

BAB I

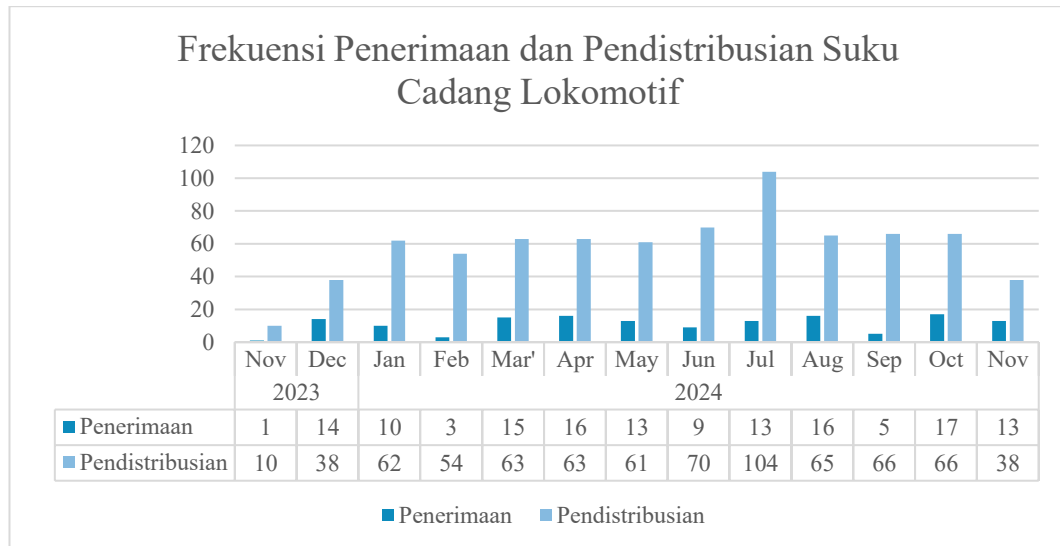
PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan global saat ini mengalami kemajuan pesat dalam bidang transportasi, khususnya transportasi umum kereta api di Indonesia yang membuat tingkat permintaan terhadap layanan angkutan penumpang dan barang kian meningkat. Berdasarkan data yang diambil dari Badan Pusat Statistik, total penumpang kereta api di Indonesia mengalami peningkatan dari 67.120 hingga mencapai 74.340 penumpang pada bulan Januari hingga Oktober 2024 (BPS, 2024). Meskipun mengalami fluktuasi bulanan, peningkatan ini terus menunjukkan perkembangan secara signifikan dan diproyeksikan terus mengalami perkembangan pada tahun-tahun berikutnya. Selain itu, pertumbuhan juga dialami pada sektor angkutan barang yang di mana mengalami peningkatan volume dari 26.755 menjadi 61.908 ribu ton barang pada tahun 2010 hingga 2022. Perkembangan tersebut menuntut perusahaan untuk dapat mengoptimalkan proses operasional, termasuk pada sektor pergudangan yang menyimpan barang persediaan kebutuhan operasional. Dalam hal ini, gudang berperan besar dalam keberlangsungan suatu layanan, di mana jika semakin banyak alur pergerakan barang, maka perlu adanya manajemen penyimpanan yang baik guna meningkatkan produktivitas proses operasional (Supandi, 1991).

Gudang Persediaan PT XYZ Yogyakarta merupakan gudang penyimpanan yang beroperasi di DAOP VI (Daerah Operasi VI) yang memiliki tugas operasional berupa penyimpanan dan pendistribusian barang persediaan yang diperlukan oleh transportasi perkeretaapian pada bagian sarana maupun prasarana kepada unit pemakai atau *user*. Barang persediaan yang disimpan salah satunya adalah suku cadang untuk keperluan perbaikan dan pergantian suatu komponen pada kereta api. Jenis suku cadang Suku cadang yang disimpan adalah suku cadang pada bagian sarana berupa suku cadang lokomotif, gerbong kereta, dan KRD/E. Adapun *user* atau unit pemakainya yaitu merupakan pihak Balai Yasa dan Depo Lokomotif sebagai tempat operasional untuk melakukan perawatan awak lokomotif kereta api. Di Gudang Persediaan PT XYZ Yogyakarta, terdapat bagian gudang yang disebut

dengan ‘los I’, yang merupakan bagian gudang khusus menyimpan suku cadang sarana lokomotif & KRD/E. Terdapat dua jenis suku cadang yang berada di los I, yaitu berupa *maintenance kit* dan *protective part*. *Maintenance kit* merupakan sekumpulan suku cadang dalam kebutuhan operasional untuk pemeliharaan atau perbaikan rutin. Sedangkan *protective part* merupakan suku cadang untuk perlindungan komponen utama awak lokomotif.



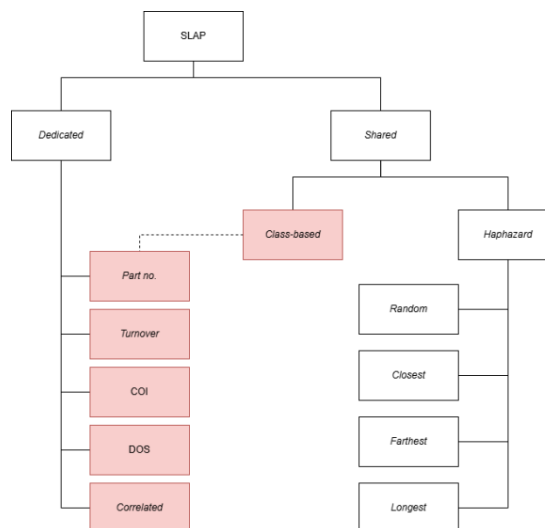
Gambar I. 1 Frekuensi Penerimaan dan Pendistribusian

Sumber (Gudang Persediaan PT XYZ Yogyakarta, 2024)

Gudang Los I pada Gudang Persediaan PT XYZ Yogyakarta memiliki proses *inbound* dan *outbond* yang meliputi aktivitas penerimaan barang (*receiving*), penempatan barang (*put away*), penyimpanan barang (*storage*), pengambilan barang (*picking*), pengemasan barang (*packing*), dan pengiriman barang (*shipping*). Gambar I.1 menunjukkan frekuensi pergerakan berupa aktivitas penerimaan dan pendistribusian suku cadang lokomotif selama satu tahun pada bulan November 2023 hingga November 2024. Diketahui bahwa pendistribusian suku cadang memiliki frekuensi yang paling tinggi dibandingkan dengan penerimaan. Hal ini menandakan bahwa suku cadang lokomotif diperlukan oleh pihak Balai Yasa dan Depo Lokomotif untuk menjalankan proses operasionalnya dalam perbaikan atau pemeliharaan bagian lokomotif kereta api secara berkala dan rutin setiap waktunya.

Dalam pengelolaan terhadap penyimpanan suku cadang lokomotif, Gudang Los I menerapkan SLAP (*Storage Location Assignment Policy*) atau kebijakan

penyimpanan berupa kebijakan *class-based storage*, yaitu metode penyimpanan barang berdasarkan kelompok atau kelas berdasarkan kriteria tertentu (Bahrami et al., 2019). Kriteria yang digunakan pada Gudang Los I adalah berdasarkan pengelompokkan dari klasifikasi *fast-moving* (F), *slow-moving* (S), dan tidak terpakai atau *non-moving* (N) pada masing-masing suku cadang. Kriteria *fast-moving* adalah suku cadang yang memiliki pergerakan cepat yang sering dikeluarkan berdasarkan permintaan *user*, kriteria *slow-moving* adalah suku cadang yang memiliki pergerakan yang lambat atau jarang dikeluarkan, dan kriteria *non-moving* adalah suku cadang yang tidak memiliki pergerakan sama sekali. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan bersama Supervisor Gudang Los I, penyimpanan suku cadang di setiap tempat penyimpanannya melibatkan multi kategori suku cadang, di mana di satu tempat penyimpanan terdapat berbagai kategori suku cadang yang berbeda namun tetap satu kriteria di antara kriteria *fast moving*, *slow moving*, atau *non moving*. Penyimpanan secara multi kategori pada kriteria yang sama memerlukan pengelolaan yang lebih baik lagi dengan mempertimbangkan aspek lain guna meningkatkan efisiensi dalam penyimpanan dan pengambilan barang di gudang.



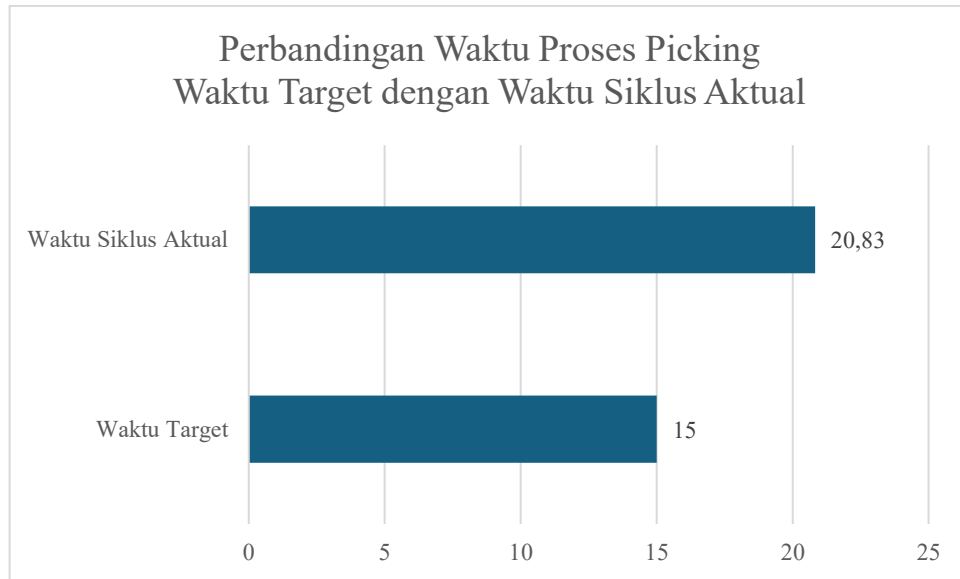
Gambar I. 2 Klasifikasi Kebijakan Penyimpanan

Sumber (Bahrami et al., 2019)

Gambar I.2 menunjukkan klasifikasi kebijakan penyimpanan di gudang yang salah satunya menunjukkan aspek-aspek tambahan yang dapat diperhatikan dalam implementasi penyimpanan *class-based*. Menurut Bahrami et al. (2019), aspek yang dapat dipertimbangkan pada implementasi penyimpanan secara *class-based*

meliputi pengelompokkan barang berdasarkan nomor atau kode barang, perputaran barang, biaya barang, permintaan per pesanan, dan hubungan atau asosiasi antar barang. Pada kondisi eksisting, Gudang Los I belum memperhatikan aspek-aspek tambahan di atas dalam pengelolaan penyimpanan barang. Maka dari itu, perlu adanya penyesuaian kebijakan yang lebih matang lagi guna meningkatkan efisiensi operasional.

Proses *picking* dalam sistem pergudangan merupakan fungsi yang paling penting pada operasi distribusi sehingga pada proses ini dijadikan sebagai aktivitas dengan prioritas tertinggi di gudang dalam meningkatkan produktivitas (Tompkins et al., 2010). Item suku cadang yang didistribusikan sering kali memiliki permintaan yang berulang pada periode waktu tertentu dengan jumlah yang bervariasi. Saat ini, Gudang Los I mengalami kondisi di mana penyimpanan item suku cadang yang sering dikeluarkan secara bersamaan pada suatu pesanan masih terpisah satu sama lain di rak penyimpanan yang berbeda dengan jarak yang berjauhan. Hal tersebut menimbulkan permasalahan pada proses *picking*, yaitu besarnya jarak yang perlu ditempuh *picker* karena perlu mengambil item suku cadang yang dipesan secara bersamaan dalam suatu pesanan di tempat penyimpanan yang berbeda. Hal tersebut didukung dengan penerapan sistem *single-order picking* di Gudang Los I yang berakibat waktu pengambilan barang turut ikut menjadi lebih lama karena besarnya jarak yang perlu ditempuh ke tempat penyimpanan dan pengambilan item pesanan secara satu per satu. Permasalahan tersebut diperkuat dengan adanya ketidaksesuaian terhadap waktu target yang ditetapkan oleh Supervisor Gudang Los I melalui pengamatan yang Penulis lakukan. Waktu target pada proses *picking* yang ditetapkan adalah selama 15 menit untuk setiap pesanan yang diterima. Penetapan waktu target oleh Supervisor Gudang Los I didasarkan pada tingkat urgensi dari *user* terhadap proses operasionalnya berupa pemeliharaan, perawatan, dan perbaikan lokomotif kereta api. Dalam arti lain, suku cadang yang diminta oleh *user* perlu dikeluarkan dengan segera ketika adanya pesanan yang masuk.

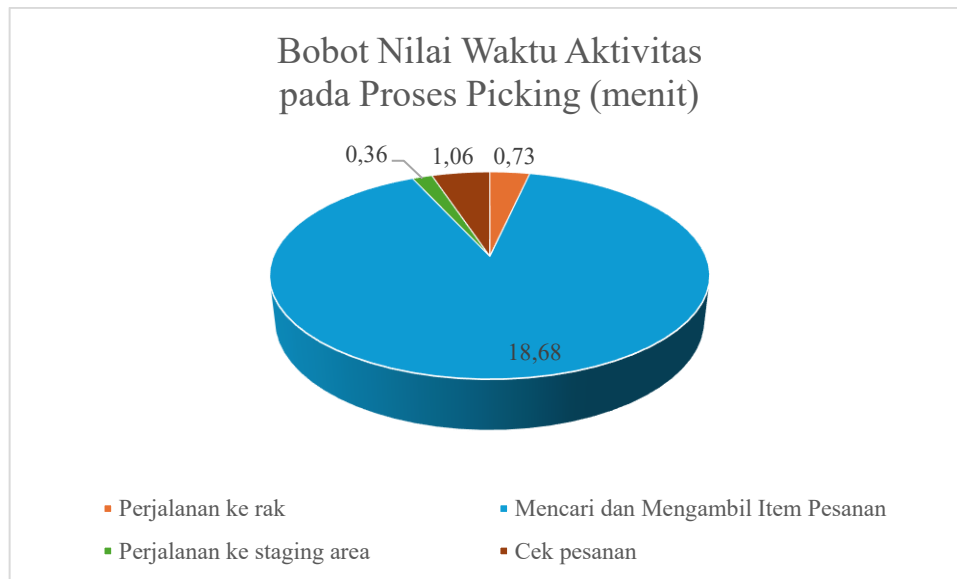


Gambar I. 3 Perbandingan Waktu Target dengan Waktu Aktual pada Proses *Picking*

Sumber (Gudang Persediaan PT XYZ Yogyakarta, 2024)

Gambar I.3 menunjukkan perbandingan antara waktu siklus aktual hasil dari pengamatan yang dilakukan oleh Penulis. Pengamatan dilakukan selama 20 kali pada 20 pesanan oleh *user* secara berkelanjutan. Diketahui bahwa rata-rata waktu siklus aktual yang telah didapatkan selama 20 kali pengamatan mencapai 20,83 menit. Waktu tersebut menunjukkan adanya perbedaan dengan waktu target yang telah ditetapkan yaitu selama 15 menit. Perbedaan antara waktu target dengan waktu siklus aktual mencapai 5,83 menit lebih lama atau setara dengan 38,87%.

Proses *picking* memiliki aktivitas-aktivitas di dalamnya, dimulai dari perjalanan menuju rak penyimpanan, mencari dan mengambil item pesanan, perjalanan ke *staging area*, dan memeriksa pesanan. Aktivitas-aktivitas tersebut memiliki masing-masing bobot waktu yang diperlukan oleh *picker* dalam memenuhi pesanan *user*. Berikut adalah bobot waktu pada masing-masing aktivitas pada proses *picking* di Gudang Los I:

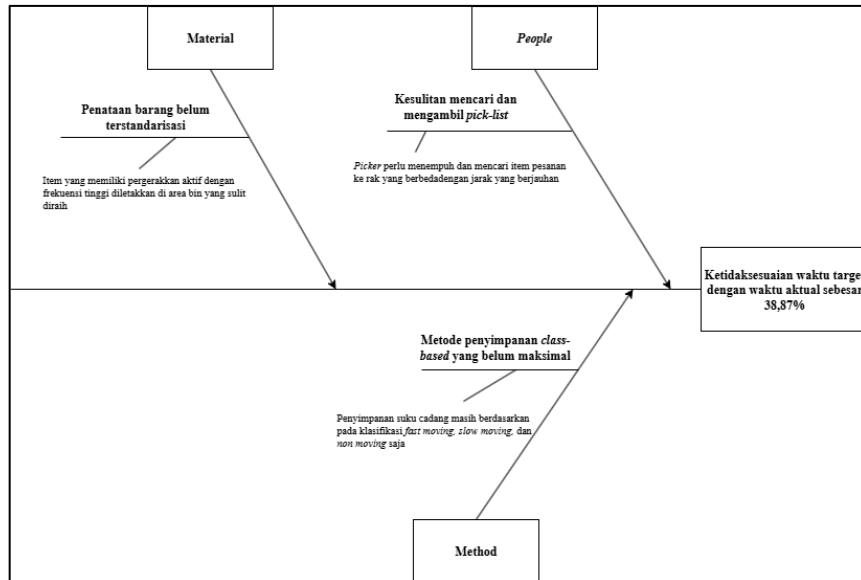


Gambar I. 4 Bobot Nilai Waktu Aktivitas

Sumber (Pengolahan Data oleh Penulis, 2024)

Gambar I.4 menunjukkan bobot nilai pada masing-masing aktivitas di proses *picking*. Berdasarkan hasil pengamatan, aktivitas mencari dan mengambil item pesanan memiliki bobot waktu paling besar, yaitu sebesar 18,68 menit. Hal tersebut menandakan bahwa aktivitas mencari dan mengambil item pesanan memiliki bobot paling tinggi dibanding aktivitas lainnya karena mencakup pencarian lokasi item di tempat penyimpanan yang cenderung sulit karena melibatkan rak penyimpanan yang berbeda dan pengambilan masing-masing item pesanan yang cenderung memiliki kuantitas yang bervariasi.

Untuk menguraikan permasalahan lebih dalam, maka selanjutnya Penulis melakukan analisis penyebab permasalahan menggunakan diagram *fishbone*. Diagram *fishbone* atau secara umum biasa disebut dengan diagram *cause and effect* bertujuan untuk mengetahui penyebab-penyebab dari suatu permasalahan secara sistematis sehingga akhirnya bisa menentukan solusi untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Pada diagram *fishbone* ini menggunakan tiga komponen sebagai faktor utama, yaitu *people*, *material*, dan *method*.



Gambar I. 5 Diagram *Fishbone*

Diagram *fishbone* di atas menjabarkan akar permasalahan dari adanya ketidaksesuaian waktu pada waktu siklus aktual pada aktivitas *picking* secara sistematis. Berdasarkan diagram *fishbone* di atas, permasalahan utama yang dimiliki adalah adanya waktu ketidaksesuaian siklus aktual pada *picking* sebesar 38,87% dari waktu target. Terdapat tiga faktor yang menjadi penyebab, yaitu *people*, *method*, dan *material*. Penjelasan dari masing-masing faktor penyebab permasalahan dijabarkan pada tabel I. 1.

Tabel I. 1 Penjelasan Diagram *Fishbone*

Masalah Utama	Faktor	Penyebab Masalah	Keterangan
Ketidaksesuaian waktu target dengan waktu aktual sebesar 38,87%.	<i>People</i>	Kesulitan mencari dan mengambil <i>picking list</i> .	<i>Picker</i> yang bertugas di Gudang Los I cenderung masih belum mengetahui setiap lokasi rak yang ada sehingga masih kesulitan dalam mencari dan mengambil <i>picking list</i> karena harus menempuh rak yang saling berbeda.
	<i>Method</i>	Metode penyimpanan <i>class-based storage</i> yang belum maksimal.	Item suku cadang yang disimpan di setiap rak belum memiliki maksimal, di mana penyimpanan baru hanya berdasarkan kategori FSN saja.

Masalah Utama	Faktor	Penyebab Masalah	Keterangan
	<i>Material</i>	Penataan barang belum terstandarisasi.	Item suku cadang yang disimpan belum terstandarisasi sehingga barang yang disimpan tidak tertata dengan baik, di mana masih terdapat item yang mengalami pergerakan aktif dengan frekuensi tinggi namun diletakkan di area bin yang sulit dijangkau oleh <i>picker</i> .

Berdasarkan setiap akar permasalahan di atas, Gudang Los I membutuhkan perancangan alokasi penyimpanan item suku cadang yang baru sebagai upaya mengurangi waktu *picking* agar tidak melebihi waktu target yang ditetapkan guna meningkatkan tingkat layanan kepada *user*.

I.2 Alternatif Solusi

Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi melalui diagram *fishbone*, terdapat beberapa alternatif solusi yang dapat digunakan untuk menangani permasalahan berupa adanya tidak sesuaian waktu pada proses *picking* antara waktu target dengan waktu rata-rata siklus aktual. Alternatif solusi yang dapat digunakan dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel I. 2 Alternatif Solusi

Faktor	Akar Masalah	Alternatif Masalah	Referensi
<i>People</i>	Kesulitan mencari dan mengambil <i>picking list</i> .	Optimasi tata letak dan alokasi penyimpanan barang menggunakan Model Linear Programming. Merancang optimasi tata letak dan alokasi penyimpanan barang menggunakan Model Linear Programming dapat membantu dalam upaya	(Perera et al., 2022)

Faktor	Akar Masalah	Alternatif Masalah	Referensi
		mengurangi waktu <i>searching</i> dan <i>picking item</i>. Pengelompokkan barang persediaan berdasarkan pola permintaan pada strategi penyimpanan di gudang. Melakukan pengelompokkan barang persediaan berdasarkan permintaan pelanggan guna memudahkan dalam pengambilan pesanan ketika menerima daftar pesanan dari pelanggan atau pihak yang membutuhkan. Dalam pengelompokkan barang, dapat menggunakan berbagai algoritma yang sesuai dengan kondisi di lapangan.	(Nurhidayanti et al., 2022)
<i>Method</i>	Metode penyimpanan <i>class-based storage</i> yang belum optimal.	Penyimpanan <i>class-based storage</i> dengan menggunakan pertimbangan tambahan. Dalam penerapan <i>class-based storage</i> dapat menggunakan pertimbangan tambahan lain selain dari kategori FSN. Penelitian ini menerapkan penyimpanan metode <i>class-based storage</i> menggunakan analisis ABC dan pengelompokkan frekuensi transaksi barang. Hal tersebut dapat memudahkan <i>picker</i> dalam melakukan proses operasional, khususnya pada proses penyimpanan dan pengambilan barang. Dengan menerapkan	(Ekren et al., 2015)

Faktor	Akar Masalah	Alternatif Masalah	Referensi
		metode <i>class-based storage</i> yang optimal dapat meningkatkan performansi pada proses <i>picking</i> .	
<i>Material</i>	Penataan barang belum optimal.	Mengalokasikan penyimpanan barang di ruang penyimpanan yang mudah diakses oleh <i>picker</i> dan Mengelola metode <i>warehouse slotting</i>. Untuk memudahkan <i>picker</i> dalam mengambil item pesanan, upaya mengalokasikan penyimpanan barang ke area penyimpanan yang mudah diakses sangat diperlukan agar dapat mengurangi kesulitan <i>picker</i> dalam mengambil barang. Selain itu, mengelola <i>warehouse slotting</i>, khususnya pada rak penyimpanan berdasarkan karakteristik item seperti frekuensi item, volume item, massa item, dll. diperlukan agar <i>picker</i> mudah untuk mengambil dan meraih item pesanan. Upaya tersebut juga termasuk ke dalam upaya mengurangi waktu <i>picking</i>.	(Carafi et al., 2021) & (Khullar, 2021)

I.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah “Bagaimana perancangan alokasi penyimpanan suku cadang berdasarkan pola permintaan yang optimal untuk meminimasi waktu pada proses *picking* pada Gudang Los 1 di Gudang Persediaan PT XYZ Yogyakarta?”.

I.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan adalah sebagai berikut.

1. Menyusun informasi terkait pengelompokkan suku cadang berdasarkan pola permintaan pada item yang sering dipesan secara bersamaan menggunakan *Association Rules Mining* melalui Algoritma Apriori.
2. Merancang usulan alokasi penyimpanan suku cadang berdasarkan hasil pengelompokkan *Association Rules Mining* pada rak penyimpanan yang memiliki jarak tempuh terdekat menggunakan *Mixed-Integer Linear Programming*.
3. Meminimasi waktu pada proses *picking*.

I.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang diharapkan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memberikan informasi tambahan kepada pihak Gudang Los I yang dapat digunakan sebagai pengambilan keputusan terkait pengelompokkan item suku cadang berdasarkan nilai asosiasi.
2. Sebagai bahan pertimbangan dalam upaya meminimasi waktu *picking* agar tidak melebihi waktu target yang telah ditetapkan melalui alokasi penyimpanan item suku cadang.
3. Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya dalam menyelesaikan permasalahan yang serupa.

I.6 Batasan dan Asumsi Tugas Akhir

Terdapat batasan dan asumsi pada penelitian tugas akhir ini. Batasan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian tugas akhir ini hanya dilakukan pada Gudang Los I (Gudang penyimpanan khusus suku cadang lokomotif) di Gudang Persediaan PT XYZ Yogyakarta.
2. Data historis yang digunakan adalah data pergerakan suku cadang *protective part* selama satu tahun, yaitu pada bulan November 2023 hingga bulan November 2024.

3. Kategori suku cadang yang dijadikan fokus pada penelitian tugas akhir ini adalah suku cadang *fast moving*.
4. Jenis suku cadang yang dijadikan acuan pada penelitian tugas akhir ini adalah suku cadang *protective part* yang memiliki penyimpanan di rak dan tidak memerlukan *material handling equipment* tertentu.
5. Sebanyak 80 SKU yang terlibat dalam pengalokasian penyimpanan usulan berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan.

Adapun asumsi pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kegiatan *outbond* (pendistribusian) di gudang berlangsung normal tanpa ada gangguan operasional.
2. Tata letak penyimpanan tidak mengalami perubahan.
3. Kapasitas dan dimensi bin di setiap rak sama.
4. Bobot atau berat pada masing-masing suku cadang *protective part* dalam kategori yang sama.

I.7 Sistematika Laporan

Berikut adalah sistematika penulisan laporan pada penelitian tugas akhir ini:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang permasalahan yang dihadapi oleh Gudang Persediaan PT XYZ dan didukung dengan fenomena umum yang relevan. Kemudian, dijelaskan mengenai perumusan masalah, tujuan penelitian tugas akhir, manfaat dari penelitian tugas akhir, batasan dan asumsi selama penelitian, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi penjelasan mengenai landasan teori yang relevan dengan permasalahan penelitian, metode atau pendekatan yang digunakan pada penelitian, serta perbandingan penelitian terdahulu yang dijadikan referensi untuk penelitian tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH

Bab ini menjelaskan mengenai sistematika penyelesaian masalah yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini. Kemudian,

dilanjutkan dengan penjelasan mengenai langkah-langkah penyelesaian masalah yang mengacu pada teori atau kerangka standar yang telah dijelaskan pada Bab II sebelumnya. Langkah-langkah penyelesaian masalah diawali dengan penjelasan mekanisme pengumpulan data, paparan deskripsi pengerjaan penelitian tugas akhir berdasarkan kerangka pada Bab II, serta paparan deskripsi mekanisme verifikasi dan validasi hasil perancangan.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi proses pengambilan dan pengolahan data yang diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan yang dimiliki. Secara lebih rinci, BAB IV ini mencakup paparan penjelasan metode yang digunakan untuk mengumpulkan data, teknik pengolahan data, dan penerapan hasil proses sebelumnya untuk dilakukan analisis atau pengambilan keputusan.

BAB V VALIDASI, ANALISIS HASIL, DAN IMPLIKASI

Pada Bab ini menjelaskan uraian proses validasi dan analisis hasil penelitian yang telah dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan yang dimiliki. Selanjutnya, dilakukan pemaparan mengenai penjelasan bagaimana efek hasil tugas akhir di dunia nyata yang didukung oleh analisis penyelesaian masalah serta analisis implementasi tugas akhir.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bagian terakhir dari penelitian tugas akhir ini, yang berisikan kesimpulan dari hasil penelitian. Selain itu, pemberian saran membangun pada pihak objek terkait dalam upaya penyelesaian masalah.