

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil Gudang Suku Cadang PT Traktor Nusantara

Gudang suku cadang merupakan salah satu fasilitas pendukung operasional yang memiliki peran penting dalam menunjang aktivitas bisnis PT Traktor Nusantara, khususnya dalam mendukung kegiatan layanan purna jual dan distribusi komponen alat berat. Fasilitas ini berfungsi sebagai tempat penyimpanan berbagai komponen yang digunakan untuk kebutuhan perawatan, perbaikan, serta penggantian unit alat berat yang didistribusikan perusahaan. Keberadaan gudang suku cadang memungkinkan perusahaan menjaga ketersediaan komponen secara berkelanjutan sehingga proses pelayanan kepada pelanggan dapat berjalan dengan lancar dan tepat waktu. Gudang ini berada di lingkungan PT Traktor Nusantara Cabang Banjarmasin yang berlokasi di Jalan Ahmad Yani Km. 11,4, Gambut, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan, yang merupakan lokasi strategis untuk mendukung aktivitas distribusi dan pelayanan operasional perusahaan di wilayah tersebut.



Gambar 4.1 Gudang Suku Cadang PT Traktor Nusantara

Secara operasional, gudang suku cadang berperan sebagai pusat aktivitas logistik yang mengelola aliran barang mulai dari penerimaan hingga pendistribusian kepada pengguna. Aktivitas utama yang dilakukan meliputi penerimaan barang dari supplier atau prinsipal, proses penyimpanan barang sesuai kategori dan karakteristiknya, serta pendistribusian barang berdasarkan permintaan dari bagian operasional maupun pelanggan. Gudang memiliki beberapa area utama yang mendukung kelancaran aktivitas tersebut, seperti sorting area sebagai tempat penerimaan barang, area penyimpanan rak barang umum, rak heavy duty untuk komponen berukuran besar atau berat, warehouse room sebagai area administrasi, serta area

pendukung lainnya sesuai kebutuhan operasional. Pembagian area ini bertujuan untuk mempermudah pengelolaan barang, mempercepat proses pencarian, serta menjaga keteraturan penyimpanan.



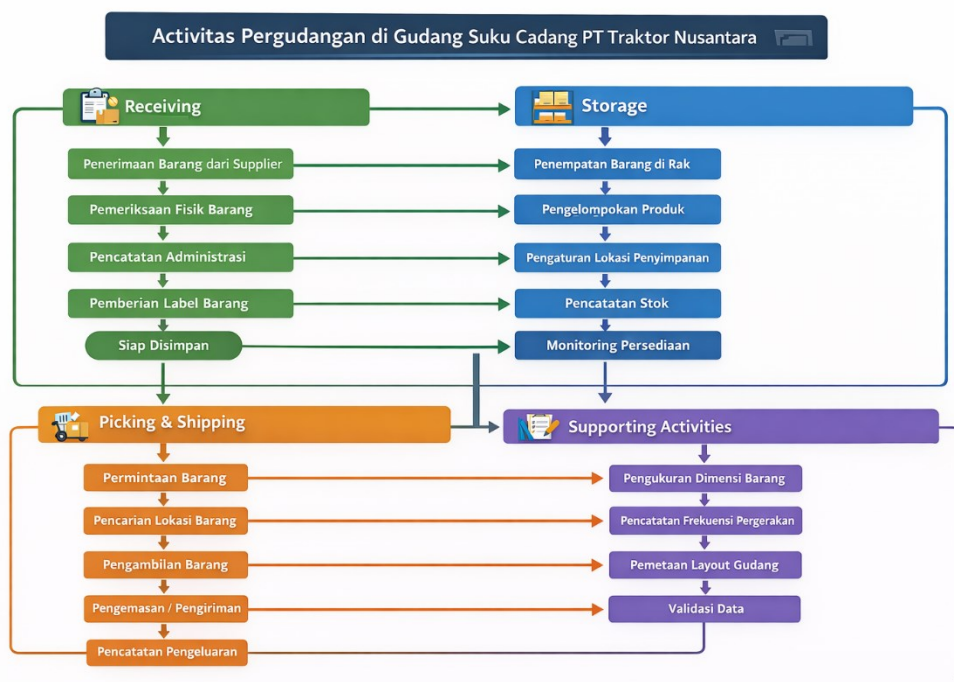
Gambar 4.2 Kondisi Gudang Suku Cadang PT Traktor Nusantara

Jenis spare part yang disimpan di gudang terdiri dari berbagai komponen dengan karakteristik yang beragam, mulai dari komponen berukuran kecil hingga komponen heavy duty yang memerlukan penanganan khusus. Perbedaan karakteristik tersebut menuntut adanya pengaturan penyimpanan yang tepat agar tidak terjadi kesalahan penempatan maupun kesulitan dalam proses pengambilan barang. Keberadaan gudang suku cadang menjadi elemen penting dalam menjaga kesinambungan operasional perusahaan karena ketersediaan komponen yang terjamin akan mendukung proses perawatan dan perbaikan unit secara efektif dan efisien. Dengan demikian, pengelolaan tata letak dan sistem penyimpanan yang baik di dalam gudang sangat diperlukan untuk meningkatkan efisiensi material handling serta mendukung kualitas pelayanan perusahaan kepada pelanggan.

4.1.2 Aktivitas Pergudangan PT Traktor Nusantara

Aktivitas pergudangan di Gudang Suku Cadang PT Traktor Nusantara merupakan rangkaian proses yang terintegrasi mulai dari penerimaan barang hingga distribusi kepada pengguna, yang didukung oleh berbagai aktivitas pendukung untuk memastikan kelancaran operasional. Proses diawali dengan kegiatan penerimaan barang (receiving), dimana spare part yang datang dari supplier atau prinsipal akan melalui tahapan pemeriksaan fisik, pencatatan administrasi, serta pemberian label sebelum dinyatakan siap untuk disimpan. Tahapan selanjutnya adalah proses penyimpanan barang (storage), yaitu penempatan barang pada lokasi penyimpanan yang sesuai berdasarkan kategori, ukuran, dan karakteristik produk baik pada rak

barang umum maupun rak heavy duty, yang disertai dengan pencatatan arus barang sebagai bentuk pengendalian persediaan. Setelah itu, proses pengambilan dan distribusi barang (picking dan shipping) dilakukan berdasarkan permintaan dari bagian operasional atau pelanggan, dimana petugas gudang mencari lokasi barang sesuai data penyimpanan, melakukan pengambilan, memindahkan barang ke area pengemasan atau pengiriman, serta mencatat pengeluaran barang untuk menjaga akurasi data stok. Seluruh proses utama tersebut didukung oleh aktivitas pendukung pergudangan yang meliputi pengukuran dimensi barang untuk kebutuhan analisis ruang penyimpanan, pencatatan frekuensi pergerakan barang sebagai dasar analisis throughput, pemetaan layout gudang untuk mengetahui posisi rak dan alur pergerakan material, serta validasi data bersama pihak gudang guna memastikan keakuratan informasi. Secara keseluruhan, aktivitas pergudangan yang terstruktur ini bertujuan untuk menjaga keteraturan penyimpanan, meningkatkan efisiensi aliran material, serta mendukung kelancaran operasional perusahaan dalam memenuhi kebutuhan suku cadang secara tepat waktu.



Gambar 4.3 Aktivitas pergudangan di Gudang Suku Cadang PT Traktor Nusantara

a. Proses Penerimaan Barang (*Receiving*)

Proses penerimaan barang merupakan tahapan awal dalam aktivitas pergudangan yang berfungsi untuk memastikan bahwa barang yang diterima sesuai dengan pesanan serta berada dalam kondisi yang baik. Pada gudang suku cadang PT Traktor Nusantara, proses receiving dilakukan terhadap setiap barang spare part yang datang dari supplier atau prinsipal sebelum

barang tersebut disimpan pada area penyimpanan. Tahapan ini menjadi bagian penting dalam menjaga akurasi data persediaan serta menjamin kualitas komponen yang akan digunakan dalam proses operasional perusahaan.

Setiap barang yang diterima akan melalui proses pemeriksaan awal untuk memastikan tidak terdapat kerusakan selama pengiriman. Setelah dilakukan pengecekan fisik, barang kemudian dicatat dalam sistem administrasi gudang untuk memastikan kesesuaian jumlah dan jenis barang dengan dokumen penerimaan. Barang selanjutnya diberi identitas atau label tertentu guna memudahkan proses penyimpanan, pencarian, serta penelusuran barang pada saat dibutuhkan. Proses receiving yang terstruktur ini membantu meningkatkan ketertiban pengelolaan persediaan serta meminimalkan kesalahan dalam pengelolaan barang di gudang.

Tabel 4.1 Aktivitas Proses Penerimaan Barang (Receiving) di Gudang Suku Cadang PT

Traktor Nusantara			
No	Tahapan Kegiatan	Uraian Kegiatan	Tujuan
1	Penerimaan Barang	Barang spare part diterima dari supplier atau prinsipal dan ditempatkan pada area sorting	Memastikan barang diterima sesuai jadwal pengiriman
2	Pemeriksaan Fisik	Dilakukan pengecekan kondisi fisik barang untuk memastikan tidak ada kerusakan selama proses pengiriman	Menjamin kualitas barang sebelum disimpan
3	Pencatatan Administrasi	Barang dicatat dalam sistem administrasi gudang sesuai jenis dan jumlah	Menjaga akurasi data persediaan
4	Pemberian Label	Barang diberi identitas atau label sesuai kategori penyimpanan	Memudahkan proses penyimpanan dan penelusuran
5	Persiapan Penyimpanan	Barang yang telah diperiksa dipindahkan ke area penyimpanan sesuai kategori	Memperlancar proses penyimpanan selanjutnya

b. Proses Penyimpanan Barang (*Storage*)

Proses penyimpanan barang merupakan tahapan lanjutan setelah barang diterima dan diperiksa pada area sorting. Pada tahap ini, barang yang telah dinyatakan sesuai akan ditempatkan pada lokasi penyimpanan yang telah ditentukan berdasarkan kategori, ukuran, serta karakteristik produk. Pengelolaan penyimpanan yang baik sangat penting untuk menjaga

keteraturan barang, mempermudah proses pencarian, serta mengoptimalkan pemanfaatan ruang gudang.

Penempatan barang pada gudang suku cadang PT Traktor Nusantara dilakukan dengan mempertimbangkan jenis dan karakteristik barang, dimana barang berukuran kecil dan ringan ditempatkan pada rak barang umum, sedangkan komponen dengan ukuran besar atau berat ditempatkan pada rak heavy duty. Pengaturan lokasi penyimpanan dilakukan secara sistematis agar proses pengambilan barang dapat dilakukan dengan lebih cepat dan efisien. Seluruh aktivitas penyimpanan didukung dengan pencatatan arus barang masuk dan keluar sebagai bentuk pengendalian persediaan sehingga kondisi stok dapat terpantau dengan baik.

Tabel 4.2 Aktivitas Proses Penyimpanan Barang (Storage) di Gudang Suku Cadang PT Traktor Nusantara

No	Tahapan Kegiatan	Uraian Kegiatan	Tujuan
1	Penempatan Barang	Barang yang telah diterima ditempatkan pada rak penyimpanan sesuai kategori produk	Menjaga keteraturan penyimpanan barang
2	Pengelompokan Barang	Penempatan barang dilakukan pada rak barang umum dan rak heavy duty sesuai ukuran dan berat	Memastikan kesesuaian lokasi dengan karakteristik barang
3	Pengaturan Lokasi	Dilakukan pengaturan posisi barang untuk memudahkan akses saat proses pengambilan	Meningkatkan efisiensi proses pencarian barang
4	Pencatatan Stok	Dilakukan pencatatan arus barang masuk dan keluar dalam sistem administrasi gudang	Mengontrol ketersediaan persediaan
5	Monitoring Persediaan	Gudang melakukan pengecekan berkala terhadap kondisi dan jumlah stok	Menjaga akurasi data dan kondisi barang

Berdasarkan Tabel 4.2, dapat diketahui bahwa proses penyimpanan barang di gudang suku cadang PT Traktor Nusantara dilakukan secara terstruktur melalui beberapa tahapan yang saling berkaitan, mulai dari penempatan barang hingga monitoring persediaan. Penempatan barang berdasarkan kategori serta pengelompokan sesuai ukuran dan berat menunjukkan adanya upaya pengelolaan ruang yang sistematis untuk menjaga keteraturan penyimpanan. Pengaturan lokasi penyimpanan yang dilakukan bertujuan untuk mempermudah akses saat proses pengambilan sehingga dapat mengurangi waktu pencarian barang dan meningkatkan

efisiensi operasional. Pencatatan arus barang masuk dan keluar menjadi bagian penting dalam pengendalian persediaan karena memungkinkan perusahaan memantau ketersediaan stok secara akurat. Secara keseluruhan, proses penyimpanan yang dilakukan menunjukkan bahwa gudang telah menerapkan pengelolaan persediaan yang cukup baik, namun pengaturan lokasi yang lebih optimal masih diperlukan untuk meningkatkan efisiensi aliran material dan pemanfaatan ruang secara maksimal.

c. Proses Pengambilan dan Distribusi Barang (*Picking dan Shipping*)

Proses pengambilan dan distribusi barang merupakan tahapan penting dalam aktivitas pergudangan yang berhubungan langsung dengan pemenuhan kebutuhan operasional maupun permintaan pelanggan. Pada gudang suku cadang PT Traktor Nusantara, proses ini dilakukan berdasarkan permintaan barang yang diajukan oleh bagian operasional atau pelanggan melalui sistem administrasi yang berlaku. Tahapan ini berperan dalam memastikan bahwa barang yang dibutuhkan dapat tersedia tepat waktu dan sesuai dengan jumlah yang diperlukan.

Petugas gudang akan mencari lokasi barang berdasarkan data penyimpanan yang tersedia, kemudian melakukan proses pengambilan barang dari rak penyimpanan. Barang yang telah diambil selanjutnya dipindahkan ke area pengemasan atau pengiriman untuk diproses lebih lanjut. Setelah proses pengambilan selesai, dilakukan pencatatan pengeluaran barang sebagai bagian dari pengendalian persediaan guna menjaga akurasi data stok. Proses picking dan shipping yang terstruktur akan membantu meningkatkan kelancaran distribusi barang serta mendukung efisiensi operasional gudang secara keseluruhan.

**Tabel 4.3 Aktivitas Proses Pengambilan dan Distribusi Barang (*Picking dan Shipping*)
di Gudang Suku Cadang PT Traktor Nusantara**

No	Tahapan Kegiatan	Uraian Kegiatan	Tujuan
1	Permintaan Barang	Pengambilan barang dilakukan berdasarkan permintaan dari bagian operasional atau pelanggan	Memastikan barang yang diambil sesuai kebutuhan
2	Pencarian Lokasi	Petugas gudang mencari lokasi barang berdasarkan data penyimpanan	Mempercepat proses pengambilan barang

3	Pengambilan Barang	Barang diambil dari rak penyimpanan sesuai permintaan	Memenuhi kebutuhan operasional dan pelanggan
4	Pemindahan ke Area Pengiriman	Barang dipindahkan ke area pengemasan atau pengiriman	Menyiapkan barang untuk proses distribusi
5	Pencatatan Pengeluaran	Dilakukan pencatatan pengeluaran barang dalam sistem administrasi	Menjaga akurasi data persediaan

Berdasarkan Tabel 4.3, proses pengambilan dan distribusi barang di gudang suku cadang PT Traktor Nusantara dilakukan melalui tahapan yang sistematis mulai dari permintaan barang hingga pencatatan pengeluaran. Proses pencarian lokasi barang berdasarkan data penyimpanan menunjukkan bahwa sistem pengelolaan gudang telah mendukung kemudahan akses terhadap barang yang dibutuhkan. Pemindahan barang ke area pengemasan atau pengiriman merupakan tahapan penting dalam memastikan barang siap didistribusikan sesuai permintaan. Pencatatan pengeluaran barang berperan dalam menjaga keakuratan data persediaan sehingga kondisi stok dapat terpantau dengan baik. Secara keseluruhan, proses picking dan shipping telah berjalan dengan cukup baik, namun efisiensi waktu pengambilan masih sangat dipengaruhi oleh pengaturan tata letak gudang sehingga diperlukan evaluasi lebih lanjut untuk meningkatkan kelancaran aliran material.

d. Aktivitas Pendukung Pergudangan

Aktivitas pendukung pergudangan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menunjang kelancaran proses utama pergudangan serta menyediakan data yang diperlukan dalam kegiatan analisis dan pengambilan keputusan. Pada gudang suku cadang PT Traktor Nusantara, aktivitas pendukung dilakukan untuk memastikan bahwa proses penyimpanan dan distribusi barang dapat berjalan secara efektif serta didukung oleh data yang akurat. Kegiatan ini menjadi bagian penting dalam mendukung pengelolaan gudang yang lebih terstruktur dan efisien.

Beberapa aktivitas pendukung yang dilakukan meliputi pengukuran dimensi barang untuk mengetahui kebutuhan ruang penyimpanan, pencatatan frekuensi pergerakan barang sebagai dasar perhitungan throughput, pemetaan layout gudang untuk mengetahui posisi rak dan alur pergerakan material, serta validasi data bersama pihak gudang untuk memastikan keakuratan informasi yang digunakan dalam analisis. Aktivitas pendukung ini berperan dalam menyediakan data yang diperlukan untuk evaluasi tata letak gudang serta perencanaan perbaikan sistem penyimpanan yang lebih optimal.

Tabel 4.4 Aktivitas Pendukung Pergudangan di Gudang Suku Cadang PT Traktor Nusantara

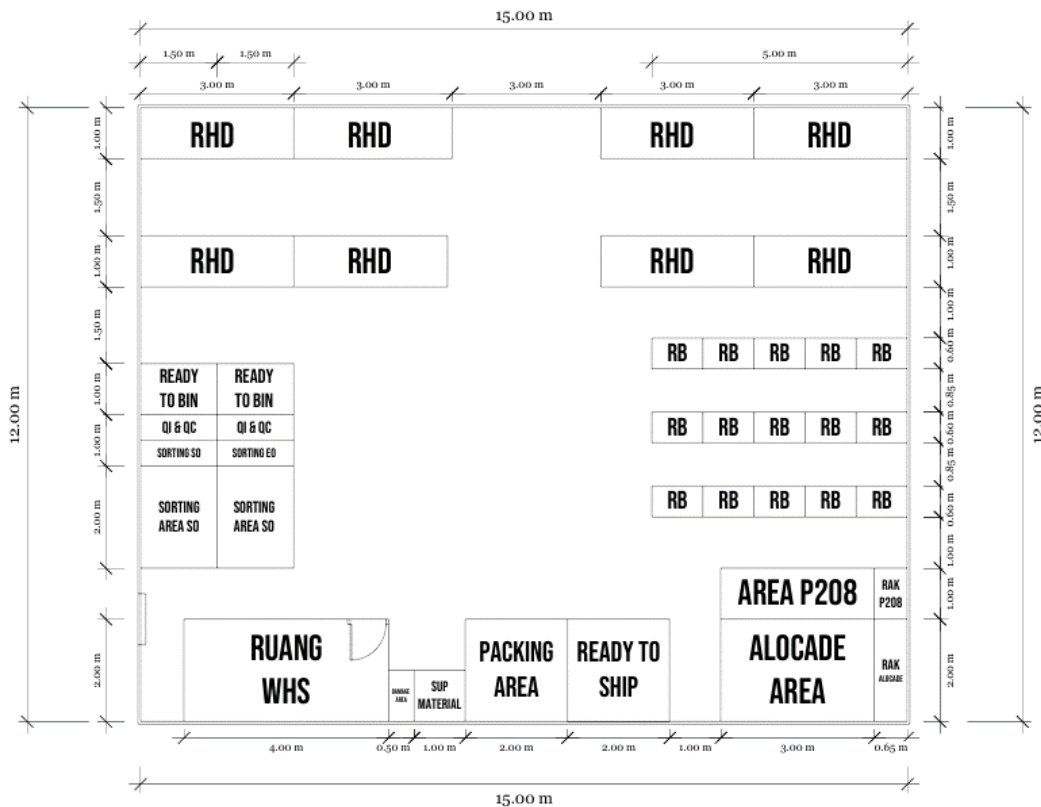
No	Tahapan Kegiatan	Uraian Kegiatan	Tujuan
1	Pengukuran Dimensi Barang	Dilakukan pengukuran ukuran kemasan atau box barang	Menentukan kebutuhan ruang penyimpanan
2	Pencatatan Frekuensi Pergerakan	Dilakukan pencatatan jumlah barang masuk dan keluar	Menjadi dasar analisis throughput
3	Pemetaan Layout Gudang	Dilakukan pemetaan posisi rak dan area gudang	Mengetahui alur pergerakan material
4	Validasi Data	Dilakukan pengecekan data bersama pihak gudang	Memastikan keakuratan informasi penelitian

Berdasarkan Tabel 4.4, aktivitas pendukung pergudangan memiliki peran yang penting dalam menyediakan data yang diperlukan untuk mendukung analisis tata letak gudang. Pengukuran dimensi barang memungkinkan perusahaan mengetahui kebutuhan ruang penyimpanan secara lebih akurat sehingga dapat membantu dalam pengaturan lokasi penyimpanan yang sesuai. Pencatatan frekuensi pergerakan barang memberikan gambaran mengenai tingkat aktivitas setiap produk yang menjadi dasar dalam perhitungan throughput. Pemetaan layout gudang membantu dalam memahami posisi rak serta alur pergerakan material sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam evaluasi efisiensi tata letak. Validasi data bersama pihak gudang memastikan bahwa informasi yang digunakan dalam penelitian memiliki tingkat keakuratan yang tinggi. Secara keseluruhan, aktivitas pendukung ini menunjukkan bahwa pengelolaan data dalam gudang telah dilakukan dengan cukup baik dan dapat menjadi dasar dalam melakukan analisis perbaikan tata letak gudang untuk meningkatkan efisiensi operasional.

4.1.3 Layout Gudang Eksisting

Layout gudang eksisting merupakan gambaran kondisi aktual penataan fasilitas penyimpanan yang digunakan dalam aktivitas operasional gudang suku cadang PT Traktor Nusantara. Tata letak ini menunjukkan posisi area utama seperti receiving, area penyimpanan, area administrasi, serta fasilitas pendukung lainnya yang berperan dalam mendukung aliran material di dalam gudang. Pemahaman terhadap kondisi layout eksisting menjadi langkah awal dalam mengidentifikasi efisiensi pergerakan barang serta potensi permasalahan yang terjadi dalam proses penyimpanan dan pengambilan barang.

Layout gudang eksisting memperlihatkan bahwa penempatan area penyimpanan dan fasilitas pendukung belum sepenuhnya mempertimbangkan kedekatan aktivitas operasional serta frekuensi pergerakan barang. Beberapa area penyimpanan memiliki jarak yang relatif jauh dari area penerimaan maupun area pengambilan, sehingga berpotensi meningkatkan waktu perpindahan material. Oleh karena itu, analisis terhadap layout eksisting diperlukan untuk mengetahui kondisi aliran material dan pemanfaatan ruang sebagai dasar dalam perancangan tata letak usulan yang lebih efisien.



Gambar 4.4 Layout Gudang Eksisting PT Traktor Nusantara

Berdasarkan Gambar 4.4, terlihat bahwa gudang memiliki pembagian area yang terdiri dari sorting area, ready to bin, warehouse room, allocate area, rak barang umum, serta rak heavy duty yang tersebar pada beberapa bagian gudang. Posisi rak penyimpanan yang tersebar dan belum sepenuhnya tersusun berdasarkan tingkat aktivitas barang menyebabkan aliran material menjadi kurang efisien. Selain itu, jarak antara area penerimaan dan beberapa rak penyimpanan relatif jauh sehingga berpotensi meningkatkan waktu perpindahan barang. Kondisi ini menunjukkan bahwa tata letak gudang eksisting masih memiliki peluang perbaikan untuk meningkatkan efisiensi aliran material, mempersingkat jarak perpindahan, serta mengoptimalkan pemanfaatan ruang gudang.

4.1.4 Pembagian Area Gudang

Pembagian area gudang eksisting menunjukkan bagaimana fasilitas dan ruang penyimpanan dialokasikan untuk mendukung aktivitas operasional pergudangan. Setiap area memiliki fungsi yang berbeda sesuai dengan kebutuhan proses penerimaan, penyimpanan, pengelolaan administrasi, serta aktivitas pendukung lainnya. Pengelompokan area ini bertujuan untuk menjaga keteraturan aktivitas pergudangan serta memudahkan pengendalian aliran barang di dalam gudang.

Pembagian area gudang juga mencerminkan bagaimana ruang dimanfaatkan untuk menampung berbagai jenis spare part dengan karakteristik yang berbeda. Keberadaan rak barang umum dan rak heavy duty menunjukkan adanya kebutuhan penyimpanan yang beragam sesuai ukuran dan berat barang. Dengan mengetahui pembagian area secara detail, dapat dilakukan evaluasi terhadap efektivitas pemanfaatan ruang serta keterkaitan antar area dalam mendukung kelancaran operasional gudang.

Tabel 4.5 Pembagian Area Gudang Eksisting PT Traktor Nusantara

No	Alokasi	Kode	Dimensi	Banyaknya	Susunan	Keterangan
1	Ready to bin	BIN	3 x 3	1	-	Area pembuangan kardus dan sampah pengiriman
2	Receiving	RCV	3 x 3	1	-	Area penerimaan barang unloading
3	Warehouse room	WHS	4 x 2	1	-	Kantor gudang
4	Allocate area	AR	3,5 x 1	1	-	Area lain-lain
5	Rak barang	RB	1 x 0,6 x 2	20	4	Rak penyimpanan barang umum
6	Rak heavy duty	RHD	3 x 1 x 2	8	7	Rak penyimpanan barang heavy duty

a. Ready to Bin

Area ready to bin berfungsi sebagai tempat penampungan sementara untuk kardus bekas, material pembungkus, serta sampah hasil aktivitas pengiriman. Keberadaan area ini membantu menjaga kebersihan dan kerapian gudang sehingga tidak mengganggu aktivitas operasional. Namun, apabila lokasi area ini terlalu dekat dengan jalur utama pergerakan barang, maka berpotensi menghambat aliran material. Oleh karena itu, penempatan area ready to bin perlu dipertimbangkan agar tidak mengganggu aktivitas utama gudang.

b. Sorting Area

Sorting area merupakan titik awal masuknya barang ke dalam gudang sehingga memiliki peran penting dalam kelancaran proses operasional. Area ini digunakan untuk aktivitas penerimaan dan pemeriksaan barang sebelum disimpan pada lokasi penyimpanan. Keberadaan sorting area yang terpisah membantu proses pemeriksaan berjalan lebih terstruktur, namun jarak antara area ini dengan beberapa lokasi penyimpanan masih cukup jauh sehingga berpotensi meningkatkan waktu perpindahan barang.

c. Warehouse Room

Warehouse room berfungsi sebagai area administrasi yang digunakan untuk kegiatan pencatatan, pengelolaan dokumen, serta koordinasi aktivitas pergudangan. Keberadaan ruang ini sangat penting dalam mendukung pengendalian operasional gudang, terutama dalam pengelolaan data persediaan. Posisi warehouse room yang berada di dalam area gudang memudahkan koordinasi antara petugas administrasi dan operator gudang dalam menjalankan aktivitas operasional sehari-hari.

d. Allocate Area

Allocate area merupakan area pendukung yang digunakan untuk kebutuhan operasional lain yang tidak termasuk dalam kategori penyimpanan utama. Area ini dapat digunakan sebagai tempat penempatan barang sementara atau aktivitas tambahan lainnya sesuai kebutuhan. Keberadaan area ini memberikan fleksibilitas dalam pengelolaan ruang, namun penggunaannya perlu dikontrol agar tidak mengganggu aliran material di dalam gudang.

e. Rak Barang (RB)

Rak barang digunakan sebagai fasilitas utama untuk penyimpanan spare part dengan ukuran kecil hingga sedang. Jumlah rak yang cukup banyak menunjukkan bahwa gudang menyimpan berbagai jenis barang umum dengan volume yang cukup tinggi. Penempatan rak yang belum sepenuhnya mempertimbangkan frekuensi pergerakan barang berpotensi menyebabkan waktu pencarian menjadi lebih lama, sehingga diperlukan pengaturan lokasi yang lebih optimal berdasarkan tingkat aktivitas barang.

f. Rak Heavy Duty (RHD)

Rak heavy duty digunakan untuk menyimpan barang dengan ukuran besar dan berat sehingga memerlukan fasilitas penyimpanan khusus. Keberadaan rak ini menunjukkan bahwa gudang menangani komponen dengan karakteristik yang beragam. Penempatan rak heavy duty yang relatif tersebar dapat mempengaruhi efisiensi pergerakan material terutama apabila

barang dengan frekuensi tinggi ditempatkan pada lokasi yang jauh dari area pengambilan. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi penempatan rak heavy duty agar aliran material menjadi lebih efisien.

4.1.5 Permasalahan Tata Letak Eksisting

Tata letak gudang suku cadang PT Traktor Nusantara memiliki peran penting dalam mendukung kelancaran distribusi komponen serta layanan purna jual perusahaan. Namun, berdasarkan hasil observasi dan data operasional perusahaan, ditemukan beberapa permasalahan yang menunjukkan bahwa kondisi tata letak eksisting belum mampu mendukung keandalan operasional secara optimal. Permasalahan tersebut terlihat dari adanya keterlambatan dalam proses pengambilan suku cadang, ketidaktepatan jenis barang yang disiapkan, serta jarak penempatan barang yang kurang efisien. Data operasional menunjukkan bahwa pada triwulan pertama tahun 2025 rata-rata keterlambatan pengambilan suku cadang mencapai 3–5 hari kerja, sementara standar operasional perusahaan menetapkan waktu maksimal pengambilan adalah 1 hari kerja. Selain itu, sekitar 65–70% permintaan suku cadang diproses melebihi waktu standar yang telah ditetapkan, sehingga berdampak pada tertundanya proses perbaikan unit pelanggan. Permasalahan lain yang cukup signifikan adalah ketidaksesuaian jenis suku cadang yang disiapkan oleh gudang dengan kebutuhan teknisi yang mencapai sekitar 15% dari total permintaan, yang disebabkan oleh perbedaan kode barang serta kurang optimalnya koordinasi antar bagian. Kondisi ini diperparah dengan penempatan suku cadang yang belum efisien, dimana sekitar 40% permintaan memerlukan pemindahan antar gudang karena stok tidak tersedia di gudang utama, sehingga menambah waktu tunggu pengambilan rata-rata 2–4 jam per permintaan. Permasalahan tersebut menunjukkan adanya kebutuhan untuk melakukan evaluasi tata letak gudang guna meningkatkan efisiensi aliran material dan kinerja operasional secara keseluruhan.

Tabel 4.6 Identifikasi Permasalahan Tata Letak Gudang Eksisting

No	Permasalahan	Indikator	Kondisi Aktual	Dampak
1	Keterlambatan pengambilan suku cadang	Waktu pengambilan	3–5 hari kerja	Proses perbaikan unit pelanggan tertunda
2	Ketidaksesuaian jenis suku cadang	Tingkat kesalahan picking	±15% permintaan tidak sesuai	Pekerjaan ulang dan tambahan waktu perbaikan

3	Permintaan melebihi waktu standar	Persentase keterlambatan	65–70% melebihi SOP	permintaan	Penurunan efisiensi operasional
4	Jarak penempatan barang tidak efisien	Pemindahan antar gudang	±40% memerlukan stok	permintaan transfer	Waktu tunggu bertambah 2–4 jam
5	Koordinasi antar bagian belum optimal	Sinkronisasi data inventaris	Perbedaan kode barang		Potensi kesalahan pengambilan barang
6	Tata letak belum berbasis aktivitas	Penempatan rak	Belum mempertimbangkan frekuensi pergerakan		Aliran material tidak efisien

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa permasalahan utama pada tata letak gudang eksisting berkaitan dengan efisiensi aliran material serta keakuratan pengelolaan persediaan. Keterlambatan pengambilan suku cadang yang cukup tinggi menunjukkan bahwa proses operasional gudang belum berjalan secara optimal dan berpotensi dipengaruhi oleh jarak perpindahan barang yang cukup jauh serta penempatan barang yang belum terstruktur berdasarkan tingkat aktivitas. Ketidaksesuaian jenis suku cadang yang disiapkan juga menunjukkan adanya permasalahan dalam sistem pengelolaan data serta koordinasi antar bagian yang dapat meningkatkan risiko kesalahan pengambilan barang. Selain itu, kebutuhan pemindahan stok antar gudang yang cukup tinggi menunjukkan bahwa sistem penempatan barang belum mampu mendukung ketersediaan barang secara efektif pada lokasi utama. Kondisi ini berdampak pada meningkatnya waktu tunggu, biaya operasional, serta potensi penurunan kualitas pelayanan kepada pelanggan. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi dan perbaikan tata letak gudang dengan pendekatan yang lebih sistematis agar dapat meningkatkan efisiensi pergerakan material, meminimalkan kesalahan pengambilan barang, serta mendukung peningkatan kinerja operasional perusahaan secara keseluruhan.

4.1.6 Data Rak Heavy Duty

Pengumpulan data pada rak heavy duty dilakukan untuk memperoleh informasi terkait karakteristik penyimpanan barang dengan ukuran besar dan berat yang memerlukan fasilitas penyimpanan khusus. Data yang dikumpulkan meliputi jenis barang, jumlah barang masuk dan keluar, alokasi tumpukan penyimpanan, dimensi kemasan, serta kapasitas penyimpanan maksimum. Informasi ini digunakan sebagai dasar dalam melakukan analisis kebutuhan ruang penyimpanan (space requirement) serta tingkat aktivitas pergerakan barang (throughput) yang

akan digunakan dalam metode dedicated storage. Dengan adanya data yang lengkap mengenai rak heavy duty, diharapkan analisis tata letak gudang dapat dilakukan secara lebih akurat sehingga mampu menghasilkan perancangan tata letak yang lebih efisien dan sesuai dengan karakteristik penyimpanan barang.

Tabel 4.7 Data Rak Heavy Duty Gudang Suku Cadang PT Traktor Nusantara

No	Rak	Jenis	Item	In	Out	Stack Allocation	Satuan	Dimensi Box (cm)			Kapasitas Penyimpanan Max (Box)
								p	l	t	
1	RHD-1	Fork Lift	Starter Motor	15	12	2	pcs/box	80	20	20	56
2		Fork Lift	Alternator	20	14	3	pcs/box	30	20	20	225
3		Fork Lift	Hydraulic Cylinder	15	7	2	pcs/box	25	20	20	180
4	RHD-2	Fork Lift	Fork (Garpu Angkat)	4	1	1	pcs/box	120	15	10	50
5		Fork Lift	Filter Oli	85	53	2	pcs/box	10	10	15	1200
6		Fork Lift	Filter Udara	55	51	2	pcs/box	20	20	25	180
7		Fork Lift	V-Belt	50	47	2	pcs/box	25	25	5	576
8	RHD-3	Fork Lift	Selang Hidrolik	25	19	2	pcs/box	40	40	10	112
9		Fork Lift	Fuel Filter	70	54	3	pcs/box	8	8	15	2812
10		Fork Lift	Gasket Kit	55	50	2	pcs/box	30	25	5	480
11	RHD-4	Genset	Accu genset 12V	10	4	3	pcs/box	20	15	15	600
12		Genset	Accu genset 24V	12	6	3	pcs/box	20	15	15	600
13		Genset	Radiator	12	5	1	pcs/box	60	50	25	12
14	RHD-5	Genset	Alternator	2	1	1	pcs/box	80	60	50	3
15		Genset	AVR	10	8	2	pcs/box	20	15	10	600
16		Genset	Filter Oli	35	28	2	pcs/box	20	15	15	400
17		Genset	Filter Udara	35	24	2	pcs/box	20	15	15	400
18	RHD-6	Traktor	Alternator	25	13	2	pcs/box	40	30	25	60
19		Traktor	Starter Motor	20	12	2	pcs/box	40	30	25	60
20		Traktor	Hydraulic Pumo	18	6	2	pcs/box	45	30	25	53
21		Traktor	Cylinder Kit	15	11	1	pcs/box	45	30	25	26
22	RHD-7	Excavator	Gasket Kit	45	37	2	pcs/box	20	15	10	600
23		Excavator	Fuel Filter	40	36	2	pcs/box	20	15	15	400
24		Excavator	Filter Oli	40	38	3	pcs/box	20	15	15	600
25	RHD-8	Excavator	Filter Udara	40	37	3	pcs/box	20	15	15	600
26		Excavator	Track Guard	6	2	1	pcs/box	50	30	20	30
27		Excavator	Track Roller	4	2	1	pcs/box	40	25	25	36
28		Excavator	Sprocket	3	1	1	pcs/box	80	80	25	5

No	Rak	Jenis	Item	In	Out	Stack Allocation	Satuan	Dimensi Box (cm)			Kapasitas Penyimpanan Max (Box)
								p	l	t	
29		Excavator	Carrier Roller	9	4	1	pcs/box	30	20	20	75

Untuk mendukung penerapan metode *dedicated storage*, diperlukan pengelompokan barang berdasarkan tingkat aktivitas pergerakannya di dalam gudang. Pengelompokan ini bertujuan untuk mengidentifikasi prioritas penempatan barang sehingga aliran material dapat dioptimalkan. Dalam penelitian ini, klasifikasi dilakukan dengan menggunakan pendekatan *throughput*, yaitu berdasarkan frekuensi barang keluar (*Out*) sebagai indikator utama tingkat permintaan. Barang dengan frekuensi keluar tinggi dikategorikan sebagai *fast moving*, sedangkan barang dengan frekuensi rendah dikategorikan sebagai *slow moving*. Klasifikasi ini menjadi dasar dalam menentukan strategi penempatan lokasi penyimpanan, di mana barang *fast moving* diarahkan untuk ditempatkan lebih dekat dengan *sorting area*, sedangkan barang *slow moving* ditempatkan pada area yang relatif lebih jauh. Hasil pengelompokan tersebut disajikan pada Tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8 Klasifikasi Fast Moving dan Slow Moving Berdasarkan Throughput pada Rak Heavy Duty

No	Item	Rak	Out (Frekuensi Keluar)	Kategori
1	Starter Motor (Forklift)	RHD-1	12	Slow Moving
2	Alternator (Forklift)	RHD-1	14	Slow Moving
3	Hydraulic Cylinder	RHD-1	7	Slow Moving
4	Fork (Garpu Angkat)	RHD-2	1	Slow Moving
5	Filter Oli (Forklift)	RHD-2	53	Fast Moving
6	Filter Udara (Forklift)	RHD-2	51	Fast Moving
7	V-Belt	RHD-2	47	Fast Moving
8	Selang Hidrolik	RHD-3	19	Slow Moving
9	Fuel Filter	RHD-3	54	Fast Moving
10	Gasket Kit	RHD-3	50	Fast Moving
11	Accu genset 12V	RHD-4	4	Slow Moving
12	Accu genset 24V	RHD-4	6	Slow Moving
13	Radiator	RHD-4	5	Slow Moving
14	Alternator (Genset)	RHD-5	1	Slow Moving
15	AVR	RHD-5	8	Slow Moving

No	Item	Rak	Out (Frekuensi Keluar)	Kategori
16	Filter Oli (Genset)	RHD-5	28	Fast Moving
17	Filter Udara (Genset)	RHD-5	24	Fast Moving
18	Alternator (Traktor)	RHD-6	13	Slow Moving
19	Starter Motor (Traktor)	RHD-6	12	Slow Moving
20	Hydraulic Pump	RHD-6	6	Slow Moving
21	Cylinder Kit	RHD-6	11	Slow Moving
22	Gasket Kit (Excavator)	RHD-7	37	Fast Moving
23	Fuel Filter (Excavator)	RHD-7	36	Fast Moving
24	Filter Oli (Excavator)	RHD-7	38	Fast Moving
25	Filter Udara (Excavator)	RHD-8	37	Fast Moving
26	Track Guard	RHD-8	2	Slow Moving
27	Track Roller	RHD-8	2	Slow Moving
28	Sprocket	RHD-8	1	Slow Moving
29	Carrier Roller	RHD-8	4	Slow Moving

Klasifikasi dilakukan berdasarkan nilai throughput (frekuensi keluar barang), di mana barang dengan nilai $Out \geq 24$ dikategorikan sebagai *fast moving*, sedangkan barang dengan nilai $Out < 24$ dikategorikan sebagai *slow moving*. Batas ini ditentukan berdasarkan distribusi data aktivitas barang pada gudang sehingga mampu merepresentasikan perbedaan tingkat pergerakan secara proporsional. Berdasarkan Tabel terlihat bahwa sebagian besar barang dengan kategori *fast moving* didominasi oleh komponen seperti filter oli, filter udara, dan gasket kit yang memiliki frekuensi permintaan tinggi. Sebaliknya, komponen dengan ukuran besar dan fungsi spesifik seperti radiator, sprocket, dan track roller termasuk dalam kategori *slow moving* karena memiliki frekuensi penggunaan yang relatif rendah. Hasil klasifikasi ini menjadi dasar penting dalam penerapan metode *dedicated storage*, di mana barang dengan kategori *fast moving* seharusnya ditempatkan lebih dekat dengan *sorting area* untuk meminimalkan jarak perpindahan material, sedangkan barang *slow moving* dapat ditempatkan pada area yang lebih jauh tanpa mengganggu efisiensi operasional.

a. Jenis Barang

Berdasarkan kolom jenis, data menunjukkan bahwa rak heavy duty menyimpan komponen dari empat kategori utama alat berat yaitu forklift, genset, traktor, dan excavator dengan total 29 item. Komponen forklift mendominasi dengan sekitar 10 item atau $\pm 34\%$ dari total item, diikuti genset sebanyak 7 item atau $\pm 24\%$, traktor sebanyak 4 item atau $\pm 14\%$, dan

excavator sebanyak 8 item atau $\pm 28\%$. Dominasi komponen forklift menunjukkan bahwa kebutuhan penyimpanan terbesar berasal dari aktivitas operasional unit forklift yang memiliki frekuensi perawatan relatif lebih tinggi dibandingkan kategori lainnya. Distribusi jenis barang yang cukup merata juga menunjukkan bahwa gudang berfungsi sebagai pusat penyimpanan komponen untuk berbagai jenis unit sehingga memiliki tingkat kompleksitas pengelolaan yang tinggi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sistem penyimpanan harus mampu mengakomodasi berbagai karakteristik komponen agar proses identifikasi dan pengambilan barang dapat dilakukan secara efektif dan efisien.

b. Item

Kolom item menunjukkan terdapat 29 jenis komponen yang disimpan dengan variasi komponen mekanik, komponen pendukung, serta komponen struktural alat berat. Komponen dengan kategori consumable seperti filter oli, filter udara, fuel filter, dan gasket kit muncul lebih dari satu kali pada beberapa kategori alat berat yang menunjukkan bahwa komponen tersebut memiliki tingkat penggunaan yang tinggi dalam operasional perusahaan. Sementara itu, komponen besar seperti sprocket, radiator, dan hydraulic cylinder memiliki jumlah item yang lebih sedikit yang menunjukkan bahwa komponen tersebut bersifat lebih spesifik dengan frekuensi penggantian yang lebih rendah. Variasi item yang cukup tinggi ini menunjukkan bahwa gudang memiliki tingkat kompleksitas penyimpanan yang besar karena setiap item memiliki kebutuhan ruang dan frekuensi pergerakan yang berbeda sehingga memerlukan sistem penyimpanan yang terstruktur untuk meminimalkan kesalahan pengambilan barang.

c. Jumlah Barang Masuk (In)

Data jumlah barang masuk menunjukkan bahwa nilai penerimaan barang berkisar antara 2 hingga 85 unit per item dengan rata-rata sekitar 28 unit per item selama periode pengamatan. Item dengan jumlah masuk tertinggi terlihat pada komponen filter oli forklift sebesar 85 unit dan fuel filter sebesar 70 unit yang menunjukkan bahwa komponen tersebut memiliki tingkat kebutuhan yang tinggi dalam operasional. Sementara itu, item dengan jumlah masuk terendah seperti alternator genset sebesar 2 unit menunjukkan bahwa komponen tersebut bersifat lebih jarang digunakan atau memiliki tingkat kebutuhan yang lebih spesifik. Variasi jumlah barang masuk yang cukup besar ini menunjukkan adanya perbedaan tingkat suplai komponen sehingga perlu dilakukan pengelompokan berdasarkan tingkat kebutuhan untuk menghindari ketidakseimbangan stok serta memastikan ketersediaan komponen dengan tingkat permintaan tinggi.

d. Jumlah Barang Keluar (Out)

Data jumlah barang keluar menunjukkan tingkat penggunaan komponen dengan nilai berkisar antara 1 hingga 54 unit per item dengan rata-rata sekitar 23 unit per item. Komponen dengan jumlah keluar tertinggi terlihat pada fuel filter forklift sebesar 54 unit dan filter oli sebesar 53 unit yang menunjukkan bahwa komponen tersebut memiliki tingkat permintaan yang tinggi dan termasuk kategori fast moving. Sebaliknya, beberapa komponen seperti sprocket dan alternator genset memiliki jumlah keluar yang rendah yaitu sekitar 1 hingga 2 unit yang menunjukkan bahwa komponen tersebut termasuk kategori slow moving. Perbedaan tingkat penggunaan ini menunjukkan bahwa penempatan barang seharusnya mempertimbangkan tingkat permintaan sehingga item dengan frekuensi keluar tinggi dapat ditempatkan pada lokasi yang lebih mudah dijangkau untuk meningkatkan efisiensi proses pengambilan barang.

e. Stack Allocation

Berdasarkan kolom stack allocation, jumlah alokasi tumpukan pada rak heavy duty berkisar antara 1 hingga 3 tumpukan dengan dominasi nilai 2 tumpukan pada sebagian besar item atau sekitar $\pm 60\%$ dari total item. Nilai stack sebesar 3 umumnya terdapat pada komponen dengan ukuran box relatif kecil seperti fuel filter dan accu genset yang memungkinkan penyimpanan secara vertikal lebih banyak tanpa melebihi kapasitas rak. Sementara itu, nilai stack sebesar 1 ditemukan pada komponen dengan dimensi besar seperti radiator, fork, dan komponen undercarriage yang memiliki keterbatasan dalam penumpukan karena ukuran dan beratnya. Variasi nilai stack allocation ini menunjukkan bahwa kebutuhan ruang vertikal setiap item berbeda tergantung karakteristik fisik barang, sehingga menjadi faktor penting dalam perhitungan kebutuhan ruang penyimpanan dan efisiensi penggunaan kapasitas rak.

f. Satuan

Kolom satuan menunjukkan bahwa seluruh item menggunakan satuan pcs per box yang menandakan bahwa sistem penyimpanan di gudang telah menggunakan standar kemasan yang seragam untuk seluruh komponen. Standarisasi satuan ini memberikan kemudahan dalam proses pencatatan stok, penghitungan kapasitas penyimpanan, serta perhitungan kebutuhan ruang penyimpanan karena seluruh item memiliki unit pengukuran yang sama. Dengan sistem satuan yang konsisten, proses administrasi gudang menjadi lebih sederhana dan akurat serta memudahkan dalam melakukan perhitungan throughput dan space requirement pada tahap pengolahan data. Hal ini juga menunjukkan bahwa sistem pengelolaan persediaan telah

memiliki standar operasional yang cukup baik dalam hal pengemasan dan penyimpanan barang.

g. Dimensi Box

Data dimensi box menunjukkan bahwa ukuran kemasan barang memiliki variasi yang cukup besar dengan rentang panjang antara 8 cm hingga 120 cm, lebar antara 8 cm hingga 80 cm, dan tinggi antara 5 cm hingga 50 cm. Komponen kecil seperti fuel filter memiliki dimensi relatif kecil yaitu sekitar $8 \times 8 \times 15$ cm, sedangkan komponen besar seperti sprocket dan radiator memiliki dimensi yang jauh lebih besar hingga mencapai $80 \times 80 \times 25$ cm dan $60 \times 50 \times 25$ cm. Variasi dimensi ini menunjukkan bahwa kebutuhan ruang penyimpanan tidak seragam sehingga memerlukan pengaturan tata letak yang mampu mengakomodasi perbedaan ukuran kemasan agar tidak terjadi pemborosan ruang penyimpanan. Dimensi box menjadi variabel penting dalam perhitungan kebutuhan ruang karena semakin besar ukuran kemasan maka semakin besar pula ruang penyimpanan yang diperlukan, sehingga perlu dilakukan pengelompokan berdasarkan ukuran untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan ruang gudang.

h. Kapasitas Penyimpanan Maksimum

Kolom kapasitas penyimpanan maksimum menunjukkan variasi kapasitas yang cukup signifikan dengan rentang antara 3 box hingga lebih dari 2800 box per item. Item dengan kapasitas tertinggi terlihat pada fuel filter dengan kapasitas hingga 2812 box yang menunjukkan bahwa komponen tersebut memiliki volume penyimpanan yang sangat besar dan memerlukan ruang penyimpanan yang cukup luas. Sebaliknya, komponen besar seperti alternator genset memiliki kapasitas penyimpanan sangat kecil yaitu sekitar 3 box karena ukuran kemasan yang besar sehingga keterbatasan ruang penyimpanan menjadi faktor pembatas utama. Perbedaan kapasitas penyimpanan ini menunjukkan bahwa kemampuan rak dalam menampung barang sangat dipengaruhi oleh dimensi kemasan dan alokasi tumpukan yang tersedia sehingga perlu dilakukan pengaturan penyimpanan yang tepat untuk menghindari kelebihan kapasitas maupun ruang kosong yang tidak dimanfaatkan secara optimal.

Secara keseluruhan, data rak heavy duty menunjukkan bahwa variasi jenis barang, tingkat pergerakan, alokasi tumpukan, dimensi kemasan, serta kapasitas penyimpanan memberikan gambaran bahwa sistem penyimpanan memiliki tingkat kompleksitas yang cukup tinggi dengan karakteristik kebutuhan ruang yang berbeda pada setiap item. Item dengan frekuensi pergerakan tinggi seperti filter dan gasket kit menunjukkan kebutuhan penempatan pada lokasi yang lebih mudah dijangkau, sedangkan item dengan dimensi besar memerlukan ruang penyimpanan khusus yang mempertimbangkan keterbatasan kapasitas rak. Variasi

kapasitas penyimpanan yang sangat besar antar item menunjukkan bahwa pengelolaan ruang penyimpanan perlu mempertimbangkan rasio antara kebutuhan ruang dan tingkat aktivitas barang agar pemanfaatan ruang gudang dapat dilakukan secara optimal. Oleh karena itu, data ini menjadi dasar penting dalam perhitungan space requirement dan throughput sebagai tahap awal dalam penerapan metode dedicated storage untuk menghasilkan perancangan tata letak gudang yang lebih efisien dan mampu meningkatkan kinerja operasional pergudangan secara keseluruhan.

4.1.7 Data Rak Barang

Pengumpulan data rak barang dilakukan untuk memperoleh gambaran karakteristik penyimpanan barang umum yang memiliki ukuran relatif kecil hingga sedang serta memiliki tingkat pergerakan yang beragam. Data yang dikumpulkan meliputi jenis barang, jumlah barang masuk dan keluar, alokasi penyimpanan, satuan kemasan, dimensi box, serta kapasitas penyimpanan maksimum. Informasi ini digunakan sebagai dasar dalam melakukan analisis kebutuhan ruang penyimpanan serta tingkat aktivitas barang pada rak barang umum. Dengan adanya data yang lengkap mengenai rak barang, proses analisis tata letak gudang dapat dilakukan secara lebih akurat sehingga mampu mengidentifikasi pola penyimpanan serta menentukan prioritas penempatan barang berdasarkan tingkat aktivitas dan kebutuhan ruang penyimpanan.

Tabel 4.8 Data Rak Barang Gudang Suku Cadang PT Traktor Nusantara

No	Rak	Jenis	Item	In	Out	Rack or Stack Allocation	Satuan	Dimensi Box (cm)			Kapasitas Penyimpanan Max (Box) (Pail) (Tub)
								p	l	t	
1	RB-1	Lubricant	Oli Mesin	35	28	8 stack	pail	35	35	40	29
2		Lubricant	Oli Gardan	35	27	8 stack	pail	35	35	40	29
3		Cooler	Radiator Coolant	15	13	4 stack	btl	35	35	40	14
4	RB-2	Lubricant	Grease	55	32	8 stack	tub	30	30	25	64
5		Cooler	Thermostat	25	20	4 stack	box	10	10	8	900
6		Fastener	Bearing	25	12	4 stack	100 pcs/box	15	10	10	480
7		Spare Part	Wiper Blade	34	22	4 stack	box	70	10	5	205
8	RB-3	Nut	Nut Hex M8 (assort)	10	2	1 stack	200pcs/box	25	20	10	36
9			Nut Hex M10	10	3	1 stack	200pcs/box	25	20	10	36
10			Nut Hex M12	12	2	1 stack	100 pcs/box	30	20	12	25

No	Rak	Jenis	Item	In	Out	Rack or Stack Allocation	Satuan	Dimensi Box (cm)			Kapasitas Penyimpanan Max (Box) (Pail) (Tub)
								p	l	t	
11	RB-4		Nut Hex M16	4	1	1 stack	50 pcs/box	35	25	25	8
12			Nut Hex M20	4	1	1 stack	25 pcs/box	40	30	20	7
13		Bolt	Bolt Hex M8×25	8	3	1 stack	200 pcs/box	30	10	8	75
14			Bolt Hex M8×40	8	2	1 stack	200 pcs/box	30	12	8	62
15			Bolt Hex M10×30	8	2	1 stack	200 pcs/box	35	12	10	42
16			Bolt Hex M10×50	10	1	1 stack	100 pcs/box	40	15	10	30
17			Bolt Hex M12×40	10	1	1 stack	100 pcs/box	40	18	12	20
18			Bolt Hex M12×60	12	1	1 stack	50 pcs/box	45	20	12	16
19			Bolt Hex M16×60	6	1	1 stack	50 pcs/box	50	25	15	9
20			Bolt Hex M20×80	5	1	1 stack	25 pcs/box	60	30	15	6
21		Washer	Washer M8 (assort)	12	1	1 stack	200 pcs/box	20	15	8	75
22			Washer M10	8	3	1 stack	200 pcs/box	20	15	8	75
23			Washer M12	8	2	1 stack	100 pcs/box	25	15	10	48
24			Washer M16	8	1	1 stack	50 pcs/box	30	20	12	25
25			Washer M20	8	1	1 stack	25 pcs/box	35	25	12	17
26		Hand Tools	Kunci ring/pas/kombinasi, kunci soket, obeng, tang, hammer, allen key, torque wrench			1 Rack	pcs	Assets			
27							pcs				
28							pcs				
29							pcs				
30							pcs				
31							pcs				
32		Services Tools	Injector puller, seal installer, piston ring compressor, valve spring compressor, bearing puller	Assets		1 Rack	pcs	Assets			
33							pcs				
34							pcs				
35							pcs				
36							pcs				
37							pcs				
38		Measuring Tools	Multimeter, oil pressure gauge, tachometer,			1 Rack	pcs				
39							pcs				
40							pcs				

No	Rak	Jenis	Item	In	Out	Rack or Stack Allocation	Satuan	Dimensi Box (cm)			Kapasitas Penyimpanan Max (Box) (Pail) (Tub)
								p	l	t	
41			micrometer, caliper				pcs				
42							pcs				
43							pcs				
44		Diagnostic Tools	ECU scanner, battery tester, laptop dengan software pabrikan			1 Rack	pcs				
45							pcs				
46							pcs				
47							pcs				
48							pcs				
49							pcs				
50		Workshop Tools	Hydraulic jack, chain block, hoist, grease gun, impact wrench, bench vise, air compressor			1 Rack	pcs				
51							pcs				
52							pcs				
53							pcs				
54							pcs				
55							pcs				

a. Jenis Barang

Berdasarkan kolom jenis, data menunjukkan bahwa rak barang menyimpan komponen yang terdiri dari beberapa kategori utama yaitu lubricant, cooler, fastener, spare part, serta berbagai kategori tools seperti hand tools, service tools, measuring tools, diagnostic tools, dan workshop tools. Dari total lebih dari 50 item yang tercatat, kategori fastener yang meliputi nut, bolt, dan washer mendominasi jumlah item dengan proporsi sekitar $\pm 60\%$ dari total item, yang menunjukkan bahwa komponen pengikat merupakan kelompok komponen dengan kebutuhan penyimpanan paling besar dalam gudang. Dominasi fastener ini menunjukkan bahwa aktivitas perawatan unit sangat bergantung pada ketersediaan komponen pengikat dengan berbagai ukuran dan spesifikasi.

Sementara itu, kategori lubricant seperti oli mesin, oli gardan, dan grease memiliki jumlah item yang relatif sedikit namun memiliki volume penyimpanan yang lebih besar karena disimpan dalam kemasan pail atau tub. Kategori tools juga memiliki jumlah item yang cukup banyak karena mencakup berbagai peralatan kerja yang digunakan dalam aktivitas teknis. Distribusi jenis barang ini menunjukkan bahwa rak barang tidak hanya berfungsi sebagai tempat penyimpanan komponen tetapi juga sebagai penyimpanan peralatan operasional,

sehingga memiliki tingkat kompleksitas penyimpanan yang tinggi dengan kebutuhan pengelolaan ruang yang berbeda untuk setiap kategori.

b. Item

Kolom item menunjukkan terdapat lebih dari 50 jenis item yang disimpan dengan variasi komponen consumable, komponen pengikat, serta peralatan kerja. Komponen fastener seperti nut dan bolt memiliki variasi ukuran yang cukup banyak mulai dari ukuran M8 hingga M20 yang menunjukkan adanya kebutuhan komponen pengikat yang sangat beragam dalam operasional perawatan unit. Jumlah item fastener yang mendominasi menunjukkan bahwa gudang harus menangani komponen dengan ukuran kecil namun jumlah item yang sangat banyak sehingga membutuhkan sistem penyimpanan yang terstruktur untuk menghindari kesalahan picking.

Selain itu, item lubricant seperti grease dan oli memiliki karakteristik penyimpanan yang berbeda karena memiliki volume kemasan yang lebih besar sehingga memerlukan ruang penyimpanan yang lebih luas dibandingkan fastener. Keberadaan item tools yang cukup banyak juga menunjukkan bahwa rak barang memiliki fungsi ganda sebagai tempat penyimpanan komponen sekaligus peralatan kerja, sehingga tingkat kompleksitas pengelolaan menjadi lebih tinggi. Variasi item yang sangat besar ini menunjukkan bahwa gudang harus memiliki sistem pengelompokan yang baik agar proses pencarian barang dapat dilakukan secara lebih cepat dan akurat.

c. Jumlah Barang Masuk (In)

Data jumlah barang masuk menunjukkan bahwa nilai penerimaan barang berkisar antara 4 hingga 55 unit per item dengan nilai rata-rata sekitar 17 unit per item selama periode pengamatan. Item dengan jumlah masuk tertinggi terlihat pada grease sebesar 55 unit yang menunjukkan bahwa komponen tersebut memiliki tingkat suplai yang tinggi karena merupakan barang consumable yang sering digunakan dalam operasional perawatan. Komponen lubricant lainnya seperti oli mesin dan oli gardan juga memiliki nilai masuk yang relatif tinggi yaitu masing-masing sebesar 35 unit yang menunjukkan bahwa kebutuhan suplai komponen pelumas cukup besar dalam operasional perusahaan.

Sementara itu, komponen fastener seperti nut dan bolt memiliki nilai masuk yang relatif lebih kecil dengan rata-rata berkisar antara 4 hingga 12 unit yang menunjukkan bahwa suplai komponen pengikat cenderung lebih stabil dan tidak terlalu fluktuatif dibandingkan komponen consumable. Variasi nilai barang masuk yang cukup besar ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tingkat suplai antar komponen sehingga perlu dilakukan pengelompokan

penyimpanan berdasarkan tingkat suplai untuk menjaga keseimbangan stok serta memastikan ketersediaan komponen dengan tingkat kebutuhan tinggi.

d. Jumlah Barang Keluar (Out)

Data jumlah barang keluar menunjukkan bahwa nilai penggunaan barang berkisar antara 1 hingga 32 unit per item dengan rata-rata sekitar 9 unit per item. Komponen dengan nilai keluar tertinggi terlihat pada grease sebesar 32 unit yang menunjukkan bahwa komponen tersebut memiliki tingkat penggunaan paling tinggi dan termasuk kategori fast moving. Komponen lubricant lainnya seperti oli mesin dan oli gardan juga memiliki nilai keluar yang relatif tinggi yaitu masing-masing sebesar 28 dan 27 unit yang menunjukkan bahwa komponen pelumas memiliki tingkat permintaan yang tinggi dalam operasional.

Sebaliknya, komponen fastener seperti nut dan bolt memiliki nilai keluar yang relatif rendah dengan rentang antara 1 hingga 3 unit yang menunjukkan bahwa komponen tersebut memiliki tingkat penggunaan yang lebih stabil dan termasuk kategori slow moving. Perbedaan tingkat penggunaan yang cukup signifikan antara komponen lubricant dan fastener menunjukkan bahwa penempatan barang seharusnya mempertimbangkan tingkat aktivitas sehingga item dengan frekuensi keluar tinggi dapat ditempatkan pada lokasi yang lebih dekat dengan area pengambilan untuk meningkatkan efisiensi operasional gudang.

e. Rack or Stack Allocation

Berdasarkan kolom rack or stack allocation, terlihat bahwa metode penyimpanan pada rak barang didominasi oleh sistem stack dengan variasi antara 1 hingga 8 stack, dimana sebagian besar item fastener menggunakan 1 stack sedangkan komponen lubricant seperti oli dan grease menggunakan hingga 8 stack. Dominasi nilai 1 stack pada komponen fastener menunjukkan bahwa komponen berukuran kecil dengan volume penyimpanan relatif rendah tidak memerlukan ruang vertikal yang besar, sehingga penyimpanan dilakukan secara terbatas untuk menjaga keteraturan dan kemudahan pengambilan. Sebaliknya, komponen lubricant yang menggunakan hingga 8 stack menunjukkan bahwa kebutuhan ruang vertikal lebih besar karena volume kemasan yang lebih besar serta tingkat kebutuhan stok yang lebih tinggi. Perbedaan pola stack ini menunjukkan bahwa kebutuhan ruang vertikal sangat dipengaruhi oleh karakteristik barang, sehingga menjadi faktor penting dalam perhitungan kebutuhan ruang penyimpanan serta efisiensi pemanfaatan kapasitas rak.

f. Satuan

Kolom satuan menunjukkan bahwa penyimpanan barang menggunakan berbagai satuan kemasan seperti pail, tub, box, serta pcs yang menunjukkan bahwa sistem penyimpanan

pada rak barang memiliki variasi kemasan yang cukup tinggi. Komponen lubricant umumnya menggunakan satuan pail dan tub yang memiliki volume besar, sedangkan komponen fastener menggunakan satuan pcs per box dengan jumlah unit yang cukup banyak dalam satu kemasan. Variasi satuan ini menunjukkan bahwa sistem pengelolaan penyimpanan harus mampu menangani berbagai jenis kemasan dengan karakteristik yang berbeda sehingga memerlukan pengaturan ruang yang fleksibel. Selain itu, penggunaan satuan pcs pada kategori tools menunjukkan bahwa penyimpanan peralatan kerja tidak menggunakan kemasan box sehingga memerlukan ruang penyimpanan khusus yang berbeda dengan komponen lainnya. Variasi satuan ini juga mempengaruhi perhitungan kebutuhan ruang serta kapasitas penyimpanan karena setiap jenis kemasan memiliki kebutuhan ruang yang berbeda.

g. Dimensi Box

Berdasarkan kolom dimensi box, ukuran kemasan barang memiliki variasi yang cukup besar dengan rentang panjang antara 10 cm hingga 70 cm, lebar antara 10 cm hingga 35 cm, dan tinggi antara 5 cm hingga 40 cm. Komponen lubricant seperti oli dan grease memiliki dimensi relatif besar yaitu sekitar $35 \times 35 \times 40$ cm dan $30 \times 30 \times 25$ cm yang menunjukkan bahwa komponen tersebut membutuhkan ruang penyimpanan yang lebih besar dibandingkan komponen fastener yang memiliki dimensi relatif kecil seperti $20 \times 15 \times 8$ cm. Variasi dimensi ini menunjukkan bahwa kebutuhan ruang penyimpanan tidak seragam sehingga perlu dilakukan pengaturan tata letak yang mempertimbangkan ukuran kemasan agar pemanfaatan ruang dapat dilakukan secara optimal. Item dengan dimensi besar cenderung membutuhkan ruang yang lebih luas sehingga berpotensi mempengaruhi efisiensi penyimpanan apabila tidak ditempatkan secara tepat.

h. Kapasitas Penyimpanan Maksimum

Kolom kapasitas penyimpanan maksimum menunjukkan variasi kapasitas yang cukup besar dengan rentang antara 6 hingga 900 unit per item. Komponen dengan kapasitas tertinggi terlihat pada thermostat sebesar 900 box yang menunjukkan bahwa komponen tersebut memiliki kemampuan penyimpanan yang sangat besar karena dimensi kemasan yang kecil sehingga dapat disimpan dalam jumlah banyak. Sementara itu, komponen fastener dengan ukuran besar seperti bolt ukuran M20 memiliki kapasitas relatif kecil yaitu sekitar 6 box karena ukuran kemasan yang lebih besar sehingga keterbatasan ruang menjadi faktor pembatas utama. Variasi kapasitas penyimpanan ini menunjukkan bahwa kemampuan rak dalam menampung barang sangat dipengaruhi oleh ukuran kemasan serta alokasi penyimpanan yang tersedia

sehingga perlu dilakukan pengaturan penyimpanan yang tepat untuk menghindari kelebihan kapasitas maupun ruang kosong yang tidak termanfaatkan secara optimal.

Secara keseluruhan, data rak barang menunjukkan bahwa variasi jenis barang, jumlah item, tingkat pergerakan, metode penyimpanan, dimensi kemasan, serta kapasitas penyimpanan menunjukkan bahwa sistem penyimpanan memiliki tingkat kompleksitas yang sangat tinggi dengan karakteristik kebutuhan ruang yang berbeda pada setiap item. Komponen lubricant memiliki tingkat pergerakan dan kebutuhan ruang yang tinggi sehingga termasuk kategori fast moving, sedangkan komponen fastener memiliki tingkat pergerakan yang relatif rendah namun jumlah item yang sangat banyak sehingga memerlukan pengelolaan penyimpanan yang terstruktur. Variasi kapasitas penyimpanan yang cukup besar antar item menunjukkan bahwa pengelolaan ruang penyimpanan perlu mempertimbangkan rasio antara kebutuhan ruang dan tingkat aktivitas barang agar pemanfaatan ruang gudang dapat dilakukan secara optimal. Oleh karena itu, data rak barang menjadi dasar penting dalam perhitungan space requirement dan throughput sebagai tahap awal dalam penerapan metode dedicated storage untuk menghasilkan perancangan tata letak gudang yang lebih efisien serta mampu meningkatkan kinerja operasional pergudangan secara keseluruhan.

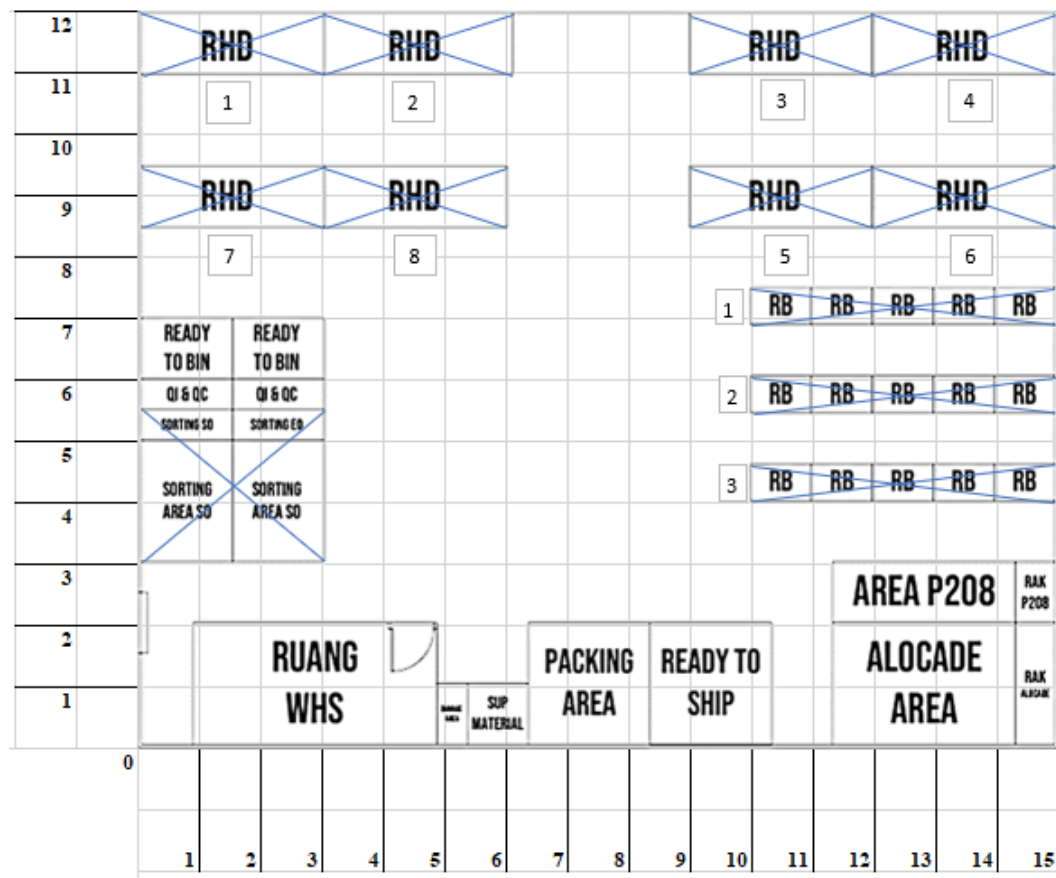
4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Penentuan Koordinat pada Gudang

a. Pemetaan Layout Gudang Lama

Pemetaan layout gudang lama dilakukan sebagai tahap awal dalam proses pengolahan data menggunakan metode dedicated storage untuk mengetahui posisi relatif setiap area penyimpanan terhadap titik acuan utama yaitu sorting area. Penentuan koordinat ini bertujuan untuk memberikan gambaran spasial mengenai lokasi masing-masing rak sehingga dapat diketahui pola penyebaran area penyimpanan dalam gudang. Dengan adanya pemetaan koordinat, maka analisis pergerakan material dapat dilakukan secara kuantitatif menggunakan pendekatan jarak rectilinear untuk mengetahui efisiensi aliran material pada kondisi eksisting. Koordinat titik awal ditetapkan pada sorting area sebagai pusat aktivitas masuknya barang ke gudang dengan posisi (1.5, 4.25), sedangkan titik tujuan ditentukan pada setiap rak baik rak heavy duty maupun rak barang umum. Proses ini memungkinkan perhitungan jarak perpindahan material dari titik awal menuju masing-masing lokasi penyimpanan sehingga dapat diketahui total jarak tempuh material handling pada layout gudang lama. Hasil pemetaan

ini menjadi dasar dalam evaluasi efisiensi tata letak serta sebagai pembandingan terhadap layout usulan pada tahap selanjutnya.



Gambar 4.5 Layout Gudang Lama (Existing Layout)

Gambar 4.5 menunjukkan pemetaan layout gudang lama yang dilengkapi dengan grid koordinat untuk memudahkan identifikasi posisi setiap rak penyimpanan terhadap titik acuan sorting area. Terlihat bahwa rak heavy duty tersebar pada bagian atas dan tengah gudang, sedangkan rak barang umum berada pada bagian kanan bawah gudang dengan pola susunan memanjang. Sorting area terletak pada sisi kiri gudang sehingga sebagian besar rak memiliki jarak yang relatif jauh dari titik awal, terutama rak yang berada pada bagian kanan dan atas gudang. Pola penyebaran ini menunjukkan bahwa aliran material belum terpusat sehingga berpotensi menyebabkan jarak perpindahan material yang cukup panjang dalam proses penyimpanan maupun pengambilan barang.

Tabel 4.9 Rekapitulasi Koordinat dan Jarak Rectilinear Layout Gudang Lama

Layout Lama (Existing Layout)									
No	Nama Rak	Item	Titik Awal (Sorting Area)		Titik Tujuan		Rectilinear Distance (dij)		Distance (dij) (m)
			Xi	Yi	Xj	Yj	Xi - Xj	Yi - Yj	
1	RHD-1		1.50	4.25	1.50	11.50	0.00	7.25	7.25
2	RHD-2		1.50	4.25	4.50	11.50	3.00	7.25	10.25
3	RHD-3		1.50	4.25	10.50	11.50	9.00	7.25	16.25
4	RHD-4		1.50	4.25	13.50	11.50	12.00	7.25	19.25
5	RHD-5		1.50	4.25	10.50	9.00	9.00	4.75	13.75
6	RHD-6		1.50	4.25	13.50	9.00	12.00	4.75	16.75
7	RHD-7		1.50	4.25	1.50	9.00	0.00	4.75	4.75
8	RHD-8		1.50	4.25	4.50	9.00	3.00	4.75	7.75
9	RB-1		1.50	4.25	12.50	4.30	11.00	0.05	11.05
10	RB-2		1.50	4.25	12.50	5.70	11.00	1.45	12.45
11	RB-3		1.50	4.25	12.50	7.20	11.00	2.95	13.95
Total Jarak Layout Lama									133.45

Berdasarkan tabel 4.9, jarak perpindahan material pada layout lama memiliki rentang antara 4.75 meter hingga 19.25 meter dengan rata-rata jarak yang lebih rendah dibandingkan layout baru. Rak dengan jarak terpendek adalah RHD-7 sebesar 4.75 meter yang menunjukkan bahwa penempatan rak pada layout lama lebih dekat dengan sorting area sehingga waktu perpindahan material menjadi lebih singkat. Sementara itu, jarak terjauh terdapat pada RHD-4 sebesar 19.25 meter yang berada pada bagian paling ujung gudang, namun secara keseluruhan distribusi jarak menunjukkan pola yang lebih terstruktur dibandingkan kondisi eksisting.

Jika dilihat pada kelompok rak heavy duty, beberapa rak seperti RHD-1 dan RHD-7 memiliki jarak yang relatif dekat dengan titik awal yang menunjukkan adanya pengelompokan komponen tertentu pada lokasi yang lebih strategis untuk mengurangi waktu perpindahan.

Penempatan rak heavy duty pada layout baru menunjukkan adanya upaya pengaturan aliran material yang lebih efisien dengan memanfaatkan ruang secara lebih optimal.

Pada kelompok rak barang umum, jarak perpindahan berkisar antara 11.05 hingga 13.95 meter yang menunjukkan bahwa distribusi rak barang menjadi lebih terpusat dibandingkan layout lama. Pola ini menunjukkan bahwa aliran material menuju rak barang menjadi lebih terarah sehingga dapat mengurangi waktu pencarian barang serta meningkatkan efisiensi proses pengambilan barang.

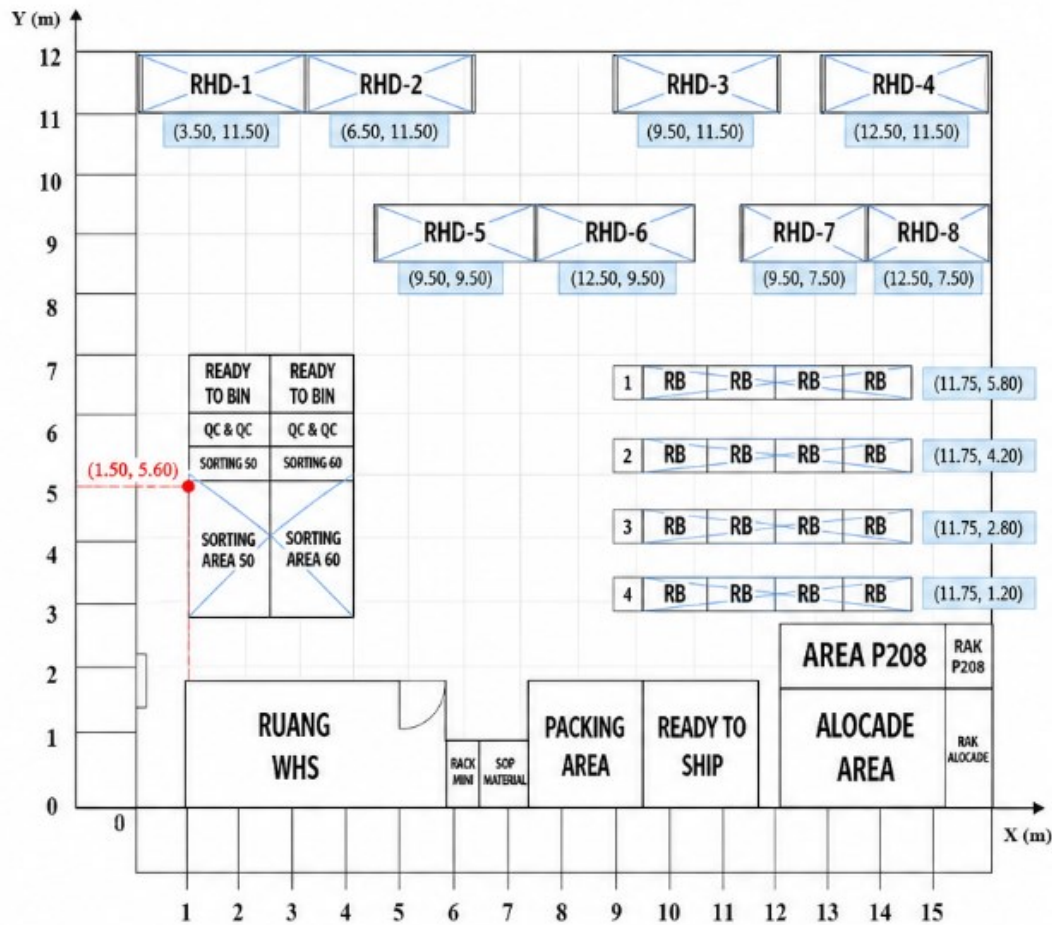
Total jarak perpindahan material pada layout baru sebesar 133.45 meter yang lebih kecil dibandingkan total jarak pada layout lama yaitu 149 meter. Penurunan total jarak ini menunjukkan bahwa perancangan tata letak menggunakan metode dedicated storage mampu meningkatkan efisiensi aliran material di dalam gudang dengan mengurangi jarak perpindahan sebesar sekitar 15.55 meter atau sekitar 10.44%. Hasil ini menunjukkan bahwa layout lama memiliki tingkat efisiensi yang lebih baik dibandingkan layout usulan sehingga dapat meningkatkan kinerja operasional gudang secara keseluruhan.

b. Pemetaan Layout Baru (Proposed Layout)

Pemetaan layout baru dilakukan untuk mengetahui posisi relatif setiap rak penyimpanan setelah dilakukan perancangan tata letak menggunakan metode dedicated storage. Penentuan koordinat pada layout usulan bertujuan untuk memberikan gambaran spasial mengenai perubahan posisi rak terhadap titik acuan utama yaitu sorting area sehingga dapat diketahui pola aliran material pada kondisi usulan. Dengan adanya pemetaan koordinat ini, perhitungan jarak perpindahan material dapat dilakukan secara kuantitatif untuk mengevaluasi tingkat efisiensi tata letak yang baru dibandingkan dengan kondisi eksisting.

Koordinat titik awal pada layout baru ditetapkan pada sorting area dengan posisi (1.5, 5.6), sedangkan titik tujuan ditentukan pada masing-masing rak heavy duty dan rak barang umum sesuai dengan posisi pada layout usulan. Perubahan posisi rak pada layout baru dirancang untuk mengoptimalkan aliran material sehingga diharapkan dapat mengurangi jarak perpindahan serta meningkatkan efisiensi proses penyimpanan dan pengambilan barang. Hasil pemetaan koordinat ini digunakan sebagai dasar dalam perhitungan jarak rectilinear serta evaluasi efisiensi tata letak gudang usulan.

**Gambar 4.6 Layout Gudang Baru (Proposed Layout)
Dengan Penyesuaian Koordinat**



Keterangan :

= Perubahan posisi (koordinat titik tujuan) dibandingkan layout lama

Gambar 4.6 Layout Gudang Baru (Proposed Layout)

Gambar 4.6 menunjukkan tata letak gudang usulan yang dirancang dengan pengelompokan area yang lebih terstruktur dimana rak heavy duty ditempatkan pada bagian atas dan tengah gudang, sedangkan rak barang umum ditempatkan pada bagian kanan gudang dengan pola susunan yang lebih teratur. Area pendukung seperti packing area dan ready to ship ditempatkan berdekatan dengan area operasional sehingga aliran material menjadi lebih sistematis. Sorting area berada pada sisi kiri gudang dengan posisi yang lebih terintegrasi dengan jalur pergerakan material menuju area penyimpanan. Pola penyebaran rak pada layout baru menunjukkan adanya upaya pengurangan jarak tempuh material serta pengaturan aliran yang lebih terarah dibandingkan layout lama sehingga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional gudang.

Tabel 4.10 Rekapitulasi Koordinat dan Jarak Rectilinear Layout Gudang Baru

Layout Baru (Proposed Layout)									
No	Nama Rak	Item	Titik Awal (Sorting Area)		Titik Tujuan		Rectilinear Distance (dij)		Distance (dij) (m)
			Xi	Yi	Xj	Yj	$ X_i - X_j $	$ Y_i - Y_j $	
1	RHD-1		1.50	5.60	3.50	11.50	2.00	5.90	7.90
2	RHD-2		1.50	5.60	6.50	11.50	5.00	5.90	10.90
3	RHD-3		1.50	5.60	9.50	11.50	8.00	5.90	13.90
4	RHD-4		1.50	5.60	12.50	11.50	11.00	5.90	16.90
5	RHD-5		1.50	5.60	9.50	9.50	8.00	3.90	11.90
6	RHD-6		1.50	5.60	12.50	9.50	11.00	3.90	14.90
7	RHD-7		1.50	5.60	9.50	7.50	8.00	1.90	9.90
8	RHD-8		1.50	5.60	12.50	7.50	11.00	1.90	12.90
9	RB-1		1.50	5.60	11.75	5.80	10.25	0.20	10.45
10	RB-2		1.50	5.60	11.75	4.20	10.25	1.40	11.65
11	RB-3		1.50	5.60	11.75	2.80	10.25	2.80	13.05
12	RB-4		1.50	5.60	11.75	1.20	10.25	4.40	14.65
Total Jarak Layout Baru									149.00

Berdasarkan tabel 4.10, terlihat bahwa jarak perpindahan material dari sorting area menuju rak penyimpanan memiliki variasi yang cukup besar dengan rentang jarak antara 7.90 meter hingga 16.90 meter. Rak dengan jarak terpendek adalah RHD-1 yang memiliki jarak 7.90 meter karena posisinya relatif dekat dengan sorting area, sedangkan rak dengan jarak terjauh adalah RHD-4 dengan jarak 16.90 meter yang berada pada bagian paling jauh dari titik awal. Variasi jarak ini menunjukkan bahwa distribusi lokasi penyimpanan belum merata sehingga menyebabkan perbedaan waktu tempuh dalam proses penyimpanan dan pengambilan barang.

Jika dilihat dari kelompok rak heavy duty, rata-rata jarak perpindahan berada pada kisaran 12–14 meter yang menunjukkan bahwa sebagian besar komponen berat disimpan pada lokasi yang cukup jauh dari sorting area. Kondisi ini berpotensi meningkatkan waktu handling serta beban kerja operator karena komponen heavy duty biasanya memiliki bobot besar sehingga membutuhkan waktu penanganan yang lebih lama. Penempatan komponen berat yang jauh dari titik masuk menunjukkan bahwa tata letak belum mempertimbangkan efisiensi aliran material secara optimal.

Pada kelompok rak barang umum, jarak perpindahan berkisar antara 10.45 hingga 14.65 meter dengan rata-rata sekitar 12.45 meter. Hal ini menunjukkan bahwa barang dengan ukuran kecil hingga sedang juga memiliki jarak tempuh yang cukup panjang dari sorting area sehingga berpotensi menyebabkan waktu pencarian dan pengambilan barang menjadi lebih lama. Distribusi jarak yang relatif merata pada rak barang menunjukkan bahwa pola penyimpanan masih bersifat menyebar tanpa mempertimbangkan tingkat aktivitas barang.

Total jarak perpindahan material pada layout gudang lama mencapai 149 meter yang menunjukkan bahwa aliran material dalam gudang masih cukup panjang dan berpotensi menimbulkan inefisiensi dalam proses operasional. Nilai total jarak ini menjadi indikator awal bahwa tata letak eksisting belum optimal sehingga diperlukan perancangan ulang menggunakan metode *dedicated storage* untuk mengurangi jarak perpindahan material serta meningkatkan efisiensi aliran barang di dalam gudang.

Koordinat titik tujuan pada layout baru diperoleh melalui proses digitisasi posisi rak berdasarkan grid koordinat yang telah ditetapkan pada denah gudang usulan. Setiap rak penyimpanan, baik rak *heavy duty* (RHD) maupun rak barang umum (RB), direpresentasikan sebagai satu titik koordinat yang diambil dari titik tengah (*centroid*) masing-masing blok rak pada layout.

Penentuan titik tengah ini dilakukan dengan mempertimbangkan bahwa dalam aktivitas material handling, posisi operator saat melakukan proses *put-away* maupun *order picking* secara operasional diasumsikan berada pada bagian tengah akses rak. Oleh karena itu, penggunaan titik *centroid* dianggap paling representatif untuk menggambarkan jarak perpindahan material secara aktual. Perbedaan nilai koordinat antara layout lama dan layout baru disebabkan oleh adanya perubahan konfigurasi tata letak rak hasil perancangan menggunakan metode *dedicated storage*. Pada layout usulan, posisi rak mengalami reposisi berdasarkan:

1. Nilai throughput (*frekuensi pergerakan barang*)

2. Kebutuhan ruang (*space requirement*)
3. Prioritas penempatan (*assignment ranking*)

Sehingga, setiap perubahan posisi rak secara langsung menghasilkan perubahan nilai koordinat (X_j , Y_j). Dengan demikian, variasi koordinat antara layout lama dan layout baru bukan merupakan inkonsistensi data, melainkan konsekuensi logis dari proses optimasi tata letak yang dilakukan.

4.2.2 Menghitung *Space Requirement* (S_j)

Setelah dilakukan pemetaan koordinat lokasi penyimpanan, langkah berikutnya dalam penerapan metode Dedicated Storage adalah menghitung kebutuhan ruang (*space requirement*). Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan kapasitas area yang harus disediakan bagi setiap jenis barang berdasarkan volume throughput, ukuran kemasan, serta jumlah maksimum persediaan yang mungkin disimpan. Peletakan produk yang disimpan pada gudang akan ditata pada rak-rak yang telah tersedia. Rak yang tersedia memiliki spesifikasi yang berbeda-beda, antara lain rak heavy duty memiliki ukuran panjang 300 cm, lebar 100 cm, dan memiliki 7 layer rak dengan tinggi antar tiap layernya 30 cm. Terdapat 8 RHD yang ada pada gudang suku cadang PT. Traktor Nusantara. Adapun rak barang (RB) dengan ukuran panjang 100 cm, lebar 60 cm, dan memiliki 4 layer rak dengan tinggi antar tiap layernya 30cm.

Dengan mengetahui kebutuhan ruang secara tepat, penempatan barang dapat direncanakan lebih efisien sehingga setiap item memperoleh lokasi tetap (*dedicated*) sesuai dengan karakteristik dan frekuensi pergerakannya. Rumus perhitungan untuk mengetahui kebutuhan ruang atau *space requirement* adalah:

$$S_j = \frac{(\text{Luasan box}) \times \text{penyimpanan maksimal produk}}{\text{Ukuran maksimal blok penyimpanan}}$$

Setelah dilakukan perhitungan kebutuhan ruang dengan menggunakan rumus di atas yang memperhitungkan luasan box penyimpanan tiap produk, jumlah maksimum produk yang dapat disimpan, serta ukuran maksimal blok yang dapat digunakan untuk ruang penyimpanan, maka diperoleh estimasi *space requirement* untuk masing-masing item suku cadang sebagai berikut:

- a. **Analisis Kebutuhan Ruang Penyimpanan (*Space Requirement*) pada Rak Heavy Duty**

Perhitungan kebutuhan ruang penyimpanan merupakan tahap penting dalam penerapan metode dedicated storage karena digunakan untuk menentukan besarnya kapasitas ruang yang diperlukan oleh setiap item berdasarkan dimensi kemasan, jumlah maksimum penyimpanan, serta konfigurasi penumpukan yang digunakan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pemanfaatan ruang pada rak heavy duty serta mengidentifikasi apakah kapasitas penyimpanan yang tersedia mampu mengakomodasi seluruh item secara optimal. Dengan memahami kebutuhan ruang secara kuantitatif, penentuan alokasi lokasi penyimpanan dapat dilakukan secara lebih tepat sehingga setiap item memperoleh ruang yang sesuai dengan karakteristiknya serta mendukung efisiensi operasional pergudangan.

Tabel 4.11 Space Requirement Item pada Rak Heavy Duty (RHD)

No	Item	Dimensi Box (cm)		Maximum Storage per Item	Stack Allocation	Luasan Box (m ²)	Luasan Stack Penyimpanan (m ²)	Space Requirement (Sj)	Actual Space Requirement (SJ)
		p	l						
1	Starter Motor	80	20	25	2	0,16	3	1,333	2,000
2	Alternator	30	20	30	3	0,06	3	0,600	1,000
3	Hydraulic Cylinder	25	20	25	2	0,05	3	0,417	1,000
4	Fork (Garpu Angkat)	120	15	14	1	0,18	3	0,840	1,000
5	Filter Oli	10	10	95	2	0,01	3	0,317	1,000
6	Filter Udara	20	20	65	2	0,04	3	0,867	1,000
7	V-Belt	25	25	60	2	0,0625	3	1,250	2,000
8	Selang Hidrolik	40	40	35	2	0,16	3	1,867	2,000
9	Fuel Filter	8	8	80	3	0,0064	3	0,171	1,000
10	Gasket Kit	30	25	65	2	0,075	3	1,625	2,000
11	Accu genset 12V	20	15	20	3	0,03	3	0,200	1,000
12	Accu genset 24V	20	15	22	3	0,03	3	0,220	1,000
13	Radiator	60	50	12	1	0,3	3	1,200	2,000
14	Alternator	80	60	12	1	0,48	3	1,920	2,000
15	AVR	20	15	20	2	0,03	3	0,200	1,000
16	Filter Oli	20	15	45	2	0,03	3	0,450	1,000
17	Filter Udara	20	15	45	2	0,03	3	0,450	1,000
18	Alternator	40	30	35	2	0,12	3	1,400	2,000
19	Starter Motor	40	30	30	2	0,12	3	1,200	2,000
20	Hydraulic Pumo	45	30	28	2	0,135	3	1,260	2,000
21	Cylinder Kit	45	30	25	1	0,135	3	1,125	2,000
22	Gasket Kit	20	15	55	2	0,03	3	0,550	1,000
23	Fuel Filter	20	15	50	2	0,03	3	0,500	1,000

No	Item	Dimensi Box (cm)		Maximum Storage per Item	Stack Allocation	Luasan Box (m ²)	Luasan Stack Penyimpanan (m ²)	Space Requirement (Sj)	Actual Space Requirement (SJ)
		p	l						
24	Filter Oli	20	15	50	3	0,03	3	0,500	1,000
25	Filter Udara	20	15	50	3	0,03	3	0,500	1,000
26	Track Guard	50	30	10	1	0,15	3	0,500	1,000
27	Track Roller	40	25	10	1	0,1	3	0,333	1,000
28	Sprocket	80	80	15	1	0,64	3	3,200	4,000
29	Carrier Roller	30	20	20	1	0,06	3	0,400	1,000
Total Space Requirement (Stack)								25,394	42,000

Langkah selanjutnya dalam metode Dedicated Storage adalah menghitung kebutuhan ruang penyimpanan (space requirement, Sj) untuk setiap jenis suku cadang. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui berapa volume ruang yang dibutuhkan masing-masing item berdasarkan dimensi kemasan dan jumlah maksimum persediaan yang disimpan di gudang. Contohnya pada item starter motor yang memiliki dimensi box 80cm x 20cm yang juga berarti luasan box dari starter motor tersebut adalah 0,16m², dengan maksimum penyimpanan item pada gudang adalah 25 box starter motor, dengan luasan stack penyimpanan pada gudang adalah 3m x 1m atau dengan kata lain luasan penyimpanan tiap stack pada gudang adalah 3m². Setelah mengetahui data-data tersebut kemudian dapat dihitung untuk kebutuhan ruang (Sj) pada item tersebut adalah sebagai berikut:

$$Sj = \frac{(\text{Luasan box}) \times \text{penyimpanan maksimal produk}}{\text{Ukuran maksimal blok penyimpanan}}$$

$$Sj = \frac{(0,16) \times 25}{3}$$

$$Sj = \frac{4}{3} = 1,333 \text{ stack}$$

Seperti pada contoh perhitungan di atas, kebutuhan stack penyimpanan untuk item starter motor adalah 1,333 luasan stack penyimpanan, dengan hasil 1,333 tersebut dapat dibulatkan menjadi 2 stack penyimpanan. Sehingga untuk semua item yang ada pada rak heavy duty diketahui pada table membutuhkan alokasi penyimpanan sebanyak 42 stack penyimpanan berukuran 3m x 1m.

Hasil perhitungan kebutuhan ruang menunjukkan bahwa total nilai space requirement teoritis sebesar 25,394 stack, sedangkan kebutuhan ruang aktual mencapai 42 stack, yang menunjukkan adanya selisih kapasitas sekitar 16,606 stack atau sekitar 65% lebih besar

dibandingkan kebutuhan teoritis. Perbedaan ini menunjukkan bahwa ruang penyimpanan aktual yang tersedia pada rak heavy duty masih memiliki kapasitas cadangan yang cukup besar untuk menampung variasi barang yang ada. Nilai kebutuhan ruang terbesar terlihat pada item sprocket dengan nilai space requirement sebesar 3,200 yang dibulatkan menjadi 4 stack, diikuti oleh radiator dan beberapa komponen besar lainnya seperti alternator genset dan selang hidrolik yang memiliki kebutuhan ruang lebih dari 1,8 stack. Kondisi ini menunjukkan bahwa komponen dengan dimensi box besar memiliki pengaruh dominan terhadap kebutuhan ruang penyimpanan karena luas permukaan kemasan yang lebih besar dibandingkan komponen lainnya.

Jika dilihat dari distribusi nilai space requirement, sebagian besar item memiliki kebutuhan ruang kurang dari 1 stack yang kemudian dibulatkan menjadi 1 stack pada kebutuhan ruang aktual. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas komponen heavy duty memiliki ukuran kemasan relatif kecil hingga sedang sehingga tidak memerlukan ruang penyimpanan yang terlalu besar. Namun demikian, terdapat beberapa item seperti V-Belt, Gasket Kit, dan beberapa komponen mekanis lainnya yang memiliki kebutuhan ruang mendekati atau lebih dari 1 stack sehingga memerlukan alokasi ruang lebih besar untuk menghindari kepadatan penyimpanan. Pola distribusi ini menunjukkan bahwa kebutuhan ruang tidak hanya dipengaruhi oleh dimensi box tetapi juga jumlah maksimum penyimpanan serta alokasi tumpukan yang digunakan pada setiap item.

Secara keseluruhan, hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas rak heavy duty masih mampu mengakomodasi seluruh item dengan tingkat pemanfaatan ruang yang relatif efisien karena nilai kebutuhan ruang teoritis masih berada di bawah kapasitas aktual yang tersedia. Hal ini menunjukkan bahwa sistem penyimpanan memiliki fleksibilitas yang cukup baik untuk menampung fluktuasi stok tanpa menyebabkan kelebihan kapasitas. Data space requirement ini menjadi dasar penting dalam penentuan alokasi lokasi penyimpanan secara dedicated karena memungkinkan pengelompokan item berdasarkan kebutuhan ruang dan karakteristik penyimpanan sehingga tata letak gudang dapat dirancang lebih optimal untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan ruang serta mendukung kelancaran aliran material di dalam gudang.

b. Analisis Kebutuhan Ruang Penyimpanan (Space Requirement) pada Rak Barang (RB)

Perhitungan kebutuhan ruang penyimpanan pada rak barang dilakukan untuk mengetahui besarnya kapasitas ruang yang diperlukan oleh setiap item barang umum

berdasarkan dimensi kemasan, jumlah maksimum penyimpanan, serta konfigurasi penumpukan yang digunakan. Rak barang pada gudang PT Traktor Nusantara tidak hanya digunakan untuk menyimpan komponen suku cadang berukuran kecil seperti fastener, tetapi juga digunakan untuk menyimpan bahan consumable seperti pelumas serta komponen pendukung lainnya yang memiliki karakteristik penyimpanan berbeda. Oleh karena itu, analisis space requirement pada rak barang menjadi penting untuk mengetahui tingkat pemanfaatan ruang serta memastikan bahwa kapasitas penyimpanan yang tersedia mampu mengakomodasi seluruh item secara optimal. Hasil perhitungan ini digunakan sebagai dasar dalam penentuan alokasi lokasi penyimpanan secara dedicated sehingga penempatan barang dapat dilakukan secara lebih efisien berdasarkan kebutuhan ruang dan karakteristik item. Pada gudang PT. Traktor Nusantara rak barang tidak hanya untuk barang ataupun kebutuhan maintenance lainnya, berikut merupakan item yang ada pada rak barang umum:

Tabel 4.12 Space Requirement Item pada Rak Barang (RB)

No	Item	Dimensi Box (cm)		Maximum Storage per Item	Stack Allocation	Luasan Box (m ²)	Luasan Stack Penyimpanan (m ²)	Space Requirement (Sj)	Actual Space Requirement (SJ)
		p	l						
1	Oli Mesin	35	35	40	8	0,1225	0,6	8,1667	9
2	Oli Gardan	35	35	40	8	0,1225	0,6	8,1667	9
3	Radiator Coolant	35	35	20	4	0,1225	0,6	4,0833	5
4	Grease	30	30	60	8	0,09	0,6	9,0000	9
5	Thermostat	10	10	30	4	0,01	0,6	0,5000	1
6	Bearing	15	10	30	4	0,015	0,6	0,7500	1
7	Wiper Blade	70	10	39	4	0,07	0,6	4,5500	5
8	Nut Hex M8 (assort)	25	20	15	1	0,05	0,6	1,2500	2
9	Nut Hex M10	25	20	15	1	0,05	0,6	1,2500	2
10	Nut Hex M12	30	20	17	1	0,06	0,6	1,7000	2
11	Nut Hex M16	35	25	9	1	0,0875	0,6	1,3125	2
12	Nut Hex M20	40	30	9	1	0,12	0,6	1,8000	2
13	Bolt Hex M8×25	30	10	13	1	0,03	0,6	0,6500	1
14	Bolt Hex M8×40	30	12	13	1	0,036	0,6	0,7800	1
15	Bolt Hex M10×30	35	12	13	1	0,042	0,6	0,9100	1
16	Bolt Hex M10×50	40	15	15	1	0,06	0,6	1,5000	2
17	Bolt Hex M12×40	40	18	15	1	0,072	0,6	1,8000	2

No	Item	Dimensi Box (cm)		Maximum Storage per Item	Stack Allocation	Luasan Box (m ²)	Luasan Stack Penyimpanan (m ²)	Space Requirement (Sj)	Actual Space Requirement (SJ)
		p	l						
18	Bolt Hex M12×60	45	20	17	1	0,09	0,6	2,5500	3
19	Bolt Hex M16×60	50	25	11	1	0,125	0,6	2,2917	3
20	Bolt Hex M20×80	60	30	10	1	0,18	0,6	3,0000	3
21	Washer M8 (assort)	20	15	17	1	0,03	0,6	0,8500	1
22	Washer M10	20	15	13	1	0,03	0,6	0,6500	1
23	Washer M12	25	15	13	1	0,0375	0,6	0,8125	1
24	Washer M16	30	20	13	1	0,06	0,6	1,3000	2
25	Washer M20	35	25	13	1	0,0875	0,6	1,8958	2
Total Space Requirement (Stack)								61,5192	72

Table di atas merupakan perhitungan alokasi untuk item yang berada pada rak barang, sebelumnya pada data barang terdapat item yang terletak pada RB-4 berupa macam-macam services tools pada perhitungan Sj ini item tersebut tidak disertakan karena item tersebut digunakan untuk proses perawatan yang nantinya akan dikembalikan kepada gudang setelah pemakaian, sehingga untuk perhitungan Sj ini total item yang dihitung adalah 25 item dengan posisi rak yaitu RB-1, RB-2, dan RB-3. Rumus perhitungan kebutuhan ruang pada rak barang ini sama dengan rumus yang digunakan untuk menghitung kebutuhan ruang pada RHD.

Contohnya pada item oli mesin yang memiliki dimensi 35cm x 35cm dengan penyimpanan maksimal pada gudang adalah 40 kaleng dan luas stack penyimpanan adalah 1m x 0,6m, sehingga dapat dihitung kebutuhan ruang stack penyimpanannya adalah sebagai berikut:

$$Sj = \frac{(\text{Luasan box}) \times \text{penyimpanan maksimal produk}}{\text{Ukuran maksimal blok penyimpanan}}$$

$$Sj = \frac{(0,1225) \times 40}{0,6}$$

$$Sj = \frac{4,9}{0,6} = 8,167 \text{ stack}$$

Seperti pada contoh perhitungan di atas, kebutuhan stack penyimpanan untuk item oli mesin adalah 8,167 luasan stack penyimpanan, dengan hasil 8,167 tersebut dapat dibulatkan menjadi 9 stack penyimpanan. Sehingga untuk semua item yang ada pada rak barang diketahui

pada table membutuhkan alokasi penyimpanan sebanyak 72 stack penyimpanan berukuran 1m x 0,6m.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa total kebutuhan ruang teoritis pada rak barang sebesar 61,5192 stack, sedangkan kebutuhan ruang aktual sebesar 72 stack yang menunjukkan adanya selisih kapasitas sekitar 10,48 stack atau sekitar 17% lebih besar dibandingkan kebutuhan teoritis. Perbedaan ini menunjukkan bahwa kapasitas rak barang masih memiliki ruang cadangan yang cukup untuk mengakomodasi fluktuasi persediaan tanpa menyebabkan kepadatan penyimpanan. Item dengan kebutuhan ruang terbesar terlihat pada grease dengan nilai space requirement sebesar 9 stack, diikuti oleh oli mesin dan oli gardan masing-masing sebesar 8,17 stack yang dibulatkan menjadi 9 stack. Nilai kebutuhan ruang yang besar pada item pelumas menunjukkan bahwa komponen consumable memiliki kontribusi terbesar terhadap penggunaan ruang penyimpanan karena memiliki volume kemasan yang relatif besar serta jumlah maksimum penyimpanan yang tinggi.

Jika dilihat dari distribusi kebutuhan ruang, komponen fastener seperti nut, bolt, dan washer sebagian besar memiliki nilai space requirement di bawah 2 stack yang menunjukkan bahwa komponen tersebut memiliki kebutuhan ruang yang relatif kecil meskipun jumlah item cukup banyak. Hal ini disebabkan oleh dimensi kemasan yang kecil sehingga tidak memerlukan ruang penyimpanan yang besar. Namun demikian, terdapat beberapa komponen fastener berukuran besar seperti bolt M20×80 yang memiliki kebutuhan ruang hingga 3 stack yang menunjukkan bahwa ukuran kemasan memiliki pengaruh signifikan terhadap kebutuhan ruang penyimpanan. Pola distribusi ini menunjukkan bahwa kebutuhan ruang pada rak barang dipengaruhi oleh kombinasi antara ukuran kemasan dan jumlah maksimum penyimpanan pada setiap item.

Secara keseluruhan, hasil perhitungan space requirement pada rak barang menunjukkan bahwa kapasitas penyimpanan yang tersedia masih mampu mengakomodasi seluruh item dengan tingkat pemanfaatan ruang yang cukup efisien karena nilai kebutuhan ruang teoritis masih berada di bawah kapasitas aktual. Hal ini menunjukkan bahwa sistem penyimpanan memiliki fleksibilitas yang baik untuk menampung variasi barang serta perubahan jumlah persediaan. Data kebutuhan ruang ini menjadi dasar penting dalam penerapan metode dedicated storage karena memungkinkan pengelompokan item berdasarkan kebutuhan ruang dan karakteristik penyimpanan sehingga tata letak gudang dapat dirancang lebih optimal untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan ruang serta memperlancar aliran material dalam aktivitas perdagangan.

4.2.3 Menghitung Throughput dan Assesment (Tj)

Pada tahap ini dilakukan perhitungan throughput untuk mengetahui jumlah pergerakan barang yang terjadi di gudang dalam. Perhitungan throughput penting untuk menggambarkan intensitas aktivitas material handling serta kebutuhan tenaga kerja dan peralatan yang digunakan. Dalam operasional gudang suku cadang PT. Traktor Nusantara, terdapat perbedaan metode pemindahan barang berdasarkan karakteristiknya. Barang berukuran besar atau bersifat heavy duty dipindahkan menggunakan bantuan forklift secara manual, sedangkan barang berukuran kecil dengan bobot ringan umumnya dipindahkan secara langsung oleh tenaga manusia. Dengan adanya perbedaan metode ini, analisis throughput dapat memberikan gambaran lebih jelas mengenai beban kerja gudang dan menjadi dasar dalam mengevaluasi efisiensi tata letak yang ada. Adapun rumus perhitungan untuk menghitung throughput adalah sebagai berikut:

$$T_j = \frac{\text{Rata - rata penerimaan}}{\text{Kapasitas angkut (in)}} + \frac{\text{Rata - rata pengiriman}}{\text{Kapasitas angkut (out)}}$$

Berdasarkan hasil pengumpulan data di gudang suku cadang, diperoleh informasi mengenai jumlah barang yang keluar dan masuk selama periode pengamatan. Data ini kemudian disajikan dalam bentuk tabel throughput, yang menggambarkan tingkat pergerakan masing-masing jenis barang. Penyajian throughput dalam bentuk tabel bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai intensitas aktivitas material handling, baik untuk barang heavy duty yang dipindahkan dengan forklift maupun barang ringan yang ditangani secara manual oleh tenaga kerja. Dengan demikian, data throughput ini akan menjadi dasar penting dalam analisis efisiensi tata letak gudang.

a. Analisis Throughput dan Assessment (Tj) pada Rak Heavy Duty

Perhitungan throughput merupakan tahapan penting dalam penerapan metode dedicated storage karena digunakan untuk mengetahui tingkat aktivitas pergerakan setiap item di dalam gudang berdasarkan frekuensi penerimaan dan pengeluaran barang. Nilai throughput (Tj) merepresentasikan intensitas mobilitas suatu item sehingga dapat digunakan untuk menentukan prioritas penempatan barang dalam tata letak gudang. Semakin tinggi nilai throughput suatu item, maka semakin sering item tersebut berpindah sehingga memerlukan lokasi penyimpanan yang lebih dekat dengan area sorting maupun area pengambilan untuk meminimalkan jarak material handling. Oleh karena itu, analisis throughput menjadi dasar dalam menentukan

pengelompokan barang berdasarkan tingkat aktivitas sehingga tata letak gudang dapat dirancang lebih efisien dan mampu mendukung kelancaran operasional pergudangan.

Tabel 4.13 Data Throughput Rak Heavy Duty

No	Jenis	Item	In	Out	Kapasitas Angkut (in)	Kapasitas Angkut (out)	Throughput (Tj)	Actual Throughput (Tj)
1	Fork Lift	Starter Motor	15	12	3	1	17	17
2	Fork Lift	Alternator	20	14	5	1	18	18
3	Fork Lift	Hydraulic Cylinder	15	7	3	1	12	12
4	Fork Lift	Fork (Garpu Angkat)	4	1	2	1	3	3
5	Fork Lift	Filter Oli	85	53	10	1	61,5	62
6	Fork Lift	Filter Udara	55	51	10	1	56,5	57
7	Fork Lift	V-Belt	50	47	20	1	49,5	50
8	Fork Lift	Selang Hidrolik	25	19	5	1	24	24
9	Fork Lift	Fuel Filter	70	54	10	1	61	61
10	Fork Lift	Gasket Kit	55	50	20	1	52,75	53
11	Genset	Accu genset 12V	10	4	5	1	6	6
12	Genset	Accu genset 24V	12	6	5	1	8,4	9
13	Genset	Radiator	12	5	4	1	8	8
14	Genset	Alternator	2	1	1	1	3	3
15	Genset	AVR	10	8	4	1	10,5	11
16	Genset	Filter Oli	35	28	10	1	31,5	32
17	Genset	Filter Udara	35	24	10	1	27,5	28
18	Traktor	Alternator	25	13	5	1	18	18
19	Traktor	Starter Motor	20	12	5	1	16	16
20	Traktor	Hydraulic Pumo	18	6	5	1	9,6	10
21	Traktor	Cylinder Kit	15	11	5	1	14	14
22	Excavator	Gasket Kit	45	37	20	1	39,25	40
23	Excavator	Fuel Filter	40	36	10	1	40	40
24	Excavator	Filter Oli	40	38	10	1	42	42
25	Excavator	Filter Udara	40	37	10	1	41	41

No	Jenis	Item	In	Out	Kapasitas Angkut (in)	Kapasitas Angkut (out)	Throughput (Tj)	Actual Throughput (Tj)
26	Excavator	Track Guard	6	2	2	1	5	5
27	Excavator	Track Roller	4	2	2	1	4	4
28	Excavator	Sprocket	3	1	2	1	2,5	3
29	Excavator	Carrier Roller	9	4	4	1	6,25	7

Tabel throughput berikut menyajikan jumlah pergerakan barang masuk dan keluar gudang untuk setiap jenis suku cadang pada rak heavy duty (RHD) selama periode pengamatan. Dari data tersebut kemudian dihitung nilai throughput (Tj) untuk masing masing item, yang merepresentasikan tingkat intensitas pergerakan barang dalam gudang. Nilai Tj diperoleh dari total frekuensi in dan out, sehingga semakin besar nilai Tj maka semakin tinggi tingkat mobilitas suatu barang.

$$Tj = \frac{\text{Rata - rata penerimaan}}{\text{Kapasitas angkut (in)}} + \frac{\text{Rata - rata pengiriman}}{\text{Kapasitas angkut (out)}}$$

$$Tj = \frac{15}{3} + \frac{12}{1}$$

$$Tj = 5 + 12$$

$$Tj = 17$$

Perhitungan di atas merupakan perhitungan throughput pada item starter motor forklift, dengan penerimaan sebanyak 15 unit dan pengeluaran sebanyak 12 unit. Dalam sekali pengangkutan jumlahnya bervariasi sesuai dengan kapasitas beban oleh forklift dari item yang ada, contohnya pada item starter motor forklift, pada satu kali pemindahan oleh forklift adalah 5 unit, kemudian untuk masing-masing pengeluaran adalah sama dengan 1, karena tiap pengambilan oleh mekanik adalah berjumlah sama dengan 1. Dengan demikian, Tj dapat dijadikan indikator penting untuk menentukan prioritas penempatan barang dalam tata letak gudang, di mana barang dengan nilai Tj tinggi sebaiknya ditempatkan lebih dekat dengan area sorting dan shipping untuk meminimalkan jarak material handling.

Hasil perhitungan throughput pada rak heavy duty menunjukkan bahwa nilai Tj memiliki rentang yang cukup besar yaitu antara 2,5 hingga 61,5 dengan variasi tingkat aktivitas yang berbeda pada setiap item. Item dengan nilai throughput tertinggi terlihat pada filter oli

forklift sebesar 61,5 yang dibulatkan menjadi 62, diikuti oleh fuel filter forklift sebesar 61 serta filter udara forklift sebesar 56,5 yang dibulatkan menjadi 57. Nilai throughput yang tinggi pada komponen filter menunjukkan bahwa komponen consumable memiliki tingkat pergerakan yang sangat tinggi karena merupakan komponen yang sering digunakan dalam aktivitas perawatan unit. Kondisi ini menunjukkan bahwa komponen dengan nilai throughput tinggi termasuk kategori fast moving sehingga memerlukan penempatan pada lokasi yang lebih strategis untuk mengurangi waktu perpindahan material.

Jika dilihat dari distribusi nilai throughput berdasarkan jenis unit, komponen forklift memiliki kontribusi throughput terbesar dibandingkan kategori genset, traktor, maupun excavator yang menunjukkan bahwa aktivitas perawatan unit forklift memiliki frekuensi penggunaan komponen yang lebih tinggi selama periode pengamatan. Sementara itu, komponen pada kategori excavator seperti gasket kit dan filter juga memiliki nilai throughput yang cukup tinggi dengan nilai di atas 40 yang menunjukkan bahwa komponen tersebut memiliki tingkat pergerakan yang cukup aktif. Sebaliknya, komponen seperti sprocket dan track roller memiliki nilai throughput yang relatif rendah yaitu di bawah 5 yang menunjukkan bahwa komponen tersebut termasuk kategori slow moving karena frekuensi penggunaannya lebih jarang dibandingkan komponen lainnya.

Secara keseluruhan, distribusi nilai throughput menunjukkan bahwa sebagian besar item memiliki nilai T_j di atas 10 yang menunjukkan bahwa aktivitas pergerakan barang pada rak heavy duty tergolong cukup tinggi. Nilai throughput yang tinggi menunjukkan bahwa intensitas aktivitas material handling cukup besar sehingga tata letak penyimpanan perlu mempertimbangkan tingkat aktivitas barang agar jarak perpindahan dapat diminimalkan. Data throughput ini menjadi dasar penting dalam perhitungan rasio T/S (Throughput per Space Requirement) untuk menentukan prioritas lokasi penyimpanan secara dedicated sehingga barang dengan tingkat aktivitas tinggi dapat ditempatkan pada lokasi yang lebih dekat dengan area operasional guna meningkatkan efisiensi aliran material di dalam gudang.

b. Analisis Throughput dan Assessment (T_j) pada Rak Barang (RB)

Perhitungan throughput pada rak barang dilakukan untuk mengetahui tingkat aktivitas pergerakan setiap item barang umum berdasarkan frekuensi penerimaan dan pengeluaran selama periode pengamatan. Nilai throughput (T_j) menggambarkan intensitas mobilitas suatu item di dalam gudang sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan prioritas penempatan barang dalam tata letak penyimpanan. Barang dengan nilai throughput tinggi menunjukkan frekuensi pergerakan yang lebih sering sehingga memerlukan lokasi

penyimpanan yang lebih dekat dengan area operasional untuk meminimalkan jarak material handling. Oleh karena itu, analisis throughput pada rak barang menjadi penting dalam mendukung penerapan metode dedicated storage agar pengelompokan barang dapat dilakukan berdasarkan tingkat aktivitasnya sehingga efisiensi operasional gudang dapat meningkat.

Tabel 4.14 Data Throughput Rak Barang

N o	Jenis	Item	In	Out	Kapasita s Angkut (in)	Kapasita s Angkut (out)	Throughpu t (Tj)	Actual Throughpu t (Tj)
1	Lubrican t	Oli Mesin	3 5	28	5	1	35	35
2	Lubrican t	Oli Gardan	3 5	27	5	1	34	34
3	Cooler	Radiator Coolant	1 5	13	5	1	16	16
4	Lubrican t	Grease	5 5	32	5	1	43	43
5	Cooler	Thermostat	2 5	20	5	1	25	25
6	Fastener	Bearing	2 5	12	5	1	17	17
7	Spare Part	Wiper Blade	3 4	22	5	1	28,8	29
8	Nut	Nut Hex M8 (assort)	1 0	2	5	1	4	4
9		Nut Hex M10	1 0	3	5	1	5	5
10		Nut Hex M12	1 2	2	5	1	4,4	5
11		Nut Hex M16	4	1	5	1	1,8	2
12		Nut Hex M20	4	1	5	1	1,8	2
13	Bolt	Bolt Hex M8×25	8 3	3	5	1	4,6	5
14		Bolt Hex M8×40	8 2	2	5	1	3,6	4
15		Bolt Hex M10×30	8 2	2	5	1	3,6	4
16		Bolt Hex M10×50	1 0	1	5	1	3	3
17		Bolt Hex M12×40	1 0	1	5	1	3	3
18		Bolt Hex M12×60	1 2	1	5	1	3,4	4

N o	Jenis	Item	In	Out	Kapasita s Angkut (in)	Kapasita s Angkut (out)	Throughpu t (Tj)	Actual Throughpu t (Tj)
19		Bolt Hex M16×60	6	1	5	1	2,2	3
20		Bolt Hex M20×80	5	1	5	1	2	2
21	Washer	Washer M8 (assort)	1 2	1	5	1	3,4	4
22		Washer M10	8 3		5	1	4,6	5
23		Washer M12	8 2		5	1	3,6	4
24		Washer M16	8 1		5	1	2,6	3
25		Washer M20	8 1		5	1	2,6	3

Tabel throughput berikut menyajikan jumlah pergerakan barang masuk dan keluar gudang untuk setiap jenis suku cadang pada rak heavy barang (RB) selama periode pengamatan. Dari data tersebut kemudian dihitung nilai throughput (Tj) untuk masing-masing item, yang merepresentasikan tingkat intensitas pergerakan barang dalam gudang. Nilai Tj diperoleh dari total frekuensi in dan out, sehingga semakin besar nilai Tj maka semakin tinggi tingkat mobilitas suatu barang.

$$Tj = \frac{\text{Rata - rata penerimaan}}{\text{Kapasitas angkut (in)}} + \frac{\text{Rata - rata pengiriman}}{\text{Kapasitas angkut (out)}}$$

$$Tj = \frac{35}{5} + \frac{28}{1}$$

$$Tj = 7 + 28$$

$$Tj = 35$$

Perhitungan di atas merupakan perhitungan throughput pada item oli mesin, dengan penerimaan sebanyak 35 unit dan pengeluaran sebanyak 28 unit. Dalam sekali pengangkutan adalah 5 unit dari item yang ada, contohnya pada item oli mesin, pada satu kali pemindahan oleh tenaga manusia adalah 5 unit, kemudian untuk masing-masing pengeluaran adalah sama dengan 1, karena tiap pengambilan oleh mekanik adalah berjumlah sama dengan 1. Dengan demikian, Tj dapat dijadikan indikator penting untuk menentukan prioritas penempatan barang

dalam tata letak gudang, di mana barang dengan nilai Tj tinggi sebaiknya ditempatkan lebih dekat dengan area sorting dan shipping untuk meminimalkan jarak material handling.

Hasil perhitungan throughput pada rak barang menunjukkan bahwa nilai Tj memiliki variasi yang cukup signifikan dengan rentang antara 1,8 hingga 43 yang mencerminkan perbedaan tingkat mobilitas pada setiap item. Item dengan nilai throughput tertinggi adalah grease sebesar 43 yang menunjukkan bahwa komponen pelumas memiliki tingkat pergerakan paling tinggi karena sering digunakan dalam aktivitas perawatan unit. Selain itu, oli mesin dan oli gardan juga memiliki nilai throughput tinggi masing-masing sebesar 35 dan 34 yang menunjukkan bahwa komponen pelumas memiliki kontribusi terbesar terhadap aktivitas material handling pada rak barang. Nilai throughput yang tinggi pada komponen pelumas menunjukkan bahwa komponen tersebut termasuk kategori fast moving sehingga memerlukan lokasi penyimpanan yang lebih strategis agar proses pengambilan dapat dilakukan dengan lebih cepat dan efisien.

Jika dilihat dari kelompok komponen pendingin dan spare part, radiator coolant memiliki nilai throughput sebesar 16 dan thermostat sebesar 25 yang menunjukkan bahwa komponen tersebut memiliki tingkat aktivitas menengah dibandingkan komponen pelumas. Sementara itu, komponen seperti bearing dan wiper blade memiliki nilai throughput masing-masing sebesar 17 dan 29 yang menunjukkan bahwa komponen tersebut memiliki tingkat mobilitas cukup tinggi meskipun tidak setinggi komponen pelumas. Distribusi nilai throughput ini menunjukkan bahwa kebutuhan penempatan barang perlu mempertimbangkan variasi tingkat aktivitas agar barang dengan mobilitas lebih tinggi dapat ditempatkan pada lokasi yang lebih mudah dijangkau.

Pada kelompok fastener seperti nut, bolt, dan washer, sebagian besar item memiliki nilai throughput di bawah 5 yang menunjukkan bahwa komponen tersebut termasuk kategori slow moving karena frekuensi penggunaannya relatif rendah selama periode pengamatan. Nilai throughput terendah terlihat pada nut hex M16 dan nut hex M20 sebesar 1,8 yang menunjukkan bahwa komponen tersebut jarang mengalami pergerakan dibandingkan item lainnya. Meskipun jumlah item fastener cukup banyak, frekuensi pergerakan yang rendah menunjukkan bahwa komponen tersebut tidak memerlukan lokasi penyimpanan yang terlalu dekat dengan area operasional sehingga dapat ditempatkan pada area dengan prioritas lebih rendah.

Secara keseluruhan, distribusi nilai throughput pada rak barang menunjukkan bahwa komponen pelumas memiliki kontribusi terbesar terhadap aktivitas material handling, diikuti oleh komponen pendingin dan spare part, sedangkan komponen fastener memiliki tingkat

mobilitas paling rendah. Variasi nilai throughput ini menunjukkan pentingnya pengelompokan barang berdasarkan tingkat aktivitas dalam penerapan metode dedicated storage agar penempatan barang dapat dilakukan secara lebih optimal. Data throughput ini selanjutnya digunakan dalam perhitungan rasio T/S untuk menentukan prioritas lokasi penyimpanan sehingga tata letak gudang dapat dirancang lebih efisien dengan mempertimbangkan keseimbangan antara kebutuhan ruang dan tingkat aktivitas pergerakan barang.

4.2.4 Menghitung Total Trips (TT)

4.2.1.1 Menghitung Total Trips Existing Layout

Setelah dilakukan perhitungan kebutuhan ruang (S_j) dan throughput (T_j), tahap berikutnya adalah menghitung jumlah perjalanan (total trips) yang terjadi pada masing masing layout gudang. Perhitungan total trips dilakukan untuk menggambarkan beban aktivitas material handling, baik menggunakan forklift untuk barang heavy duty maupun tenaga manusia untuk barang ringan. Hasil perhitungan ini kemudian disajikan dalam bentuk table sebagai berikut:

a. Analisis Total Trips pada Rak Heavy Duty Layout Gudang Lama

Perhitungan total trips pada layout gudang lama dilakukan untuk mengetahui total beban pergerakan material handling berdasarkan jarak perpindahan, kebutuhan ruang penyimpanan, serta tingkat aktivitas setiap item pada rak heavy duty. Nilai total trips diperoleh dari hasil perkalian antara jarak perpindahan (D_{ij}) dengan rasio throughput terhadap space requirement (T_j/S_j), sehingga nilai ini merepresentasikan total beban kerja perpindahan material untuk setiap item dalam gudang. Semakin besar nilai total trips maka semakin besar pula beban perpindahan material yang harus dilakukan sehingga menunjukkan tingkat inefisiensi aliran material pada tata letak gudang eksisting. Oleh karena itu, perhitungan total trips menjadi indikator penting dalam mengevaluasi kinerja tata letak gudang lama sebelum dilakukan perancangan ulang menggunakan metode dedicated storage.

Tabel 4.15 Data Total Trips RHD Layout Gudang Lama

No	Jenis	Item	Posisi Rak	D_{ij}	S_j	T_j	T_j/S_j	Total Trips (TT)
1	Fork Lift	Starter Motor	RHD-1	7,25	1,000	17	17,00	123,25
2	Fork Lift	Alternator		7,25	1,000	18	18,00	130,5
3	Fork Lift	Hydraulic Cylinder		7,25	1,000	12	12,00	87

4	Fork Lift	Fork (Garpu Angkat)	RHD-2	10,25	1,000	3	3,00	30,75
5	Fork Lift	Filter Oli		10,25	1,000	62	62,00	635,5
6	Fork Lift	Filter Udara		10,25	1,000	57	57,00	584,25
7	Fork Lift	V-Belt		10,25	1,000	50	50,00	512,5
8	Fork Lift	Selang Hidrolik	RHD-3	16,25	1,000	24	24,00	390
9	Fork Lift	Fuel Filter		16,25	1,000	61	61,00	991,25
10	Fork Lift	Gasket Kit		16,25	1,000	53	53,00	861,25
11	Genset	Accu genset 12V	RHD-4	19,25	1,000	6	6,00	115,5
12	Genset	Accu genset 24V		19,25	1,000	9	9,00	173,25
13	Genset	Radiator		19,25	1,000	8	8,00	154
14	Genset	Alternator	RHD-5	13,75	1,000	3	3,00	41,25
15	Genset	AVR		13,75	1,000	11	11,00	151,25
16	Genset	Filter Oli		13,75	1,000	32	32,00	440
17	Genset	Filter Udara		13,75	1,000	28	28,00	385
18	Traktor	Alternator	RHD-6	16,75	1,000	18	18,00	301,5
19	Traktor	Starter Motor		16,75	1,000	16	16,00	268
20	Traktor	Hydraulic Pumo		16,75	1,000	10	10,00	167,5
21	Traktor	Cylinder Kit		16,75	1,000	14	14,00	234,5
22	Excavator	Gasket Kit	RHD-7	4,75	1,000	40	40,00	190
23	Excavator	Fuel Filter		4,75	1,000	40	40,00	190
24	Excavator	Filter Oli		4,75	1,000	42	42,00	199,5
25	Excavator	Filter Udara	RHD-8	7,75	1,000	41	41,00	317,75
26	Excavator	Track Guard		7,75	1,000	5	5,00	38,75
27	Excavator	Track Roller		7,75	1,000	4	4,00	31
28	Excavator	Sprocket		7,75	1,000	3	3,00	23,25
29	Excavator	Carrier Roller		7,75	1,000	7	7,00	54,25
Total Trips RHD Existing Layout								7822,5

Berdasarkan tabel 4.15, total trips pada rak heavy duty layout gudang lama sebesar 7822,5 yang menunjukkan bahwa secara keseluruhan beban perpindahan material masih cukup tinggi pada beberapa item dengan tingkat aktivitas besar. Nilai total trips terbesar terlihat pada item fuel filter forklift sebesar 991,25 yang diikuti oleh gasket kit forklift sebesar 861,25 serta filter oli forklift sebesar 635,5. Tingginya nilai total trips pada komponen tersebut menunjukkan bahwa komponen dengan tingkat throughput tinggi akan tetap menghasilkan beban perpindahan besar meskipun dilakukan perubahan tata letak karena frekuensi pergerakan barang yang sangat tinggi. Selain itu, beberapa komponen genset dan traktor juga memiliki nilai total trips yang cukup besar karena memiliki jarak perpindahan yang relatif jauh dari sorting area.

Jika dilihat secara keseluruhan, sebagian besar item dengan nilai throughput tinggi memiliki nilai total trips yang besar karena dipengaruhi oleh jarak perpindahan yang cukup jauh pada layout lama. Sebaliknya, item dengan nilai throughput rendah seperti sprocket dan track roller memiliki nilai total trips yang relatif kecil karena frekuensi pergerakan yang rendah meskipun jaraknya cukup jauh. Pola ini menunjukkan bahwa tata letak gudang lama belum mempertimbangkan pengelompokan barang berdasarkan tingkat aktivitas sehingga barang dengan mobilitas tinggi masih ditempatkan pada lokasi yang kurang strategis. Nilai total trips yang tinggi pada layout eksisting menunjukkan bahwa aliran material masih belum efisien sehingga diperlukan perancangan ulang tata letak untuk mengurangi beban perpindahan material dan meningkatkan efisiensi operasional gudang.

b. Analisis Total Trips pada Rak Barang Layout Gudang Lama

Perhitungan total trips pada rak barang layout gudang lama dilakukan untuk mengetahui besarnya beban perpindahan material pada item barang umum berdasarkan kombinasi jarak perpindahan, kebutuhan ruang penyimpanan, serta tingkat aktivitas pergerakan barang. Nilai total trips dihitung dari hasil perkalian antara jarak perpindahan (D_{ij}) dengan rasio throughput terhadap space requirement (T_j/S_j), sehingga nilai ini menggambarkan total intensitas perpindahan material untuk setiap item selama periode pengamatan. Analisis total trips pada rak barang menjadi penting karena sebagian besar item pada rak ini memiliki frekuensi pergerakan yang cukup tinggi terutama pada komponen consumable sehingga dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap beban kerja material handling dalam gudang.

Tabel 4.16 Data Total Trips RB Layout Gudang Lama

No	Jenis	Item	Posisi Rak	D_{ij}	S_j	T_j	T_j/S_j	Total Trips (TT)
1	Lubricant	Oli Mesin	RB-1	11,05	9	35	3,89	42,97222
2	Lubricant	Oli Gardan		11,05	9	34	3,78	41,74444
3	Cooler	Radiator Coolant		11,05	5	16	3,20	35,36
4	Lubricant	Grease	RB-2	12,45	9	43	4,78	59,48333
5	Cooler	Thermostat		12,45	1	25	25,00	311,25
6	Fastener	Bearing		12,45	1	17	17,00	211,65
7	Spare Part	Wiper Blade		12,45	5	29	5,80	72,21
8	Nut	Nut Hex M8 (assort)	RB-3	13,95	2	4	2,00	27,9
9		Nut Hex M10		13,95	2	5	2,50	34,875

No	Jenis	Item	Posisi Rak	Dij	Sj	Tj	Tj/Sj	Total Trips (TT)	
10	Bolt	Nut Hex M12		13,95	2	5	2,50	34,875	
11		Nut Hex M16		13,95	2	2	1,00	13,95	
12		Nut Hex M20		13,95	2	2	1,00	13,95	
13		Bolt Hex M8×25		13,95	1	5	5,00	69,75	
14		Bolt Hex M8×40		13,95	1	4	4,00	55,8	
15		Bolt Hex M10×30		13,95	1	4	4,00	55,8	
16		Bolt Hex M10×50		13,95	2	3	1,50	20,925	
17		Bolt Hex M12×40		13,95	2	3	1,50	20,925	
18		Bolt Hex M12×60		13,95	3	4	1,33	18,6	
19		Bolt Hex M16×60		13,95	3	3	1,00	13,95	
20	Bolt Hex M20×80	13,95		3	2	0,67	9,3		
21	Washer	Washer M8 (assort)		13,95	1	4	4,00	55,8	
22		Washer M10		13,95	1	5	5,00	69,75	
23		Washer M12		13,95	1	4	4,00	55,8	
24		Washer M16		13,95	2	3	1,50	20,925	
25		Washer M20		13,95	2	3	1,50	20,925	
Total Trips RB Existing Layout								1388,47	

Berdasarkan tabel 4.16, total trips pada rak barang layout gudang lama sebesar 1388,47 yang menunjukkan bahwa beban perpindahan material pada rak barang masih cukup besar terutama pada beberapa item dengan nilai throughput tinggi. Nilai total trips terbesar terlihat pada item thermostat sebesar 311,25 yang diikuti oleh bearing sebesar 211,65 serta grease sebesar 59,48. Tingginya nilai total trips pada item thermostat dan bearing menunjukkan bahwa item dengan kebutuhan ruang kecil namun memiliki frekuensi pergerakan tinggi akan menghasilkan rasio Tj/Sj yang besar sehingga meningkatkan total beban perpindahan material. Selain itu, komponen pelumas seperti oli mesin dan oli gardan juga memiliki nilai total trips yang cukup tinggi masing-masing sebesar 42,97 dan 41,74 yang menunjukkan bahwa komponen consumable tetap memberikan kontribusi signifikan terhadap aktivitas material handling pada layout lama.

Berdasarkan tabel perhitungan total trips pada layout lama, terlihat bahwa jumlah perjalanan material handling cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan layout baru meskipun menggunakan nilai kebutuhan ruang (S_j) dan throughput (T_j) yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan susunan rak pada layout lama berpengaruh langsung terhadap peningkatan jarak perpindahan (D_{ij}) yang harus ditempuh oleh forklift maupun tenaga kerja. Barang dengan throughput tinggi yang sebelumnya ditempatkan lebih dekat dengan area sorting dan shipping pada layout lama, dalam layout baru justru menempati posisi yang relatif lebih jauh sehingga menambah frekuensi perjalanan. Namun demikian, item dengan rasio throughput tinggi seperti thermostat dan bearing menunjukkan bahwa tata letak gudang lama belum mempertimbangkan pengelompokan barang berdasarkan tingkat aktivitas sehingga barang dengan mobilitas tinggi masih ditempatkan pada lokasi yang kurang strategis. Nilai total trips yang cukup besar pada beberapa item menunjukkan bahwa masih terdapat potensi perbaikan tata letak untuk mengurangi beban perpindahan material dan meningkatkan efisiensi operasional gudang.

Contohnya pada rak heavy duty 1 dengan item starter motor forklift (RHD-1) yang memiliki total trip yaitu 123, 25 meter yang dimana hampir 2 kali lipat dari total jarak pada layout gudang baru, sehingga total perjalanan pada RHD dapat diketahui adalah sama dengan 7822,55 meter. Pada rak barang 1 dengan item oli mesin (RB-1) diketahui total perjalanannya adalah 49,97-meter dimana nilai ini lebih besar hingga 10 meter jika dibandingkan dengan layout gudang lam, sehingga total perjalanan pada RB dapat diketahui adalah sama dengan 1388,47 meter.

4.2.1.2 Menghitung Total Trips Proposed Layout

Selanjutnya dilakukan perhitungan total trips pada layout baru dengan menggunakan nilai kebutuhan ruang (S_j) dan throughput (T_j) yang sama seperti pada layout lama, sehingga perbedaan hasil semata-mata disebabkan oleh perubahan jarak perpindahan (d_{ij}) berdasarkan rancangan tata letak rak pada layout baru. Dengan pendekatan ini, analisis dapat lebih objektif karena faktor permintaan barang dan kebutuhan ruang dianggap konstan, sedangkan variabel yang dianalisis hanya perubahan jarak akibat perbedaan susunan rak. Hasil perhitungan total trips pada layout baru disajikan dalam tabel berikut.

a. Analisis Total Trips pada Rak Heavy Duty Layout Gudang Baru

Perhitungan total trips pada layout gudang baru dilakukan untuk mengetahui besarnya beban perpindahan material setelah dilakukan perancangan tata letak menggunakan metode

dedicated storage. Nilai total trips diperoleh dari hasil perkalian antara jarak perpindahan (Dij) dengan rasio throughput terhadap kebutuhan ruang penyimpanan (Tj/Sj) sehingga nilai ini merepresentasikan total intensitas perpindahan material pada setiap item di dalam gudang. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana perubahan posisi rak pada layout usulan mempengaruhi beban kerja material handling serta untuk mengetahui apakah tata letak baru mampu mengurangi total beban perpindahan dibandingkan layout eksisting.

Tabel 4.17 Data Total Trips RHD Layout Gudang Baru

No	Jenis	Item	Posisi Rak	Dij	Sj	Tj	Tj/Sj	Total Trips (TT)
1	Fork Lift	Starter Motor	RHD-1	7,90	2,000	17	8,50	67,15
2	Fork Lift	Alternator		7,90	1,000	18	18,00	142,2
3	Fork Lift	Hydraulic Cylinder		7,90	1,000	12	12,00	94,8
4	Fork Lift	Fork (Garpu Angkat)	RHD-2	10,90	1,000	3	3,00	32,7
5	Fork Lift	Filter Oli		10,90	1,000	62	62,00	675,8
6	Fork Lift	Filter Udara		10,90	1,000	57	57,00	621,3
7	Fork Lift	V-Belt		10,90	2,000	50	25,00	272,5
8	Fork Lift	Selang Hidrolik	RHD-3	13,90	2,000	24	12,00	166,8
9	Fork Lift	Fuel Filter		13,90	1,000	61	61,00	847,9
10	Fork Lift	Gasket Kit		13,90	2,000	53	26,50	368,35
11	Genset	Accu genset 12V	RHD-4	16,90	1,000	6	6,00	101,4
12	Genset	Accu genset 24V		16,90	1,000	9	9,00	152,1
13	Genset	Radiator		16,90	2,000	8	4,00	67,6
14	Genset	Alternator	RHD-5	11,90	2,000	3	1,50	17,85
15	Genset	AVR		11,90	1,000	11	11,00	130,9
16	Genset	Filter Oli		11,90	1,000	32	32,00	380,8
17	Genset	Filter Udara		11,90	1,000	28	28,00	333,2
18	Traktor	Alternator		14,90	2,000	18	9,00	134,1

No	Jenis	Item	Posisi Rak	Dij	Sj	Tj	Tj/Sj	Total Trips (TT)
19	Traktor	Starter Motor	RHD-6	14,90	2,000	16	8,00	119,2
20	Traktor	Hydraulic Pumo		14,90	2,000	10	5,00	74,5
21	Traktor	Cylinder Kit		14,90	2,000	14	7,00	104,3
22	Excavator	Gasket Kit	RHD-7	9,90	1,000	40	40,00	396
23	Excavator	Fuel Filter		9,90	1,000	40	40,00	396
24	Excavator	Filter Oli		9,90	1,000	42	42,00	415,8
25	Excavator	Filter Udara	RHD-8	12,90	1,000	41	41,00	528,9
26	Excavator	Track Guard		12,90	1,000	5	5,00	64,5
27	Excavator	Track Roller		12,90	1,000	4	4,00	51,6
28	Excavator	Sprocket		12,90	4,000	3	0,75	9,675
29	Excavator	Carrier Roller		12,90	1,000	7	7,00	90,3
Total Trips RHD Proposed Layout								6858,225

Berdasarkan tabel 4.17, total trips pada rak heavy duty layout gudang baru mencapai 6858,225 yang menunjukkan bahwa beban perpindahan material pada kondisi eksisting masih cukup tinggi. Nilai total trips terbesar terlihat pada item fuel filter forklift sebesar 847,9 yang diikuti oleh filter oli forklift sebesar 675,8 dan filter udara forklift sebesar 621,3. Tingginya nilai total trips pada komponen filter menunjukkan bahwa komponen consumable memiliki kontribusi terbesar terhadap aktivitas material handling karena memiliki nilai throughput yang tinggi serta jarak perpindahan yang relatif jauh dari sorting area. Selain itu, komponen excavator seperti filter udara dan filter oli juga memiliki nilai total trips di atas 400 yang menunjukkan bahwa komponen dengan tingkat aktivitas tinggi yang ditempatkan pada lokasi yang jauh akan meningkatkan beban perpindahan material secara signifikan.

Jika dilihat dari distribusi nilai total trips, terdapat beberapa item excavator seperti gasket kit, fuel filter, dan filter oli yang memiliki nilai total trips relatif lebih kecil dibandingkan layout lama karena posisinya lebih dekat dengan sorting area pada layout baru. Hal ini menunjukkan bahwa perancangan tata letak berhasil mengurangi beban perpindahan pada beberapa item dengan tingkat aktivitas tinggi. Namun demikian, peningkatan nilai total trips

pada beberapa komponen forklift menunjukkan bahwa perubahan posisi rak belum sepenuhnya mengoptimalkan pengelompokan barang berdasarkan tingkat aktivitas sehingga masih terdapat potensi perbaikan dalam penempatan item fast moving. Secara keseluruhan, hasil perhitungan total trips pada layout baru memberikan gambaran mengenai distribusi beban perpindahan material yang menjadi dasar dalam analisis perbaikan efisiensi antara layout lama dan layout usulan.

b. Analisis Total Trips pada Rak Barang Layout Gudang Baru

Perhitungan total trips pada rak barang layout gudang baru dilakukan untuk mengetahui besarnya beban perpindahan material setelah dilakukan perancangan tata letak menggunakan metode dedicated storage. Nilai total trips dihitung dari hasil perkalian antara jarak perpindahan (D_{ij}) dengan rasio throughput terhadap kebutuhan ruang penyimpanan (T_j/S_j) sehingga nilai ini merepresentasikan intensitas pergerakan material untuk setiap item pada rak barang selama periode pengamatan. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh perubahan posisi rak terhadap beban kerja material handling serta untuk mengetahui sejauh mana tata letak baru mampu meningkatkan efisiensi aliran material dibandingkan dengan layout eksisting.

Tabel 4.18 Data Total Trips RB Layout Gudang Baru

No	Jenis	Item	Posisi Rak	D_{ij}	S_j	T_j	T_j/S_j	Total Trips (TT)
1	Lubricant	Oli Mesin	RB-1	10,45	9	35	3,89	40,63889
2	Lubricant	Oli Gardan		10,45	9	34	3,78	39,47778
3	Cooler	Radiator Coolant		10,45	5	16	3,20	33,44
4	Lubricant	Grease	RB-2	11,65	9	43	4,78	55,66111
5	Cooler	Thermostat		11,65	1	25	25,00	291,25
6	Fastener	Bearing		11,65	1	17	17,00	198,05
7	Spare Part	Wiper Blade		11,65	5	29	5,80	67,57
8	Nut	Nut Hex M8 (assort)	RB-3	13,05	2	4	2,00	26,1
9		Nut Hex M10		13,05	2	5	2,50	32,625
10		Nut Hex M12		13,05	2	5	2,50	32,625
11		Nut Hex M16		13,05	2	2	1,00	13,05
12		Nut Hex M20		13,05	2	2	1,00	13,05
13	Bolt	Bolt Hex M8×25		13,05	1	5	5,00	65,25

No	Jenis	Item	Posisi Rak	Dij	Sj	Tj	Tj/Sj	Total Trips (TT)
14		Bolt Hex M8×40		13,05	1	4	4,00	52,2
15		Bolt Hex M10×30		13,05	1	4	4,00	52,2
16		Bolt Hex M10×50		13,05	2	3	1,50	19,575
17		Bolt Hex M12×40		13,05	2	3	1,50	19,575
18		Bolt Hex M12×60		13,05	3	4	1,33	17,4
19		Bolt Hex M16×60		13,05	3	3	1,00	13,05
20		Bolt Hex M20×80		13,05	3	2	0,67	8,7
21		Washer		Washer M8 (assort)		13,05	1	4
22	Washer M10		13,05	1		5	5,00	65,25
23	Washer M12		13,05	1		4	4,00	52,2
24	Washer M16		13,05	2		3	1,50	19,575
25	Washer M20		13,05	2		3	1,50	19,575
Total Trips RB Proposed Layout								1300,3

Berdasarkan tabel 4.18, total trips pada rak barang layout gudang baru sebesar 1300,3 yang menunjukkan bahwa beban perpindahan material pada rak barang cukup signifikan meskipun lebih rendah dibandingkan rak heavy duty. Nilai total trips terbesar terlihat pada item thermostat sebesar 291,25 yang diikuti oleh bearing sebesar 198,05 dan grease sebesar 55,66. Tingginya nilai total trips pada thermostat dan bearing menunjukkan bahwa item dengan kebutuhan ruang kecil tetapi memiliki nilai throughput tinggi akan menghasilkan rasio Tj/Sj yang besar sehingga meningkatkan total beban perpindahan material. Selain itu, komponen pelumas seperti oli mesin dan oli gardan juga memiliki nilai total trips yang cukup tinggi masing-masing sebesar 40,64 dan 39,48 yang menunjukkan bahwa komponen consumable memberikan kontribusi signifikan terhadap aktivitas material handling pada rak barang.

Jika dilihat dari distribusi keseluruhan, sebagian besar item fastener seperti nut, bolt, dan washer memiliki nilai total trips yang relatif kecil yaitu di bawah 70 karena memiliki nilai throughput rendah meskipun jarak perpindahan cukup jauh. Hal ini menunjukkan bahwa komponen fastener termasuk kategori slow moving sehingga kontribusinya terhadap beban perpindahan material tidak terlalu besar. Sementara itu, untuk barang heavy duty, penggunaan

forklift menjadi lebih intensif karena jarak tempuh yang lebih panjang. Kondisi ini mengindikasikan bahwa meskipun layout baru menawarkan kerapian dan optimalisasi ruang penyimpanan, dari sisi efisiensi pergerakan barang tata letak ini masih menghasilkan beban perjalanan yang lebih besar.

Berdasarkan tabel perhitungan total trips pada layout baru, dapat dilihat bahwa distribusi perjalanan material handling sudah cukup efisien. Barang dengan throughput tinggi, seperti komponen fast moving, menghasilkan jumlah perjalanan yang lebih besar, namun penempatannya yang relatif dekat dengan area sorting dan shipping membuat total trips tetap terkendali. Sementara itu, barang dengan throughput rendah atau berukuran besar (heavy duty) memiliki frekuensi perjalanan yang lebih sedikit, meskipun membutuhkan bantuan forklift dalam proses pemindahan. Hasil ini menunjukkan bahwa tata letak baru mampu mengakomodasi perbedaan karakteristik barang dengan baik, sehingga alur perpindahan barang di gudang berjalan lancar tanpa menimbulkan beban perjalanan yang berlebihan.

Contohnya pada rak heavy duty 1 dengan item starter motor forklift (RHD-1) yang memiliki total trip yaitu 67,15 meter, sehingga total perjalanan pada RHD dapat diketahui adalah sama dengan 6858,225 meter. Pada rak barang 1 dengan item oli mesin (RB-1) diketahui total perjalanannya adalah 40,63 meter, sehingga total perjalanan pada RB dapat diketahui adalah sama dengan 1300,288 meter.