Hasil Normalisasi antar Indikator KPI <i>Put Away</i> dan Bobot Prioritas	45
Tabel 4. 21 Total Perkalian Matriks dan Penjumlahan Baris Tiap KPI <i>Put Away</i>	46
Tabel 4. 22 Hasil Perhitungan Lamda pada Tiap Indikator KPI <i>Put Away</i>	46
Tabel 4. 23 Bobot Kepentingan Indikator KPI <i>Put Away</i> dan Nilai CR.....	46
Tabel 4. 24 Hasil Normalisasi antar Indikator KPI <i>Storage</i> dan Bobot Prioritas	47
Tabel 4. 25 Total Perkalian Matriks dan Penjumlahan Baris Tiap KPI <i>Storage</i>	47
Tabel 4. 26 Hasil Perhitungan Lamda pada Tiap Indikator KPI <i>Storage</i>	48
Tabel 4. 27 Bobot Kepentingan Indikator KPI <i>Storage</i> dan Nilai CR.....	48
Tabel 4. 28 Hasil Normalisasi antar Indikator KPI <i>Order Picking</i> dan Bobot Prioritas.....	49
Tabel 4. 29 Total Perkalian Matriks dan Penjumlahan Baris Tiap KPI <i>Order Picking</i>	49
Tabel 4. 30 Hasil Perhitungan Lamda pada Tiap Indikator KPI <i>Order Picking</i>	49
Tabel 4. 31 Bobot Kepentingan Indikator KPI <i>Order Picking</i> dan Nilai CR	50
Tabel 4. 32 Hasil Normalisasi antar Indikator KPI <i>Shipping</i> dan Bobot Prioritas.....	50
Tabel 4. 33 Total Perkalian Matriks dan Penjumlahan Baris Tiap KPI <i>Shipping</i>	51
Tabel 4. 34 Hasil Perhitungan Lamda pada Tiap Indikator KPI <i>Shipping</i>	51
Tabel 4. 35 Bobot Kepentingan Indikator KPI <i>Shipping</i> dan Nilai CR	52
Tabel 4. 36 Bobot Setiap Indikator KPI.....	53
Tabel 4. 37 KPI <i>Warehouse</i> Perusahaan	59
Tabel 4. 38 Normalisasi Bobot Indikator KPI <i>Warehouse</i> dengan SNORM.....	60
Tabel 4. 39 Perhitungan Nilai Akhir Kinerja Gudang Perusahaan	61
Tabel 4. 40 Hasil Perhitungan Nilai Akhir Kinerja Gudang Perusahaan.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Warehouse</i> KPI Frazelle Model	17
Gambar 2. 2 Struktur Hierarki.....	24
Gambar 2. 3 Matriks Perbandingan Berpasangan.....	25
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	31
Gambar 4. 1 Identifikasi KPI Gudang Perusahaan	35
Gambar 4. 2 Struktur Hierarki Bobot KPI <i>Warehouse</i> Perusahaan	52
Gambar 5. 1 Usulan Pembagian Zona Penyimpanan	70
Gambar 5. 2 Usulan Penandaan Zona Penyimpanan	71
Gambar 5. 3 Usulan Pelabelan Palet Suku Cadang.....	72

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Persaingan bisnis pada saat ini tidak lagi hanya berlangsung antar perusahaan secara individu, namun telah melibatkan beberapa jaringan rantai pasok (Kartika, et al., 2011). Seiring dengan pesatnya perkembangan industri, perusahaan dituntut untuk mampu mengelola sistem rantai pasok secara efektif guna mempertahankan posisi dan daya saing perusahaan yang semakin kompetitif. Dalam sistem rantai pasok, aktivitas logistik merupakan salah satu kegiatan yang memiliki peranan penting, di mana dalam aktivitas logistik, pergudangan merupakan komponen utama dalam menjalankan fungsi logistik tersebut dengan efektif (Qurtubi, et al., 2018).

Dalam kegiatan bisnis, khususnya pada sektor industri atau produksi, istilah gudang sering ditemukan. Aktivitas pergudangan merupakan komponen penting yang tidak dapat dipisahkan dari kegiatan bisnis, terutama dalam perdagangan barang industri maupun proses produksi (Kusuma, et al., 2017). Gudang atau *warehouse* merupakan tempat yang berfungsi sebagai penyimpanan berbagai jenis material seperti bahan baku, komponen, barang setengah jadi, dan produk jadi. Peran gudang sangat krusial dalam keberhasilan perusahaan karena mendukung kelancaran aliran produksi sepanjang rantai pasok (Susanto & Hasibuan, 2018).

Manajemen gudang memiliki peranan utama dalam rantai pasok perusahaan karena bertanggung jawab untuk menjamin ketersediaan barang sekaligus mendukung kelangsungan operasional bisnis (Zain, et al., 2023). Sistem manajemen gudang menjadi unsur utama dalam rantai pasok yang bertujuan mengendalikan seluruh proses yang berlangsung di dalamnya, seperti pengiriman (*shipping*), penerimaan (*receiving*), penyimpanan (*putaway*), perpindahan barang (*move*), dan pengambilan barang (*picking*) (Samuel, et al., 2023).

Namun, dalam kenyataannya banyak perusahaan yang masih menghadapi berbagai kendala dalam operasional gudang, seperti keterlambatan dalam proses pengambilan barang, ketidakcocokan antara data stok dengan kondisi nyata, serta proses pemeriksaan yang membutuhkan waktu yang cukup lama (Lestari & Herdian, 2025).

Kinerja gudang yang kurang optimal dapat menyebabkan terganggunya proses operasional, seperti timbulnya kesalahan dalam pemenuhan kebutuhan barang, aktivitas logistik, hingga pengelolaan persediaan. Sebaliknya, kinerja gudang yang efektif dapat ditunjukkan melalui kualitas layanan yang baik, meliputi kemudahan akses terkait informasi

barang keluar dan masuk, sistem penyimpanan barang yang tertata dengan baik, serta kesesuaian kondisi lingkungan fisik untuk menjaga kualitas barang yang disimpan (Nurwahidah, et al., 2021).

Sehingga, pengelolaan gudang dalam perusahaan atau industri harus dilakukan secara optimal mengingat pentingnya peran gudang dalam mendukung operasional industri. Pengaturan serta kondisi gudang yang optimal diharapkan dapat mencegah kerugian perusahaan, mengurangi biaya operasional, serta mempercepat proses operasional dan pelayanan di gudang. Peningkatan produktivitas dan kualitas layanan pergudangan akan berdampak signifikan terhadap kinerja perusahaan secara keseluruhan.

Perusahaan yang memiliki gudang perlu melakukan pemantauan dan evaluasi kinerja gudang untuk mencegah kerugian akibat pengelolaan yang kurang baik. Suatu bisnis tidak dapat mengalami peningkatan tanpa adanya pengukuran yang tepat. Tanpa adanya pengukuran kinerja, perusahaan sulit untuk mengetahui inefisiensi operasional yang terjadi sehari-hari. Oleh karena itu, pengukuran kinerja menjadi aspek penting yang berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan perusahaan. Untuk dapat bertahan dan bersaing dalam jangka panjang, perusahaan perlu untuk mengimplementasikan sistem pengukuran kinerja yang tepat, terstruktur, dan berkelanjutan (Yuliawati, et al., 2022).

PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur berfokus pada produksi komponen presisi untuk alat berat dan kendaraan bermotor. Perusahaan ini memproduksi suku cadang *heavy duty* seperti *pin*, *shaft*, *bolt stud*, *clamp*, *spacer*, dan *sprocket* untuk merek seperti Komatsu (misalnya HD785 dan PC 350 LC), serta Yamaha dan Honda, dengan fasilitas gudang untuk penyimpanan dan pengelolaan material. Dalam aktivitas operasionalnya, perusahaan memiliki fasilitas gudang yang berperan penting dalam mendukung kelancaran proses produksi dan distribusi suku cadang.

Dalam konteks industri manufaktur, gudang memainkan peran penting dalam mendukung produksi berkelanjutan, tetapi tantangan dan masalah dalam manajemen dan pengelolaan gudang sering kali menghambat kinerja secara keseluruhan. Pengelolaan gudang di perusahaan ini sangat penting, kesalahan dalam pengelolaan material seperti ketidaktepatan dalam penataan barang yang dapat memicu kerusakan barang serta kesalahan pengiriman dapat mengakibatkan keterlambatan produksi, meningkatnya kasus pengembalian barang, serta menambah biaya produksi dan logistik.

Salah satu permasalahan yang terjadi pada perusahaan adalah tingginya kasus pengembalian barang yang sering terjadi. Tabel 1.1 menunjukkan status pengembalian barang yang terjadi pada periode Januari 2026 pada perusahaan.

Tabel 1. 1 Status Pengembalian Barang

Minggu Ke-	Permintaan	Pengembalian Barang
1	24897	1017
2	24256	912
3	23800	989
4	24997	735
Total		3653

Sumber: Data Perusahaan

Berdasarkan data status pengembalian barang dalam satu bulan yang ditunjukkan pada Tabel 1.1, diketahui kasus pengembalian barang dalam satu bulan terdapat sebanyak 3.653 barang. Frekuensi terjadinya kasus pengembalian barang setiap minggu perlu mendapat perhatian khusus karena menandakan adanya masalah berulang pada operasional gudang perusahaan.

Secara umum, kasus pengembalian barang dalam perusahaan tidak selalu disebabkan oleh aktivitas pergudangan, karena kondisi tersebut juga dapat dipengaruhi oleh faktor lain seperti kualitas produk maupun proses produksi. Akan tetapi, berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara dengan pihak penanggung jawab gudang serta distribusi pada perusahaan, kasus pengembalian barang pada perusahaan sebagian terjadi akibat kesalahan pengiriman dan ketidaksesuaian jenis maupun ukuran suku cadang yang dikirim kepada pelanggan.

Permasalahan tersebut terjadi karena penempatan pallet material belum ditetapkan secara paten sehingga tidak memiliki posisi yang pasti dan menyebabkan kesulitan dalam identifikasi dan pengambilan barang. Kondisi tersebut berkaitan dengan aktivitas operasional gudang, terutama pada proses penyimpanan, identifikasi, dan pengambilan barang. Dengan demikian, data pengembalian barang dapat digunakan sebagai salah satu indikasi awal yang menunjukkan adanya permasalahan pada kinerja operasional gudang perusahaan.

Sehingga, dikarenakan peran krusial gudang dalam memastikan kelancaran proses produksi, perusahaan perlu melakukan evaluasi atau pengukuran kinerja untuk mengetahui apakah fungsi gudang telah memberikan kontribusi optimal atau menimbulkan kerugian pada perusahaan. Melalui pengukuran ini, perusahaan juga dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang

memiliki pengaruh signifikan terhadap performa gudang. Penelitian ini memiliki relevansi bagi perusahaan karena integrasi KPI dan AHP dapat memprioritaskan indikator kinerja gudang secara efektif sehingga mampu meningkatkan efisiensi operasional logistik dan mendukung visi perusahaan menjadi perusahaan lokal terkemuka dalam *engineering innovation*.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kinerja gudang ialah *Key Performance Indicator* (KPI). KPI merupakan indikator kinerja terukur yang digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana suatu organisasi berhasil mencapai tujuan yang telah ditentukan (Sudaryanto, 2024). Penerapan KPI bertujuan untuk mendorong peningkatan kinerja secara berkelanjutan. Melalui penerapan KPI, manajemen gudang dapat mengidentifikasi aspek-aspek yang perlu ditingkatkan (Aini & Maulana, 2023).

Selain itu, metode *Analytical Hieratchy Process* (AHP) diperlukan untuk membantu menentukan tingkat kepentingan setiap variabel yang digunakan dalam pengukuran KPI (Wigati, et al., 2017). Melalui pendekatan ini, proses pengambilan keputusan dapat dilakukan secara terstruktur sehingga prioritas dari setiap indikator dapat ditetapkan dengan jelas, serta diketahui variabel mana yang memiliki peran besar dalam meningkatkan kinerja perusahaan (Qurtubi, et al., 2018).

Berdasarkan beberapa tinjauan penelitian sebelumnya, diketahui terdapat kesenjangan empiris atau *empirical gap*. Penelitian ini mengisi *empirical gap* berdasarkan definisi *empirical gap* oleh Miles (2017), yaitu *empirical gap* merupakan bentuk kesenjangan yang berkaitan dengan celah kekosongan atau keterbatasan pada penelitian terdahulu. Kesenjangan ini berhubungan dengan temuan maupun proporsi penelitian yang masih memerlukan proses evaluasi atau pembuktian secara empiris. Misalnya, kesenjangan empiris biasanya membahas bahwa hingga saat ini belum ada penelitian yang secara langsung berupaya mengevaluasi suatu subjek atau menilai suatu topik melalui pendekatan empiris. (Miles, 2017).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, berikut merupakan rumusan masalah yang akan diteliti:

1. Bagaimana hasil pengukuran kinerja gudang perusahaan berdasarkan perhitungan KPI?
2. Apa saja indikator yang mempengaruhi nilai kinerja gudang berdasarkan hasil perhitungan KPI?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut merupakan tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah yang ada:

1. Menganalisis bagaimana hasil pengukuran kinerja gudang perusahaan berdasarkan perhitungan KPI.
2. Menganalisis apa saja indikator yang mempengaruhi nilai kinerja gudang berdasarkan hasil perhitungan KPI.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi perusahaan, penelitian ini dapat memberikan alat ukur sistematis melalui KPI dan AHP untuk menilai performa gudang, sehingga perusahaan dapat mengevaluasi dan meningkatkan efisiensi operasional gudang secara berkelanjutan. Selain itu, perusahaan juga dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang berdampak signifikan terhadap kinerja gudang, sehingga dapat membantu perusahaan dalam menentukan perbaikan.
2. Bagi akademisi dan mahasiswa, penelitian ini dapat memberikan kontribusi pengetahuan terkait penerapan metode KPI dan AHP dalam pengukuran kinerja gudang, yang dapat menjadi referensi bagi studi selanjutnya dan memperluas pemahaman dalam bidang manajemen logistik dan industri manufaktur.

1.5 Batasan Penelitian

Untuk menghindari meluasnya masalah dan mempermudah memahami permasalahan yang akan dibahas maka perlu adanya batasan masalah, yaitu:

1. Penelitian ini hanya mengukur kinerja gudang perusahaan suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor.
2. Penelitian ini hanya berfokus pada area gudang PT. XYZ di daerah Cikarang, Bekasi Timur.
3. Pengukuran kinerja gudang dilakukan dengan menggunakan data KPI yang relevan dengan aktivitas gudang.
4. Aspek biaya yang dibahas dalam penelitian hanya mencakup biaya pada proses pergudangan sesuai indikator KPI, tidak mencakup biaya internal perusahaan secara keseluruhan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Tinjauan pustaka dalam penelitian ini disusun untuk memberikan gambaran terkait berbagai konsep dan hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik pengukuran kinerja suatu gudang. Kajian literatur dalam penelitian disusun secara induktif dengan menginterpretasikan hasil penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Sehingga, melalui penyusunan kajian literatur ini dapat diperoleh dasar teori yang menjadi acuan dalam menjelaskan dan menganalisis pengukuran kinerja pada pembahasan selanjutnya.

Pengukuran kinerja merupakan proses untuk menilai sejauh mana suatu pekerjaan berjalan sesuai dengan tujuan dan sasaran yang ditetapkan. Proses ini juga memuat informasi mengenai tingkat efisiensi penggunaan sumber daya dalam menghasilkan produk atau layanan, mutu hasil yang dicapai, kesesuaian antara *output* dan target, serta efektivitas langkah-langkah yang dilakukan dalam mencapai tujuan tersebut. Berbagai studi terkait pengukuran kinerja telah dilakukan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1. Pengukuran kinerja menggunakan KPI dan metode AHP telah dilakukan pada berbagai objek.

Jika dikategorikan terdapat 5 kelompok utama yang sering menjadi objek penelitian diantaranya dalam kategori *warehouse* (Akhtar & Ayadi, 2023; Nurwahidah et al., 2021; Muttaqin et al., 2022; Rosyidah et al., 2024; Simarmata & Simarmata, 2024; Yulawati et al., 2022), dalam kategori manufaktur (Junico & Singgih, 2021;), dalam sektor UKM (Erpa et al., 2023), dalam kategori rantai pasok (Pulansari et al., 2025; Glorya & Setiafindari, 2023; Purnama et al., 2025; Rumahorbo et al., 2021; Wulandari et al., 2023), dan dalam kategori kesehatan (Hidayatuloh et al., 2022; Lin et al., 2023). Berdasarkan studi terkait, pendekatan KPI dan AHP banyak diterapkan dalam penelitian terkait pengukuran kinerja, khususnya pada sektor *warehouse*.

Penelitian yang dilakukan Akhtar & Ayadi (2023) dan Simarmata & Simarmata (2024) dalam kategori *warehouse*, membahas hal yang sama yaitu mengukur aktivitas gudang yang mencakup kegiatan-kegiatan seperti *receiving*, *put-away*, *storage*, *order picking*, dan *shipping*. Kemudian setiap aktivitas dievaluasi berdasarkan kriteria finansial, produktivitas, utilisasi, kualitas, dan *cycle time* yang dinormalisasi menggunakan metode AHP. Keduanya sependapat bahwa penerapan *Warehouse Key Performance Indicator* (WKPI) Edward H. Frazelle efektif

memberikan analisis menyeluruh terhadap kinerja gudang sekaligus mengungkap area operasional yang memerlukan perbaikan, hanya saja dalam penelitian Simarmata & Simarmata (2024) lebih terfokus pada kasus spesifik satu perusahaan dengan 25 KPI dan menghasilkan indeks kinerja baik, namun masih menyisakan adanya indikator kuning dan merah seperti efisiensi *dock door* serta biaya penyimpanan per item.

Mengikuti pola evaluasi operasional sebelumnya, Muttaqin et al. (2022) dan Yuliawati et al. (2022) menekankan pada identifikasi KPI yang perlu perbaikan, tetapi dengan kerangka yang berbeda. Penelitian oleh Muttaqin et al. (2022) mengintegrasikan SCOR, AHP, OMAX, dan *Traffic Light System* (TLS) untuk 28 KPI *green warehouse* dan menemukan indeks kinerja lingkungan masih di bawah target dengan dominasi KPI kuning dan merah, sedangkan penelitian oleh Yuliawati et al. (2022) menerapkan *Sink's Seven Performance Criteria* terhadap 36 KPI, sehingga menemukan 15 KPI di antaranya yang masih memerlukan perbaikan dan merekomendasikan peningkatan peralatan dan pengaturan ulang produk untuk meminimalisir ketidaksesuaian stok.

Menuju analisis strategis kinerja gudang, penelitian oleh Rosyidah et al. (2024) dan Nurwahidah et al. (2021) menggarisbawahi aspek gudang yang lebih luas dan spesifik. Penelitian oleh Rosyidah et al. (2024) memadukan AHP dengan *Balanced Scorecard* untuk menganalisis terkait kinerja gudang perusahaan dan hasil penelitian menunjukkan bahwa perspektif proses internal gudang (indikator monitoring kapasitas penyimpanan) menjadi prioritas tinggi, sedangkan penghematan biaya tenaga kerja gudang berkontribusi rendah. Sementara itu, penelitian Nurwahidah et al. (2021) memfokuskan pada performa pekerja gudang suku cadang, dengan akurasi estimasi kuantitas pesanan menjadi indikator paling penting dalam gudang, serta menegaskan urgensi kedisiplinan pencatatan dan pengaturan permintaan demi menjaga tingkat produktivitas gudang secara konsisten.

Penelitian yang dilakukan Junico & Singgih (2021) dalam kategori manufaktur berfokus pada perancangan sistem pengukuran kinerja di perusahaan pakan ternak dengan tujuan membangun sistem penilaian yang selaras dengan visi perusahaan. Melalui pendekatan *Balanced Scorecard* yang dipadukan dengan AHP, penelitian ini menyusun enam sasaran strategis dan dua belas KPI yang selanjutnya dievaluasi menggunakan TLS untuk memetakan prioritas perbaikan. Hasil penerapan menunjukkan nilai kinerja perusahaan yang masuk kategori “cukup” (zona kuning). Sehingga, perusahaan dinilai sudah berjalan cukup baik namun masih memerlukan peningkatan pada beberapa KPI yang belum mencapai target.

Sejalan dengan penelitian Junico & Singgih (2021), Erpa et al. (2023) dalam kategori UKM mengkaji penerapan sistem pengukuran kinerja pada suatu usaha menggunakan pendekatan *Balanced Scorecard* yang terintegrasi dengan AHP dan ANP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa AHP menekankan aspek kepuasan pelanggan, kualitas produk, dan pertumbuhan pelanggan sebagai KPI utama, sedangkan ANP menekankan inovasi produk, peningkatan pendapatan, dan kepuasan pelanggan.

Dalam kategori rantai pasok, pulansari et al. (2025) menganalisis terkait kinerja rantai pasok sebuah perusahaan dengan pendekatan kuantitatif berbasis AHP dan OMAX untuk mengukur efektivitas proses serta mengidentifikasi area perbaikan. Hasilnya menunjukkan bahwa beberapa indikator telah mencapai kategori kinerja baik, sementara sejumlah indikator lain masih berada pada level menengah hingga rendah sehingga direkomendasikan prioritas perbaikan proses dan peningkatan efisiensi operasional rantai pasok.

Sejalan dengan pendekatan tersebut, penelitian Purnama et al. (2025) mengkaji pengukuran kinerja rantai pasok serta perumusan strategi bersaing pada UKM. Studi ini memetakan proses bisnis menggunakan model SCOR untuk menghasilkan KPI, kemudian memberikan bobot prioritas dengan metode AHP dan menilai kinerja menggunakan indeks performansi TLS. Hasil pengukuran menunjukkan nilai kinerja rantai pasok yang termasuk dalam kategori baik. Namun, beberapa KPI masih berada pada zona kuning dan merah yang menandakan masih perlunya perbaikan.

Namun, kedua penelitian sebelumnya dalam kategori rantai pasok di atas kontras dengan kondisi yang dihadapi Glorya & Setiafindari (2023) pada sebuah perusahaan batik, dimana hasil analisis kinerja rantai pasok yang termasuk dalam kategori sangat buruk selama 2020-2022. Sementara itu penelitian oleh Rumahrono et al. (2021) pada pabrik suatu perusahaan berhasil mencapai kinerja rantai pasok pada kategori *Good Performance* dengan 12 KPI berada pada kategori sangat baik, 11 KPI cukup, dan 4 KPI buruk.

Penelitian serupa juga ditunjukkan oleh Wulandari et al. (2023) dalam kategori rantai pasok yang merancang sistem pengukuran halal supply chain berbasis SCOR, AHP, OMAX, dan TLS untuk industri makanan, dengan hasil penelitian menghasilkan tiga kriteria utama pada setiap aktivitas perencanaan, yaitu *reliability*, *responsiveness*, dan *cost*, yang kemudian dijabarkan ke dalam sejumlah subkriteria untuk perencanaan pengadaan bahan baku, perencanaan produksi, dan perencanaan distribusi. Pengukuran menggunakan OMAX dan TLS

menunjukkan subkriteria mana yang sudah berada pada tingkat kinerja tinggi dan mana yang memerlukan perbaikan prioritas.

Dalam kategori kesehatan, penelitian yang dilakukan Lin et al. (2023) mengembangkan sistem pengukuran kinerja layanan medis melalui integrasi *Balanced Scorecard*, AHP, dan DEMATEL untuk memprioritaskan dimensi kinerja serta memetakan hubungan sebab akibat antar indikator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dimensi pelanggan menjadi prioritas utama dan diperoleh tujuh indikator kunci seperti kelengkapan peralatan dan layanan medis, daya saing, dan kontinuitas kunjungan pasien sebagai fokus utama peningkatan kinerja layanan. Sejalan dengan pendekatan analitik tersebut, Hidayatulloh et al. (2022) menerapkan model KPI Frazelle yang dipadukan dengan AHP untuk mengukur kinerja gudang apotek ritel selama pandemi dengan fokus pada lima aktivitas gudang. Hasil pengukuran menunjukkan nilai kinerja total gudang yang masuk kategori *average*.

Berdasarkan tinjauan penelitian terdahulu, metode KPI dan AHP telah banyak diterapkan untuk menilai kinerja gudang pada beragam sektor industri, seperti pergudangan konvensional, *green warehouse*, industri manufaktur, UMKM, maupun aktivitas rantai pasok secara umum. Meskipun demikian, penelitian yang membahas evaluasi kinerja gudang suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor secara empiris masih relatif sedikit, terutama pada perusahaan manufaktur suku cadang yang memiliki permasalahan pengembalian barang. Selain itu, gudang suku cadang pada sektor tersebut memiliki peranan penting dalam mendukung kelancaran proses produksi, distribusi, serta aktivitas industri dan infrastruktur. Di samping itu, belum ditemukan penelitian yang secara khusus mengkaji kinerja gudang pada perusahaan terkait menggunakan pendekatan KPI dan AHP.

Kondisi ini menunjukkan adanya empirical gap, yaitu keterbatasan penelitian yang secara langsung melakukan pengukuran dan evaluasi kinerja gudang suku cadang pada industri manufaktur suku cadang. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut melalui pengukuran dan evaluasi kinerja gudang secara sistematis dengan mengombinasikan metode KPI dan AHP.

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai posisi penelitian ini, pada Tabel 2.1 disajikan ringkasan beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan pengukuran kinerja pada berbagai sektor beserta pendekatan yang digunakan. Sehingga, pemetaan ini dapat menjadi landasan dalam pelaksanaan pengukuran kinerja gudang pada studi ini.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Penulis	Obyek (Industri)					Metode			
	Gudang	Manufaktur	UKM	Rantai Pasok	Kesehatan	AHP	KPI	BSC	SCOR
(Lin, et al., 2023)					√	√		√	
(Wulandari, et al., 2023)				√		√	√		√
(Purnama, et al, 2025)			√			√	√		√
(Akthar & Ayadi, 2023)	√					√	√		
(Pulansari, et al., 2025)		√				√	√		
(Junico & Singgih, 2021)		√				√		√	
(Erpa, et al., 2023)			√			√		√	
(Simarmata & Simarmata, 2024)	√					√	√		
(Muttaqin, et al, 2022)	√					√			√
(Rosyidah, et al, 2024)	√					√		√	
(Nurwahidah, et al., 2021)	√					√	√		
(Yuliawati, et al., 2022)	√					√	√		
(Glorya & Setiafindari, 2023)				√		√	√		√
(Rumahorbo, et al., 2021)				√		√	√		√
(Hidayatuloh, et al., 2022)	√				√	√	√		
Penelitian Ini	√					√	√		

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengukuran Kinerja

Kinerja merujuk pada prestasi kerja yang dapat dihasilkan oleh individu atau tim dalam organisasi sesuai dengan kewenangan dan tanggung jawab yang telah diberikan, guna mencapai sasaran perusahaan secara sah, mematuhi hukum, serta selaras dengan nilai moral dan etika (Syahputra, et al., 2022). Untuk menilai apakah kinerja yang dihasilkan sudah memenuhi tujuan dalam suatu perusahaan, maka diperlukan pengukuran kinerja yang sistematis. Pengukuran kinerja merupakan proses evaluasi yang membandingkan capaian aktual dengan target yang telah ditetapkan sebelumnya, sehingga dapat diidentifikasi sejauh mana sasaran organisasi tercapai sesuai tujuan yang telah ditetapkan (Chotimah, et al., 2017). Menurut Artley & Stroh (2001) Pengukuran kinerja merupakan proses pemantauan secara berkelanjutan terhadap tingkat pencapaian dari suatu program. Berdasarkan tujuan jangka panjang yang telah ditetapkan, proses ini digunakan untuk melihat perkembangan hasil yang telah dicapai. Kegiatan pengukuran kinerja dilaksanakan di bawah arahan manajemen dan mencakup penilaian terhadap aktivitas yang terkait dengan program, *output* berupa produk maupun jasa, serta dampak atau hasil akhir yang timbul dari keduanya. Program yang dinilai dapat berbentuk aktivitas, fungsi, proyek, maupun kebijakan yang memiliki tujuan yang dapat diidentifikasi secara terukur (Artley & Stroh, 2001).

Pengukuran kinerja dalam perusahaan merupakan aspek penting bagi manajemen dalam menilai keseluruhan serta merencanakan langkah untuk masa depan. Berbagai data dikumpulkan agar seluruh aktivitas dapat dikendalikan dan dipertanggungjawabkan dengan baik. Hal ini dilakukan untuk mencapai efisiensi dan efektivitas dalam seluruh aktivitas bisnis perusahaan (Darmasto, et al., 2014). Pengukuran kinerja perlu dilakukan karena memiliki peran pentingnya dalam menyediakan informasi bagi kebutuhan manajemen. Menurut ismail (2020), menjelaskan bahwa tujuan umum dari dilaksanakannya pengukuran kinerja meliputi:

1. Untuk menilai hasil kerja karyawan dalam suatu periode tertentu dengan cara membandingkan terhadap standar yang telah ditetapkan sebelumnya.
2. Untuk mengidentifikasi kualitas individu karyawan, termasuk dalam aspek sikap, karakter, serta kekuatan dan kelemahan yang berkaitan dengan tugas yang dijalankan perusahaan.

Pengukuran kinerja bertujuan tidak hanya untuk memahami kondisi kinerja bisnis saat ini, tetapi juga untuk mendorong perbaikan berkelanjutan. Sehingga, pendapat tersebut menegaskan

bahwa proses pengukuran kinerja berfungsi ganda, yaitu mengidentifikasi pencapaian saat ini sekaligus memberikan dasar untuk meningkatkan kinerja secara lebih baik di masa depan (Sumarlan & Setiadi, 2022).

2.2.2 Gudang

Gudang menurut Perpu Nomor 5 Tahun 1962 yang ditetapkan dalam Undang-Undang No. 11 Tahun 1965 adalah “ruangan yang tidak bergerak yang dapat ditutup dengan tujuan tidak untuk dikunjungi untuk umum melainkan untuk dipakai khusus sebagai tempat barang”. Beberapa perusahaan menggunakan gudang sebagai fasilitas penyimpanan untuk bahan baku (*raw material*), barang setengah jadi (*work in process*), serta produk jadi (*finished goods*). Selain itu, gudang juga menampung hasil produksi dalam jumlah dan periode waktu tertentu sebelum didistribusikan ke berbagai tujuan sesuai permintaan pasar (Rosyidah, et al., 2024). Gudang berperan sebagai fasilitas pendukung utama dalam pengelolaan barang, dengan berbagai fungsi pokok yang memperlancar operasional logistik.

Gudang berfungsi sebagai tempat penyimpanan berbagai jenis produk, baik dalam jumlah besar maupun kecil, selama periode antara produksi di pabrik hingga saat produk diperlukan maupun oleh stasiun kerja di dalam fasilitas produksi (Nugraha & Sari, 2024). Dalam memfasilitasi proses serta aktivitas pengelolaan barang, gudang memiliki beberapa fungsi. Menurut model operasional gudang oleh Frazelle (2002), aktivitas gudang terdiri dari lima aktivitas utama seperti penerimaan (*receiving*), penempatan (*put away*), penyimpanan (*storage*), pengambilan pesanan (*order picking*), dan pengiriman (*shipping*).

Kegiatan *receiving* barang merupakan proses penerimaan material pesanan perusahaan, kegiatan *put away* merupakan proses perpindahan barang dari *receiving dock* ke gudang penyimpanan. Selanjutnya, *storage* merupakan suatu bentuk fisik dari barang yang disimpan sebelum barang dibutuhkan atau terdapat permintaan dari pelanggan (Yunarto & Santika, 2005). Kegiatan *order picking* adalah aktivitas pengambilan barang dari gudang penyimpanan untuk disiapkan ke proses pengiriman. Kemudian, kegiatan *Shipping* merupakan aktivitas pengiriman barang (Pitoy, et al., 2020).

Tujuan dari adanya gudang adalah untuk memangkas biaya transportasi dan produksi, menyinkronkan pasokan dengan permintaan pasar, menjamin kelancaran proses produksi, serta memenuhi kebutuhan konsumen. Selain itu, manfaat pergudangan mencakup dukungan terhadap proses produksi, pencampuran barang, perlindungan stok dari kerusakan, serta

penyediaan cadangan persediaan yang memadai (Puteri, et al., 2023). Oleh karena itu, perancangan gudang beserta sistem pergudangannya perlu mempertimbangkan beberapa aspek (Ma'ruf, 2019), yaitu:

1. Mengoptimalkan pemanfaatan ruang yang tersedia.
2. Meningkatkan efektivitas penggunaan peralatan
3. Memaksimalkan penggunaan sumber daya manusia.
4. Meningkatkan kemudahan dalam proses penerimaan seluruh material dan pengiriman barang.
5. Memastikan perlindungan maksimal terhadap material yang disimpan.

Sistem pergudangan yang optimal adalah sistem yang efektif memaksimalkan pemanfaatan ruang penyimpanan, sehingga mengatasi masalah ruang terbatas yang menyebabkan banyak produk tidak dapat ditampung (Fadhilah, et al., 2022). Sehingga, dalam operasional gudang dibutuhkan suatu sistem manajemen gudang yang dirancang khusus untuk mengendalikan seluruh aktivitas pergudangan. Penerapan manajemen tersebut diharapkan dapat menekan biaya operasional, serta meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam proses penyimpanan maupun pengambilan barang. Selain itu, manajemen gudang juga berperan dalam memastikan informasi stok barang menjadi lebih akurat dan mudah di akses (Nugraha & Sari, 2024).

2.2.3 Pengukuran Kinerja Gudang

Pengukuran kinerja gudang merupakan suatu sistem terstruktur yang menilai efektivitas operasi pergudangan melalui indikator kuantitatif yang mencerminkan efisiensi pemanfaatan sumber daya serta keberhasilan dalam mencapai sasaran operasional (Chiaraviglio, et al., 2025). Secara teoritis, pengukuran kinerja gudang mengklasifikasikan indikator ke dalam kategori input seperti sumber daya tenaga kerja, ruang, dan peralatan, serta output berupa volume barang yang di proses, pengiriman pesanan yang berhasil serta tingka ketepatan data inventaris (Laosirihongthong, et al., 2018).

Evaluasi kinerja gudang merupakan proses penilaian terhadap berbagai aspek operasional gudang, meliputi kinerja aktivitas, layanan, program dan elemen lainnya (Kusrini, et al., 2018). Dalam konteks manajemen gudang, pengukuran kinerja tidak terbatas pada pelacakan volume barang keluar dan masuk, melainkan mencakup evaluasi terhadap produktivitas serta mutu proses operasional secara keseluruhan

Gudang memiliki peran yang krusial dalam sistem rantai pasok. Oleh karena itu, pengukuran kinerja gudang menjadi penting karena dapat memberikan informasi vital untuk mendukung proses pengambilan keputusan serta evaluasi terhadap dampak dari keputusan yang telah diterapkan (Ghaouta, et al., 2018). Kinerja gudang yang optimal terbukti memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan performa rantai pasok, antara lain melalui ketepatan waktu pengiriman, peningkatan kepuasan pelanggan, serta efisiensi biaya dan aspek operasional lainnya (Marco & Mangano, 2011).

2.2.4 Key Performance Indicator

KPI atau indikator kinerja utama merujuk pada penerapan metrik terukur guna menilai pencapaian kinerja perusahaan, unit kerja, atau karyawan berdasarkan sasaran dan target yang telah ditentukan sebelumnya (Rahmatunnisa, et al., 2024). Diterangkan juga dalam Peraturan Menteri Negara Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor PER/20/MPAN/11/2008 terkait Petunjuk Penyusunan Indikator Kinerja Utama pada Bab III, menegaskan bahwa KPI adalah ukuran keberhasilan dari suatu tujuan dan sasaran strategis perusahaan atau instansi pemerintah. Oleh karena itu, KPI menjadi salah satu alat pengukuran yang efektif digunakan untuk mengevaluasi performa operasional suatu perusahaan. Karena bersifat objektif dan terukur, indikator KPI mampu memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai sejauh mana tingkat pencapaian keberhasilan suatu perusahaan (Aditya, et al., 2024).

Menurut Parmenter (2007), KPI digunakan organisasi untuk menetapkan serta menilai tingkat kemajuan dalam mencapai tujuan. Setelah organisasi menelaah misinya, mengidentifikasi kepentingan yang terkait, dan menentukan target yang ingin dicapai, dibutuhkan suatu alat untuk mengukur perkembangan menuju sasaran tersebut KPI kerap dipandang sebagai dasar pengendalian agar perusahaan tetap berjalan selaras dengan tujuan serta visi dan misinya (Chubb, et al., 2011). KPI digunakan untuk menilai kesesuaian antara hasil yang dicapai dengan standar yang telah ditentukan. Keberhasilan penerapannya bergantung pada pelaksanaan strategi pemeliharaan yang dijalankan sesuai ketentuan yang telah direncanakan (Lubis & Kusumanto, 2018).

Komponen utama dalam KPI meliputi tujuan strategis, indikator kunci yang sesuai dengan sasaran tersebut, target sebagai acuan pengukuran, serta jangka waktu atau periode penerapan KPI itu sendiri (Soemohadiwidjojo, 2015). Pemilihan KPI harus dilakukan secara teliti agar mencerminkan indikator kinerja krusial yang selaras dengan startegi perusahaan serta

faktor penentu keberhasilan organisasi. Penentuan KPI dan target pencapaiannya tidak dapat dilakukan secara sembarangan, melainkan harus ditetapkan melalui pendekatan yang tepat dan sistematis (Lubis & Kusumanto, 2018). Menurut Soemohadiwidjojo (2015), sebagai salah satu perangkat utama manajemen organisasi, tujuan utama dari penetapan KPI tersebut adalah:

1. Sebagai sarana untuk menyelaraskan visi, misi, nilai-nilai strategi organisasi, serta sasaran kinerja dengan aktivitas operasional guna mencapai target yang telah ditetapkan.
2. Untuk menilai perkembangan kinerja organisasi maupun divisi, apakah menunjukkan peningkatan atau justru penurunan yang signifikan
3. Untuk membandingkan kinerja saat ini dengan kinerja periode sebelumnya, ataupun dengan kinerja organisasi lain sehingga diperoleh gambaran mengenai kelebihan, kelemahan, serta peluang pengembangan nilai tambah.
4. Menjadi acuan dalam menetapkan KPI atau target kerja bagi setiap divisi maupun individu.
5. Capaian KPI dapat dijadikan dasar pemberian penghargaan maupun sanksi, sehingga berperan dalam meningkatkan motivasi serta membentuk perilaku positif pada karyawan.

Dengan memahami komponen, tujuan, serta peran strategis KPI, organisasi dapat menerapkan sistem pengukuran kinerja yang lebih terarah dan efektif, sehingga proses evaluasi serta pengambilan keputusan dapat dilakukan dengan objektif dan mendukung tercapainya tujuan perusahaan secara berkelanjutan.

2.2.5 Frazelle Model

Menurut Frazelle (2002) terdapat sistem *Key Performance Indicator* sederhana untuk menilai kinerja gudang. Dalam penjelasannya, gudang memiliki tanggung jawab terhadap indikator pengukuran yang digunakan dalam konteks bisnis secara umum. *Warehouse Key Performance Indicator* (WKPI) Edward Frazelle mengelompokkan seluruh aktivitas harian gudang ke dalam kategori yang lebih luas sehingga menjadikannya indikator kinerja yang bersifat fleksibel. Melalui KPI ini, dapat diperoleh gambaran menyeluruh mengenai pengaruh setiap aktivitas terhadap kinerja gudang secara keseluruhan, sekaligus membantu mengidentifikasi area yang memerlukan perhatian. Jenis sistem matrik ini efektif untuk mengevaluasi kinerja umum dan cocok digunakan untuk pemula (Akthar & Ayadi, 2023). Model Frazelle mengevaluasi kinerja gudang melalui lima aktivitas utama, yaitu:

1. Penerimaan barang (*receiving*), merupakan tahap awal dalam proses pergudangan yang mencakup pembongkaran barang, pemeriksaan kualitas serta kuantitas, dan jika diperlukan melakukan *repacking* sebelum barang disimpan.
2. Penempatan barang (*put away*), merupakan proses pemindahan barang yang baru diterima dari *receiving area* ke lokasi penyimpanan yang telah ditetapkan.
3. Penyimpanan (*storage*), merupakan aktivitas penyimpanan barang atau penyimpanan sementara di area tertentu dalam gudang selama barang tersebut belum diperlukan.
4. Pengambilan pesanan (*order picking*), merupakan proses pengambilan barang dari lokasi penyimpanan untuk disortir atau langsung dipindahkan ke area pengiriman sesuai dengan permintaan.
5. Pengiriman (*shipping*), merupakan kegiatan yang mencakup berbagai kegiatan seperti pemeriksaan akhir barang, pengepakan, dan pemuatan barang ke dalam kendaraan pengangkut untuk dikirim.

Evaluasi dilakukan dengan mengukur menggunakan lima indikator kinerja utama (Frazelle, 2002), yaitu:

1. Keuangan (*Financial*), mengevaluasi pengelolaan biaya keseluruhan dalam operasional gudang.
2. Produktivitas (*Productivity*), membandingkan antara hasil kerja dengan sumber daya yang digunakan.
3. Utilitas (*Utilization*), mengukur pemanfaatan optimal sumber daya seperti tenaga kerja, ruang penyimpanan, peralatan, hingga tenaga kerja.
4. Kualitas (*Quality*), menganalisis ketepatan proses gudang, seperti tingkat akurasi stok inventaris, ketepatan *picking order*, serta minimnya barang *defect* atau kesalahan pengiriman.
5. Waktu Siklus (*Cycle time*), merupakan durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proses.

Hal ini menjadikan KPI Frazelle model lebih spesifik untuk aktivitas gudang serta relevan dan mudah diterapkan pada gudang (Kusrini, et al., 2018). Gambar 2.1 menunjukkan indikator kinerja utama gudang oleh Frazelle (2002) serta menunjukkan bagaimana setiap proses dalam gudang dapat diukur berdasarkan lima kriteria. Melalui indikator tersebut, kinerja aktual dapat dibandingkan dengan kinerja yang diharapkan untuk menilai tingkat pencapaiannya.

	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle Time
Receiving	Receiving cost per receiving line	Receipts per man-hour	%Dock door utilization	% Receipts processed accurately	Receipts processing time per receipt
Put-Away	Put-away cost per put-away line	Put-away per man-hour	%Utilization of putaway labor and equipment	%Perfect putaways	Putaway cycle time
Storage	Storage space cost per line	Inventory per square meter	%Location and cube occupied	%Location without inventory discrepancies	Inventory day on hand
Order Picking	Picking cost per order line	Order lines picked per man-hour	%Utilization of picking labor and equipment	%Perfect picking lines	Order picking cycle time
Shipping	Shipping cost per customer order	Orders prepared for shipment per man-hour	%Utilization of shipping docks	%Perfect shipments	Warehouse order cycle time

Gambar 2. 1 *Warehouse KPI Frazelle Model*

Sumber: Frazelle, 2002

WKPI Frazelle (2002) menunjukkan bagaimana aktivitas gudang disederhanakan dan dikelompokkan menjadi aktivitas yang bersifat umum. Setiap aktivitas tersebut kemudian di klasifikasikan ke dalam sejumlah kategori atau kriteria yang menilai berbagai aspek seperti biaya, produktivitas serta pemanfaatan sumber daya, tingkat akurasi aktivitas dan waktu tunggu (Akthar & Ayadi, 2023).

Dalam melakukan pengukuran kinerja gudang perusahaan, penggunaan metode KPI Frazelle dalam tetap dapat dilakukan meskipun perusahaan belum memiliki sistem KPI secara formal. Hal tersebut dikarenakan KPI Frazelle merupakan kerangka pengukuran kinerja gudang yang dapat digunakan untuk menyusun serta mengevaluasi indikator kinerja berdasarkan kondisi operasional perusahaan. Melalui metode tersebut, dapat ditentukan indikator pengukuran kinerja gudang melalui landasan teori, data operasional yang dimiliki perusahaan, serta informasi hasil wawancara dengan pihak yang berkaitan dengan aktivitas pergudangan.

Di samping itu, penentuan nilai minimum dan maksimum ditentukan berdasarkan data historis perusahaan serta pertimbangan dari pihak perusahaan. Dengan demikian, pengukuran kinerja gudang tetap dapat dilakukan secara terstruktur dan objektif meskipun perusahaan belum mempunyai standar KPI yang ditetapkan sebelumnya. Berikut merupakan prosedur yang digunakan dalam mengumpulkan data pada masing-masing KPI pada model Frazelle:

1. *Receiving*

a. *Financial*

Perhitungan biaya tenaga kerja dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Upah per hari} = \frac{\text{Gaji bulanan}}{\text{Jumlah hari kerja per bulan}} \quad (1)$$

$$\text{Upah per jam} = \frac{\text{Upah per hari}}{\text{Jam kerja per hari}} \quad (2)$$

$$\text{Biaya per receiving} = \text{Upah per jam} \times \text{Jumlah karyawan} \times \text{Waktu per Receiving} \quad (3)$$

b. *Productivity*

Perhitungan produktivitas dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Receipts per man hour} = \frac{\text{Jumlah pekerja}}{\text{Waktu per receiving}} \quad (4)$$

$$\text{Produktivitas per receiving} = \frac{1}{\text{Receipts per man-hour}} \quad (5)$$

c. *Utilization*

Perhitungan pemanfaatan area dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\%Utilization = \frac{\text{Luas area penerimaan}}{\text{Luas keseluruhan area gudang}} \times 100\% \quad (6)$$

d. *Quality*

Perhitungan kualitas dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\%Good Receive = 100\% - \%Material Return \quad (7)$$

e. *Cycle Time*

Dalam mengukur *Cycle Time* pada *receiving*, diketahui:

Cycle Time = Lama waktu (CT) dalam menangani satu kali *receiving*.

2. *Put Away*

a. *Financial*

Mengukur biaya per penempatan barang (*Put Away Cost per Line*) dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Upah per hari} = \frac{\text{Gaji bulanan}}{\text{Jumlah hari kerja per bulan}} \quad (1)$$

$$\text{Upah per jam} = \frac{\text{Upah per hari}}{\text{Jam kerja per hari}} \quad (2)$$

$$\text{Biaya per put away} = \text{Upah per jam} \times \text{Jumlah karyawan} \times \text{Waktu per put away} \quad (8)$$

b. *Productivity*

Perhitungan *productivity* dapat dilakukan dengan mengukur jumlah *put away* dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Put Away per man hour} = \frac{\text{Jumlah put away dalam sehari}}{\text{Total jam kerja}} \quad (9)$$

c. *Utilization*

Untuk menghitung persentase pemanfaatan ruang gudang pada *Put Away* dapat dilakukan dengan rumus:

$$\%Utilization = \frac{\text{Luas area put away yang digunakan}}{\text{Luas keseluruhan area gudang}} \times 100\% \quad (10)$$

d. *Quality*

Perhitungan *quality* dapat dilakukan dengan mengukur *perfect put away* (penempatan barang tanpa kesalahan) dengan rumus sebagai berikut:

$$\%Perfect Put Aways = 100\% - \%Kesalahan Put Away \quad (11)$$

e. *Cycle Time*

Dalam mengukur *Cycle Time* pada *put away*, diketahui:

Cycle Time = Lama waktu (CT) dalam menangani satu kali *put away*.

3. *Storage*

a. *Financial*

Perhitungan *financial* dapat dilakukan dengan mengukur biaya penyimpanan per item (*Storage Cost per Item*) dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Biaya simpan/item} = \frac{\text{Luas tanah} \times \text{Harga tanah per } m^2}{\text{Jumlah material stock di gudang}} \quad (12)$$

$$\text{Cost penyimpanan/item} = \frac{\text{Total biaya tetap per bulan}}{\text{Jumlah material stock di gudang}} + \text{Biaya simpan/item} \quad (13)$$

b. *Productivity*

Perhitungan *productivity* dapat dilakukan dengan mengukur jumlah penyimpanan per jam kerja dengan rumus sebagai berikut:

Productivity = Ukuran inventori dalam m^2 pada setiap penyimpanan stok barang

c. *Utilization*

Pengukuran persentase pemanfaatan ruang gudang untuk *storage* dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\%Utilization = \frac{\text{Luas area penyimpanan yang digunakan}}{\text{Luas keseluruhan area gudang}} \times 100\% \quad (14)$$

d. *Quality*

Perhitungan *quality* pada *storage* dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$Quality = \frac{\text{Total barang sempurna}}{\text{Total barang yang diletakkan}} \times 100\% \quad (15)$$

e. *Cycle Time*

Dalam mengukur *Cycle Time* pada *storage*, diketahui:

Cycle Time = Waktu penyimpanan material ditargetkan secepatnya keluar.

4. *Order Picking*

a. *Financial*

Perhitungan *financial* pada *order picking* dapat dilakukan dengan mengukur biaya per proses *order picking* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Order Picking Cost = \text{Gaji per jam} \times \text{Waktu per } order picking \times \text{Jumlah pekerja} \quad (16)$$

b. *Productivity*

Perhitungan *productivity* pada *order picking* dapat dilakukan dengan mengukur jumlah *order picking* per jam kerja menggunakan rumus berikut:

$$Order Picking per man hour = \frac{\text{Jumlah } order picking}{\text{Waktu per } order picking} \quad (17)$$

c. *Utilization*

Perhitungan persentase pemanfaatan gudang pada *order picking* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\%Utilization = \frac{\text{Luas area } order picking \text{ yang digunakan}}{\text{Luas keseluruhan area gudang}} \times 100\% \quad (18)$$

d. *Quality*

Perhitungan *quality* pada *order picking* dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$\%Kesalahan Order Picking = \frac{\text{Jumlah } order picking \text{ yang salah}}{\text{Total } order picking} \times 100\% \quad (19)$$

$$\%Perfect Order Picking = 100\% - \%Kesalahan Order Picking \quad (20)$$

e. *Cycle Time*

Dalam mengukur *Cycle Time* pada *order picking*, diketahui:

Cycle Time = Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu *order picking*.

5. *Shipping*

a. *Financial*

Perhitungan *financial* pada *shipping* dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$\text{Shipping Cost} = \text{Gaji per jam} \times \text{Waktu per shipping} \times \text{Jumlah pekerja} \quad (21)$$

b. *Productivity*

Perhitungan produktivitas pada *shipping* dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$\text{Shipping per man hour} = \frac{\text{Jumlah shipping}}{\text{Waktu per shipping}} \quad (22)$$

c. *Utilization*

Perhitungan persentase pemanfaatan ruang gudang untuk *shipping* dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\%Utilization = \frac{\text{Luas area shipping yang digunakan}}{\text{Luas keseluruhan area gudang}} \times 100\% \quad (23)$$

d. *Quality*

Perhitungan *quality* pada *shipping* dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$\%Kesalahan Shipping = \frac{\text{Jumlah Shipping yang salah}}{\text{Total Shipping}} \times 100\% \quad (24)$$

$$\%Perfect Shipping = 100\% - \%Kesalahan Shipping \quad (25)$$

e. *Cycle Time*

Dalam mengukur *Cycle Time* pada *shipping*, diketahui:

Cycle Time = Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu kali *shipping*.

2.2.6 SNORM (Normalisasi)

SNORM adalah proses normalisasi terhadap data pada setiap indikator yang berbeda, yang berfungsi untuk menyelaraskan parameter penilaiannya sehingga dapat dibandingkan secara setara (Sumiati, 2006). Menurut Nugroho (2011), normalisasi merupakan serangkaian proses yang masing-masing berkaitan dengan bentuk normal. Normalisasi merupakan metode pengaturan data dengan pola tertentu yang bertujuan meminimalkan atau menghindari munculnya berbagai permasalahan dalam proses pengolahan data pada sebuah database (Subtari, 2005).

Sumiati (2006) menyatakan bahwa derajat pencapaian performansi ditentukan melalui proses normalisasi indikator-indikator kinerja. Setiap indikator memiliki bobot serta skala

pengukuran yang tidak sama, sehingga diperlukan penyeragaman parameter melalui normalisasi. Dengan demikian, normalisasi menjadi tahap yang sangat penting untuk memperoleh nilai akhir dalam evaluasi kinerja (Chotimah, et al., 2017).

Untuk menormalisasikan satuan data yang digunakan maka dilakukan perhitungan SNORM (Standar Normalisasi). Dalam perhitungan KPI, pada setiap indikator memiliki tingkat kepentingan dan skala pengukuran yang tidak sama. Oleh karena itu, diperlukan proses penyamaan parameter melalui metode normalisasi. Tahap normalisasi ini berperan penting dalam memperoleh nilai akhir yang merepresentasikan hasil pengukuran kinerja secara objektif (Yuliawati, et al., 2022). Proses normalisasi dapat dilakukan dengan rumus normalisasi *Snorm* De Boer (Trienekens & Hvolby, 2000), yaitu:

$$\text{Larger is Better: } S_{\text{norm}} = \left(\frac{(S_i - S_{\min})}{S_{\max} - S_{\min}} \times 100\% \right) \quad (26)$$

$$\text{Lower is Better: } S_{\text{norm}} = \left(\frac{(S_{\max} - S_i)}{S_{\max} - S_{\min}} \times 100\% \right) \quad (27)$$

Keterangan:

S_i = Nilai aktual indikator yang tercapai

$S_{\min}$ = Nilai minimal (terburuk) pencapaian

$S_{\max}$ = Nilai maksimal (terbaik) pencapaian

Dalam proses pengukuran ini, bobot setiap indikator diubah menjadi rentang nilai 0 hingga 100. Nilai nol (0) menunjukkan performa terburuk, sedangkan nilai seratus (100) mencerminkan performa terbaik. Dengan cara tersebut, seluruh indikator memiliki parameter yang seragam sehingga hasil akhirnya dapat dianalisis secara lebih objektif (Sumiati, 2006).

Tabel 2. 2 Klasifikasi Indikator Kinerja

Interval Nilai Kinerja	Indikator
< 40	<i>Poor</i>
40 – 50	<i>Marginal</i>
50 – 70	<i>Average</i>
70 – 90	<i>Good</i>
> 90	<i>Excellent</i>

Sumber: Trienekens & Hvolby, 2000

Tabel 3.1 menunjukkan rentang kategori untuk penilaian performa gudang. Sementara itu, untuk menghitung hasil akhirnya digunakan sebuah persamaan tertentu, yaitu:

$$P_i = \sum_{j=1}^n S_{ij}W_j \quad (28)$$

Keterangan:

P_i = Performa Keseluruhan

S_{ij} = Skor dari setiap KPI

W_j = Bobot dari peforma

2.2.7 *Analytical Hierarchy Process*

AHP adalah metode pendukung keputusan yang diperkenalkan oleh Thomas L. Saaty. Metode ini berfungsi untuk memecahkan permasalahan yang bersifat kompleks dengan banyak faktor atau kriteria menjadi beberapa tingkatan dalam bentuk hierarki (Chotimah, et al., 2017). Menurut Saaty (2012), AHP merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk menyederhanakan permasalahan kompleks yang tidak terstruktur dengan memecahnya ke dalam sejumlah elemen yang tersusun secara hierarkis. Metode ini melibatkan pemberian penilaian subjektif terhadap tingkat kepentingan relatif setiap variabel, sehingga dapat ditentukan variabel yang memiliki prioritas tertinggi dalam memengaruhi hasil pada kondisi tersebut.

Peralatan inti pada AHP terletak pada struktur hierarki fungsional yang mengandalkan persepsi manusia sebagai input utama. Melalui hierarki ini, masalah rumit yang tidak terstruktur diuraikan menjadi kelompok elemen yang kemudian disusun secara hierarkis (Chotimah, et al., 2017). Metode AHP bersifat multi kriteria karena melibatkan berbagai kriteria dalam penyusunan prioritas pada sistem pendukung keputusan. Selain itu, AHP juga berlandaskan proses yang logis dan tersusun secara sistematis, karena penetapan prioritas dilakukan melalui tahapan yang berurutan dan terstruktur (Sandika & Patradhiani, 2019). Metode AHP dipilih sebagai teknik pemecahan masalah dibandingkan metode lain karena beberapa alasan (Munthafa & Mubarak, 2017), yaitu:

1. Metode ini memiliki struktur yang tersusun secara hierarkis, mulai dari kriteria utama hingga sub-kriteria pada tingkat terdalam.
2. Metode ini mempertimbangan tingkat validitas penilaian dengan melihat batas toleransi inkonsistensi antara berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh pengambil keputusan.
3. Metode ini memperhitungkan ketahanan hasil *output* serta analisis sensitivitas dalam pengambilan keputusan.

Metode AHP memvalidasi tingkat konsistensi hingga batas toleransi inkonsistensi pada berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih pengambil keputusan. Kemampuan ini memungkinkan AHP

menyelesaikan masalah multi kriteria melalui perbandingan prioritas antar elemen hierarki, sehingga menjadi model pengambilan keputusan yang menyeluruh dan komprehensif (Wahyu, 2014). Menurut Wibisono (2006), dalam menyusun AHP terdapat tiga langkah dasar, yaitu:

1. Perancangan Hierarki

Tahap ini dilakukan dengan memecahkan permasalahan kompleks yang memiliki banyak kriteria menjadi bentuk hierarki.

2. Penetapan Prioritas

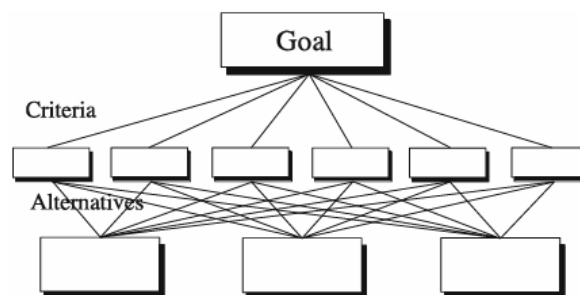
Setelah struktur hierarki terbentuk, dilakukan penentuan prioritas untuk memperoleh nilai tingkat kepentingan relatif dari setiap elemen pada masing-masing level.

3. Perhitungan Hasil

Setelah matriks preferensi disusun, dilakukan proses matematis berupa normalisasi untuk menentukan bobot prioritas pada setiap matriks.

Metode AHP menerapkan teknik perbandingan berpasangan untuk menilai berbagai faktor keputusan dengan mempertimbangan keterkaitan antara setiap faktor dan subfaktor (Yuliawati, et al., 2022). Keunikan model ini terletak pada proses penetapan tingkat prioritas terhadap berbagai alternatif pilihan melalui pendekatan analitis yang bersifat hierarkis dan terstruktur berdasarkan variabel keputusan (Rumahorbo, et al., 2021). Tahapan-tahapan dalam penerapan metode AHP dapat dijelaskan sebagai berikut (Munthafa & Mubarak, 2017):

1. Merumuskan permasalahan serta menentukan solusi yang ingin dicapai.
2. Menyusun struktur hierarki yang dimulai dari tujuan utama. Persoalan yang akan diselesaikan, diuraikan menjadi unsur-unsurnya, yaitu kriteria dan alternatif, kemudian disusun menjadi struktur hierarki. Secara umum, struktur hierarki dapat ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Struktur Hierarki

Sumber: Saaty, 2012

3. Membuat matriks perbandingan berpasangan untuk menggambarkan besarnya kontribusi atau pengaruh setiap elemen terhadap tujuan atau kriteria pada level di atasnya. Perbandingan dilakukan berdasarkan kebijakan pembuat keputusan dengan menilai tingkat kepentingan satu elemen terhadap elemen lainnya.

	Kriteria-1	Kriteria-2	Kriteria-3	Kriteria-n
Kriteria-1	K11	K12	K13	K1n
Kriteria-2	K21	K22	K23	K2n
Kriteria-3	K31	K32	K33	K3n
Kriteria-m	Kn1	Kn2	Kn3	Kmn

Gambar 2. 3 Matriks Perbandingan Berpasangan

Sumber: Munthafa & Mubarak, 2017

4. Menetapkan nilai perbandingan berpasangan sehingga jumlah keseluruhan menjadi $n \times [(n-1)/2]$, dengan n sebagai jumlah elemen yang dibandingkan. Menurut Saaty (2012), dalam menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan dengan elemen lainnya dilakukan melalui perbandingan berpasangan. Untuk berbagai masalah, skala 1 hingga 9 dianggap sebagai rentang terbaik untuk menggambarkan penilaian atau pendapat. Penilai ini dilakukan oleh seorang pembuat keputusan yang ahli (*expert*) dalam bidang persoalan yang sedang dianalisis dan mempunyai kepentingan terhadapnya. Skala penilaian perbandingan berpasangan ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan

Sumber: Saaty, 2012

Tabel 2.3 menunjukkan kriteria pada metode AHP, dimana pembandingannya dilakukan atas dasar pertimbangan pengambil keputusan melalui penilaian tingkat

kepentingan antar elemen. Proses ini dilakukan dengan berpasangan dan dimulai oleh level tertinggi dalam hierarki untuk menentukan kriteria yang akan dipilih.

5. Melakukan proses normalisasi matriks perbandingan berpasangan yang bertujuan untuk menyamakan skala nilai-nilai di dalamnya agar siap untuk perhitungan bobot selanjutnya. Langkah-langkah dalam melakukan normalisasi matriks adalah sebagai berikut:

- a. Penjumlahan nilai dari setiap kolom pada matriks perbandingan berpasangan dengan menggunakan rumus persamaan:

$$n = \sum_{i=0}^z x_{ij} \quad (29)$$

Keterangan:

n = Hasil penjumlahan tiap kolom

z = Banyaknya alternatif

i = 1,2,3....

x = Nilai setiap sel

- b. Membagi setiap nilai kolom dengan total penjumlahan kolom yang bersangkutan untuk menghasilkan nilai normalisasi, hal ini dapat dilakukan menggunakan rumus persamaan sebagai berikut:

$$m = \frac{x_{ij}}{n} \quad (30)$$

Keterangan:

m = Hasil perhitungan normalisasi

x = Nilai setiap sel

n = Hasil penjumlahan dari perhitungan tiap kolom

6. Menghitung bobot prioritas

Nilai bobot prioritas didapatkan dari penjumlahan elemen-elemen tiap baris, kemudian dibagi dengan total elemen atau jumlah kriteria yang tersedia.

$$Bobot\ Prioritas = \frac{\sum_{i=0}^z x_{ij}}{n} \quad (31)$$

7. Perkalian matriks untuk menentukan eigen maksimum (λ_{maks})

Tahapan perkalian matriks dalam menentukan nilai eigen maksimum adalah sebagai berikut:

- a. Mengalikan masing-masing nilai pada sel kolom dengan bobot prioritas yang sesuai nilainya, contohnya sel pertama dikalikan dengan bobot pertama, sel kedua dikalikan dengan bobot kedua, dan seterusnya.
- b. Menjumlahkan hasil perkalian dalam tiap baris pada matriks.
- c. Setiap hasil penjumlahan kemudian dibagi dengan bobot prioritas dari baris yang bersangkutan, sehingga dapat diperoleh nilai λ (lamda) untuk setiap kriteria.
- d. Kemudian, seluruh nilai lamda yang diperoleh dijumlahkan, lalu dibagi dengan jumlah elemen untuk mendapatkan nilai eigen maksimum (λ_{maks}). Perhitungan (λ_{maks}) dapat dilakukan dengan rumus persamaan sebagai berikut:

$$\lambda_{maks} = \frac{\sum \lambda}{n} \quad (32)$$

Keterangan:

λ_{maks} = Eigen maks

n = Banyaknya kriteria

8. Hitung indeks konsistensi atau *consistency index* (CI) dengan rumus persamaan sebagai berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \quad (33)$$

Keterangan:

CI = Indeks konsistensi

λ_{maks} = Eigen maks

n = Banyaknya kriteria

9. Menghitung rasio konsistensi atau *consistency ratio* (CR) dengan rumus persamaan sebagai berikut:

$$CR = \frac{CI}{RI_n} \quad (34)$$

Keterangan:

CR = Consistency ratio (rasio konsistensi)

CI = Consistency Index (indeks konsistensi)

RI = Random index (indeks acak)

Indeks random RI_n adalah nilai rata-rata CI yang dipilih secara acak dan diberikan sebagai:

Tabel 2. 4 Indeks Konsistensi Acak

N	1,2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.54	1.56	1.57	1.58

Sumber: Saaty, 2012

Dengan ketentuan:

Jika $CR \leq 0,1$, maka hierarki dikatakan konsisten (dapat diterima)

Jika $CR > 0,1$, maka hierarki sangat tidak konsisten (perlu perbaikan)

Dalam menemukan bobot aktivitas terkait kinerja gudang terhadap masing-masing proses gudang diperlukan data perbandingan berpasangan diperoleh melalui *expert* perusahaan. Dalam memenuhi kebutuhan data tersebut dapat menggunakan kuisioner perbandingan berpasangan kriteria KPI terkait kinerja gudang sesuai masing-masing proses yang dilakukan pada gudang perusahaan. Kuisioner perbandingan kriteria dapat ditunjukkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Kuisisioner Pembobotan KPI

[illegible]

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini merupakan PT. XYZ, perusahaan yang bergerak di bidang produksi suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor. Perusahaan ini terletak di Kawasan Teknologi Gerbang Jababeka, Cikarang Utara. Penelitian ini secara khusus berfokus pada aktivitas operasional gudang perusahaan sebagai unit analisis utama.

3.2 Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah aktivitas gudang pada PT. XYZ, dengan fokus utama pada perspektif dan pengalaman seorang *expert* operasional gudang perusahaan yaitu staff penanggung jawab gudang serta distribusi pada perusahaan yang memiliki pemahaman mendalam terhadap aktivitas pergudangan. *Expert* gudang sebagai subjek penelitian memberikan wawasan langsung mengenai kegiatan operasional pergudangan, pola kerja, dan informasi lainnya yang akan mendukung penelitian ini.

3.3 Sumber Data

Pada penelitian ini, jenis data yang digunakan terdiri dari dua sumber utama, yaitu:

1. Data Primer merujuk pada informasi yang diperoleh secara langsung dari sumber aslinya oleh peneliti. Pengumpulan data primer dilakukan secara langsung oleh peneliti melalui berbagai teknik seperti observasi, wawancara, diskusi terfokus, maupun penyebaran kuisioner (Arvyanda, et al., 2023). Sumber data primer pada penelitian ini dikumpulkan dengan observasi penggalian informasi secara langsung serta wawancara dengan pihak pertama yaitu PT. XYZ.
2. Data Sekunder merupakan informasi yang diperoleh secara tidak langsung dari objek penelitian. Sumber data sekunder dapat meliputi situs internet, literatur ilmiah, serta referensi yang relevan dengan topik penelitian yang sedang dikaji oleh penulis (Sari & Zefri, 2019). Sumber data sekunder pada penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan berbagai macam sumber seperti buku, jurnal, internet, dan referensi lainnya yang berkaitan dengan pengukuran kinerja serta data yang sudah dimiliki perusahaan, seperti jumlah

karyawan, jam kerja, proses bisnis dan gaji karyawan. Data ini diperoleh secara tidak langsung dan berfungsi sebagai pendukung dalam pelaksanaan penelitian.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Untuk dapat menganalisis permasalahan secara akurat, peneliti melakukan pengumpulan berbagai data yang relevan dalam menyusun penelitian ini. Pengumpulan data ini merupakan langkah pertama yang dilakukan peneliti untuk memperoleh pemahaman mendalam terhadap situasi dan kondisi yang menjadi fokus penelitian. Metode pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti yaitu:

1. Pengamatan langsung atau observasi

Metode pengumpulan data dengan pengamatan langsung atau observasi ini dilakukan dengan mengamati serta meninjau secara langsung situasi serta kondisi perusahaan yang menjadi objek penelitian.

2. Wawancara

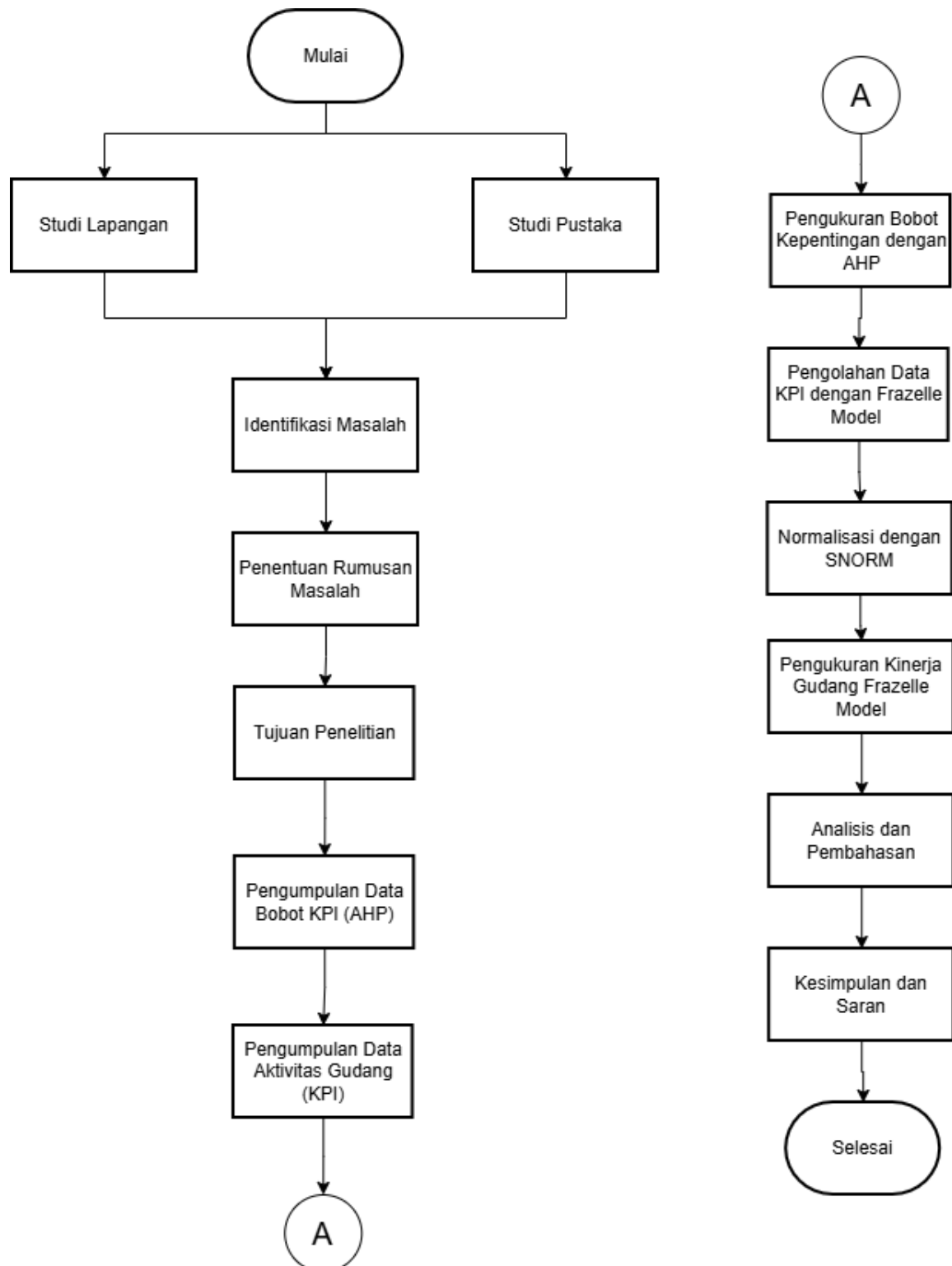
Peneliti melakukan wawancara kepada *expert* yang memiliki pengetahuan dan pengalaman luas dalam bidang yang diteliti. Melalui wawancara ini, peneliti dapat mengajukan pertanyaan secara langsung dan menggali informasi lebih rinci, termasuk kondisi lapangan aktual yang seringkali tidak tercakup dalam literatur, sehingga dapat memperkuat data penelitian secara keseluruhan.

3. Kuisioner

Kuisioner yang diberikan berupa kuisioner perbandingan kriteria KPI terkait kinerja gudang sesuai masing-masing proses yang dilakukan dalam gudang perusahaan.

3.5 Alur Penelitian

Gambar 3.1 menunjukkan alur penelitian yang menggambarkan langkah-langkah penelitian yang disajikan dalam bentuk *flowchart*:



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berikut merupakan uraian penjelasan mengenai alur penelitian di atas:

1. Mulai

2. Studi Pustaka

Pada tahapan ini dilakukan penelusuran teori, konsep, dan hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik atau permasalahan, yaitu terkait pengukuran kinerja gudang dengan KPI serta metode AHP dari sumber seperti buku, jurnal, serta laporan ilmiah lainnya. Studi pustaka digunakan untuk menyusun landasan teori terkait topik yang dibahas dalam penelitian.

3. Studi Lapangan

Tahapan ini dilakukan dengan tujuan memahami kondisi nyata di gudang melalui observasi pada perusahaan, mengidentifikasi permasalahan aktual, serta untuk memetakan aliran material atau informasi yang nantinya menjadi dasar penyusunan masalah.

4. Identifikasi Masalah

Peneliti mengidentifikasi permasalahan yang terdapat pada gudang perusahaan melalui studi lapangan dan studi pustaka yang telah dilakukan sebelumnya. Proses identifikasi masalah ini dilakukan dengan mengintegrasikan temuan dari studi lapangan dan studi pustaka untuk menemukan ketidaksesuaian kinerja gudang perusahaan terhadap standar yang dimiliki perusahaan.

5. Penentuan Rumusan Masalah

Pada tahap ini peneliti menentukan rumusan masalah berdasarkan hasil identifikasi permasalahan yang ada pada perusahaan. Rumusan masalah ditulis secara jelas dan spesifik agar menjadi fondasi untuk mempermudah pelaksanaan penelitian.

6. Penentuan Tujuan Penelitian

Tahap tujuan penelitian yaitu berfokus pada penentuan sasaran yang ingin dicapai dari penelitian ini. Tujuan penelitian dapat ditentukan berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat agar selaras dan terukur.

7. Pengumpulan Data Bobot KPI (AHP)

Pada tahap ini melibatkan pengumpulan data yang sesuai untuk menentukan bobot KPI. Untuk menentukan bobot KPI diperlukan data yang menentukan kepentingan setiap KPI dalam menilai kinerja gudang dengan menggunakan kuisioner perbandingan berpasangan AHP yang diberikan kepada penanggungjawab bagian gudang dan distribusi pada perusahaan yang menjadi objek penelitian.

8. Pengumpulan Data Aktivitas Gudang (KPI)

Tahap pengumpulan data aktivitas gudang melibatkan wawancara dengan pihak terkait untuk memperoleh informasi mengenai gudang pada perusahaan meliputi ukuran gudang, data barang keluar dan masuk, data jumlah pengembalian barang, serta data aktivitas gudang yang mencakup lima kegiatan yaitu *receiving*, *put away*, *storage*, *order picking*, dan *shipping*.

9. Pengukuran Bobot Kepentingan dengan AHP

Pada tahap ini, AHP digunakan untuk menentukan bobot prioritas atau kepentingan setiap faktor yang mempengaruhi aktivitas dalam KPI melalui perbandingan berpasangan, sehingga dapat diperoleh bobot akhir yang mencerminkan tingkat kepentingan masing-masing indikator kinerja.

10. Pengolahan Data KPI dengan Frazelle Model

Pengolahan data menggunakan KPI Frazelle dilakukan dengan menghitung nilai kinerja setiap indikator menggunakan data aktual perusahaan pada lima aktivitas utama gudang yang telah diperoleh sebelumnya.

11. Normalisasi dengan SNORM

Dilakukan normalisasi data KPI untuk mendapatkan nilai tiap aktifitasnya. Normalisasi *Snorm de Boer* perlu dilakukan untuk menyetarakan skala dan satuan berbagai indikator KPI.

12. Pengukuran Kinerja Gudang Frazelle Model

Pada tahap ini, setelah dilakukan normalisasi maka dilakukan pengukuran nilai akhir kinerja gudang dengan Frazelle Model. Kinerja gudang dievaluasi berdasarkan hasil perhitungan bobot setiap KPI dengan data aktivitas gudang.

13. Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini, peneliti menguraikan serta membahas hasil perhitungan yang telah dilakukan pada perhitungan kinerja gudang Frazelle Model serta mengidentifikasi indikator yang mempengaruhi kinerja gudang.

14. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merangkum semua yang telah dibahas secara ringkas, seperti kondisi atau nilai kinerja gudang, proses dengan performa tertinggi dan terendah. Selain itu, saran berisi rekomendasi diberikan kepada perusahaan untuk meningkatkan efisiensi serta efektivitas kinerja gudang.

15. Selesai

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

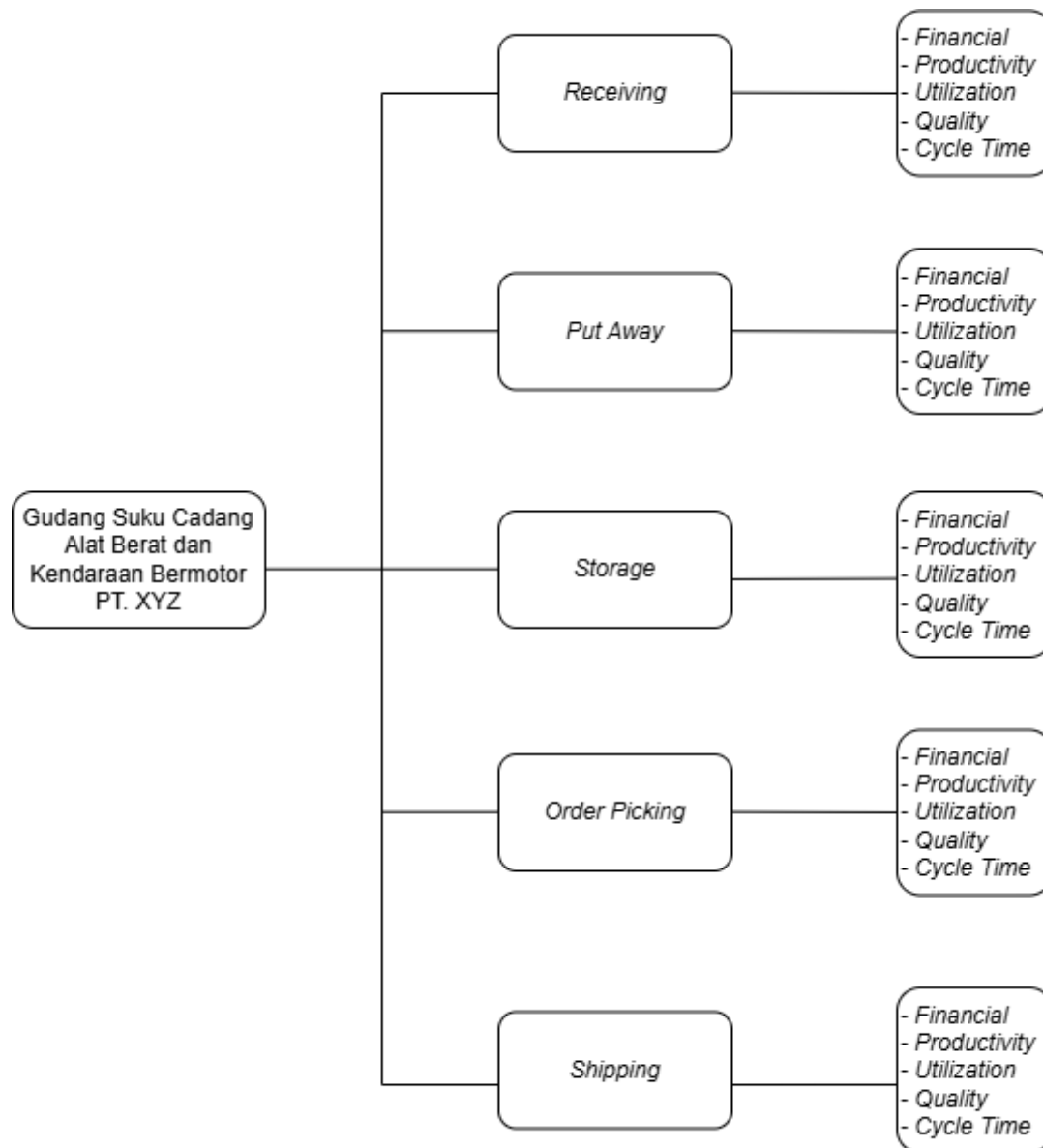
4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil Perusahaan

PT. XYZ merupakan perusahaan yang berfokus pada proses *machining* dan fabrikasi komponen otomotif berpresisi tinggi serta suku cadang alat berat berkualitas unggul yang menghasilkan beragam bagian *sparepart* untuk alat berat seperti pin, poros (*shaft*), baut stud, rantai gigi (*sprocket*), jepitan (*clamp*), serta *automotive sparepart* seperti *gear* dan *disk break*. Sebagai perusahaan yang menangani proses produksi *machining* dan fabrikasi secara *made-to-order* (MTO), PT. XYZ menerima bahan baku langsung dari pelanggan sesuai pesanan. Bahan tersebut kemudian diolah menggunakan peralatan teknologi terkini berupa mesin berakurasi tinggi yang dimiliki oleh perusahaan. Perusahaan dapat beroperasi selama 24 jam untuk memenuhi volume besar jika terdapat permintaan dari pelanggan, akan tetapi jam kerja normal pada perusahaan adalah 8 jam kerja dalam sehari. Dalam mendukung operasional *made-to-order* yang dinamis, perusahaan mengelola gudang untuk penyimpanan sementara bahan baku dari pelanggan, material pendukung, serta produk jadi sebelum pengiriman.

4.1.2 Identifikasi KPI Gudang

Tahap awal dalam merancang KPI gudang untuk mengoptimalkan kinerja gudang adalah mengenali beragam aktivitas operasional gudang pada perusahaan. Terdapat lima aktivitas utama yang dilakukan, yakni penerimaan barang (*receiving*), penempatan barang (*put away*), penyimpanan (*storage*), pengambilan pesanan (*order picking*), serta pengiriman (*shipping*). Identifikasi KPI gudang dapat ditampilkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Identifikasi KPI Gudang Perusahaan

Aktivitas gudang pada perusahaan disusun berdasarkan lima aktivitas utama, yang mana pada tiap aktivitasnya diukur melalui lima KPI inti yaitu keuangan (*financial*), produktivitas (*productivity*), kualitas (*quality*), utilitas (*utilization*), dan waktu siklus (*cycle time*).

4.1.3 Data Pembobotan KPI

Untuk memulai pembobotan diperlukan data hasil pengisian kuisioner yang mengukur tingkat kepentingan masing-masing KPI dalam mempengaruhi kinerja gudang suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor pada perusahaan. Kuisioner perbandingan berpasangan untuk pembobotan KPI ini sesuai dengan yang telah dijelaskan pada Tabel 2.5. Pengisian kuisioner

tersebut dilakukan oleh *expert* yang memiliki pengalaman dan pengetahuan mendalam dalam bidang *warehousing* yakni pada penelitian ini kuisisioner tingkat kepentingan diisi oleh penanggung jawab bagian gudang dan distribusi.

4.1.3.1 Data Pembobotan Antar Kriteria Kepentingan pada Proses Gudang

Penentuan bobot KPI dilakukan dengan menilai tingkat kepentingan antar kriteria pada setiap proses *warehouse* yaitu *receiving*, *put away*, *storage*, *order picking*, dan *shipping*. Pembobotan ini disusun dalam bentuk matriks perbandingan berpasangan dan dihitung menggunakan bantuan *software* Microsoft Excel. Hasil pengisian kuisisioner yang terdapat pada Lampiran A ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Kepentingan Proses *Warehouse*

Proses	<i>Receiving</i>	<i>Put Away</i>	<i>Storage</i>	<i>Order Picking</i>	<i>Shipping</i>
<i>Receiving</i>	1,000	2,000	2,000	1,000	1,000
<i>Put Away</i>	0,500	1,000	2,000	1,000	0,500
<i>Storage</i>	0,500	0,500	1,000	1,000	0,500
<i>Order Picking</i>	1,000	1,000	1,000	1,000	2,000
<i>Shipping</i>	1,000	2,000	2,000	0,500	1,000
Total	4,000	6,500	8,000	4,500	5,000

Hasil pengisian kuisisioner pembobotan oleh *expert* digunakan untuk memenuhi kebutuhan matriks perbandingan berpasangan (*Pairwise Comparison Matrix*) metode AHP terhadap lima aktivitas utama *warehouse*. Intensitas kepentingan pada pengisian kuisisioner pembobotan ini didasarkan pada ketentuan skala penilaian perbandingan berpasangan yang telah dijelaskan dalam tabel 2.3.

4.1.3.2 Data Pembobotan Antar Kepentingan Gudang untuk Setiap Indikator KPI

Pada tahap ini data diperlukan untuk menentukan bobot pada setiap tingkat kepentingan kriteria KPI gudang yang mencakup *receiving*, *put away*, *storage*, *order picking*, dan *shipping*. Dimana setiap kriteria tersebut memiliki lima indikator KPI yaitu *financial*, *productivity*, *utilization*, *quality*, dan *cycle time*. Pembobotan ini disusun dalam bentuk matriks perbandingan berpasangan dan dihitung menggunakan bantuan *software* Microsoft Excel berdasarkan hasil pengisian kuisisioner yang terdapat pada Lampiran A.

a. Pembobotan Indikator KPI *Receiving*

Tabel 4.2 menunjukkan matriks perbandingan berpasangan antar kriteria KPI pada proses gudang *receiving*.

Tabel 4. 2 Matriks Perbandingan Berpasangan KPI *Receiving*

KPI (<i>Receiving</i>)	<i>Financial</i>	<i>Productivity</i>	<i>Utilization</i>	<i>Quality</i>	<i>Cycle Time</i>
<i>Financial</i>	1,000	2,000	2,000	3,000	1,000
<i>Productivity</i>	0,500	1,000	0,500	2,000	0,500
<i>Utilization</i>	0,500	2,000	1,000	2,000	0,500
<i>Quality</i>	0,333	0,500	0,500	1,000	2,000
<i>Cycle Time</i>	1,000	2,000	2,000	0,500	1,000
Total	3,333	7,500	6,000	8,500	5,000

b. Pembobotan Indikator KPI *Put Away*

Tabel 4.3 menunjukkan matriks perbandingan berpasangan antar kriteria pada proses gudang *put away*.

Tabel 4. 3 Matriks Perbandingan Berpasangan KPI *Put Away*

KPI (<i>Put Away</i>)	<i>Financial</i>	<i>Productivity</i>	<i>Utilization</i>	<i>Quality</i>	<i>Cycle Time</i>
<i>Financial</i>	1,000	0,500	0,500	1,000	0,500
<i>Productivity</i>	2,000	1,000	2,000	4,000	3,000
<i>Utilization</i>	2,000	0,500	1,000	2,000	0,500
<i>Quality</i>	1,000	0,250	0,500	1,000	1,000
<i>Cycle Time</i>	2,000	0,333	2,000	1,000	1,000
Total	8,000	2,583	6,000	9,000	6,000

c. Pembobotan Indikator KPI *Storage*

Tabel 4.4 menunjukkan matriks perbandingan berpasangan antar kriteria pada proses gudang *storage*.

Tabel 4. 4 Matriks Perbandingan Berpasangan KPI *Storage*

KPI (<i>Storage</i>)	<i>Financial</i>	<i>Productivity</i>	<i>Utilization</i>	<i>Quality</i>	<i>Cycle Time</i>
<i>Financial</i>	1,000	2,000	0,333	0,500	0,500
<i>Productivity</i>	0,500	1,000	0,500	1,000	0,500
<i>Utilization</i>	3,000	2,000	1,000	0,250	0,500
<i>Quality</i>	2,000	1,000	4,000	1,000	2,000
<i>Cycle Time</i>	2,000	2,000	2,000	0,500	1,000
Total	8,500	8,000	7,833	3,250	4,500

d. Pembobotan Indikator KPI *Order Picking*

Tabel 4.5 menunjukkan matriks perbandingan berpasangan antar kriteria pada proses gudang *order picking*.

Tabel 4. 5 Matriks Perbandingan Berpasangan KPI *Order Picking*

KPI (<i>Order Picking</i>)	<i>Financial</i>	<i>Productivity</i>	<i>Utilization</i>	<i>Quality</i>	<i>Cycle Time</i>
<i>Financial</i>	1,000	0,500	0,500	2,000	0,500
<i>Productivity</i>	2,000	1,000	2,000	2,000	0,500
<i>Utilization</i>	2,000	0,500	1,000	1,000	0,500
<i>Quality</i>	0,500	0,500	1,000	1,000	0,500
<i>Cycle Time</i>	2,000	2,000	2,000	2,000	1,000
Total	7,500	4,500	6,500	8,000	3,000

e. Pembobotan Indikator KPI *Shipping*

Tabel 4.6 menunjukkan matriks perbandingan berpasangan antar kriteria pada proses gudang *shipping*.

Tabel 4. 6 Matriks Perbandingan Berpasangan KPI *Shipping*

KPI (<i>Shipping</i>)	<i>Financial</i>	<i>Productivity</i>	<i>Utilization</i>	<i>Quality</i>	<i>Cycle Time</i>
<i>Financial</i>	1,000	0,500	2,000	1,000	2,000
<i>Productivity</i>	2,000	1,000	2,000	0,500	3,000
<i>Utilization</i>	0,500	0,500	1,000	0,500	0,500
<i>Quality</i>	1,000	2,000	2,000	1,000	0,500
<i>Cycle Time</i>	0,500	0,333	2,000	2,000	1,000
Total	5,000	4,333	9,000	5,000	7,000

4.1.4 Data Perhitungan KPI *Warehouse*

Pengukuran kinerja gudang dilakukan dengan menganalisis lima indikator kinerja utama yaitu *financial*, *productivity*, *utilization*, *quality*, dan *cycle time*. Data keperluan perhitungan tersebut didapatkan melalui wawancara kepada expert yaitu penanggung jawab gudang dan distribusi serta data operasional perusahaan. Data ini nantinya akan digunakan pada prosedur perhitungan untuk mengumpulkan data masing-masing KPI Frazelle Model.

a. Aktivitas Receiving

Tabel 4.7 menunjukkan data keperluan perhitungan KPI untuk masing-masing indikator pada proses gudang *receiving*.

Tabel 4. 7 Data KPI Aktivitas *Receiving*

	<i>Receiving</i>
	Upah karyawan = 5.200.000/bulan
	Jumlah hari kerja per bulan = 26 hari
<i>Financial</i>	Jam kerja per hari = 8 jam
	Jumlah pekerja = 2
	waktu per <i>receiving</i> = 20 menit ~ 0,33 jam
<i>Productivity</i>	Jumlah pekerja = 2
	waktu per <i>receiving</i> = 0,33 jam
<i>Utilization</i>	Luas <i>warehouse</i> = 15 m x 50 m = 750 m ²
	Luas area <i>receiving</i> = 75 m ²
<i>Quality</i>	<i>Cancel good receive</i> dalam 1 bulan = 0
	Total material dalam 1 bulan = 98.300
<i>Cycle Time</i>	0,33 jam

b. Aktivitas Put Away

Tabel 4.8 menunjukkan data keperluan perhitungan KPI untuk masing-masing indikator pada proses gudang *put away*.

Tabel 4. 8 Data KPI Aktivitas *Put Away*

	<i>Put Away</i>
	Upah karyawan = 5.200.000/bulan
	Jumlah hari kerja per bulan = 26 hari
<i>Financial</i>	Jam kerja per hari = 8 jam
	Jumlah pekerja = 2
	Lamanya per <i>put away</i> = 30 menit ~ 0,5 jam
<i>Productivity</i>	Jumlah <i>put away</i> dalam sehari = 5 palet
	Total jam kerja = 100 menit ~ 1,67 jam
<i>Utilization</i>	Luas <i>warehouse</i> = 15 m x 50 m = 750 m ²
	Luas area <i>put away</i> = 25 m ²
<i>Quality</i>	Jumlah barang salah tempat (<i>misplaced</i>) = 0
<i>Cycle Time</i>	0,5 jam

c. Aktivitas *Storage*

Tabel 4.9 menunjukkan data keperluan perhitungan KPI untuk masing-masing indikator pada proses gudang *storage*.

Tabel 4. 9 Data KPI Aktivitas *Storage*

<i>Storage</i>	
	Upah karyawan = 5.200.000/bulan
	Harga tanah per m^2 = 3.300.000
Financial	Luas digunakan untuk storage = 450 m^2
	Jumlah material di <i>warehouse</i> = 9500
	Biaya listrik, <i>tools & coolant, maintenance</i> = 75.000.000/ bulan
Productivity	Luas area yang digunakan untuk penyimpanan barang = 250 m^2
Utilization	Luas <i>warehouse</i> = 15 m x 50 m = 750 m^2
	Luas area <i>storage</i> = 450 m^2
Quality	Jumlah barang salah tempat penyimpanan (<i>misplaced</i>) = 0
Cycle Time	4 hari

d. Aktivitas *Order Picking*

Tabel 4.10 menunjukkan data keperluan perhitungan KPI untuk masing-masing indikator pada proses gudang *order picking*.

Tabel 4. 10 Data KPI Aktivitas *Order Picking*

<i>Order Picking</i>	
	Upah karyawan = 5.200.000/bulan
	Jumlah hari kerja per bulan = 26 hari
Financial	Jam kerja per hari = 8 jam
	Jumlah pekerja = 2
	waktu per <i>order picking</i> = 0,5 jam
Productivity	Jumlah <i>order picking</i> = 1 per siklus
	waktu per <i>order picking</i> = 1,5 jam
Utilization	Luas <i>warehouse</i> = 15 m x 50 m = 750 m^2
	luas area <i>order picking</i> = 100 m^2
Quality	Total <i>order picking</i> dalam 1 bulan = 85.900
	Jumlah <i>order picking</i> salah (<i>misplaced items</i>) = 35.670
Cycle Time	1,5 jam

e. Aktivitas *Shipping*

Tabel 4.11 menunjukkan data keperluan perhitungan KPI untuk masing-masing indikator pada proses gudang *shipping*.

Tabel 4. 11 Data KPI Aktivitas *Shipping*

<i>Shipping</i>	
	Upah karyawan = 3.900.000/bulan ~ 18.750/jam
	Jumlah hari kerja per bulan = 26 hari
<i>Financial</i>	Jam kerja per hari = 8 jam
	Jumlah pekerja = 2
	Waktu per <i>shipping</i> = 0,5 jam
<i>Productivity</i>	Jumlah <i>shipping</i> = 1 per siklus
	Waktu per <i>shipping</i> = 0,5 jam
<i>Utilization</i>	Luas <i>warehouse</i> = 15 m x 50 m = 750 m ²
	Luas area <i>shipping</i> = 50 m ²
<i>Quality</i>	Total barang dikirim 1 bulan = 95.000
	Jumlah barang salah kirim = 0
<i>Cycle Time</i>	0,5 jam

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Perhitungan Pembobotan KPI

Berdasarkan data matriks perbandingan berpasangan dari setiap aktivitas gudang perusahaan serta indikator KPI. Tahap selanjutnya dilakukan normalisasi serta perhitungan bobot prioritas dari masing-masing aktivitas gudang serta indikator KPI tersebut.

4.2.1.1 Perhitungan Pembobotan antar Kriteria Kepentingan pada Proses Gudang

Berdasarkan Tabel 4.1 yang menunjukkan data matriks perbandingan berpasangan dari setiap aktivitas gudang perusahaan, maka dapat dilanjutkan dengan normalisasi serta perhitungan bobot prioritas yang dihitung menggunakan bantuan *software* microsoft Excel.

Tabel 4. 12 Hasil Normalisasi Antar Proses Gudang dan Bobot Prioritas

Proses	<i>Receiving</i>	<i>Put Away</i>	<i>Storage</i>	<i>Order Picking</i>	<i>Shipping</i>	Total Weight Matriks	Bobot Prioritas
<i>Receiving</i>	0,250	0,308	0,250	0,222	0,200	1,230	0,246
<i>Put Away</i>	0,125	0,154	0,250	0,222	0,100	0,851	0,170
<i>Storage</i>	0,125	0,077	0,125	0,222	0,100	0,649	0,130
<i>Order Picking</i>	0,250	0,154	0,125	0,222	0,400	1,151	0,230
<i>Shipping</i>	0,250	0,308	0,250	0,111	0,200	1,119	0,224
Total	1	1	1	1	1	5	1

Tabel 4.12 menunjukkan normalisasi antar proses gudang sehingga jumlah bobot tiap kolom adalah = 1 serta memungkinkan perbandingan antar elemen menjadi proporsional. Kemudian, dilanjutkan dengan perkalian matriks dengan prioritas yang bersesuaian serta menjumlahkan baris setiap proses aktivitas gudang yang tertera pada Tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Total Perkalian Matriks dan Penjumlahan Baris Tiap Proses Gudang

Proses	<i>Receiving</i>	<i>Put Away</i>	<i>Storage</i>	<i>Order Picking</i>	<i>Shipping</i>	Jumlah
<i>Receiving</i>	0,246	0,340	0,260	0,230	0,224	1,300
<i>Put Away</i>	0,123	0,170	0,260	0,230	0,112	0,895
<i>Storage</i>	0,123	0,085	0,130	0,230	0,112	0,680
<i>Order Picking</i>	0,246	0,170	0,130	0,230	0,448	1,224
<i>Shipping</i>	0,246	0,340	0,260	0,115	0,224	1,185

Dengan hasil penjumlahan baris diatas, maka dapat dilakukan perhitungan lamda yang dapat ditunjukkan pada Tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Lamda pada Tiap Proses Gudang

Proses	Penjumlahan Baris	Bobot Prioritas	Lamda
<i>Receiving</i>	1,300	0,246	5,285
<i>Put Away</i>	0,895	0,170	5,258
<i>Storage</i>	0,680	0,130	5,238
<i>Order Picking</i>	1,224	0,230	5,316
<i>Shipping</i>	1,185	0,224	5,296
Total		1	26,392

Berdasarkan rumus persamaan (32) untuk perhitungan Lamda Max, maka didapatkan hasil perhitungan Lamda Max sebagai berikut:

$$\lambda_{maks} = \frac{\sum \lambda}{n}$$

Keterangan:

$\sum \lambda$ = Jumlah lamda

n = Banyaknya kriteria

$$\lambda_{maks} = \frac{26,392}{5} = 5,278$$

Dilanjutkan dengan perhitungan indeks konsistensi (CI) sesuai dengan rumus persamaan (33).

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = \frac{5,278 - 5}{5 - 1} = 0,069$$

Pada perhitungan nilai konsistensi rasio (CR) sesuai rumus persamaan (34), dengan nilai indeks konsistensi acak (RI) pada Tabel 2.4 yakni untuk ukuran matriks 5 adalah 1,12 sehingga nilai konsistensi rasio (CR) adalah sebagai berikut:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Keterangan:

CI = Indeks Konsistensi

RI = Rasio Indeks

$$CR = \frac{0,069}{1,12} = 0,062$$

Sehingga bobot prioritas serta konsistensi rasio (CR) pada aktivitas proses gudang dapat ditunjukkan pada Tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Bobot Kepentingan Proses Gudang dan Nilai CR

Proses	Bobot Prioritas	CR
<i>Receiving</i>	0,246	0,062
<i>Put Away</i>	0,170	
<i>Storage</i>	0,130	
<i>Order Picking</i>	0,230	
<i>Shipping</i>	0,224	

Berdasarkan perhitungan konsistensi rasio (CR) pada Tabel 4.15 maka didapatkan nilai CR sebesar 0,062 yang artinya nilai hasil pembobotan yang dilakukan telah konsisten karena memenuhi ketentuan ($CR \leq 0,1$).

4.2.1.2 Perhitungan Pembobotan Kepentingan Gudang pada Setiap Indikator KPI

Tahap selanjutnya adalah menentukan bobot untuk setiap tingkat kepentingan kriteria KPI yaitu *receiving*, *put away*, *storage*, *order picking*, dan *shipping*. Berikut merupakan perhitungan pembobotan untuk masing-masing indikator KPI *Warehouse*.

a. Indikator KPI *Receiving*

Berdasarkan Tabel 4.2 yang menunjukkan data matriks perbandingan berpasangan antar kriteria KPI pada proses gudang *receiving*. Selanjutnya adalah dilakukan normalisasi serta perhitungan bobot prioritas dari masing-masing indikator KPI pada aktivitas gudang *receiving* yang dihitung menggunakan bantuan *software* Microsoft Excel dan ditunjukkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4. 16 Hasil Normalisasi antar Indikator KPI *Receiving* dan Bobot Prioritas

KPI (<i>Receiving</i>)	<i>Financial</i>	<i>Productivity</i>	<i>Utilization</i>	<i>Quality</i>	<i>Cycle Time</i>	Total Weight Matriks	Bobot Prioritas
<i>Financial</i>	0,231	0,333	0,222	0,400	0,143	1,329	0,266
<i>Productivity</i>	0,115	0,167	0,222	0,267	0,143	0,914	0,183
<i>Utilization</i>	0,115	0,083	0,111	0,067	0,143	0,519	0,104
<i>Quality</i>	0,077	0,083	0,222	0,133	0,286	0,802	0,160
<i>Cycle Time</i>	0,462	0,333	0,222	0,133	0,286	1,436	0,287
Total	1	1	1	1	1	5	1

Kemudian dilanjutkan dengan perkalian matriks dengan priotitas yang bersesuaian serta menjumlahkan baris setiap indikator KPI pada aktivitas gudang *receiving* yang ditunjukkan pada Tabel 4.17.

Tabel 4. 17 Total Perkalian Matriks dan Penjumlahan Baris Tiap KPI *Receiving*

KPI (<i>Receiving</i>)	<i>Financial</i>	<i>Productivity</i>	<i>Utilization</i>	<i>Quality</i>	<i>Cycle Time</i>	Jumlah
<i>Financial</i>	0,266	0,366	0,208	0,481	0,144	1,464
<i>Productivity</i>	0,133	0,183	0,208	0,321	0,144	0,988
<i>Utilization</i>	0,133	0,091	0,104	0,080	0,144	0,552
<i>Quality</i>	0,089	0,091	0,208	0,160	0,287	0,835
<i>Cycle Time</i>	0,532	0,366	0,208	0,160	0,287	1,552

Dengan hasil penjumlahan baris diatas, maka dapat dilakukan perhitungan lamda yang ditunjukkan pada Tabel 4.18.

Tabel 4. 18 Hasil Perhitungan Lamda pada Tiap Indikator KPI *Receiving*

KPI (<i>Receiving</i>)	Penjumlahan Baris Eigen Maks	Bobot Prioritas	Lamda
<i>Financial</i>	1,464	0,266	5,506
<i>Productivity</i>	0,988	0,183	5,404
<i>Utilization</i>	0,552	0,104	5,314
<i>Quality</i>	0,835	0,160	5,210
<i>Cycle Time</i>	1,552	0,287	5,405
Total		1	26,839

Berdasarkan rumus persamaan (32) untuk perhitungan Lamda Max, maka didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\lambda_{maks} = \frac{\sum \lambda}{n} = \frac{26,839}{5} = 5,368$$

Dilanjutkan dengan perhitungan indeks konsistensi (CI) sesuai dengan rumus persamaan (33).

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = \frac{5,368 - 5}{5 - 1} = 0,092$$

Pada perhitungan nilai konsistensi rasio (CR) sesuai rumus persamaan (34), dengan nilai indeks konsistensi acak (RI) pada Tabel 2.4 yakni untuk ukuran matriks 5 adalah 1,12 sehingga nilai konsistensi rasio (CR) adalah sebagai berikut:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,092}{1,12} = 0,082$$

Sehingga bobot prioritas serta konsistensi rasio (CR) pada aktivitas proses gudang dapat ditunjukkan pada Tabel 4.19.

Tabel 4. 19 Bobot Kepentingan Indikator KPI *Receiving* dan Nilai CR

KPI (<i>Receiving</i>)	Bobot Prioritas	CR
<i>Financial</i>	0,266	0,082
<i>Productivity</i>	0,183	
<i>Utilization</i>	0,104	
<i>Quality</i>	0,160	
<i>Cycle Time</i>	0,287	

Berdasarkan perhitungan konsistensi rasio (CR) pada Tabel 4.19 maka didapatkan nilai CR sebesar 0,082 yang artinya nilai hasil pembobotan yang dilakukan telah konsisten karena memenuhi ketentuan ($CR \leq 0,1$).

b. Indikator KPI *Put Away*

Berdasarkan Tabel 4.3 yang menunjukkan data matriks perbandingan berpasangan antar kriteria KPI pada proses gudang *put away*, selanjutnya dilakukan normalisasi serta perhitungan bobot prioritas dari masing-masing indikator KPI pada aktivitas gudang *put away* yang dihitung menggunakan bantuan *software* Microsoft Excel dan ditunjukkan pada Tabel 4.20.

Tabel 4. 20 Hasil Normalisasi antar Indikator KPI *Put Away* dan Bobot Prioritas

KPI (<i>Put Away</i>)	<i>Financial</i>	<i>Productivity</i>	<i>Utilization</i>	<i>Quality</i>	<i>Cycle Time</i>	Total Weight Matriks	Bobot Prioritas
<i>Financial</i>	0,125	0,194	0,083	0,111	0,083	0,5963	0,119
<i>Productivity</i>	0,250	0,387	0,333	0,444	0,500	1,9149	0,383
<i>Utilization</i>	0,250	0,194	0,167	0,222	0,083	0,9158	0,183
<i>Quality</i>	0,125	0,097	0,083	0,111	0,167	0,5829	0,117
<i>Cycle Time</i>	0,250	0,129	0,333	0,111	0,167	0,9901	0,198
Total	1	1	1	1	1	5	1

Selanjutnya dilakukan perhitungan perkalian matriks dengan bobot prioritas yang bersesuaian serta menjumlahkan baris setiap indikator KPI pada aktivitas *put away* yang ditunjukkan pada Tabel 4.21.

Tabel 4. 21 Total Perkalian Matriks dan Penjumlahan Baris Tiap KPI *Put Away*

KPI (<i>Put Away</i>)	<i>Financial</i>	<i>Productivity</i>	<i>Utilization</i>	<i>Quality</i>	<i>Cycle Time</i>	Jumlah
<i>Financial</i>	0,119	0,191	0,092	0,117	0,099	0,618
<i>Productivity</i>	0,239	0,383	0,366	0,466	0,594	2,048
<i>Utilization</i>	0,239	0,191	0,183	0,233	0,099	0,945
<i>Quality</i>	0,119	0,096	0,092	0,117	0,198	0,621
<i>Cycle Time</i>	0,239	0,128	0,366	0,117	0,198	1,047

Berdasarkan hasil penjumlahan baris diatas, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan lamda yang ditunjukkan pada Tabel 4.22.

Tabel 4. 22 Hasil Perhitungan Lamda pada Tiap Indikator KPI *Put Away*

KPI (<i>Put Away</i>)	Penjumlahan Baris Eigen Maks	Bobot Prioritas	Lamda
<i>Financial</i>	0,618	0,119	5,181
<i>Productivity</i>	2,048	0,383	5,348
<i>Utilization</i>	0,945	0,183	5,161
<i>Quality</i>	0,621	0,117	5,329
<i>Cycle Time</i>	1,047	0,198	5,288
Total		1	26,307

Berdasarkan rumus persamaan (32) untuk perhitungan Lamda Max, maka didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\lambda_{maks} = \frac{\sum \lambda}{n} = \frac{26,307}{5} = 5,261$$

Dilanjutkan dengan perhitungan indeks konsistensi (CI) sesuai dengan rumus persamaan (33).

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = \frac{5,261 - 5}{5 - 1} = 0,065$$

Pada perhitungan nilai konsistensi rasio (CR) sesuai rumus persamaan (34), dengan nilai indeks konsistensi acak (RI) pada Tabel 2.4 yakni untuk ukuran matriks 5 adalah 1,12 sehingga nilai konsistensi rasio (CR) adalah sebagai berikut:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,065}{1,12} = 0,058$$

Sehingga bobot prioritas serta konsistensi rasio (CR) pada aktivitas proses gudang dapat ditunjukkan pada Tabel 4.23.

Tabel 4. 23 Bobot Kepentingan Indikator KPI *Put Away* dan Nilai CR

KPI (<i>Put Away</i>)	Bobot Prioritas	CR
<i>Financial</i>	0,119	0,058
<i>Productivity</i>	0,383	

KPI (Put Away)	Bobot Prioritas	CR
<i>Utilization</i>	0,183	
<i>Quality</i>	0,117	
<i>Cycle Time</i>	0,198	

Berdasarkan perhitungan konsistensi rasio (CR) pada Tabel 4.23 maka didapatkan nilai CR sebesar 0,058 yang artinya nilai hasil pembobotan yang dilakukan telah konsisten karena memenuhi ketentuan ($CR \leq 0,1$).

c. Indikator KPI Storage

Berdasarkan Tabel 4.4 yang menunjukkan data matriks perbandingan berpasangan antar kriteria KPI pada proses gudang *storage*, selanjutnya dilakukan normalisasi serta perhitungan bobot prioritas dari masing-masing indikator KPI pada aktivitas gudang *storage* yang dihitung menggunakan bantuan *software* Microsoft Excel dan ditunjukkan pada Tabel 4.24.

Tabel 4. 24 Hasil Normalisasi antar Indikator KPI Storage dan Bobot Prioritas

KPI (Storage)	<i>Financial</i>	<i>Productivity</i>	<i>Utilization</i>	<i>Quality</i>	<i>Cycle Time</i>	Total Weight Matriks	Bobot Prioritas
<i>Financial</i>	0,111	0,182	0,045	0,167	0,100	0,605	0,121
<i>Productivity</i>	0,111	0,182	0,273	0,167	0,200	0,932	0,186
<i>Utilization</i>	0,333	0,091	0,136	0,167	0,100	0,827	0,165
<i>Quality</i>	0,222	0,364	0,273	0,333	0,400	1,592	0,318
<i>Cycle Time</i>	0,222	0,182	0,273	0,167	0,200	1,043	0,209
Total	1	1	1	1	1	5	1

Kemudian dilanjutkan dengan perkalian matriks dengan bobot prioritas yang bersesuaian serta menjumlahkan baris setiap indikator KPI pada aktivitas *storage* yang ditunjukkan pada Tabel 2.25.

Tabel 4. 25 Total Perkalian Matriks dan Penjumlahan Baris Tiap KPI Storage

KPI (Storage)	<i>Financial</i>	<i>Productivity</i>	<i>Utilization</i>	<i>Quality</i>	<i>Cycle Time</i>	Jumlah
<i>Financial</i>	0,121	0,186	0,055	0,159	0,104	0,626
<i>Productivity</i>	0,121	0,186	0,331	0,159	0,209	1,006
<i>Utilization</i>	0,363	0,093	0,165	0,159	0,104	0,885
<i>Quality</i>	0,242	0,373	0,331	0,318	0,417	1,682
<i>Cycle Time</i>	0,242	0,186	0,331	0,159	0,209	1,127

Berdasarkan hasil penjumlahan baris diatas, selanjutnya dilakukan perhitungan lamda yang ditunjukkan pada Tabel 2.26.

Tabel 4. 26 Hasil Perhitungan Lamda pada Tiap Indikator KPI *Storage*

KPI (<i>Storage</i>)	Penjumlahan Baris Eigen Maks	Bobot Prioritas	Lamda
<i>Financial</i>	0,626	0,121	5,174
<i>Productivity</i>	1,006	0,186	5,397
<i>Utilization</i>	0,885	0,165	5,350
<i>Quality</i>	1,682	0,318	5,282
<i>Cycle Time</i>	1,127	0,209	5,402
Total		1	26,605

Berdasarkan rumus persamaan (32) untuk perhitungan Lamda Max, maka didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\lambda_{maks} = \frac{\sum \lambda}{n} = \frac{26,605}{5} = 5,321$$

Dilanjutkan dengan perhitungan indeks konsistensi (CI) sesuai dengan rumus persamaan (33).

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = \frac{5,321 - 5}{5 - 1} = 0,080$$

Pada perhitungan nilai konsistensi rasio (CR) sesuai rumus persamaan (34), dengan nilai indeks konsistensi acak (RI) pada Tabel 2.4 yakni untuk ukuran matriks 5 adalah 1,12 sehingga nilai konsistensi rasio (CR) adalah sebagai berikut:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,080}{1,12} = 0,072$$

Sehingga bobot prioritas serta konsistensi rasio (CR) pada aktivitas proses gudang dapat ditunjukkan pada Tabel 4.27.

Tabel 4. 27 Bobot Kepentingan Indikator KPI *Storage* dan Nilai CR

KPI (<i>Storage</i>)	Bobot Prioritas	CR
<i>Financial</i>	0,121	0,072
<i>Productivity</i>	0,186	
<i>Utilization</i>	0,165	
<i>Quality</i>	0,318	
<i>Cycle Time</i>	0,209	

Berdasarkan perhitungan konsistensi rasio (CR) pada Tabel 4.27 maka didapatkan nilai CR sebesar 0,072 yang artinya nilai hasil pembobotan yang dilakukan telah konsisten karena memenuhi ketentuan ($CR \leq 0,1$).

d. Indikator KPI *Order Picking*

Berdasarkan Tabel 4.5 yang menunjukkan data matriks perbandingan berpasangan antar kriteria KPI pada proses gudang *order picking*, selanjutnya adalah melakukan normalisasi serta perhitungan bobot prioritas dari masing-masing indikator KPI pada aktivitas gudang *order picking* yang dihitung dengan bantuan *software* Microsoft Excel ditunjukkan pada Tabel 4.28.

Tabel 4. 28 Hasil Normalisasi antar Indikator KPI *Order Picking* dan Bobot Prioritas

KPI (<i>Order Picking</i>)	<i>Financial</i>	<i>Productivity</i>	<i>Utilization</i>	<i>Quality</i>	<i>Cycle Time</i>	Total Weight Matriks	Bobot Prioritas
<i>Financial</i>	0,133	0,111	0,077	0,250	0,167	0,7380	0,148
<i>Productivity</i>	0,267	0,222	0,308	0,250	0,167	1,2132	0,243
<i>Utilization</i>	0,267	0,111	0,154	0,125	0,167	0,8233	0,165
<i>Quality</i>	0,067	0,111	0,154	0,125	0,167	0,6233	0,125
<i>Cycle Time</i>	0,267	0,444	0,308	0,250	0,333	1,6021	0,320
Total	1	1	1	1	1	5	1

Selanjutnya dilakukan perhitungan perkalian matriks dengan bobot prioritas yang bersesuaian serta menjumlahkan baris setiap indikator KPI pada aktivitas gudang *order picking* yang ditunjukkan pada Tabel 4.29.

Tabel 4. 29 Total Perkalian Matriks dan Penjumlahan Baris Tiap KPI *Order Picking*

KPI (<i>Order Picking</i>)	<i>Financial</i>	<i>Productivity</i>	<i>Utilization</i>	<i>Quality</i>	<i>Cycle Time</i>	Jumlah
<i>Financial</i>	0,148	0,121	0,082	0,249	0,160	0,761
<i>Productivity</i>	0,295	0,243	0,329	0,249	0,160	1,277
<i>Utilization</i>	0,295	0,121	0,165	0,125	0,160	0,866
<i>Quality</i>	0,074	0,121	0,165	0,125	0,160	0,645
<i>Cycle Time</i>	0,295	0,485	0,329	0,249	0,320	1,680

Berdasarkan hasil penjumlahan baris diatas, maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan lamda yang ditunjukkan pada Tabel 4.30.

Tabel 4. 30 Hasil Perhitungan Lamda pada Tiap Indikator KPI *Order Picking*

KPI (<i>Order Picking</i>)	Penjumlahan Baris Eigen Maks	Bobot Prioritas	Lamda
<i>Financial</i>	0,761	0,148	5,154
<i>Productivity</i>	1,277	0,243	5,262
<i>Utilization</i>	0,866	0,165	5,260
<i>Quality</i>	0,645	0,125	5,171
<i>Cycle Time</i>	1,680	0,320	5,242
Total		1	26,089

Berdasarkan rumus persamaan (32) untuk perhitungan Lamda Max, maka didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\lambda_{maks} = \frac{\sum \lambda}{n} = \frac{26,089}{5} = 5,218$$

Dilanjutkan dengan perhitungan indeks konsistensi (CI) sesuai dengan rumus persamaan (33).

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n-1} = \frac{5,218-5}{5-1} = 0,054$$

Pada perhitungan nilai konsistensi rasio (CR) sesuai rumus persamaan (34), dengan nilai indeks konsistensi acak (RI) pada Tabel 2.4 yakni untuk ukuran matriks 5 adalah 1,12 sehingga nilai konsistensi rasio (CR) adalah sebagai berikut:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,054}{1,12} = 0,048$$

Sehingga bobot prioritas serta konsistensi rasio (CR) pada aktivitas proses gudang dapat ditunjukkan pada Tabel 4.31.

Tabel 4. 31 Bobot Kepentingan Indikator KPI *Order Picking* dan Nilai CR

KPI (<i>Order Picking</i>)	Bobot Prioritas	CR
<i>Financial</i>	0,148	0,048
<i>Productivity</i>	0,243	
<i>Utilization</i>	0,165	
<i>Quality</i>	0,125	
<i>Cycle Time</i>	0,320	

Berdasarkan perhitungan konsistensi rasio (CR) pada Tabel 4.31 maka didapatkan nilai CR sebesar 0,048 yang artinya nilai hasil pembobotan yang dilakukan telah konsisten karena memenuhi ketentuan ($CR \leq 0,1$).

e. Indikator KPI *Shipping*

Berdasarkan Tabel 4.6 yang menunjukkan data matriks perbandingan berpasangan antar kriteria KPI pada proses gudang *shipping*, selanjutnya adalah melakukan normalisasi serta perhitungan bobot prioritas dari masing-masing indikator KPI pada aktivitas gudang *shipping* yang dihitung dengan bantuan *software* Microsoft Excel dan ditunjukkan pada Tabel 4.32.

Tabel 4. 32 Hasil Normalisasi antar Indikator KPI *Shipping* dan Bobot Prioritas

KPI (<i>Shipping</i>)	<i>Financial</i>	<i>Productivity</i>	<i>Utilization</i>	<i>Quality</i>	<i>Cycle Time</i>	Total Weight Matriks	Bobot Prioritas
<i>Financial</i>	0,200	0,115	0,222	0,250	0,267	1,054	0,211
<i>Productivity</i>	0,400	0,231	0,222	0,125	0,400	1,378	0,276

KPI (Shipping)	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle Time	Total Weight Matriks	Bobot Prioritas
Utilization	0,100	0,115	0,111	0,125	0,067	0,518	0,104
Quality	0,200	0,462	0,222	0,250	0,133	1,267	0,253
Cycle Time	0,100	0,077	0,222	0,250	0,133	0,782	0,156
Total	1	1	1	1	1	5	1

Selanjutnya dilakukan perhitungan perkalian matriks dengan bobot prioritas bersesuaian serta menjumlahkan baris setiap indikator KPI *shipping* yang ditunjukkan pada Tabel 4.33.

Tabel 4. 33 Total Perkalian Matriks dan Penjumlahan Baris Tiap KPI *Shipping*

KPI (Shipping)	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle Time	Jumlah
Financial	0,211	0,138	0,207	0,253	0,313	1,122
Productivity	0,422	0,276	0,207	0,127	0,469	1,501
Utilization	0,105	0,138	0,104	0,127	0,078	0,552
Quality	0,211	0,551	0,207	0,253	0,156	1,379
Cycle Time	0,105	0,092	0,207	0,253	0,156	0,814

Berdasarkan hasil penjumlahan baris diatas, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan lamda yang ditunjukkan pada Tabel 4.34.

Tabel 4. 34 Hasil Perhitungan Lamda pada Tiap Indikator KPI *Shipping*

KPI (Shipping)	Penjumlahan Baris Eigen Maks	Bobot Prioritas	Lamda
Financial	1,122	0,211	5,323
Productivity	1,501	0,276	5,445
Utilization	0,552	0,104	5,325
Quality	1,379	0,253	5,442
Cycle Time	0,814	0,156	5,204
Total		1	26,740

Berdasarkan rumus persamaan (32) untuk perhitungan Lamda Max, maka didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\lambda_{maks} = \frac{\sum \lambda}{n} = \frac{26,740}{5} = 5,348$$

Dilanjutkan dengan perhitungan indeks konsistensi (CI) sesuai dengan rumus persamaan (33).

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = \frac{5,348 - 5}{5 - 1} = 0,087$$

Pada perhitungan nilai konsistensi rasio (CR) sesuai rumus persamaan (34), dengan nilai indeks konsistensi acak (RI) pada Tabel 2.4 yakni untuk ukuran matriks 5 adalah 1,12 sehingga nilai konsistensi rasio (CR) adalah sebagai berikut:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,087}{1,12} = 0,078$$

Sehingga bobot prioritas serta konsistensi rasio (CR) pada aktivitas proses gudang dapat ditunjukkan pada Tabel 4.35.

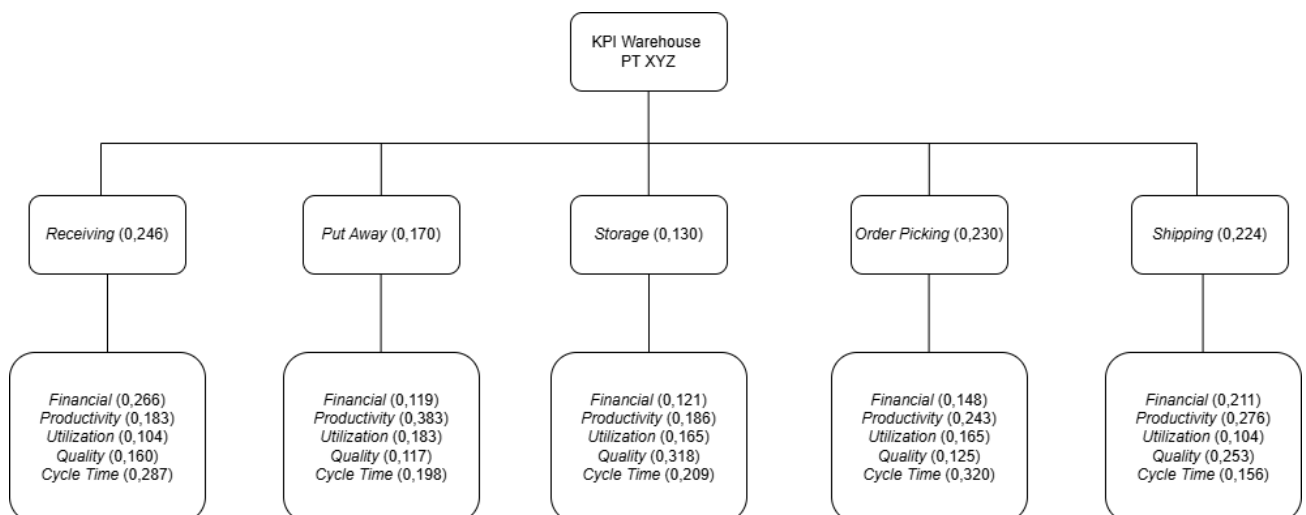
Tabel 4. 35 Bobot Kepentingan Indikator KPI *Shipping* dan Nilai CR

KPI (<i>Shipping</i>)	Bobot Prioritas	CR
<i>Financial</i>	0,211	0,078
<i>Productivity</i>	0,276	
<i>Utilization</i>	0,104	
<i>Quality</i>	0,253	
<i>Cycle Time</i>	0,156	

Berdasarkan perhitungan konsistensi rasio (CR) pada Tabel 4.35 maka didapatkan nilai CR sebesar 0,078 yang artinya nilai hasil pembobotan yang dilakukan telah konsisten karena memenuhi ketentuan ($CR \leq 0,1$).

4.2.1.3 Hierarki Bobot KPI Gudang

Setelah dilakukan perhitungan bobot masing-masing indikator KPI gudang, langkah selanjutnya adalah menyusun hierarki KPI beserta bobot yang telah didapat berdasarkan hasil perhitungan. Struktur hierarki bobot KPI pada gudang perusahaan dapat ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Struktur Hierarki Bobot KPI *Warehouse* Perusahaan

Tabel 4.36 menunjukkan rangkuman seluruh bobot setiap indikator KPI yang telah dihitung menggunakan persamaan AHP. Hasil perhitungan bobot ini nantinya akan digunakan dalam melakukan perhitungan pengukuran kinerja gudang.

Tabel 4. 36 Bobot Setiap Indikator KPI

Bobot				
Proses	Proses	Indikator	Indikator KPI	Bobot
	<i>Warehouse</i>			
<i>Receiving</i>	0,246	<i>Financial</i>	<i>Receiving cost per line</i>	0,266
		<i>Productivity</i>	<i>Receipts per-man hour</i>	0,183
		<i>Utilization</i>	<i>%Dock door utilization</i>	0,104
		<i>Quality</i>	<i>%Receipts processed accurately</i>	0,160
		<i>Cycle Time</i>	<i>Receipts processing time per receipt</i>	0,287
<i>Put Away</i>	0,170	<i>Financial</i>	<i>Put away cost per line</i>	0,119
		<i>Productivity</i>	<i>Put away per-man hour</i>	0,383
		<i>Utilization</i>	<i>%Utilization of put away labor & equipment</i>	0,183
		<i>Quality</i>	<i>%Perfect putaways</i>	0,117
		<i>Cycle Time</i>	<i>Put away cycle time</i>	0,198
<i>Storage</i>	0,130	<i>Financial</i>	<i>Storage space cost per line</i>	0,121
		<i>Productivity</i>	<i>Inventory per square meter</i>	0,186
		<i>Utilization</i>	<i>%Location and cube occupied</i>	0,165
		<i>Quality</i>	<i>%Location without inventory discrepancies</i>	0,318
		<i>Cycle Time</i>	<i>Inventory day on hand</i>	0,209
<i>Order Picking</i>	0,230	<i>Financial</i>	<i>Picking cost per order line</i>	0,148
		<i>Productivity</i>	<i>Order lines picked per-man hour</i>	0,243
		<i>Utilization</i>	<i>%Utilization of picking labor and equipment</i>	0,165
		<i>Quality</i>	<i>%Perfect picking lines</i>	0,125
		<i>Cycle Time</i>	<i>Order picking cycle time</i>	0,320
<i>Shipping</i>	0,224	<i>Financial</i>	<i>Shipping cost per customer order</i>	0,211
		<i>Productivity</i>	<i>Orders prepared for shipment per-man hour</i>	0,276
		<i>Utilization</i>	<i>%Utilization of shipping docks</i>	0,104
		<i>Quality</i>	<i>%Perfect shipments</i>	0,253
		<i>Cycle Time</i>	<i>Warehouse order cycle time</i>	0,156

4.2.2 Pengukuran Kinerja Gudang

Setelah dilakukan perhitungan bobot tiap indikator KPI, selanjutnya adalah melakukan perhitungan pengukuran kinerja gudang melalui beberapa langkah perhitungan berdasarkan hasil wawancara dengan penanggung jawab gudang dan distribusi pada perusahaan. Pengukuran kinerja untuk masing-masing proses gudang adalah sebagai berikut:

4.2.2.1 *Receiving*

Pada aktivitas gudang *receiving*, dalam melakukan perhitungan kriteria KPI *financial*, *productivity*, *utilization*, *quality*, *order picking*, dan *shipping* dihitung berdasarkan data KPI *warehouse* yang ditunjukkan pada Tabel 4.7.

a. Kriteria *Receiving* x *Financial*

Dalam melakukan perhitungan biaya tenaga kerja dapat dilakukan dengan rumus persamaan (1) hingga (3).

$$\text{Upah per hari} = \frac{\text{Gaji bulanan}}{\text{Jumlah hari kerja per bulan}} = \frac{5.200.000}{26} = \text{Rp } 200.000/\text{hari}$$

$$\text{Upah per jam} = \frac{\text{Upah per hari}}{\text{Jam kerja per hari}} = \frac{200.000}{8} = \text{Rp } 25.000/\text{jam}$$

$$\text{Biaya per receiving} = \text{Upah per jam} \times \text{Jumlah karyawan} \times \text{Waktu per Receiving}$$

$$\text{Biaya per Receiving} = \text{Rp } 25.000 \times 2 \times 0,33 = \mathbf{16.500 \text{ per receiving}}$$

b. Kriteria *Receiving* x *Productivity*

Perhitungan produktivitas pada aktivitas *receiving* dilakukan dengan rumus (4) dan (5).

$$\text{Receipts per man hour} = \frac{\text{Jumlah pekerja}}{\text{Waktu per receiving}} = \frac{2}{0,33} = 6,06$$

$$\text{Produktivitas per receiving} = \frac{1}{\text{Receipts per man-hour}} = \frac{1}{6,06} = \mathbf{0,165}$$

c. Kriteria *Receiving* x *Utilization*

Perhitungan pemanfaatan *utilization* pada aktivitas *receiving* dapat dilakukan dengan rumus persamaan (6).

$$\%Utilization = \frac{\text{Luas area penerimaan}}{\text{Luas keseluruhan area gudang}} \times 100\% = \frac{75}{750} \times 100\% = \mathbf{10\%}$$

d. Kriteria *Receiving* x *Quality*

Dalam perhitungan kualitas pada aktivitas *receiving* dapat dilakukan dengan rumus persamaan (7).

$$\%Good\ Receive = 100\% - \%Material\ Return$$

Dengan data *cancels goods receive* dalam 1 bulan = 0 (tidak ada barang yang dikembalikan saat proses *receiving*) sehingga $\%Material\ Return = 0\%$

$$\%Good\ Receive = 100\% - 0\% = \mathbf{100\%}$$

e. Kriteria *Receiving* x *Cycle Time*

Lamanya waktu (*cycle time*) dalam menangani 1 kali *receiving* = 20 menit = **0,33 jam/receiving**

4.2.2.2 Put Away

Pada aktivitas gudang *put away*, dalam melakukan perhitungan kriteria KPI *financial*, *productivity*, *utilization*, *quality*, *order picking*, dan *shipping* dihitung berdasarkan data KPI *warehouse* yang ditunjukkan pada Tabel 4.8.

a. Kriteria *Put Away* x *Financial*

Dalam mengukur biaya per penempatan barang (*Put Away Cost per Line*) dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan biaya tenaga kerja melalui rumus persamaan (1), (2), serta (8).

$$\text{Upah per hari} = \frac{\text{Gaji bulanan}}{\text{Jumlah hari kerja per bulan}} = \frac{5.200.000}{26} = \text{Rp } 200.000/\text{hari}$$

$$\text{Upah per jam} = \frac{\text{Upah per hari}}{\text{Jam kerja per hari}} = \frac{\text{Rp } 200.000}{8} = \text{Rp } 25.000/\text{jam}$$

$$\text{Biaya per put away} = \text{Upah per jam} \times \text{Jumlah karyawan} \times \text{Waktu per put away}$$

$$\text{Biaya per put away} = \text{Rp } 25.000 \times 2 \times 0,5 = \mathbf{25.000 \text{ per put away}}$$

b. Kriteria *Put Away* x *Productivity*

Untuk mengukur jumlah *put away* per jam dapat menggunakan rumus persamaan (9).

$$\text{Put Away per man hour} = \frac{\text{Jumlah put away dalam sehari}}{\text{Total jam kerja}} = \frac{5}{8} = \mathbf{0,625}$$

c. Kriteria *Put Away* x *Utilization*

Dalam mengukur persentase pemanfaatan ruang gudang untuk *put away* dapat menggunakan rumus persamaan (10).

$$\%Utilization = \frac{\text{Luas area put away yang digunakan}}{\text{Luas keseluruhan area gudang}} \times 100\% = \frac{60}{750} \times 100\% = \mathbf{8\%}$$

d. Kriteria *Put Away* x *Quality*

Perhitungan *quality* dapat dilakukan dengan mengukur *perfect put away* (penempatan barang tanpa kesalahan) menggunakan rumus persamaan (11).

$$\%Perfect\ Put\ Aways = 100\% - \%Kesalahan\ Put\ Away$$

Dengan data jumlah barang yang salah tempat (*misplaced*) = 0 unit, sehingga % kesalahan Put Away = 0%

$$\%Perfect\ Put\ Aways = 100\% - 0\% = \mathbf{100\%}$$

e. Kriteria *Put Away* x *Cycle Time*

Lamanya waktu (*Cycle Time*) dalam menangani 1 kali *Put Away* = 30 menit = **0,5 jam/put away**

4.2.2.3 *Storage*

Pada aktivitas *storage*, dalam melakukan perhitungan kriteria KPI *financial*, *productivity*, *utilization*, *quality*, *order picking*, dan *shipping* dihitung berdasarkan data KPI *Warehouse* yang ditunjukkan pada Tabel 4.9.

a. Kriteria *Storage* x *Financial*

Dalam perhitungan *financial* dapat dilakukan dengan mengukur biaya penyimpanan per item (*Storage Cost per Item*) dengan rumus persamaan (12) dan (13).

$$\text{Biaya simpan/item} = \frac{\text{Luas tanah} \times \text{Harga tanah per } m^2}{\text{Jumlah material stock di gudang}} = \frac{450 \times 3.300.000}{9.500} = \text{Rp } 156.316 \text{ per item}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost penyimpanan/item} &= \frac{\text{Total biaya tetap per bulan}}{\text{Jumlah material stock di gudang}} + \text{Biaya simpan/item} = \\ &= \frac{75.000.000}{9.500} + \text{Rp } 156.316 = \mathbf{\text{Rp } 164.211} \end{aligned}$$

b. Kriteria *Storage* x *Productivity*

Productivity pada aktivitas *storage* dapat diketahui dengan *inventory per square meter*, dengan luas area yang digunakan untuk penyimpanan barang sebesar **250 m²**

c. Kriteria *Storage* x *Utilization*

Untuk mengukur persentase pemanfaatan ruang gudang untuk *storage* dapat dilakukan dengan rumus persamaan (15).

$$\%Utilization = \frac{\text{Luas area penyimpanan yang digunakan}}{\text{Luas keseluruhan area gudang}} \times 100\% = \frac{250}{750} \times 100\% = 33\%$$

d. Kriteria *Storage* x *Quality*

Perhitungan *quality* pada aktivitas *storage* dapat dilakukan sebagai berikut:

$$\%Good\ Storage = 100\% - \%Misplaced\ Items$$

Dengan data jumlah barang yang salah tempat (*misplaced*) = 0 unit (tidak ada barang yang salah tempat), sehingga $\% Misplaced\ Items = 0\%$

$$\%Good\ Storage = 100\% - 0\% = \mathbf{100\%}$$

e. Kriteria *Storage* x *Cycle Time*

Waktu penyimpanan material ditargetkan secepatnya keluar dari gudang, jika diasumsikan dalam hari = 3 hari

4.2.2.4 Order Picking

Pada aktivitas gudang *order picking*, dalam melakukan perhitungan kriteria KPI *financial*, *productivity*, *utilization*, *quality*, *order picking*, dan *shipping* dihitung berdasarkan data KPI *Warehouse* yang ditunjukkan pada Tabel 4.10.

a. Kriteria *Order Picking* x *Financial*

Perhitungan *financial* pada aktivitas *order picking* dapat dilakukan dengan mengukur biaya per proses *order picking* menggunakan rumus persamaan (16).

$$Order\ Picking\ Cost = \text{Gaji per jam} \times \text{Waktu per } order\ picking \times \text{Jumlah pekerja}$$

$$Order\ Picking\ Cost = \text{Rp } 25.000 \times 1,5 \times 2 = \mathbf{\text{Rp } 75.000 \text{ per } order\ picking}$$

b. Kriteria *Order Picking* x *Productivity*

Untuk mengukur *productivity* pada aktivitas *order picking* dapat dilakukan dengan mengukur jumlah *order picking* per jam kerja menggunakan rumus persamaan (17).

$$Order\ Picking\ per\ man\ hour = \frac{\text{Jumlah } order\ picking}{\text{Waktu per } order\ picking} = \frac{1}{1,5} = \mathbf{0,67}$$

c. Kriteria *Order Picking* x *Utilization*

Dalam menghitung persentase pemanfaatan gudang pada *order picking* dapat menggunakan rumus persamaan (18).

$$\%Utilization = \frac{\text{Luas area } order\ picking \text{ yang digunakan}}{\text{Luas keseluruhan area gudang}} \times 100\% = \frac{100}{750} \times 100\% = \mathbf{13\%}$$

d. Kriteria *Order Picking* x *Quality*

Perhitungan *quality* pada *order picking* dapat dilakukan dengan rumus persamaan (19) dan (20).

$$\begin{aligned}\% \text{Kesalahan Order Picking} &= \frac{\text{Jumlah order picking yang salah}}{\text{Total order picking}} \times 100\% \\ &= \frac{35.670}{85.900} \times 100\% = 41\% \\ \% \text{Perfect Order Picking} &= 100\% - 41\% = \mathbf{59\%}\end{aligned}$$

e. Kriteria *Order Picking* x *Cycle Time*

Waktu yang dibutuhkan (*cycle time*) untuk menyelesaikan 1 *order picking* = 60 menit = **1,5 jam**

4.2.2.5 Shipping

Pada aktivitas gudang *shipping*, dalam melakukan perhitungan kriteria KPI *financial*, *productivity*, *utilization*, *quality*, *order picking*, dan *shipping* dihitung berdasarkan data KPI *Warehouse* yang ditunjukkan pada Tabel 4.11.

a. Kriteria *Shipping* x *Financial*

Perhitungan *financial* pada aktivitas *shipping* dapat dilakukan dengan rumus persamaan (21).

$$\begin{aligned}\text{Shipping Cost} &= \text{Gaji per jam} \times \text{Waktu per shipping} \times \text{Jumlah pekerja} \\ \text{Shipping Cost} &= \text{Rp } 25.000 \times 0,5 \times 2 = \mathbf{\text{Rp } 25.000 \text{ per shipping}}\end{aligned}$$

b. Kriteria *Shipping* x *Productivity*

Dalam perhitungan produktivitas pada aktivitas *shipping* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus persamaan (22).

$$\text{Shipping per man hour} = \frac{\text{Jumlah shipping}}{\text{Waktu per shipping}} = \frac{1}{0,5} = \mathbf{2}$$

c. Kriteria *Shipping* x *Utilization*

Dalam menghitung persentase pemanfaatan ruang gudang untuk *shipping* dapat dilakukan dengan rumus persamaan (23).

$$\% \text{Utilization} = \frac{\text{Luas area shipping yang digunakan}}{\text{Luas keseluruhan area gudang}} \times 100\% = \frac{50}{750} \times 100\% = \mathbf{7\%}$$

d. Kriteria *Shipping* x *Quality*

Pada perhitungan *quality* pada aktivitas *shipping* yaitu kesaahan dalam proses *shipping* dapat dilakukan dengan rumus persamaan (24) dan (25).

$$\%Kesalahan Shipping = \frac{\text{Jumlah Shipping yang salah}}{\text{Total Shipping}} \times 100\% = \frac{0}{95.000} \times 100\% = 0\%$$

$$\%Perfect Shipping = 100\% - 0\% = \mathbf{100\%}$$

e. Kriteria *Shipping* x *Cycle Time*

Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan 1 kali *shipping* = 30 menit = **0,5 jam**

Berdasarkan hasil perhitungan masing-masing KPI yang telah dilakukan, Tabel 4.37 menunjukkan rangkuman data hasil perhitungan KPI *warehouse* pada perusahaan.

Tabel 4. 37 KPI *Warehouse* Perusahaan

Proses	Indikator	Rata-rata			Kategori
		Pencapaian Aktual	Min	Max	
Receiving	<i>Financial</i>	16.500	10.000	20.000	<i>Lower is Better</i>
	<i>Productivity</i>	0,165	0,1	0,4	<i>Larger is Better</i>
	<i>Utilization</i>	10	5	20	<i>Larger is Better</i>
	<i>Quality</i>	100	80	100	<i>Larger is Better</i>
	<i>Cycle Time</i>	0,33	0,33	0,5	<i>Lower is Better</i>
Put Away	<i>Financial</i>	25.000	20.000	30.000	<i>Lower is Better</i>
	<i>Productivity</i>	0,625	0,5	1	<i>Larger is Better</i>
	<i>Utilization</i>	8	5	10	<i>Larger is Better</i>
	<i>Quality</i>	100	80	100	<i>Larger is Better</i>
	<i>Cycle Time</i>	0,5	0,33	1	<i>Lower is Better</i>
Storage	<i>Financial</i>	164.211	150.000	180.000	<i>Lower is Better</i>
	<i>Productivity</i>	250	200	450	<i>Larger is Better</i>
	<i>Utilization</i>	33	30	70	<i>Larger is Better</i>
	<i>Quality</i>	100	80	100	<i>Larger is Better</i>
	<i>Cycle Time</i>	4	2	5	<i>Lower is Better</i>
Order Picking	<i>Financial</i>	75.000	60.000	80.000	<i>Lower is Better</i>
	<i>Productivity</i>	0,67	0,5	1	<i>Larger is Better</i>

Proses	Indikator	Rata-rata			Kategori
		Pencapaian Aktual	Min	Max	
Shipping	<i>Utilization</i>	13	10	20	<i>Larger is Better</i>
	<i>Quality</i>	59%	50%	100%	<i>Larger is Better</i>
	<i>Cycle Time</i>	1,5	0,5	2	<i>Lower is Better</i>
	<i>Financial</i>	25.000	15.000	30.000	<i>Lower is Better</i>
	<i>Productivity</i>	2	1	4	<i>Larger is Better</i>
	<i>Utilization</i>	7	5	10	<i>Larger is Better</i>
	<i>Quality</i>	100	80	100	<i>Larger is Better</i>
	<i>Cycle Time</i>	0,5	0,33	0,75	<i>Lower is Better</i>

4.2.3 Normalisasi Bobot Indikator KPI Warehouse dengan SNORM

Langkah selanjutnya, untuk menyeragamkan bobot setiap indikator KPI warehouse, maka dilakukan proses normalisasi parameter menggunakan SNORM seperti yang ditunjukkan pada rumus persamaan (26) dan (27). Proses perhitungan normalisasi bobot indikator dilakukan dengan bantuan *software* Microsoft Excel, hasil normalisasi bobot indikator KPI warehouse pada perusahaan dengan SNORM ditunjukkan pada Tabel 4.38.

Tabel 4. 38 Normalisasi Bobot Indikator KPI Warehouse dengan SNORM

Proses	Indikator	Rata-rata			Kategori	SNORM
		Pencapaian Aktual	Min	Max		
Receiving	<i>Financial</i>	16.500	10.000	20.000	<i>Lower is Better</i>	35,00
	<i>Productivity</i>	0,165	0,1	0,4	<i>Larger is Better</i>	21,67
	<i>Utilization</i>	10	5	20	<i>Larger is Better</i>	33,33
	<i>Quality</i>	100	80	100	<i>Larger is Better</i>	100,00
	<i>Cycle Time</i>	0,33	0,33	0,5	<i>Lower is Better</i>	100,00
Put Away	<i>Financial</i>	25.000	20.000	30.000	<i>Lower is Better</i>	50,00
	<i>Productivity</i>	0,625	0,5	1	<i>Larger is Better</i>	25,00
	<i>Utilization</i>	8	5	10	<i>Larger is Better</i>	60,00
	<i>Quality</i>	100	80	100	<i>Larger is Better</i>	100,00
	<i>Cycle Time</i>	0,5	0,33	1	<i>Lower is Better</i>	74,63

Proses	Indikator	Rata-rata			Kategori	SNORM
		Pencapaian Aktual	Min	Max		
Storage	<i>Financial</i>	164.211	150.000	180.000	<i>Lower is Better</i>	52,63
	<i>Productivity</i>	250	200	450	<i>Larger is Better</i>	20,00
	<i>Utilization</i>	33	30	70	<i>Larger is Better</i>	7,50
	<i>Quality</i>	100	80	100	<i>Larger is Better</i>	100,00
	<i>Cycle Time</i>	4	2	5	<i>Lower is Better</i>	33,33
Order Picking	<i>Financial</i>	75.000	60.000	80.000	<i>Lower is Better</i>	25,00
	<i>Productivity</i>	0,67	0,5	1	<i>Larger is Better</i>	34,00
	<i>Utilization</i>	13	10	20	<i>Larger is Better</i>	30,00
	<i>Quality</i>	59%	50%	100%	<i>Larger is Better</i>	18,00
	<i>Cycle Time</i>	1,5	0,5	2	<i>Lower is Better</i>	33,33
Shipping	<i>Financial</i>	25.000	15.000	30.000	<i>Lower is Better</i>	33,33
	<i>Productivity</i>	2	1	4	<i>Larger is Better</i>	33,33
	<i>Utilization</i>	7	5	10	<i>Larger is Better</i>	40,00
	<i>Quality</i>	100	80	100	<i>Larger is Better</i>	100,00
	<i>Cycle Time</i>	0,5	0,33	0,75	<i>Lower is Better</i>	59,52

4.2.4 Perhitungan Nilai Akhir Kinerja Gudang Perusahaan

Setelah dilakukan seluruh perhitungan maka dapat dilanjutkan dengan pengukuran nilai akhir kinerja gudang perusahaan yang dapat dilakukan dengan menggunakan rumus persamaan (28) dan dihitung dengan bantuan *software* Microsoft Excel. Perhitungan nilai akhir kinerja gudang ditunjukkan pada Tabel 4.39.

Tabel 4. 39 Perhitungan Nilai Akhir Kinerja Gudang Perusahaan

Proses	Bobot Proses	Indikator	SNORM	Bobot KPI	Nilai Performa Indikator	Nilai Performa Warehouse	Nilai Performa Warehouse x Bobot Kriteria	Total Performa Warehouse
Receiving	0,246	<i>Financial</i>	35,00	0,266	9,30			
		<i>Productivity</i>	21,67	0,183	3,96			
		<i>Utilization</i>	33,33	0,104	3,46	61,48	15,124	49,817
		<i>Quality</i>	100,00	0,160	16,03			
		<i>Cycle Time</i>	100,00	0,287	28,72			

Proses	Bobot Proses	Indikator	SNORM	Bobot KPI	Nilai Performa Indikator	Nilai Performa Warehouse	Nilai Performa Warehouse x Bobot Kriteria	Total Performa Warehouse
<i>Put Away</i>	0,170	<i>Financial</i>	50,00	0,119	5,96			
		<i>Productivity</i>	25,00	0,383	9,57			
		<i>Utilization</i>	60,00	0,183	10,99	52,96	9,004	
		<i>Quality</i>	100,00	0,117	11,66			
		<i>Cycle Time</i>	74,63	0,198	14,78			
<i>Storage</i>	0,130	<i>Financial</i>	52,63	0,121	6,37			
		<i>Productivity</i>	20,00	0,186	3,73			
		<i>Utilization</i>	7,50	0,165	1,24	50,13	6,517	
		<i>Quality</i>	100,00	0,318	31,84			
		<i>Cycle Time</i>	33,33	0,209	6,96			
<i>Order Picking</i>	0,230	<i>Financial</i>	25,00	0,148	3,69			
		<i>Productivity</i>	34,00	0,243	8,25			
		<i>Utilization</i>	30,00	0,165	4,94	29,80	6,855	
		<i>Quality</i>	18,00	0,125	2,24			
		<i>Cycle Time</i>	33,33	0,320	10,68			
<i>Shipping</i>	0,224	<i>Financial</i>	33,33	0,211	7,03			
		<i>Productivity</i>	33,33	0,276	9,19			
		<i>Utilization</i>	40,00	0,104	4,15	54,99	12,317	
		<i>Quality</i>	100,00	0,253	25,34			
		<i>Cycle Time</i>	59,52	0,156	9,29			

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 4.39, hasil perhitungan nilai akhir kinerja atau performa gudang perusahaan ditunjukkan pada Tabel 4.40.

Tabel 4. 40 Hasil Perhitungan Nilai Akhir Kinerja Gudang Perusahaan

Proses	Nilai Akhir Tiap Proses Gudang	Total Nilai Akhir Kinerja Gudang
<i>Receiving</i>	61,480	
<i>Put Away</i>	52,963	
<i>Storage</i>	50,134	49,817
<i>Order Picking</i>	29,805	
<i>Shipping</i>	54,988	

BAB V

PEMBAHASAN

8.1 Pengukuran Kinerja Gudang

Pengukuran kinerja gudang suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor PT. XYZ dilakukan dengan menggunakan metode *Key Performance Indicator* Frazelle Model serta pembobotan dengan metode *Analytical Hierarchy Process*. Pengukuran kinerja dilakukan pada alur aktivitas utama *warehouse* yaitu mulai dari *receiving*, *put away*, *storage*, *order picking* hingga *shipping*, yang dimana dalam setiap tahapan atau aktivitas tersebut terdapat lima indikator utama yaitu *financial*, *productivity*, *utilization*, *quality*, dan *cycle time* yang menjadi acuan dalam mengukur kinerja gudang.

Hal ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kinerja gudang perusahaan, mendeteksi peluang perbaikan, serta memastikan kelancaran operasional berjalan dengan optimal. Untuk mendapatkan nilai kinerja gudang dilakukan tahapan pengolahan dengan beberapa langkah atau metode seperti *Analytical Hierarchy Process*, KPI Frazelle model, serta normalisasi dengan SNORM.

Pengukuran kinerja gudang dilakukan menggunakan KPI karena mampu mengukur kinerja operasional gudang secara terukur dan objektif berdasarkan indikator-indikator tertentu. Selain itu, penerapan KPI juga membantu dalam mengidentifikasi aspek operasional gudang yang masih memerlukan perbaikan guna meningkatkan efisiensi dan efektivitas aktivitas pergudangan. Selanjutnya, penggunaan AHP dilakukan untuk menentukan tingkat kepentingan atau bobot pada setiap indikator KPI sehingga prioritas indikator yang paling memengaruhi kinerja gudang dapat diketahui secara lebih terstruktur.

8.1.1 *Analytical Hierarchy Process*

Tahap AHP diterapkan untuk memperoleh bobot prioritas pada setiap indikator dan aktivitas dalam variabel KPI yang dinilai. Data AHP diperoleh melalui kuisisioner perbandingan berpasangan yang diisi oleh seorang *expert* perusahaan yaitu penanggung jawab bagian gudang dan distribusi pada perusahaan. Penggunaan satu orang *expert* dalam pengisian kuisisioner AHP pada penelitian ini dilakukan karena pihak tersebut memiliki kewenangan serta keterlibatan secara langsung dalam seluruh kegiatan operasional gudang. Responden dinilai memahami alur penyimpanan, pengambilan, dan distribusi barang, serta mengetahui berbagai kondisi dan

permasalahan yang terjadi pada gudang perusahaan, sehingga dapat memberikan penilaian yang sesuai terhadap tingkat kepentingan setiap indikator kinerja.

Berdasarkan hasil perhitungan bobot AHP, pada aktivitas gudang *receiving* diperoleh bobot 0,246, dengan masing-masing bobot pada indikator *financial* sebesar 0,266, *productivity* 0,183, *utilization* 0,104, *quality* 0,160, dan *cycle time* sebesar 0,287. Kemudian pada aktivitas *put away* diperoleh bobot sebesar 0,170, dengan masing-masing bobot pada indikator *financial* sebesar 0,119, *productivity* 0,383, *utilization* 0,183, *quality* 0,117, dan *cycle time* sebesar 0,198. Selanjutnya, diperoleh bobot aktivitas *storage* sebesar 0,130, dengan masing-masing bobot pada indikator *financial* sebesar 0,121, *productivity* 0,186, *utilization* 0,165, *quality* 0,318, dan *cycle time* sebesar 0,209. Pada aktivitas *order picking* diperoleh bobot sebesar 0,230, dengan masing-masing bobot pada indikator *financial* sebesar 0,148, *productivity* 0,243, *utilization* 0,165, *quality* 0,125, dan *cycle time* sebesar 0,320. Pada aktivitas terakhir yaitu *shipping* diperoleh bobot indikator sebesar 0,224, dengan masing-masing bobot pada indikator *financial* sebesar 0,211, *productivity* 0,276, *utilization* 0,104, *quality* 0,253, dan *cycle time* sebesar 0,156.

8.1.2 Nilai Kinerja Gudang

Pengukuran kinerja gudang dilakukan untuk mengevaluasi tingkat pencapaian operasional gudang serta mengetahui nilai kinerja atau nilai performa gudang berdasarkan hasil perhitungan. Pengukuran ini dilakukan menggunakan indikator KPI sehingga dapat merepresentasikan secara menyeluruh berbagai proses yang berlangsung pada gudang. Pengukuran tersebut dapat mempermudah perusahaan dalam mengidentifikasi proses penting pada aktivitas gudang yang dapat membantu perusahaan dalam merancang strategi atau langkah yang harus diambil dalam meningkatkan kinerja gudang perusahaan.

Tabel 5. 1 Nilai Kinerja Gudang

Proses	Bobot Proses	Indikator	SNORM	Bobot KPI	Nilai Performa Indikator	Nilai Performa Warehouse	Nilai Performa Warehouse x Bobot Kriteria	Total Performa Warehouse
Receiving	0,246	<i>Financial</i>	35,00	0,266	9,30			49,817
		<i>Productivity</i>	21,67	0,183	3,96			
		<i>Utilization</i>	33,33	0,104	3,46	61,48	15,124	
		<i>Quality</i>	100,00	0,160	16,03			
		<i>Cycle Time</i>	100,00	0,287	28,72			
Put Away	0,170	<i>Financial</i>	50,00	0,119	5,96	52,96	9,004	

Proses	Bobot Proses	Indikator	SNORM	Bobot KPI	Nilai Performa Indikator	Nilai Performa Warehouse	Nilai Performa Warehouse x Bobot Kriteria	Total Performa Warehouse			
Storage	0,130	Productivity	25,00	0,383	9,57	50,13	6,517				
		Utilization	60,00	0,183	10,99						
		Quality	100,00	0,117	11,66						
		Cycle Time	74,63	0,198	14,78						
		Financial	52,63	0,121	6,37						
	Order Picking	0,230	Productivity	20,00	0,186				3,73	29,80	6,855
			Utilization	7,50	0,165				1,24		
			Quality	100,00	0,318				31,84		
			Cycle Time	33,33	0,209				6,96		
			Financial	25,00	0,148				3,69		
Shipping	0,224	Productivity	34,00	0,243	8,25	54,99	12,317				
		Utilization	30,00	0,165	4,94						
		Quality	18,00	0,125	2,24						
		Cycle Time	33,33	0,320	10,68						
		Financial	33,33	0,211	7,03						

Tabel 5. 2 Klasifikasi Nilai Kinerja

Interval Nilai Kinerja	Indikator
< 40	Poor
40 – 50	Marginal
50 – 70	Average
70 – 90	Good
> 90	Excellent

Berdasarkan hasil perhitungan nilai kinerja gudang pada Tabel 5.1, dapat diketahui bahwa perusahaan memperoleh nilai performa atau kinerja gudang secara keseluruhan yaitu sebesar 49,817. Nilai total kinerja gudang sebesar 49,817 termasuk dalam kategori “Marginal” yaitu berada pada interval 40-50. Pembulatan nilai pada proses pengukuran kinerja ini tidak dapat dilakukan, karena setiap skor diperoleh melalui indikator-indikator terukur yang mencerminkan kondisi aktual lapangan. Sehingga, nilai sebesar 49,817 tidak dapat dibulatkan menjadi 50,

karena dengan memasukkan kedalam kategori rata-rata berpotensi mengubah tingkat urgensi perbaikan yang seharusnya dilakukan.

Nilai kinerja sebesar 49,817 tersebut belum sesuai dengan target yang diharapkan oleh perusahaan, diketahui berdasarkan hasil wawancara perusahaan mengharapkan agar tingkat kinerja gudang berada pada kategori “Good”, yaitu dalam kisaran nilai 70-90. Nilai kinerja pada kategori tersebut menunjukkan bahwa operasional gudang perusahaan saat ini masing belum sepenuhnya memenuhi target yang ditetapkan, sehingga memerlukan upaya perbaikan. Hal ini dapat dipengaruhi oleh nilai performa tiap aktivitas gudang yang menyebabkan nilai akhir kinerja gudang dapat menjadi rendah. Aktivitas gudang yang memiliki nilai kinerja rendah terdapat pada aktivitas *order picking* dan *storage*. Sehingga, kedua aktivitas tersebut menjadi fokus prioritas aktivitas pilihan yang memerlukan evaluasi utama.

Pemilihan fokus perbaikan didasarkan pada besarnya pengaruh kedua indikator tersebut pada masing-masing aktivitas terhadap rendahnya nilai kinerja gudang secara keseluruhan. Aktivitas *storage* memperoleh nilai 50,13 yang berada pada batas kategori rata-rata dan belum mencapai target yang ditetapkan perusahaan. Pemilihan perbaikan pada aktivitas *storage* ini juga diperkuat oleh adanya indikator dengan nilai terendah yaitu pada indikator *utilization* sebesar 1,24 yang mengindikasikan bahwa pemanfaatan ruang dan sistem penataan barang yang belum optimal. Sementara itu, aktivitas *order picking* memiliki nilai performa paling rendah, yaitu sebesar 29,80. Kondisi ini menunjukkan bahwa permasalahan pada *order picking* bersifat krusial dan memerlukan penanganan segera, terutama pada indikator *quality* yang memiliki skor terendah sebesar 2,24 dan berpengaruh langsung terhadap ketepatan pengambilan barang serta persiapan barang sebelum pengirimkan. Secara kuantitatif, kedua indikator tersebut memiliki nilai kinerja paling rendah pada masing-masing aktivitas, sehingga memberikan kontribusi signifikan terhadap rendahnya nilai akhir kinerja gudang.

Hal tersebut diperkuat oleh hasil observasi langsung pada lapangan serta wawancara dengan karyawan gudang perusahaan, diketahui bahwa pengaturan barang di lokasi penyimpanan masih belum mencapai tingkat optimal. Suku cadang yang telah diproduksi tidak memiliki tempat penyimpanan yang tetap, beberapa suku cadang diletakkan dalam satu pallet yang sama dengan suku cadang yang berbeda tipe. Selain itu, peletakan pallet berisi suku cadang tidak tertata dengan baik, misalnya dalam satu baris pallet berisi suku cadang *pin* masih terselip beberapa palet dari suku cadang selain *pin*, sehingga terdapat juga pallet yang kosong

karena beberapa jenis suku cadang diletakkan dalam satu pallet yang sama. Sementara pada pallet juga belum dilengkapi label visual yang memadai.

Kondisi ini sejalan dengan skor utilitas yang rendah pada aktivitas *storage* yaitu sebesar 1,24, yang mana hal ini dapat mengakibatkan proses pengambilan barang ketika terdapat permintaan menjadi kurang efisien serta sering menimbulkan kesulitan bagi operator dalam mencari item yang diperlukan sehingga memicu timbulnya kesalahan pengambilan serta penyiapan barang dan dapat mempengaruhi kualitas aktivitas *order picking* yang selaras dengan nilai rendah pada indikator *quality* dalam aktivitas *order picking* sebesar 2,24. Rendahnya nilai performa atau kinerja pada aktivitas *order picking* memiliki pengaruh yang cukup besar karena proses tersebut merupakan proses krusial dalam rangkaian alur proses gudang sebelum pengiriman barang sesuai permintaan kepada konsumen serta dapat mempengaruhi efisiensi logistik dan tingkat kepuasan konsumen.

Secara keseluruhan, skor performa atau nilai kinerja gudang yang berada pada angka sebesar 49,817 mencerminkan kondisi operasional gudang yang belum efisien, dengan penyebab seperti tingkat produktivitas serta pemanfaatan yang kurang optimal pada *storage* serta kesalahan dalam penanganan pesanan menjadi indikator yang memerlukan penanganan perbaikan segera. Sehingga, perbaikan utama perlu difokuskan pada aktivitas *storage* dan *order picking* sebagai bagian paling utama. Langkah perbaikan ini dapat menjadi dasar kuat bagi perusahaan untuk melakukan peningkatan kinerja gudang secara jangka panjang dengan mengatasi masalah-masalah prioritas krusial terlebih dahulu.

8.2 Analisis Five Whys

Berdasarkan nilai keseluruhan kinerja gudang yang masih dalam kategori “*Marginal*” dan artinya perlu melakukan perbaikan agar operasional gudang dapat berjalan secara efisien dan efektif. Dengan diketahui bahwa terdapat dua aktivitas gudang yang paling berkontribusi pada rendahnya nilai kinerja gudang perusahaan, yaitu aktivitas *storage* pada indikator utilitas dan aktivitas *order picking* pada indikator *quality* yang memerlukan upaya perbaikan utama. Rendahnya nilai pada kedua aktivitas tersebut dapat dianalisis lebih lanjut dengan menggunakan *five whys* sebagai berikut:

a. Five Whys Aktivitas Storage pada Indikator Utilization

Tabel 5.3 menunjukkan analisa akar permasalahan pada aktivitas *storage* khususnya dalam indikator utilitas dengan menggunakan *Five Whys*.

Tabel 5. 3 *Five Whys Utilization* pada Aktivitas *Storage*

<i>Problem</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
Pemanfaatan Utilitas yang rendah pada aktivitas <i>storage</i>	Pemanfaatan ruang penyimpanan tidak optimal karena penataan pallet yang tidak teratur	Penyimpanan suku cadang tidak mengikuti pengelompokan area yang jelas	Dalam satu area penyimpanan terdapat pallet dengan berbagai jenis <i>part</i> suku cadang yang berbeda	Belum terdapat pembagian area penyimpanan berdasarkan jenis <i>part</i> suku cadang	Perusahaan belum menerapkan pengaturan zona penyimpanan yang terstandarisasi berdasarkan klasifikasi <i>part</i> suku cadang

Berdasarkan hasil analisis *Five Whys* pada permasalahan rendahnya pemanfaatan utilisasi pada aktivitas *storage*, diketahui bahwa akar masalah terdapat pada penataan pallet yang tidak teratur sehingga menyebabkan tidak optimalnya pemanfaatan ruang penyimpanan. Hal ini disebabkan karena penyimpanan suku cadang tidak mengikuti pengelompokan area yang jelas, misal dalam satu baris pallet berisi suku cadang *pin* masih terselip beberapa pallet dari jenis *part* suku cadang yang berbeda, yang mana hal ini dapat berdampak pada akses barang menjadi lebih sulit serta memerlukan waktu pencarian barang yang lebih lama.

b. *Five Whys* Aktivitas *Order Picking* pada Indikator *Quality*

Tabel 5.4 menunjukkan analisa akar permasalahan pada aktivitas *order picking* khususnya dalam indikator *quality* dengan menggunakan *Five Whys*.

Tabel 5. 4 *Five Whys Quality* pada Aktivitas *Order Picking*

<i>Problem</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
Pengambilan barang yang tidak sesuai dengan permintaan	Terjadi kesalahan dalam proses <i>picking</i> karena sulit mengidentifikasi	Operator sulit mengidentifikasi barang karena isi pallet tidak terorganisir dengan jelas	Banyak pallet berisi beberapa jenis suku cadang yang berbeda	Belum terdapat standar atau aturan pengelompokan isi pallet berdasarkan	Perusahaan belum menerapkan pelabelan pallet sesuai

<i>Problem</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
	suku cadang			jenis suku	jenis suku
	yang sesuai			cadang	cadang

Berdasarkan hasil analisis *Five Whys* pada permasalahan pengambilan barang yang tidak sesuai dengan permintaan, diketahui bahwa akar masalah terdapat pada terjadinya kesalahan dalam proses *picking* karena tidak tepat dalam mengidentifikasi suku cadang yang sesuai. Hal ini dapat disebabkan oleh operator yang salah menganalisis *part* atau jenis suku cadang karena isi pallet yang tidak teroganisir dengan jelas, dimana berdasarkan hasil pengamatan langsung pada gudang perusahaan diketahui dalam satu pallet bisa berisi beberapa jenis suku cadang yang berbeda. Selain itu, belum adanya label jenis atau *part* suku cadang pada pallet juga menjadi salah satu penyebab kesalahan dalam pengambilan barang. Operator melakukan proses *picking* berdasarkan ingatan atau kebiasaan kerja masing-masing yang dapat menimbulkan risiko kesalahan pengambilan barang yang berakhir pada ketidaksesuaian pengiriman barang ke pelanggan sesuai permintaan.

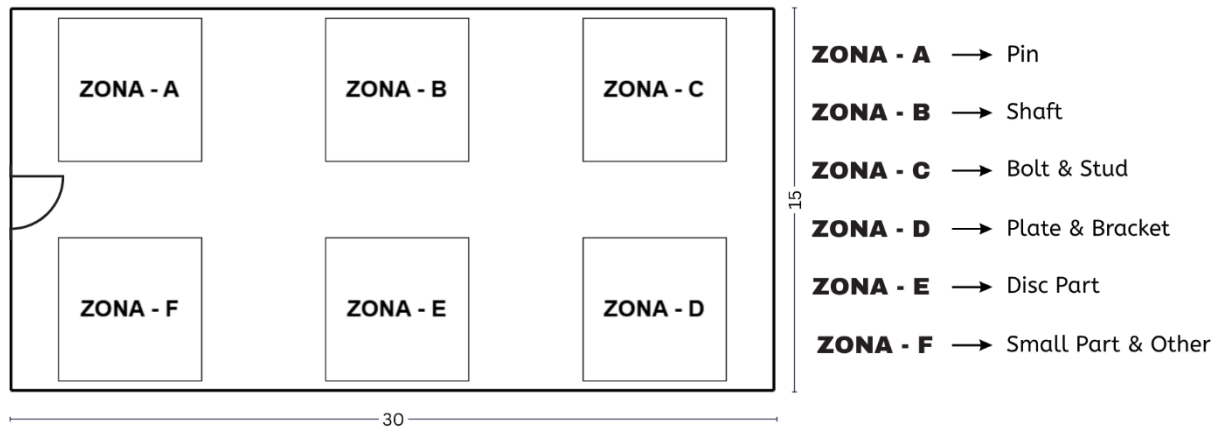
8.3 Usulan Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis akar penyebab masalah yang telah dilakukan menggunakan *Five Whys*. Salah satu permasalahan yang menyebabkan rendahnya nilai total kinerja gudang perusahaan terdapat pada indikator utilitas pada aktivitas *storage*. Permasalahan ini berkaitan dengan belum optimalnya penataan dan pengelompokan penyimpanan suku cadang. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, solusi usulan perbaikan yang dapat diberikan adalah melakukan *zoning* atau pembagian zona penyimpanan berdasarkan klasifikasi jenis *part* suku cadang.

Hal ini bertujuan untuk menciptakan pengaturan ruang penyimpanan yang lebih sistematis dan terstruktur, sehingga dapat membantu operator untuk mengenali dengan mudah barang atau suku cadang yang mereka butuhkan karena memiliki lokasi penyimpanan yang jelas dan konsisten. Selain itu, penerapan pembagian zona penyimpanan ini juga diharapkan mampu meningkatkan pemanfaatan ruang penyimpanan, mengurangi terjadinya penataan acak pallet antar jenis suku cadang, serta mendukung peningkatan kinerja operasional gudang secara keseluruhan. Usulan pembagian zona penyimpanan untuk gudang perusahaan dapat ditunjukkan pada Gambar 5.1.

DENAH ZONA GUDANG SUKU CADANG

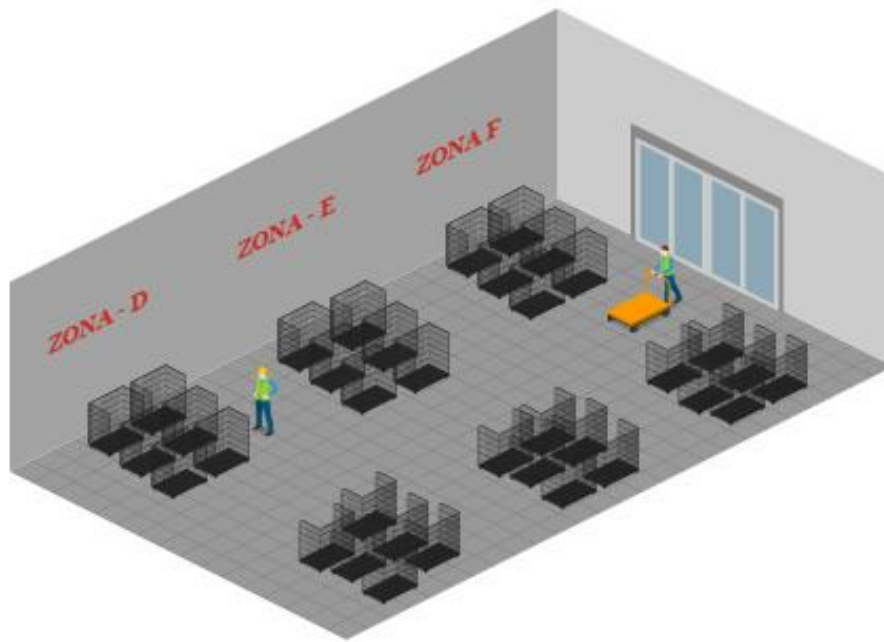
PT. XYZ



Gambar 5. 1 Usulan Pembagian Zona Penyimpanan

Gambar 5.1 menunjukkan usulan rancangan pembagian zona penyimpanan pada gudang perusahaan, diketahui area penyimpanan terbagi menjadi enam zona, yaitu zona A hingga Zona F dengan pembagian *part* pada tiap zona seperti yang telah ditetapkan. Penataan zona dilakukan dengan mempertimbangkan kemudahan akses dan efisiensi aliran perpindahan barang. Posisi tiap zona disusun sedemikian rupa untuk memaksimalkan pemanfaatan ruang serta mempermudah jalur pergerakan bagi operator. Dengan adanya pembagian zona ini diharapkan pemanfaatan *storage* dapat lebih maksimal serta dapat meningkatkan kinerja operasional gudang secara keseluruhan.

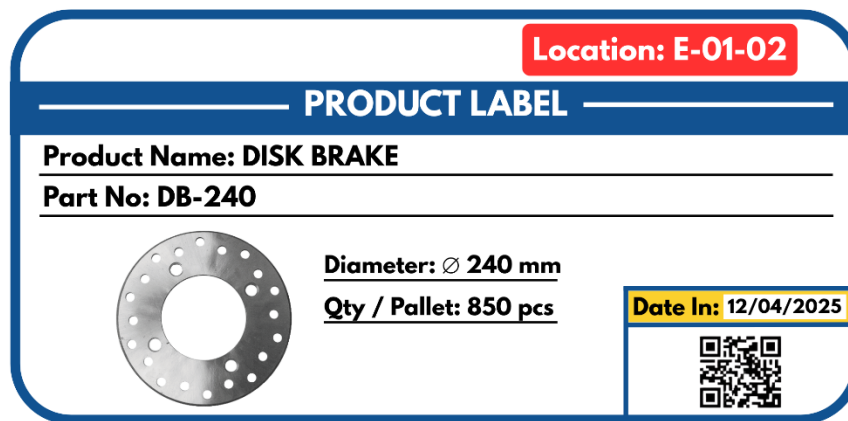
Selain pembagian zona penyimpanan, untuk mempermudah operator dalam mengenali area penyimpanan yang dituju saat melakukan penempatan pallet ke dalam *storage*, dapat diberikan penambahan label informasi untuk penandaan pembagian zona yang dapat diletakkan pada dinding atau titik-titik strategis pada *storage* agar setiap zona dapat diidentifikasi dengan jelas. Keberadaan penandaan area diharapkan dapat meningkatkan kemudahan navigasi bagi operator, mengurangi potensi kesalahan penempatan pallet, serta mendukung sistem penyimpanan yang lebih terstruktur dan organisir. Gambar 5.2 menunjukkan usulan penandaan zona pada area penyimpanan perusahaan.



Gambar 5. 2 Usulan Penandaan Zona Penyimpanan

Selanjutnya, permasalahan lain yang berkontribusi terhadap rendahnya nilai total kinerja gudang juga terdapat pada indikator *quality* dalam aktivitas *order picking*. Permasalahan ini berkaitan dengan kesalahan dalam proses *picking* yang disebabkan oleh belum adanya pengelompokan isi pallet serta tidak tersedianya pelabelan pallet sesuai jenis suku cadang. Kesalahan pengambilan barang sering terjadi disebabkan oleh kemiripan bentuk *part* suku cadang yang terletak pada satu pallet yang sama. Kondisi ini menimbulkan kesulitan bagi operator yang bekerja untuk mengidentifikasi dan menemukan jenis suku cadang yang dibutuhkan, sehingga meningkatkan potensi terjadinya kesalahan pengambilan barang.

Oleh karena itu, penerapan sistem pelabelan menjadi langkah perbaikan penting untuk dilakukan. Penerapan sistem pelabelan tidak hanya berfungsi sebagai identitas pallet, tetapi juga berperan dalam meningkatkan akurasi proses pengambilan dan pengiriman barang. Pelabelan pada pallet dapat mempermudah operator untuk menemukan barang yang dibutuhkan dengan cepat dan efisien. Pelabelan pallet yang tersusun secara sistematis dan informatif juga berperan penting dalam mendukung proses pelacakan serta perhitungan persediaan. Hal ini dapat mempermudah dalam pengelolaan inventaris, sehingga data stok dapat tercatat secara lebih akurat dan terkontrol. Gambar 5.3 menunjukkan contoh usulan pelabelan pada pallet suku cadang.



Gambar 5. 3 Usulan Pelabelan Palet Suku Cadang

Usulan pelabelan pada palet dirancang untuk meningkatkan kejelasan informasi dan kemudahan identifikasi suku cadang pada pallet di area penyimpanan. Label ini dapat memuat informasi utama terkait barang yang ada didalam pallet seperti nama produk, nomor *part*, jumlah barang per pallet, lokasi penyimpanan, tanggal masuk barang, serta QR code yang dapat digunakan untuk mengakses informasi detail secara digital. Desain label juga disusun dengan tata letak yang tepat dan penggunaan warna yang kontras sehingga dapat mudah dibaca oleh operator.

Dengan adanya pelabelan yang jelas pada pallet ini diharapkan proses pencarian, pengambilan barang, serta penempatan barang dapat dilakukan lebih cepat dan akurat. Terutama dapat meminimalkan risiko kesalahan pengambilan barang yang menjadi salah satu permasalahan penyebab rendahnya nilai kinerja gudang secara keseluruhan. Hal tersebut diharapkan tidak hanya mengurangi potensi kesalahan kerja, tetapi juga mendukung peningkatan efisiensi operasional dan pengendalian gudang pada perusahaan.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan KPI, diketahui nilai kinerja gudang yang diperoleh adalah sebesar 49,817 yang mana menurut klasifikasi nilai angka tersebut termasuk dalam kategori “Marginal” yang mencakup rentang nilai 40-50. Nilai kinerja pada kategori tersebut mengindikasikan bahwa kinerja gudang masih berada di bawah rata-rata serta aktivitas operasional gudang perusahaan belum sepenuhnya mampu memenuhi target yang telah diharapkan. Selain itu, hal tersebut mencerminkan kondisi operasional gudang yang masih memiliki sejumlah permasalahan yang memerlukan perbaikan lebih lanjut. Secara ideal perusahaan mengharapkan nilai kinerja gudang berada pada kategori “Good” atau berada pada rentang nilai 70-90. Target tersebut ditetapkan untuk memastikan tingkat produktivitas, efektivitas pelayanan, serta akurasi pengiriman barang dapat terjaga dan meningkat agar lebih optimal. Oleh karenanya, perusahaan memerlukan perbaikan dengan mengatasi permasalahan pada indikator-indikator gudang yang memiliki nilai kinerja paling rendah.
2. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa indikator pada aktivitas gudang yang mempengaruhi atau menjadi faktor rendahnya nilai kinerja gudang terdapat pada indikator *utilization* (1,24) pada aktivitas *storage* (50,13) dan indikator *quality* (2,24) pada aktivitas *order picking* (29,80). Kedua aktivitas tersebut menjadi fokus pertama dalam perbaikan. Aktivitas *storage* memiliki nilai utilisasi yang rendah dikarenakan kurang optimalnya pemanfaatan area penyimpanan akibat pallet yang tidak tertata secara rapi karena belum adanya penataan tetap. Sehingga, usulan perbaikan yang diberikan adalah pemberian sistem *zoning* atau pembagian zona penyimpanan untuk mengklasifikasikan pallet berdasarkan jenis *part* suku cadang. Selanjutnya, pada aktivitas *order picking* memiliki nilai *quality* yang rendah disebabkan sering terjadinya kesalahan pengambilan barang akibat belum adanya penandaan yang memadai untuk mengidentifikasi suku cadang pada pallet. Berdasarkan hal tersebut, usulan perbaikan yang diberikan adalah memberikan pelabelan suku cadang pada pallet. Dengan adanya perbaikan diharapkan dapat meningkatkan nilai kinerja gudang perusahaan secara keseluruhan.

6.2 Saran

Berikut merupakan saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan:

1. Bagi Perusahaan

Saran yang dapat diberikan kepada perusahaan adalah untuk melakukan perbaikan pada indikator dan aktivitas dengan nilai kinerja paling rendah. Perusahaan perlu mempertimbangkan untuk memberikan pembagian zona pada area penyimpanan untuk memaksimalkan pemanfaatan ruang penyimpanan. Selain itu, perusahaan juga perlu melakukan sistem pelabelan pada pallet untuk mempermudah identifikasi suku cadang sehingga meminimalkan kesalahan pengambilan yang berujung pada kesalahan pengiriman. Perusahaan juga diharapkan melakukan peninjauan lebih dalam terhadap sistem dan prosedur kerja pada gudang guna memaksimalkan aktivitas operasional gudang.

2. Bagi Penelitian Selanjutnya

Penggunaan model KPI *warehouse* berdasarkan model Frazelle (2002) telah mampu memberikan gambaran umum terkait kinerja gudang perusahaan saat ini melalui lima indikator utama. Namun, model tersebut masih bersifat umum dan belum mencakup aspek lain pada kinerja gudang, sehingga belum sepenuhnya mampu menggambarkan kondisi operasional gudang secara spesifik. Hal ini sejalan dengan Staudt et al. (2015) yang menunjukkan bahwa pengukuran kinerja juga dapat dikembangkan ke dalam indikator yang lebih luas yaitu *time*, *quality*, *cost*, dan *productivity* yang dipetakan berdasarkan aktivitas gudang seperti *receiving*, *storage*, *picking*, *shipping*, dan *delivery*. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat diarahkan pada pengembangan model kinerja yang lebih menyeluruh dengan memasukkan variabel atau indikator tambahan yang relevan, sehingga hasil pengukuran dapat memberikan gambaran kinerja yang lebih detail dan sesuai dengan kondisi operasional yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, M., Sundari, S., & Pakpahan, M. (2024). Pengaruh Key Performance Index Terhadap Motivasi Dan Kinerja Karyawan. *MASMAN : Master Manajemen*, 147-155.
- Aini, & Maulana, A. (2023). Sosialisasi Key Performance Indicator (KPI) Bagi Industri Dalam Mengukur Efektivitas Hasil Produksi. *JPMS (Jurnal Pengabdian Masyarakat Sehati)*, 9498.
- Akthar, S., & Ayadi, N. (2023). Warehouse Performance Measurement Using Edward H. Frazelle's Warehouse Key Performance Indicator . *Journal of Student Research* .
- Artley, W., & Stroh, S. (2001). *The Performance-Based Management: Estabilishing and Maintaining a Performance-Based Management Program*. California: University of California.
- Arvyanda, R., Fernandito, E., & Landung, P. (2023). Analisis Pengaruh Perbedaan Bahasa dalam Komunikasi Antarmahasiswa. *Jurnal Harmoni Nusa Bangsa*, 67-.
- Chiaraviglio, A., Grimaldi, S., Zenezini, G., & Rafele, C. (2025). Overall Warehouse Effectiveness (OWE): A New Integrated Performance Indicator for Warehouse Operations. *Logistics*.
- Chotimah, R. R., Purwanggono, B., & Susanty, A. (2017). Pengukuran Kinerja Rantai Pasok Menggunakan Metode SCOR dan AHP Pada Unit Pengantongan Pupuk Urea PT. Dwimatama Multikarsa Semarang. *Indutsrial Engineering Online Journal*.
- Chubb, C., Reilly, P., & Brown, D. (2011). *Performance Management Literature Review*. United Kingdom: Institute for Employment Studies.
- Darmasto, B., Kamaliah, & Agusti, R. (2014). Analisis Pengukuran Kinerja Perusahaan dengan Metode Balanced Scorecard (Studi pada PT XL Axiata Tbk - Jakarta). *Jurnal SOROT*, 70-85.
- Erpa, W. W., Muhsyaf, S. A., & Bayu, A. (2023). Design Of Balanced Scorecard-Based Performance Measurement System For Small And Medium Enterprises: Case Study On Cv Erpa Utama Lombok, NTB. *International Journal of Business and Quality Research*.
- Fadhilah, F., Suryawan, R. F., Suryaningsih, L., & Lestari, L. (2022). Teori Gudang Digunakan Dalam Proses Pergudangan (Tinjauan Empat Aspek). *Jurnal Transportasi, Logistik, dan Aviassi*, 153-156.
- Frazelle, E. (2002). *World-class Warehousing and Material Handling*. New York: McGraw-Hill.
- Ghaouta, A., Bouchti, A. E., & Okar, C. (2018). Key Performance Indicators of 3PL Moroccan Warehousing Company: A Case Study. *The Second International Workshop on Transportation and Supply Chain Engineering*.
- Glorya, C. F., & Setiafindari, W. (2023). Pengukuran Kinerja Supply Chain Menggunakan SCOR 12.0 Dan AHP. *Jurnal Teknik Industri* , 489-497.
- Hidayatuloh, S., Febriani, A., Samodro, G., & Indarwati, T. (2022). Improved Warehousing Performance Using the Frazelle Model in Pharmacies During a Covid-19 Pandemic. *Jurnal Teknik Industri*, 83-90.
- Ismail. (2020). *Pengukuran Kinerja SDM*. Banyumas: CV. Pena Persada.
- Junico, D. D., & Singgih, M. L. (2021). Designing Performance Measurement System for Animal Feed Company Using Balanced Scorecard and Analytical Hierarchy Process Metho. *Proceedings of the Second Asia Pacific International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 14-16.

- Kartika, Y., Novana, R., Dzikri, M., Hardiansyah, & sandra, R. (2011). Sistem Rantai Pasok Industri Minuman Soft Drink. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*.
- Kusrini, E., Asmarawati, C. I., Sari, G. M., Nurjanah, A., Kisanjani, A., Wibowo, S. A., & Prakoso, I. (2018). Warehousing performance improvement using Frazelle Model and per group benchmarking: A case study in retail warehouse in Yogyakarta and Central Java. *MATEC Web of Conferences*.
- Kusrini, E., Novendri, F., & Helia, V. N. (2018). Determining key performance indicators for warehouse performance measurement – a case study in construction materials warehouse. *MATEC Web of Conference*.
- Kusuma, Y., Sumarauw, J. S., & Wangke, S. J. (2017). Analisis Sistem Manajemen Pergudangan Pada CV. Sulawesi Pratama Manado. *Jurnal EMBA : Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 602-611.
- Laosirihongthong, T., Adebajo, D., Samaranayake, P., Subramanian, N., & Boon-itt, S. (2018). Prioritizing warehouse performance measures in contemporary supply chains. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 1703-1726.
- Lestari, I. E., & Herdian, F. (2025). Analisis Efektivitas Sistem Gudang Baru dalam Mengatasi Hambatan Proses Pergudangan Menggunakan Pendekatan Theory of Constraints (TOC). *Proceeding FRIMA (Festival Riset Ilmiah Manajemen dan Akuntansi)*, 1681-1687.
- Lin, C.-Y., Shih, F.-C., & Ho, Y.-H. (2023). Applying the Balanced Scorecard to Build Service Performance Measurements of Medical Institutions: An AHP-DEMATEL Approach. *International Journal of Environment Research and Public Health*.
- Lubis, P. I., & Kusumanto, I. (2018). Penilaian Kinerja Karyawan Menggunakan Metode Key Performance Indicators (KPI) (Studi Kasus: Cv. Bunda Bakery Pekanbaru). *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, 37-45.
- Ma'ruf, L. H. (2019). Strategi Optimalisasi Kapasitas Gudang di UD Ratno Jaya Kabupaten Gresik. *undergraduate thesis, Universitas Muhammadiyah Gresik*.
- Marco, A. D., & Mangano, G. (2011). Relationship between logistic service and maintenance costs of warehouses. *Facilities*, 411-421.
- Miles, D. A. (2017). A Taxonomy of Research Gaps: Identifying and Defining the Seven Research Gaps . *Doctoral Student Workshop: Finding Research Gaps - Research Methods and Strategies*.
- Munthafa, A. E., & Mubarak, H. (2017). Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process Dalam Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Mahasiswa Berprestasi. *Jurnal Siliwangi (Seri Sains dan Teknologi)*.
- Muttaqin, P. S., Margareta, W., & Zahira, A. D. (2022). Green warehouse performance monitoring system design using analytical hierarchy process and supply chain operation reference. *Applied Engineering and Technology*, 146-153.
- Nugraha, C. S., & Sari, R. N. (2024). Upaya Reduksi Searching Time Pada Area Gudang Penyimpanan Barang di PT LBP Dengan Metode 5S. *Jupiter: Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro dan Informatika*, 210-223.
- Nugroho, A. (2011). *Perancangan dan implementasi sistem basis data*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Nurwahidah, A., Sawal, A., Mulyadi, Afifudin, M. T., & Sari, H. (2021). Perancangan Key Performance Indicator (KPI) Sebagai Dasar Pengukuran Kinerja Karyawan di Gudang Sparepart PT XYZ. *ARIKA*.
- Parmenter, D. (2007). *Key Performance Indicators*. New Jersey: John Wiley & Sons.

- Pitoy, H. W., Jan, A. B., & Sumarauw, J. S. (2020). Analisis Manajemen Pergudangan Pada Gudang Paris Superstore Kotamobagu. *Jurnal EMBA*, 252-260.
- Pulansari, F., Dewi, S., Sholeha, F., & Anggraini, D. A. (2025). Performance measurement of Outbound Logistics in Fertilizer Industri Based on The Performance Prism Perspective. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*.
- Purnama, D. A., Novianto, D. D., & Haryanti, N. L. (2025). Measuring Supply Chain Performance and Developing Competitive Strategy on Small Medium Enterprise Craft Industry using SCOR-AHP Model. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 203-220.
- Puteri, M. A., Zabina, M. P., & Triputra, E. (2023). Telaah Sistem Manajemen Pergudangan Dalam Berbagai Metode Inventory. *Riset Sains Dan Teknologi Kelautan*.
- Qurtubi, Jalal, R. A., & Safitri, W. (2018). Analisis Kinerja Gudang dengan Pendekaan Key Performance Indicator (KPI) dan Analytical Hierachy Process (AHP). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 71-78 .
- Rahmatunnisa, I., Alycia, C. P., Maharani, R., Hilmi, R. A., Setiawan, H., Ramdani, M. R., & Anwar, S. (2024). Konsep dan Penerapan Key PerformanceIndicator Pada Perusahaan Jasa di Indonesia: Kajian Literatur. *Karimah Tauhid*.
- Rosyidah, M., Malfitrah, M. F., Putri, A. R., Patradhiani, R., & Oktarini, D. (2024). Analisis Pengukuran Kinerja Warehouse dengan Pendekatan Analytical Hierarchy Process dan Balanced Scorecard .
- Rumahorbo, E., Wahyuda, & Profita, A. (2021). Perancangan dan Pengukuran Kinerja Supply Chain dengan Menggunakan Metode SCOR. *MATRIK Jurnal Manajemen dan Teknik Industri-Produksi*, 1-14.
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2012). *Models, Methods, Concepts*. New York: Springer.
- Samuel, A. I., Jan, A. B., & Palandeng, I. D. (2023). Analisis Penerapan Manajemen Pergudangan Pada PT Trakindo Utama Manado. *Jurnal EMBA*, 677-685.
- Sandika, P., & Patradhiani, R. (2019). Analisis Pemilihan Kontraktor Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus Pembangunan Jembatan di Desa Karangan) . *Integrasi: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*.
- Sari, M. S., & Zefri, M. (2019). Pengaruh Akuntabilitas, Pengetahuan, dan Pengalaman Pegawai Negeri Sipil Beserta Kelompok Masyarakat (Pokmas) Terhadap Kualitas Pengelola Dana Kelurahan Di Lingkungan Kecamatan Langkapura. *Jurnal Ekonomi*, 308-315.
- Simarmata, A. Y., & Simarmata, J. (2024). nalysis of Warehouse's Performance (Shipping, Order Picking, Storage, Putaway, Receiving) to Achieve Effective and Efficient Performance (Financial, Productivity, Utilization, Quality, Cycle Time). *Dinasti International Journal of Education Management and Social Science (DIJEMSS)*, 364-372.
- Soemohadiwidjojo, A. T. (2015). *Panduan Praktis Menyusun Key Performance Undicator (KPI)*. Jakarta: Raih Asa Sukse.
- Staudt, F. H., Alpan, G., Mascolob, M. D., & Rodriguez, C. M. (2015). Warehouse performance measurement: a literature review. *International Journal of Production Research*, 5524-5544.
- Subtari, T. (2005). *Sistem Informasi Manajemen*. Yogyakarta: ANDI YOGYAKARTA.
- Sudaryanto. (2024). Peran KPI Dalam Mendorong Kinerja Karyawan dan Produktivitas Organisasi. *JIMaKeBiDi*.
- Sumarlan, A., & Setiadi, Y. W. (2022). Pengukuran Kinerja Perusahaan Berdasarkan Balance Scorecard Pada PT Asuransi Multi Artha Guna Tbk yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Ilmiah Akuntansi, Manajemen, dan Ekonomi Islam (JAM-EKIS)*.

- Sumiati. (2006). Pengukuran Performansi Supply Chain Perusahaan Dengan Pendekatan Supply Chain Operation Reference (SCOR) di PT. Madura Guano Industri (KAMAL-MADURA).
- Susanto, K. A., & Hasibuan, S. (2018). Seleksi Gudang Distribusi Pada Rantai Pasok Pelumas Menggunakan Multi Criteria Decision Making. *Operations Excellent* , 107-118.
- Syahputra, R., Suliawati, & Arfah, M. (2022). Pengukuran Kinerja Perusahaan dengan Menggunakan Metode Balanced Scorecard dan Importance Performance Analysis di UD. Mini Top Medan Johor. *Buletin Utama Teknik*.
- Trienekens, J., & Hvolby, H. (2000). *Performance Measurement and Improvement in Supply Chains*. Dublin: CINet Conference.
- Wahyu, A. A. (2014). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Bidang Keahlian Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus: Prodi PTI FT UNY).
- Wibisono, D. (2006). *Manajemen Kinerja: konsep, desain, dan teknik meningkatkan daya saing perusahaan*. Jakarta: Erlangga.
- Widyarto, A. (2012). Peran Supply Chain Management Dalam Sistem Produksi dan Operasi Perusahaan. *BENEFIT Jurnal Manajemen dan Bisnis*, 91-98.
- Wigati, D. T., Khoirani, A. B., Alsana, S., & Utama, D. R. (2017). Pengukuran Kinerja Supply Chain Dengan Menggunakan Supply Chain Operation Reference (SCOR) Berbasis Analytical Hierarchy Process (AHP) . *Journal Industrial Servicess* .
- Wulandari, R., Ridwan, A. Y., & Muttaqin, P. S. (2023). Halal Supply Chain Performance Measurement Model in Food Industry Using SCOR Model, AHP Method, and OMAX. *International Conference on Experimental and Computational Mechanics in Engineering*.
- Yuliawati, E., Ramadhoni, L., & Salsavira, N. L. (2022). Pengukuran Kinerja Departemen Gudang PT. Preshion Engineering Plastec Berdasarkan Sink's Seven Performance Criteria. *JIME (Journal of Industrial and Manufacture Engineering)*, 42-53 .
- Yunarto, H. I., & Santika, M. G. (2005). *Business Concept Implementation Series in Inventory Management*. Jakarta: Elex Media.
- Zain, Z. S., Farezan, A. R., Ghufro, M., & Sahara, S. (2023). Manajemen Gudang Di Era Industri 4.0: Tinjauan Literatur Dan Arah Penelitian Ke Masa Depan. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 587-592.

LAMPIRAN

A - Kuisisioner Pembobotan AHP

1. Pembobotan Antar Kriteria Kepentingan pada Proses *Warehouse*

[illegible]

3. Pembobotan Antar Kepentingan Proses *Warehouse* Terhadap Indikator KPI *Put Away*

[illegible]

5. Pembobotan Antar Kepentingan Proses *Warehouse* Terhadap Indikator KPI *Order Picking*

[illegible]

B – Perhitungan AHP

MATRIKS DAN UJI KONSISTENSI ANTAR KRITERIA																		
Proses	Receiving	Put Away	Storage	Order Picking	Shipping	Receiving	Put Away	Storage	Order Picking	Shipping	1	2	3	4 = 3/2	Sum 4/5	Sum 1/4	7	8 = 6/7
											Total Weight Matrix	eugen vector	Perkali an Matriks	Eugen Value	λ maks	CI	IR	CR
Receiving	1	2	2	1	1	0,250	0,308	0,250	0,222	0,200	1,230	0,246	1,300	5,285	5,2784	0,0696	1,1200	0,062
Put Away	1/2	1	2	1	1/2	0,125	0,154	0,250	0,222	0,100	0,851	0,170	0,895	5,268				
Storage	1/2	1	1	1	1/2	0,125	0,077	0,125	0,222	0,100	0,649	0,130	0,680	5,238				
Order Picking	1	1	1	1	2	0,250	0,154	0,125	0,222	0,400	1,151	0,230	1,184	5,316				
Shipping	1	2	2	1/2	1	0,250	0,308	0,250	0,111	0,200	1,119	0,224	1,185	5,296				
Total	4	7	8	5	5	1	1	1	1	1	5	1	5	26				
MATRIKS DAN UJI KONSISTENSI ALTERNATIF TERHADAP KRITERIA																		
KPI (Receiving)	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle Time	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle Time	1	2	3	4 = 3/2	Sum 4/5	Sum 1/4	7	8 = 6/7
											Total Weight Matrix	eugen vector	Perkali an Matriks	Eugen Value	λ maks	CI	IR	CR
Financial	1	2	2	3	1/2	0,231	0,333	0,222	0,400	0,143	1,329	0,266	1,464	5,506	5,3678	0,0919	1,1200	0,0821
Productivity	1/2	1	2	2	1/2	0,115	0,167	0,222	0,267	0,143	0,914	0,183	0,988	5,404				
Utilization	1/2	1/2	1	1/2	1/2	0,115	0,083	0,111	0,067	0,143	0,519	0,104	0,552	5,314				
Quality	1/3	1/2	2	1	1	0,077	0,083	0,222	0,133	0,286	0,802	0,160	0,835	5,210				
Cycle Time	2	2	2	1	1	0,462	0,333	0,222	0,133	0,286	1,436	0,287	1,552	5,405				
Total	4	6	9	8	4	1	1	1	1	1	5	1	5	27				
KPI (Put Away)	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle Time	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle Time	1	2	3	4 = 3/2	Sum 4/5	Sum 1/4	7	8 = 6/7
											Total Weight Matrix	eugen vector	Perkali an Matriks	Eugen Value	λ maks	CI	IR	CR
Financial	1	1/2	1/2	1	1/2	0,125	0,194	0,083	0,111	0,083	0,596	0,119	0,618	5,181	5,2614	0,0653	1,1200	0,058
Productivity	2	1	2	4	3	0,250	0,387	0,333	0,444	0,500	1,915	0,383	2,048	5,348				
Utilization	2	1/2	1	2	1/2	0,250	0,194	0,167	0,222	0,083	0,916	0,183	0,945	5,161				
Quality	1	1/4	1/2	1	1	0,125	0,097	0,083	0,111	0,167	0,583	0,117	0,621	5,329				
Cycle Time	2	1/3	2	1	1	0,250	0,129	0,333	0,111	0,167	0,990	0,198	1,047	5,288				
Total	8	3	6	9	6	1	1	1	1	1	5	1	5	26				
KPI (Storage)	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle Time	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle Time	1	2	3	4 = 3/2	Sum 4/5	Sum 1/4	7	8 = 6/7
											Total Weight Matrix	eugen vector	Perkali an Matriks	Eugen Value	λ maks	CI	IR	CR
Financial	1	1	1/3	1/2	1/2	0,111	0,182	0,045	0,167	0,100	0,605	0,121	0,626	5,174	5,321	0,080	1,120	0,072
Productivity	1	1	2	1/2	1	0,111	0,182	0,273	0,167	0,200	0,932	0,186	1,006	5,397				
Utilization	3	1/2	1	1/2	1/2	0,333	0,091	0,136	0,167	0,100	0,827	0,165	0,885	5,350				
Quality	2	2	2	1	2	0,222	0,364	0,273	0,333	0,400	1,592	0,318	1,682	5,282				
Cycle Time	2	1	2	1/2	1	0,222	0,182	0,273	0,167	0,200	1,043	0,209	1,127	5,402				
Total	9	6	7	3	5	1	1	1	1	1	5	1	5	27				
KPI (Order Picking)	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle Time	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle Time	1	2	3	4 = 3/2	Sum 4/5	Sum 1/4	7	8 = 6/7
											Total Weight Matrix	eugen vector	Perkali an Matriks	Eugen Value	λ maks	CI	IR	CR
Financial	1	1/2	1/2	2	1/2	0,133	0,111	0,077	0,250	0,167	0,738	0,148	0,761	5,154	5,2177	0,054	1,1200	0,049
Productivity	2	1	2	2	1/2	0,267	0,222	0,308	0,250	0,167	1,213	0,243	1,277	5,262				
Utilization	2	1/2	1	1	1/2	0,267	0,111	0,154	0,125	0,167	0,823	0,165	0,865	5,250				
Quality	1/2	1/2	1	1	1	0,067	0,111	0,154	0,125	0,167	0,623	0,125	0,645	5,171				
Cycle Time	2	2	2	2	1	0,267	0,444	0,308	0,250	0,333	1,602	0,320	1,680	5,242				
Total	8	5	7	8	3	1	1	1	1	1	5	1	5	26				
KPI (Shipping)	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle Time	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle Time	1	2	3	4 = 3/2	Sum 4/5	Sum 1/4	7	8 = 6/7
											Total Weight Matrix	eugen vector	Perkali an Matriks	Eugen Value	λ maks	CI	IR	CR
Financial	1	1/2	2	1	2	0,200	0,115	0,222	0,250	0,267	1,054	0,211	1,122	5,323	5,348	0,087	1,120	0,078
Productivity	2	1	2	1/2	3	0,400	0,231	0,222	0,125	0,400	1,378	0,276	1,501	5,445				
Utilization	1/2	1/2	1	1/2	1/2	0,100	0,115	0,111	0,125	0,067	0,518	0,104	0,552	5,325				
Quality	1	2	2	1	1	0,200	0,462	0,222	0,250	0,133	1,267	0,253	1,379	5,442				
Cycle Time	1/2	1/3	2	1	1	0,100	0,077	0,222	0,250	0,133	0,782	0,156	0,814	5,204				
Total	5	4	9	4	8	1	1	1	1	1	5	1	5	27				

C- Perhitungan Nilai Kinerja

Proses	Bobot Kriteria	Indikator	Rata-rata Pencapaian Aktual	Min	Max	Kategori	SNORM	Bobot	Nilai Performa Indikator	Nilai Performa Tiap Aktivitas Warehouse	Performa Warehouse x Bobot Kriteria	Performa Total Warehouse
Receiving	0,246	Financial	16.500	10.000	20.000	Lower is Better	35,00	0,266	9,30	61,48	15,124	49,817
		Productivity	0,165	0,1	0,4	Larger is Better	21,67	0,183	3,96			
		Utilization	10	5	20	Larger is Better	33,33	0,104	3,46			
		Quality	100	80	100	Larger is Better	100,00	0,160	16,03			
		Cycle Time	0,33	0,33	0,5	Lower is Better	100,00	0,287	28,72			
Put Away	0,170	Financial	25.000	20.000	30.000	Lower is Better	50,00	0,119	5,96	52,96	9,004	
		Productivity	0,625	0,5	1	Larger is Better	25,00	0,383	9,57			
		Utilization	8	5	10	Larger is Better	60,00	0,183	10,99			
		Quality	100	80	100	Larger is Better	100,00	0,117	11,66			
		Cycle Time	0,5	0,33	1	Lower is Better	74,63	0,198	14,78			
Storage	0,130	Financial	164.211	150.000	180.000	Lower is Better	52,63	0,121	6,37	50,13	6,517	
		Productivity	250	200	450	Larger is Better	20,00	0,186	3,73			
		Utilization	33	30	70	Larger is Better	7,50	0,165	1,24			
		Quality	100	80	100	Larger is Better	100,00	0,318	31,84			
		Cycle Time	4	2	5	Lower is Better	33,33	0,209	6,96			
Order Picking	0,230	Financial	75.000	60.000	80.000	Lower is Better	25,00	0,148	3,69	29,80	6,855	
		Productivity	0,67	0,5	1	Larger is Better	34,00	0,243	8,25			
		Utilization	13	10	20	Larger is Better	30,00	0,165	4,94			
		Quality	59%	50%	100%	Larger is Better	18,00	0,125	2,24			
		Cycle Time	1,5	0,5	2	Lower is Better	33,33	0,320	10,68			
Shipping	0,224	Financial	25.000	15.000	30.000	Lower is Better	33,33	0,211	7,03	54,99	12,317	
		Productivity	2	1	4	Larger is Better	33,33	0,276	9,19			
		Utilization	7	5	10	Larger is Better	40,00	0,104	4,15			
		Quality	100	80	100	Larger is Better	100,00	0,253	25,34			
		Cycle Time	0,5	0,33	0,75	Lower is Better	59,52	0,156	9,29			