BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada bab ini, diuraikan mengenai teori, konsep, dan hasil peneliti terdahulu yang relevan dengan topik penelitian yang dipilih. Tinjauan pustaka ini digunakan sebagai landasan teoritis dalam pemahaman permasalahan sistem kerja yang tidak maksimal pada proses aktivitas bagian gudang, terutama pada saat proses operasional gudang. Kajian pustaka ini digunakan sebagai dasar dalam melakukan analisis aktivitas yang tidak bernilai tambah yang mempengaruhi *throughput time*.

Berdasarkan teori, konsep, dan hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian, diharapkan penyusunan laporan penelitian ini dapat memberikan rekomendasi terkait perbaikan sistem kerja dalam tujuan meningkatkan efisiensi operasional pada gudang berdasarkan *throughput time*. Teori-teori yang digunakan pada bab ini berupa konsep sistem kerja, analisis proses dan aktivitas kerja, waktu tunggu dan efisiensi, produktivitas kerja, dan juga penelitian terdahulu yang menjadi pendukung dalam penyusunan kerangka berpikir penelitian.

2.1.1 Metode Pengukuran Waktu Kerja

Metode pengukuran waktu kerja menjadi bagian penting dalam analisis metode kerja dalam mengevaluasi efisiensi proses. Berdasarkan buku Analisis Perancangan Sistem Kerja (Zadry et al., 2015), terdapat beberapa metode yang dapat digunakan yaitu metode jam henti dan metode *work sampling*. Berdasarkan penerapannya, metode pengukuran waktu tersebut didukung beberapa *tools* pada peta kerja keseluruhan yaitu peta proses operasi, peta aliran proses, dan diagram aliran. Kombinasi antara metode pengukuran waktu dan *tools* peta kerja dapat digunakan dalam menganalisis metode kerja sehingga dapat dilakukan identifikasi pemborosan dan perancangan perbaikan sistem kerja.

2.1.2 Permasalahan Inefisiensi dan Inefektivitas Operasional di Gudang yang Disebabkan Karena Metode Kerja

Penelitian terdahulu mengenai metode kerja diperlukan untuk memahami perbedaan alur kerja, ketidakjelasan instruksi, serta ketidakteraturan proses dapat menyebabkan inefisiensi dan inefektivitas operasional di gudang. Kajian ini membantu memberikan gambaran

mengenai metode kerja yang kurang efektif dapat meningkatkan waktu proses, menambah beban kerja operator, serta memperpanjang *throughput*.

Endhah Lestari & Herdian (2025) melakukan penelitian terkait efisiensi gudang yang berpengaruh pada kecepatan distribusi dan juga kepuasan pelanggan. Penelitian tersebut bertujuan menilai kinerja sistem gudang baru dalam mengatasi kendala pada proses *picking* dan *checking* di PT Parit Padang Global (PPG) Cabang Bandung. Efektivitas operasional gudang menjadi fokus penting karena berpengaruh pada kelancaran distribusi dan tingkat kepuasan pelanggan. Dengan memakai pendekatan *Theory of Constraints* (TOC), penelitian menelusuri titik kemacetan proses dan melakukan perbandingan kondisi sebelum serta sesudah penerapan sistem melalui analisis kuantitatif menggunakan uji t. Hasil penelitian memperlihatkan peningkatan yang sangat signifikan, di mana waktu proses dari TO hingga picking turun dari 106,95 menit menjadi 11,58 menit atau berkurang 89,17%. Namun, peningkatan throughput tidak terlihat secara berarti karena masih dipengaruhi variasi permintaan musiman. Secara keseluruhan, temuan menunjukkan bahwa penerapan teknologi seperti RF *scanner* dan QR *code* dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas gudang secara nyata. Penelitian ini juga menegaskan bahwa digitalisasi dalam pengelolaan gudang merupakan strategi yang efektif untuk mengatasi hambatan operasional dan meningkatkan kinerja logistik perusahaan di industri distribusi modern.

Penelitian mengenai efisiensi operasional juga dilakukan oleh Pertiwi & Astuti (2020), dijelaskan adanya *bottleneck* pada *proses assembly* yang menyebabkan ketidakseimbangan lini produksi dan menimbulkan waktu tunggu yang menurunkan efisiensi. Penelitian tersebut berfokus pada perbaikan metode kerja dalam upaya peningkatan efisiensi lini. Pendekatan dilakukan dengan *line balancing* dengan menyeimbangkan distribusi pekerjaan dan penerapan konsep ECRS (*Eliminate, combine, rearrange, simplify*) untuk menghilangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah. Hasil menunjukkan adanya peningkatan dari 76,76% menjadi 89,38%. Hal tersebut menunjukkan bahwa perbaikan metode kerja mampu mengurangi pemborosan dan meningkatkan kinerja lini produksi.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Adjietama & Rahmawati (2025), dilakukan identifikasi untuk menyelesaikan permasalahan berupa pengelolaan aktivitas pemborosan yang berpengaruh pada efisiensi operasional, biaya, dan mutu layanan pada PT ABC. Aktivitas *outbound* pada gudang PT ABC menjadi salah satu titik proses yang turut berkontribusi terhadap pemborosan yang memengaruhi efisiensi keseluruhan. Proses seperti *picking*, pengepakan, pengecekan, hingga *loading* sering menimbulkan waktu

tunggu, gerakan operator yang berlebihan akibat tata letak yang kurang optimal, serta penumpukan barang sebelum pengiriman. Melalui analisis menggunakan VSM, aktivitas-aktivitas tersebut dipetakan untuk membedakan proses bernilai tambah dan tidak bernilai tambah, sehingga perbaikan dapat difokuskan pada pengurangan *motion*, *waiting*, dan *rework* yang tidak perlu. Optimalisasi pada area *outbound* ini berperan dalam peningkatan *process cycle efficiency* dari 68,92% menjadi 80,11%, meskipun beberapa aktivitas dasar seperti pemeriksaan akhir dan koordinasi dengan armada tetap dipertahankan karena bersifat fundamental bagi kelancaran pengiriman.

Metode VSM dan PAM juga dilakukan pada penelitian Rohmadani & Bellanov (2025) pada PT. Indomarco Adi Prima, dalam permasalahan efisiensi operasional yang disebabkan oleh aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Permasalahan operasional disebabkan karena area *unloading* yang terbatas dan juga jumlah *material handling* yang terbatas. Penggunaan metode tersebut berhasil mengurangi waktu *non added value* sebesar 84,88%. Waktu proses aktual awal adalah selama 9.249 detik dengan 5.806 detik proses inti dan 3.454 detik waktu yang tidak bernilai tambah. Melalui proses perbaikan menggunakan metode VSM dan PAM dapat mengurangi waktu menjadi 5.994 kesluruhan waktu dengan 5.472 detik waktu proses inti dan waktu tidak bernilai tambah turun menjadi 522 detik. Perbaikan tersebut dilakukan dengan melakukan penambahan *material handling*, optimalisasi sistem pencatatan, dan juga pengurangan waktu transportasi dalam peningkatan efisiensi operasional.

Penelitian yang dilakukan oleh Siregar & Puar (2018), mengacu pada minimasi waktu pengiriman sistem distribusi pada PT Semen Padang dengan memperbaiki aktivitas yang tidak bernilai tambah menjadi aktivitas yang memiliki nilai tambah bagi perusahaan. *Waste* yang terpilih pada penelitian adalah *waiting, transportation, inappropriate processing, unnecessary inventory,* dan *unnecessary motion*. Berdasarkan metode *value stream analysis* yang digunakan dengan pendekatan PAM diketahui tingkatan *waste* pada tiap aktivitas. Usulan perbaikan ditujukan dalam pengoptimalan penggunaan *crane* dan juga penambahan alat untuk menyelesaikan permasalahan pada proses *waiting*. Perbaikan berdasarkan usulan menurunkan presentase jumlah aktivitas pada operasi 54% menjadi 43%, pada transportasi dari 17% menjadi 14%, dan pada penundaan dari 13% menjadi 10%.

Pranaditya (2025) melakukan penelitian dalam optimalisasi proses pergudangan pada aktivitas *inbound* dan *outbound* pada PT Krakatau Argo Logistik. Permasalahan pada penelitian tersebut terjadi pada keterlambatan distribusi karena adanya *bottleneck*, beban

kerja yang tidak seimbang, dan tidak adanya sistem alur distribusi yang efektif. Penyelesaian permasalahan tersebut dilakukan dengan menggunakan pendekatan *lean warehousing* dan *line balancing* dengan *tools Root Cause Analysis* (RCA). Terdapat persentasi sebesar 80,44% yang menjadi faktor keterlambatan melalui identifikasi menggunakan RCA. Solusi yang diusulkan dalam perbaikan berupa sistem slot bongkar muat, pengukuran waktu baku, dan *line balancing* pada sistem kerja. Terdapat kenaikan efisiensi berdasarkan hasil implementasi pada *inbound* dari 29% menjadi 74%, pada *outbond* terdapat kenaikan dari 34% menjadi 64%. Pada waktu menunggu pada *inbound* terdapat penurunan waktu selama 201 menit dan pada *outbond* terdapat penurunan selama 176 menit. Hasil tersebut membuktikan metode *lean warehousing* dan *line balancing* berguna dalam mengatasi permasalahan tersebut.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan Amelia & Safirin (2025), menggunakan metode yang serupa berupa *Lean Six Sigma*. Metodologi tersebut diterapkan pada suatu permasalahan pada waktu tunggu dengan tujuan mengurangi pemborosan aktivitas pada kinerja gudang. Melalui metodologi tersebut dengan pendekatan VSM dan implementasi 5S, diketahui bahwa waktu tunggu disebabkan karena kurangnya pelatihan karyawan, alat bantu terbatas, proses yang cenderung manual, dan juga adanya tata letak gudang yang tidak efisien. Diberikan solusi berupa penyortiran barang berdasarkan frekuensi penggunaan, diberikan penataan ulang tata letak gudang, dan diusulkan SOP yang jelas. Implementasi yang dilakukan memberikan kenaikan hasil pada *process cycle efficiency* sebesar 51,38%.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nisa et al. (2021), penelitian tersebut mengevaluasi dalam peningkatan efisiensi lini produksi pada perusahaan manufaktur melalui perbaikan metode kerja menggunakan konsep ECRS (*Eliminate, Combine, Re-arrange, Simplify*). Permasalahan pada perusahaan tersebut terletak pada ketidakseimbangan yang ditandai dari adanya *bottleneck*. Terdapat waktu menganggur yang tinggi serta efisiensi yang didapatkan adalah sebesar 65,62% yang berada dibawah target perusahaan sebesar 90%. Implementasi ditujukan untuk mengeliminasi elemen kerja yang berulang dan menggabungkan beberapa elemen kerja, dan juga mengatur ulang urutan Gerakan untuk meningkatkan efektivitas. Berdasarkan perbaikan terdapat peningkatan efisiensi dari 74,43%, penurunan waktu proses dari 121 detik menjadi 98 detik.

Metode ECRS juga digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Fadlil & Rosyidi (2020), pada penelitian berfokus pada permasalahan waktu operasi yang berbeda pada setiap

stasiun yang mengakibatkan penumpukan barang dan waktu menunggu. Permasalahan tersebut diselesaikan dengan bendekatan ECRS, *line balancing*, dan analisis VA/NVA. Eliminasi dilakukan pada aktivitas yang menjadi sumber pemborosan dan penggabungan elemen kerja dilakukan untuk mengefisienkan suatu proses operasi. Hasil yang didapatkan dari perbaikan tersebut memberikan penurunan waktu siklus dari 9.491 menit/unit menjadi 5.976 menit/unit. Efisiensi keseimbangan juga mengalami peningkatan dari 57,30% menjadi 97,94%.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Mauluddin & Nawawi (2025) pada PT. ABC suatu perusahaan manufaktur pengolahan karet, terdapat permasalahan pada adanya *bottleneck*, pemborosan waktu berupa waktu tunggu rata-rata mencapai 2,5 jam per hari. Adanya Gerakan operator yang tidak menambah nilai. Pendekatan penyelesaian masalah tersebut menggunakan *lean manufacturing* dengan *tools* yang menunjang berupa VSM, VALSAT, dan simulasi *software* Arena. Solusi diusulkan dengan mengubah prosedur metode kerja dengan perancangan standar operasional prosedur (SOP). Hasil perbaikan menunjukan adanya penurunan waktu siklus dari 140 detik menjadi 130 detik dan juga pengurangan waktu *Setup* dari 20 menit menjadi 10 menit.

2.1.3 Permasalahan Inefisiensi dan Inefektivitas Operasional di Gudang yang disebabkan karena Tata Letak yang Kurang Baik

Penelitian mengenai tata letak gudang ditinjau untuk melihat sejauh mana pengaturan ruang, alur perpindahan material, dan posisi penempatan barang berpengaruh terhadap efisiensi operasional. Kajian ini penting karena tata letak yang tidak optimal dapat menghambat pergerakan alat berat, memperpanjang jarak perpindahan material, dan pada akhirnya meningkatkan waktu pemrosesan serta *throughput*.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Amalia et al. (2016), penelitian tersebut dilakukan dalam mengurangi waktu *Delay* yang sering terjadi pada aktivitas *storing* dan *picking* pada PT Pindad. Permasalahan biasa terjadi karena adanya aktivitas *searching* yang dikarenakan penempatan penyimpanan yang tidak teratur. VSM (*Value Stream Mapping*) dan PAM (*Process Activity Mapping*) digunakan sebagai alat untuk memetakan alur proses dan aktivitas yang terdapat pada gudang. Analisis FSN dan *Class Based Storage Policy* diterapkan sebagai metode dalam mengurangi waktu *non-value added*. Analisis FSN merupakan metode pengelompokan barang berdasar kecepatan keluar barang dari gudang dengan tujuan diketahui waktu suatu *item* berpindah. Pada *Class Based Storage Policy* bertujuan pengelompokan barang berdasarkan tingkat kepentingan atau aktivitas barang.

Kedua metode tersebut berkorelasi dan dapat menurunkan waktu *Delay* sebesar 22% dari total waktu keseluruhan selama 14,10 menit dengan persentase *non value added* yang turun sebesar 17%.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Liperda et al. (2022), mengenai proses *loading* sembako gudang PT XYZ sering terkendala waktu. Waktu yang diperlukan setiap truk akan berpengaruh pada jumlah truk yang menunggu untuk proses *loading*. Penyelesaian permasalahan tersebut ditujukan untuk mengurangi waktu truk saat proses *loading* sembako. Peneliti menggunakan metode simulasi optimasi dalam menyelesaikan permasalahan tersebut dengan bantuan *software* ProModel. Melalui hasil simulasi, diberikan usulan dalam penambahan *dock door*. Berdasarkan hasil simulasi dengan membandingkan waktu setiap *dock* dan didapatkan penurunan waktu sebesasr 76,3 menit untuk truk Fuso dan 73,45 menit untuk truk CDD. Solusi tersebut dapat mengurangi jumlah antrian pada saat dilakukan aktivitas *loading* sembako.

Penelitian yang dilakukan Prasetyo & Fudhla (2021) difokuskan pada pengaruh tata letak fasilitas gudang yang menjadi pengaruh dalam tingginya waktu proses dalam keluar masuknya barang. Penempatan produk yang acak dengan jenis produk yang sama menjadi salah satu faktor terjadinya waktu proses yang tinggi. Berdasarkan permasalahan tersebut, dipilih metode *dedicated storage* dalam perbaikan permasalahan tersebut. Melalui metode tersebut didapatkan persentase waktu proses yang berkurang hingga 30% pada penerimaan dan 27,6% pada saat barang keluar. Produk diklasifikasikan dalam beberapa kategori yaitu A (*superpareto*), B (*fast moving*), C (*Medium moving*), dan D (*slow moving*).

Permasalahan serupa terdapat pada penelitian yang dilakukan oleh Septiani et al. (2018) mengenai waktu perpindahan yang besar karena tata letak tidak teratur. Permasalahan tersebut ditujukan untuk melakukan minimasi waktu perpindahan. Metode yang diterapkan dalam penyelesaian masalah tersebut berupa *class based storage* dan juga disimulasikan menggunakan *software* Promodel. Hasil implementasi didapatkan waktu perpindahan bahan baku yang berkurang selama 65,66 menit dengan tetap mencapai target waktu yang ditetapkan yaitu 2 jam. Metode yang dilakukan efektif dalam mengevaluasi tata letak yang berpengaruh pada waktu perindahan bahan baku.

Penelitian yang dilakukan Santoso et al. (2017) pada PT. Lotte Chemical Titan Nusantara juga menemukan permasalahan pada tata letak lantai yang mempengaruhi waktu akibat adanya jarak tempuh *material handling* yang jauh. Penelitian ditujukan dalam penentuan tata letak perbaikan dalam pengurangan jarak perpindahan *material handling*. Metode yang

digunakan dalam penyelesaian menggunakan *shared storage* dengan simulasi menggunakan Promodel. Berdasarkan perbaikan yang dilakukan, didapatkan penurunan waktu selama 60,99 jam dengan *output* produk yang bertambah sebesar 218 unit.

Amalia et al. (2024) melakukan penelitian pada PT XYZ yang merupakan industri manufaktur dalam produksi makanan dan minuman. Penempatan acak yang teradapat pada gudang menyebabkan terjadinya waktu yang tinggi dalam proses *picking*. Penelitian ditujukan dalam meningkatkan efektivitas yang terdapat pada gudang. Metode yang digunakan dalam penyelesaian permasalahan tersebut menggunakan *dedicated storage* dengan simulasi menggunakan *software* FlexSim. Hasil perbaikan tata letak pada gudang memberikan penurunan jarak tempuh *picking* sebesar 2.442,13 meter dengan waktu yang berkurang dari 56,02 menit menjadi 26,71 menit.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Moengin et al. (2018), didapatkan permasalahan pada PT. Hyundai Indonesia motor berupa peletakan bahan baku yang acak sehingga menyebabkan kesulitan dalam pencarian bahan baku yang berpengaruh pada waktu pengambilan. Tujuan penelitian dilakukan dalam meminimasi waktu pengambilan bahan baku. Metode penyelesaian dilakukan dengan menggunakan metode *shared storage* dengan simulasi menggunakan *software* Promodel. Berdasarkan metode yang digunakan, didapatkan hasil perbaikan yang mengurangi waktu proses selama 61,7 jam yang awalnya memiliki waktu selama 125,14 jam.

Jurnal yang ditulis oleh Fitri et al. (2023) memiliki permasalahan yang serupa terkait dengan permasalahan pada gudang bahan baku PT. XYZ. Pada gudang yang diobservasi, barang ditempatkan dengan menggunakan metode *randomized storage* yang menyebabkan barang susah untuk ditemukan dan juga sulit terjangkau. Selain itu, tidak terdapat jalur khusus untuk *material handling* sehingga waktu pemindahan bahan baku menjadi tinggi. Dengan adanya permasalahan tersebut, waktu untuk menemukan dan memindahkan material menjadi lama sehingga terjadi inefisiensi operasional. Sebagai solusi, diusulkan perancangan ulang tata letak dengan metode *Class Based Storage* dengan cara mengelompokkan material berdasarkan frekuensi perpindahannya. Barang pada gudang tersebut kemudian dikelompokkan ke dalam dua area. Verifikasi hasil dari perancangan tata letak tersebut kemudian dilakukan dengan bantuan *software* ProModel. Hasil dari perancangan tersebut menunjukkan adanya pengurangan waktu perpindahan secara signifikan sebesar 52,6% dari waktu semula.

Terdapat jurnal lain yang ditulis oleh Christina & Palit (2020) yang mengidentifikasi adanya permasalahan pada gudang *packaging* di PT. X dengan sistem penyimpanan *randomized storage.* Kondisi tersebut berdampak pada tingginya momen perpindahan material dan juga tingginya waktu transportasi material karena penempatan barang tidak teratur. Terdapat juga faktor lain dimana jumlah kedatangan material yang tidak pasti memperparah aliran material di dalam gudang tersebut. Solusi yang kemudian diusulkan adalah dengan merancang ulang tata letak dari gudang tersebut menggunakan metode *Class Based Storage.* Perbaikan tersebut meliputi pengelompokan material yang sejenis dan diklasifikasikan lagi menjadi kelas A untuk *fast moving* yang di dekat pintu keluar dan kelas lainnya untuk barang yang tidak *fast moving.* Tata letak usulan tersebut kemudian diverifikasi dengan menggunakan ProModel dan didapatkan penurunan momen perpindahan dan juga rata-rata waktu transportasi.

Penelitian pada PT XYZ oleh Kuncoro et al. (2025) dilakukan dengan dasar permasalahan tata letak gudang yang ada belum mampu mendukung kelancaran proses penyimpanan dan pengambilan material. Permasalahan tersebu menyebabkan keterbatasan ruang manuver forklift, pemanfaatan area yang kurang optimal, dan rendahnya efisiensi operasional. Sebagai solusi, diusulkan perancangan ulang tata letak gudang berbentuk U-Shape dengan mengubah konfigurasi area penyimpanan, menambahkan area manuver forklift, serta mengelompokkan material berdasarkan karakteristik dan frekuensi penggunaannya. Solusi tersebut dapat mengurangi jumlah titik penyimpanan dari 42 menjadi 37 titik atau sekitar 12%, sehingga tersedia ruang yang lebih luas untuk manuver forklift dan penyimpanan material baru tanpa perlu memperluas area gudang. Perubahan tata letak tersebut juga meningkatkan kelancaran proses material handling serta efisiensi operasional gudang.

Penelitian yang dilakukan oleh DEWANTARI (2020) berfokus pada kondisi gudang di CFSMI Kemasan Yogyakarta yang belum tertata dengan baik, keterbatasan kapasitas penyimpanan, serta belum adanya pengaturan area penyimpanan yang sesuai dengan karakteristik barang sehingga menghambat efektivitas operasional gudang. Solusi yang dihasilkan adalah dengan merancang tata letak melalui penentuan kebutuhan area, desain aisle, lokasi dock, serta media penyimpanan yang sesuai dengan karakteristik barang. Hasil perancangan menunjukkan bahwa luas gudang kemasan yang dibutuhkan sebesar 62,22 m^2 dengan area tersedia 63 m^2, sedangkan gudang material membutuhkan 145,37 m^2 dengan area tersedia 152,83 m^2, sehingga rancangan yang diusulkan dinyatakan layak

untuk diimplementasikan. Selain itu, dilakukan juga analisis kapasitas maksimum untuk area penyimpanan yang dirancang mencapai 6 pallet pada gudang kemasan dan 24 pallet pada gudang material, sehingga tata letak usulan mampu mendukung efektivitas operasional gudang.

Casban & Dhimas (2023) melakukan penelitian dengan masalah kondisi *warehouse* yang kurang tertata, penempatan komponen field campaign return (FC return) masih tercampur, serta proses pencarian komponen membutuhkan waktu yang lama sehingga pada tahun 2022 terdapat 115 komponen reject dari total 499 komponen FC return. Solusi yang kemudian dilakukan adalah perancangan ulang tata letak gudang. Penelitian ini menggunakan diagram fishbone dan analisis 5W+1H untuk mengidentifikasi akar permasalahan, kemudian mengusulkan *re-layout warehouse* melalui penambahan rak penyimpanan, sistem labelling, serta dua alternatif rancangan tata letak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tata letak alternatif dua dipilih sebagai rancangan terbaik karena memiliki kapasitas penyimpanan yang lebih besar dengan penggunaan 15 rak dibandingkan 12 rak pada alternatif pertama. Keterbatasan dari pemilihan ini adalah biaya implementasi yang lebih tinggi yaitu Rp54.300.000 dibandingkan Rp43.800.000. Rancangan tersebut dinilai mampu memisahkan penyimpanan komponen berdasarkan kategori, memudahkan proses pencarian dan monitoring komponen, serta diperkirakan dapat meminimalkan terjadinya reject komponen FC return di gudang.

Penelitian lain oleh Sanjaya & Wahyuning (2025) memiliki permasalahan pada tata letak gudang di PT Konveksi Pranata Jaya dengan penyimpanan bahan baku roll kain masih diletakkan di lantai tanpa rak khusus, ruang penyimpanan tidak dimanfaatkan secara optimal, serta kondisi gudang yang kurang ergonomis menyebabkan kesulitan akses, risiko kerusakan material, dan rendahnya efisiensi operasional. Solusi permasalahan tersebut adalah dengan menerapkan pendekatan ergonomic warehousing, 5S, dan *grapevine* formula untuk merancang ulang tata letak penyimpanan, menentukan jumlah rak, ukuran gang, serta konfigurasi area penyimpanan yang ergonomis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rancangan usulan menggunakan 6 rak untuk penyimpanan roll kain dan 2 rak untuk kardus kemasan, serta meningkatkan luas area penyimpanan dari 49 m² menjadi 68,25 m². Selain itu, penerapan 5S berhasil meningkatkan nilai *Seiri* dari 30% menjadi 100%, *Seiton* dari 25% menjadi 80%, dan *Seiso* dari 20% menjadi 100%, sehingga tata letak yang diusulkan mampu meningkatkan efisiensi ruang, mempercepat proses pengambilan bahan baku, serta menciptakan lingkungan kerja yang lebih ergonomis dan aman.

2.1.4 Pengaruh Aktivitas Non-Produktif terhadap Produktivitas Operator

Penelitian terdahulu mengenai pengaruh aktivitas non-produktif terhadap produktivitas operator diperlukan sebagai landasan untuk memperkuat identifikasi aktivitas yang berpotensi menurunkan kinerja operasional. Melalui kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu, dapat diketahui bahwa aktivitas tersebut termasuk ke dalam aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added activity*) dan perlu diminimalkan melalui perbaikan metode kerja maupun penerapan pendekatan *lean*.

Penelitian dilakukan oleh Tazaki & Setiafindari (2026) pada operator proses produksi sarung tangan golf di CV. Cahaya Setia Mulia Abadi, dengan objek penelitian berupa aktivitas kerja operator pada proses produksi. Permasalahan yang diamati adalah masih tingginya aktivitas non-produktif seperti menunggu material, mengobrol saat jam kerja, mencari alat kerja, bermain telepon genggam, serta menganggur, yang menyebabkan pemborosan waktu, meningkatnya waktu siklus, dan menurunkan efisiensi proses produksi. Penelitian menggunakan *work sampling* untuk mengukur proporsi aktivitas produktif dan non-produktif, *time study* untuk menentukan waktu baku, *motion study* untuk mengevaluasi gerakan kerja, serta fishbone diagram dan analisis 5W+1H untuk mengidentifikasi akar penyebab dan menyusun usulan perbaikan berupa SOP baru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 88% aktivitas operator tergolong produktif dan 12% merupakan aktivitas non-produktif, dengan waktu baku proses produksi sebesar 958,29 detik (15,97 menit). Analisis *motion study* juga menemukan adanya gerakan yang tidak bernilai tambah sehingga disusun penyederhanaan metode kerja dan SOP baru untuk meningkatkan produktivitas.

Penelitian ini dilakukan oleh Sutiko et al. (2021) pada operator produksi PT. Tokai Dharma Indonesia Plant II yang bekerja pada departemen *Injection*, *Filling* Gas, *Bracket*, dan *Quality Control*. Rendahnya produktivitas sebagian operator dan tingginya beban kerja mental yang berpotensi menurunkan pencapaian target produksi. Penelitian menggunakan *work sampling* untuk mengukur tingkat produktivitas operator dan NASA-TLX untuk mengukur beban kerja mental. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase produktivitas operator berkisar antara 64% hingga 74%, sedangkan beban kerja mental tertinggi mencapai 72% yang termasuk kategori tinggi. Penyebab utama tingginya beban kerja adalah tuntutan target produksi dan material yang berat, sedangkan rendahnya produktivitas dipengaruhi oleh aktivitas mengobrol, terlalu sering beristirahat, dan menunggu mesin berjalan. Solusi yang diberikan berupa penyesuaian kemampuan fisik dan mental pekerja serta pelatihan untuk meningkatkan kompetensi operator.

Penelitian yang dilakukan oleh Rino & Prastawa (2019) bertujuan menganalisis produktivitas operator pada proses pengisian bahan bakar (*filling shed*) produk premium di PT. Pertamina TBBM Semarang Group. Permasalahan yang diamati adalah masih terdapat aktivitas non-produktif yang menyebabkan produktivitas operator belum optimal serta berpotensi meningkatkan waktu tunggu dan antrean truk tangki. Penelitian menggunakan metode *work sampling* untuk mengukur tingkat produktivitas operator, kemudian dilanjutkan dengan diagram Pareto untuk menentukan aktivitas non-produktif yang paling dominan dan fishbone diagram untuk mengidentifikasi akar penyebabnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas operator mencapai 81%, sedangkan aktivitas non-produktif terbesar adalah mengobrol dengan frekuensi 23 kejadian (24%), sehingga menjadi penyebab utama pemborosan waktu kerja. Analisis fishbone menunjukkan bahwa aktivitas mengobrol dipengaruhi oleh kurangnya pengawasan supervisor, lamanya waktu menunggu proses filling, kondisi lingkungan kerja, performa peralatan, serta metode kerja yang belum optimal.

2.1.5 Rekapitulasi Tinjauan Pustaka

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dilakukan berdasarkan tinjauan pustaka, diberikan rekapitulasi pada setiap penelitian yang menjadi kajian teori dan metodologi yang digunakan berdasarkan permasalahan pada optimalisasi waktu pada proses yang terjadi berdasarkan alur kerja maupun tata letak fasilitas kerja. Berikut merupakan rekapitulasi tinjauan pustaka yang digunakan yang dijelaskan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Rekapitulasi peneliti terdahulu

Peneliti	Objek Penelitian	Masalah	Solusi	Metode	Hasil
Lestari & Herdian (2025)	PT Parit Padang Global (PPG) Cabang Bandung	Hambatan proses pada saat aktivitas *picking* dan *checking*	Implementasi RF *Scanner* dan QR *Code*, Pengurangan aktivitas manual	*Theory of Constraints* (TOC), Deskriptif-komparatif	Rata-rata waktu proses transfer *order* ke picking turun dari 106,95 menit menjadi 11,58 menit atau dengan persentase penurunan sebesar 89,17%.
Pertiwi & Astuti (2020)	PT. X Manufaktur Elektronik	Terjadi ketidakseimbangan lini produksi pada proses *assembly* mesin cuci.	Perbaikan metode kerja berdasarkan *eliminate, combine, rearrange, simplify*.	*Line Balancing*, ECRS	Meningkatkan efisiensi lini dari 76,76% menjadi 89,38%, terdapat penurunan *waste*, waktu proses, dan peningkatan keseimbangan lini produksi.
Adjietama & Rahmawati (2025)	PT ABC Industri Pupuk	Aktivitas pemborosan yang berpengaruh pada operasional, biaya, dan mutu layanan.	Melakukan analisis proses dengan *value stream mapping* (VSM), melakukan eliminasi *waste* dengan penerapan 5S	*Lean Warehousing* dengan *tools Value Stream Mapping* (VSM)	Terdapat kenaikan *process cycle efficiency* (PCE) dari 68,92% menjadi 80,11% dengan menerapkan prinsip 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*).
Amalia et al. (2016)	PT. Pindad Manufaktur Produk Militer dan Komersial	Terjadi waktu *Delay* pada proses *storing* dan *picking* karena adanya proses *searching*.	Klasifikasi material *fast-slow-non moving*, penerapan *class-based storage*, zonafikasi dan *slotting* gudang	Analisis FSN dan *Class Based Storage Policy* dengan *tools Value Stream Mapping* (VSM)	Alokasi penyimpanan produk, *slotting*, dan juga klasifikasi zona dalam penempatan area barang menjadi perbaikan yang menghasilkan penurunan persentase waktu *Delay* sebesar 22% dari waktu keseluruhan 14,10 menit dan juga penurunan persentase waktu *non-value added* sebesar 17%
Rohmadani & Bellanov (2025)	PT. Indomarco Adi Prima Distributor Produk *Indofood*	Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah yang berpengaruh pada efisiensi operasional	Penambahan *material handling*, optimalisasi sistem pencatatan, pengurangan jarak dan waktu transportasi, dan eliminasi aktivitas *necessary non-value added* (NNVA)	*Value Stream Mapping* (VSM) dan *Process Activity Mapping* (PAM)	Penambahan *material handling*, optimalisasi pencatatan, dan pengurangan waktu transportasi dapat mengevaluasi waktu *necessary Non-Value Added* sebesar 84,88% dengan penurunan waktu sebesar 2.931 detik.
Mauluddin & Nawawi (2025)	PT. ABC Manufaktur Pengolahan Karet	Waktu tunggu rata-rata mencapai 2,5 jam per hari dan adanya penumpukan produk pada suatu proses.	Perbaikan metode kerja dengan mengubah prosedur dan standardisasi.	*Lean manufacturing,* VSM, VALSAT	Pengurangan waktu *Setup* dari 20 menit menjadi 10 menit dan penurunan waktu siklus dari 140 detik menjadi 130 detik.
Siregar & Puar (2018)	PT. Semen Padang	*Lead Time* pada pengiriman barang yang lama karena adanya aktivitas *waste*.	Eliminasi *waste* berupa *waiting* dan *transportation*, penyederhanaan alur distribusi, perbaikan prosedur kerja, penyesuaian sistem distribusi	*Lean Distribution* dengan *tools Value Stream Mapping* dan *Critical to Quality*.	Penambahan *material handling* membantu dalam proses muat barang yang lebih cepat. Eliminasi *waste* berpengaruh pada persentase waktu pada operasi yang turun sebesar 11%, pada transportasi sebesar 3%, dan pada *Delay* sebesar 3%.

Tabel 2.1 Rekapitulasi peneliti terdahulu (lanjutan)

Peneliti	Objek Penelitian	Masalah	Solusi	Metode	Hasil
Liperda et al. (2022)	PT. XYZ Industri Pangan	Antrian pada proses muat barang yang disebabkan waktu muat barang yang lama dan tidak optimal	Penambahan jumlah *dock door*, pengurangan waktu rata-rata dan utilitas area, perbaikan kapasitas sistem	Simulasi dengan *software* ProModel.	Penambahan jumlah *dock door* dapat menurunkan waktu muat barang pada truk Fuso sebesar 76,3 menit dan pada truk CDD sebesar 73,45 menit. Utilitas pada tempat parkir juga meningkat sebesar 9,2% pada parkir 1 dan 48,39% pada parkir 2.
Fadlil & Rosyidi (2020b)	PT. Perusahaan Elektronik	Perbedaan waktu operasi antar stasiun kerja, adanya penumpukan barang dan waktu tunggu pada suatu stasiun kerja	Melakukan eliminasi, penggabungan, dan pengaturan ulang elemen kerja, dan Melakukan redistribusi tugas.	ECRS, Analisis VA/NVA, *Line Balancing*	Penurunan waktu siklus dari 9.491 menit/unit menjadi 5.976 menit/unit. Peningkatan efisiensi aktivitas dari 57,30% menjadi 97,94%.
Pranaditya (2025)	PT Krakatau Argo Logistik Transportasi Barang	Keterlambatan distribusi karena adanya *bottleneck* pada operasional akibat beban kerja tidak merata dan tidak adanya alur distribusi yang efektif.	Menerapkan *lean warehousing* untuk eliminasi *waste*, *line balancing* untuk meratakan beban kerja antar stasiun, sistem *booking* slot bongkar muat, pembuatan *buffer*, standardisasi waktu kerja	*Lean Warehousing* dan *Line Balancing* dengan pendekatan *Root Cause Analysis* (RCA)	Persentase efisiensi pada *inbound* dan *outbond* meningkat dari 29% menjadi 74%, dan 34% menjadi 62%. Waktu tunggu pada *inbound* berkurang selama 201 menit, dan pada *outbond* berkurang selama 176 menit. Terdapat penurunan pada *balance Delay* sebesar 45% pada *inbound* dan 28% pada *outbond*.
Amelia & Safirin (2025)	PT XYZ Industri Produksi Semen	Terdapat pemborosan pada aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah yang berdampak pada efisiensi waktu, biaya, dan kualitas layanan.	Menerapkan pendekatan *lean six sigma*, implementasi 5S dan penyusunan SOP, menyortir barang berdasarkan frekuensi penggunaan	*Lean Six Sigma* dengan *tools* DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*)	Peningkatan pada *process cycle efficiency* (PCE) dari 38,11% menjadi 51,38% dengan penerapan 5S pada perbaikan aktivitas.
Nisa et al. (2021b)	PT Manufaktur *Hard Disk*	Efisiensi rendah yang disebabkan adanya *bottleneck* yang terjadi akibat banyak waktu menganggur	Melakukan perbaikan metode kerja	ECRS (*Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify*)	Peningkatan efisiensi dari 65,62% menjadi 74,43%, penurunan waktu proses dari 121 detik menjadi 98 detik.
Moengin et al. (2018)	PT. Hyundai Indonesia Motor	Waktu pengambilan bahan baku yang lama berpengaruh pada keterlambatan pengiriman pada lini produksi.	Menerapkan *shared storage* dengan prinsip FIFO, penambahan *material handling*, evaluasi alternatif dengan model simulasi	*Shared Storage* dan Simulasi dengan *software* ProModel	Waktu simulasi yang didapatkan berdasarkan tata letak eksisting menghasilkan waktu proses selama 125,14 jam, sedangkan waktu yang didapatkan berdasarkan perbaikan tata letak pada simulasi menghasilkan lama waktu proses menjadi 63,47 jam.

Tabel 2.1 Rekapitulasi peneliti terdahulu (lanjutan)

Peneliti	Objek Penelitian	Masalah	Solusi	Metode	Hasil
Prasetyo & Fudhla (2021)	PT. DC Industri Produksi Makanan Ringan	Penyimpanan produk dengan Lokasi yang tidak teratur menyebabkan lama waktu proses bongkar muat barang.	Menerapkan metode *dedicated storage*, melakukan klasifikasi produk berdasarkan karakteristik, jenis dan berat, penataan ulang *layout* gudang agar produk *fast moving* dekat area I/O	*Dedicated Storage*	Waktu tempuh yang berkurang dari 3,37 menit menjadi 1,01 menit yang menyatakan adanya penurunan persentase sebesar 30% pada *inbound*. Pada *outbond* waktu yang didapatkan berkurang dari 3,33 menit menjadi 0,92 menit dengan persentase penurunan sebesar 27,6%
Septiani et al. (2018)	PT. Wijaya Karya Industri Energi	Keterlambatan waktu pengiriman bahan baku pada lantai produksi karena waktu perpindahan bahan baku yang lama	Mengelompokkan bahan baku dengan *class-based storage*, penempatan item dengan frekuensi tinggi dekat I/O, evaluasi alternatif *layout* dengan simulasi Promodel	*Class Based Storage* dan Simulasi dengan *software* ProModel	Terdapat dua model yang diusulkan berdasarkan simulasi mengenai tata letak Gudang. Usulan terpilih memiliki hasil dengan waktu perpindahan yang paling optimal yaitu adanya pengurangan waktu perpindahan selama 65,66 menit dengan 10,06% pada persentase penurunan.
Fitri et al. (2023)	PT. XYZ Manufkatur Kotak Karton dan Kardus	Penempatan barang secara *random* menyebabkan barang susah dicari dan sulit terjangkau. Waktu perpindahan barang tinggi karena tidak terdapat jalur khusus *material handling*	Melakukan perancangan ulang tata letak dengan cara mengelompokkan material berdasarkan frekuensi perpindahannya	Metode menggunakan *class-based storage* dan simulasi dengan ProModel	Terdapat pengurangan waktu perpindahan secara signifikan sebesar 52,6% dari waktu semula
Santoso et al. (2017)	PT. Lotte Chemical Titan Nusantara Industri Produksi Polytilene	Jarak dan waktu tempuh *material handling* karena peletakan produk yang acak dan jalur *material handling* yang tidak teratur.	Penerapan *shared storage* berbasis FIFO, penentuan ulang lebar jalur *material handling*, simulasi *layout* usulan, penambahan jumlah area penyimpanan	*Shared Storage* dan Simulasi	Perbaikan tata letak pada area Gudang menghasilkan adanya perubahan waktu 60,99 jam dari waktu awal selama 222,56 jam menjadi 161,57 jam. Peningkatan jumlah produk yang dihasilkan dari 5011 unit menjadi 5229 unit, terdapat juga peningkatan utilitas *material handling* dari 54,54% menjadi 85,27%.
Amalia et al. (2024)	PT XYZ Industri Makanan dan Minuman	Penyimpanan atau penempatan produk yang tidak teratur menyebabkan lama waktu pada proses *picking*.	Menerapkan *dedicated storage*, menetapkan lokasi penyimpanan tiap produk, evaluasi performas sistem dengan simulasi FlexSim	*Dedicated Storage* dan Simulasi dengan *software* Fleksim	Penurunan pada waktu yang dihasilkan berdasarkan simulasi pada proses *picking* dari 56,02 menit menjadi 26,71 menit dengan jarak tempuh yang juga berkurang dari 4.668 meter menjadi 2.225,87 meter.
Christina & Palit (2020)	PT. X Manufaktur Obat Anti Nyamuk Bakar	Momen perpindahan barang dan waktu transportasi material tinggi karena penempatan barang tidak teratur.	Merancang ulang tata letak pada gudang dengan mengelompokkan material yang sejenis	Menggunakan metode *Class Based Storage* dan simulasi menggunakan ProModel	Momen perpindahan berkurang sebesar 25,12% dan waktu transportasi berkurang esar 3,94 menit.

Tabel 2.1 Rekapitulasi peneliti terdahulu (lanjutan)

Peneliti	Objek Penelitian	Masalah	Solusi	Metode	Hasil
Tazaki & Setiafindari (2026)	CV. Cahaya Setia Mulia Abadi	Produktivitas operator belum optimal karena masih terdapat aktivitas non-produktif seperti mengobrol, mencari alat kerja, menunggu material, bermain telepon genggam, dan menganggur sehingga meningkatkan waktu proses dan menurunkan efisiensi kerja.	*Work Sampling, Time Study*, *Motion Study*, *Fishbone* Diagram, dan analisis 5W+1H.	Menyederhanakan metode kerja, menghilangkan gerakan yang tidak bernilai tambah, serta menyusun SOP kerja yang lebih terstandardisasi untuk mengurangi aktivitas non-produktif.	Aktivitas produktif sebesar 88% dan aktivitas non-produktif sebesar 12%. Aktivitas mengobrol diidentifikasi sebagai salah satu aktivitas *non-value added* yang mengurangi waktu produktif operator dan menurunkan produktivitas proses.
Sutiko et al. (2021)	PT. Tokai Dharma Indonesia Plant II	Produktivitas operator masih rendah dan beban kerja mental cukup tinggi sehingga target produksi belum tercapai secara optimal. Rendahnya produktivitas dipengaruhi oleh aktivitas mengobrol, terlalu sering beristirahat, dan menunggu mesin berjalan.	*Work Sampling* dan NASA-TLX.	Menyesuaikan beban kerja dengan kemampuan operator, meningkatkan pengawasan, serta memberikan pelatihan untuk meningkatkan kompetensi dan produktivitas kerja.	Produktivitas operator berkisar 64%–74%, sedangkan beban kerja mental tertinggi mencapai 72%. Aktivitas mengobrol terbukti menjadi salah satu penyebab berkurangnya waktu kerja produktif sehingga menurunkan produktivitas operator.
Rino & Prastawa (2019)	PT. Pertamina TBBM Semarang Group	Produktivitas operator belum optimal karena masih terdapat berbagai aktivitas non-produktif yang menyebabkan waktu proses bertambah, antrean truk meningkat, dan efisiensi kerja menurun. Aktivitas mengobrol merupakan aktivitas non-produktif yang paling sering terjadi.	*Work Sampling*, Diagram Pareto, dan Fishbone Diagram.	Meningkatkan pengawasan supervisor, memperbaiki metode kerja, mengurangi waktu menunggu proses filling, meningkatkan koordinasi dengan pengemudi truk, serta memberikan pengarahan kepada operator agar mengurangi aktivitas non-produktif.	Produktivitas operator sebesar 81%, sedangkan aktivitas non-produktif terbesar adalah mengobrol dengan frekuensi 23 kejadian (24%). Analisis menunjukkan bahwa aktivitas mengobrol dipengaruhi oleh kurangnya pengawasan, lamanya waktu menunggu, kondisi lingkungan kerja, performa peralatan, dan metode kerja yang belum optimal, sehingga berdampak pada penurunan produktivitas operator.
Kuncoro et al. (2025)	PT XYZ	Tata letak gudang belum mendukung kelancaran penyimpanan dan pengambilan material, sehingga ruang manuver forklift terbatas, pemanfaatan area kurang optimal, dan efisiensi operasional rendah.	Perancangan ulang tata letak gudang berbentuk U-Shape, perubahan konfigurasi area penyimpanan, penambahan area manuver forklift, dan pengelompokan material.	*U-Shape Layout*	Jumlah titik penyimpanan berkurang dari 42 menjadi 37 titik atau sebesar 12%, menyediakan ruang manuver forklift yang lebih luas, dan meningkatkan kelancaran material handling.

Tabel 2.1 Rekapitulasi peneliti terdahulu (lanjutan)

Peneliti	Objek Penelitian	Masalah	Solusi	Metode	Hasil
DEWANTARI (2020)	CFSMI Kemasan Yogyakarta	Gudang belum tertata dengan baik, kapasitas penyimpanan terbatas, serta belum terdapat pengaturan area penyimpanan sesuai karakteristik barang.	Perancangan tata letak gudang yang akan dibangun melalui penentuan kebutuhan area, desain aisle, lokasi dock, serta media penyimpan	*Dedicated Storage* dan *Class-Based Storage* untuk perancangan tata letak baru.	Menciptakan tata letak gudang yang baru. Kebutuhan luas gudang kemasan sebesar 62,22 m² (tersedia 63 m²) dan gudang material 145,37 m² (tersedia 152,83 m²). Kapasitas penyimpanan mencapai 6 pallet (gudang kemasan) dan 24 pallet (gudang material).
Casban & Dhimas (2023)	Perusahaan Alat Berat di Jakarta	*Warehouse* kurang tertata, komponen FC Return masih tercampur, proses pencarian lama, serta terdapat 115 komponen reject dari 499 komponen FC Return.	Perancangan ulang tata letak gudang melalui penambahan rak penyimpanan, sistem labelling, dan dua alternatif *re-layout warehouse*.	*Re-layout warehouse*, penambahan rak, *zoning*, *labelling*.	Alternatif tata letak terpilih dengan 15 rak dibanding 12 rak pada alternatif lain. Biaya implementasi sebesar Rp54.300.000 (alternatif 2) dibanding Rp43.800.000 (alternatif 1), dengan kapasitas penyimpanan lebih besar dan proses pencarian lebih efektif.
Sanjaya & Wahyuning (2025)	PT Konveksi Pranata Jaya	Penyimpanan roll kain masih di lantai tanpa rak, ruang penyimpanan tidak optimal, serta kondisi gudang kurang ergonomis sehingga menyulitkan akses dan meningkatkan risiko kerusakan material.	Perancangan ulang tata letak penyimpanan menggunakan pendekatan *ergonomic warehousing*, 5S, dan *grapevine formula* melalui penentuan jumlah rak, ukuran gang, dan konfigurasi area penyimpanan.	*Ergonomic Warehousing*, 5S, dan *Grapevine Formula*	Menggunakan 6 rak untuk roll kain dan 2 rak untuk kardus, meningkatkan luas storage dari 49 m² menjadi 68,25 m², serta meningkatkan nilai Seiri sebesar 70%, Seiton sebesar 65%, dan Seiso sebesar 80%

2.2 Dasar Teori

Bagian ini membahas mengenai teori dan konsep yang menjadi landasan pada analisis permasalahan target waktu pemuatan sak saat pengiriman barang pada bagian gudang. Teori digunakan untuk memahami faktor yang menjadi pengaruh pada efisiensi proses kerja, seperti sistem kerja, penataan material, dan juga pemanfaatan sumber daya yang terlibat. Berikut merupakan dasar teori yang digunakan dalam penyusunan laporan.

2.2.1 Warehousing

Warehousing atau aktivitas pergudangan merupakan sekumpulan aktivitas yang berisi penerimaan dan penyimpanan barang dan persiapan barang untuk pengiriman (Indian Institute of Materials Management, 2020). Terdapat banyak aktivitas lain yang juga menjadi tanggungjawab dari gudang seperti *recieving, identifying, holding,* dan bahkan *assembling* produk di dalamnya. Tujuan utama dari aktivitas pergudangan adalah untuk menjaga *flow of goods* atau aliran barang yang tidak terganggu. Hal ini bisa berarti aliran barang masuk, aliran barang keluar, maupun aliran barang dalam internal gudang itu sendiri. Dengan aliran yang tidak terganggu, gudang dapat memastikan ketersediaan barang yang dapat didistribusikan dan menjaga pelayanan yang diberikan agar tingkat kepuasan konsumen tinggi.

2.2.2 Konsep *Lean Warehousing*

Lean dapat diartikan sebagai metode yang meminimalkan penggunaan sumber daya yang tersedia tanpa menambah hasil atau *output.* Dengan itu, *lean* bertujuan untuk mengurangi pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) baik barang atau jasa untuk memberikan nilai kepada konsumen (Sarjono & Supratman, 2021). *Lean warehousing* merupakan salah satu bagian dari manajemen pergudangan yang berfokus dalam mengenali adanya pemborosan (*waste*) pada aktivitas pergudangan dan juga mengupayakan untuk mengeliminasi pemborosan tersebut (Adjietama & Rahmawati, 2025).

Pada konsep *lean warehousing,* terdapat tiga aktivitas yang diklasifikasikan berdasarkan nilai yang diberikan atau *value stream* dari aktivitas tersebut (Shou et al., 2020). Aktivitas tersebut antara lain adalah sebagai berikut.

a. *Value Added* (VA)

Aktivitas ini merupakan segala jenis aktivitas yang berkontribusi untuk mengubah bentuk, ukuran, atau fungsi dari produk agar sesuai dengan kebutuhan konsumen.

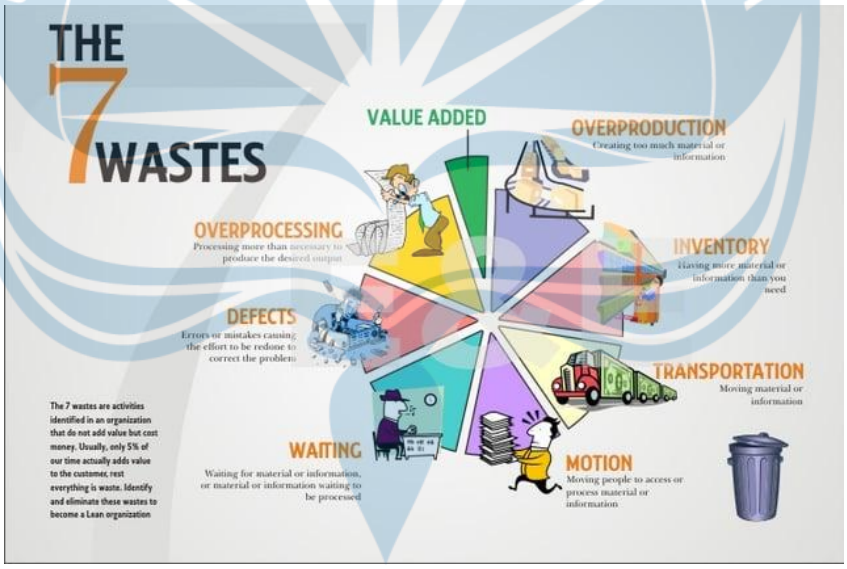
b. *Non-Neccessary Value Added* (NNVA)

Aktivitas ini merupakan segala aktivitas yang tidak secara langsung menambahkan nilai, tetapi tetap dibutuhkan agar proses dapat berjalan dengan lancar dengan contoh aktivitas seperti inspeksi, *Setup* mesin, atau pemindahan material.

c. *Non-Value Added* (NVA)

Aktivitas ini merupakan segala aktivitas yang tidak menambah nilai dan tidak perlu dilakukan seperti waktu tunggu dan *overproduction.*

Pemborosan (*waste*) dapat diartikan dalam berbagai bentuk yang diperjelas dengan teori *The Seven Wastes* atau tujuh pemborosan. Tujuh pemborosan yang dimaksud antara lain adanya produksi yang berlebih (*overproduction*), gerakan yang tidak diperlukan (*unnecessary motion*), transportasi (*transportation*), proses yang tidak tepat (*innapropriate process*), waktu tunggu *(waiting)*, cacat produk (*defect*), dan persediaan yang tidak perlu (*unnecessary inventory*) (Sarjono & Supratman, 2021). Berikut merupakan visualisasi dari tujuh pemborosan tersebut pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *The seven wastes*

(Sumber: http://quotesgram.com/quotes-on-waste-lean/)

Seperti yang tertera pada gambar, adanya pemborosan-pemborosan tersebut dapat mengurangi nilai tambah (*value added*) dari aktivitas yang dilakukan pada gudang. Oleh karena itu, konsep *the seven wastes* akan membantu dalam menganalisis proses yang merupakan *waste* atau *non-value added* untuk nantinya dieliminasi.

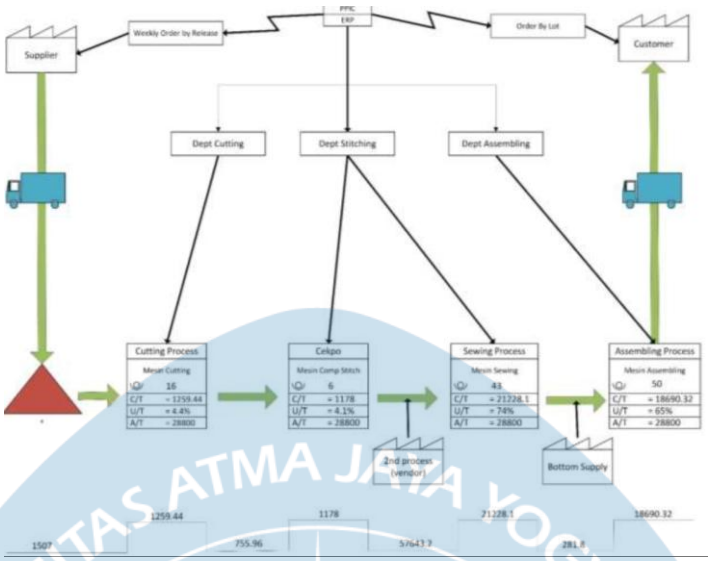
Selain *the seven wastes*, terdapat salah satu alat dalam *lean warehousing* yang juga menerapkan berfungsi untuk mengeliminasi *waste* dan mengoptimalkan kondisi kerja yaitu 5S. Terdapat lima poin penting dari 5S yaitu *Sort* untuk memisahkan hal yang tidak penting dan dieliminasi, *Straighten* untuk menaruh hal-hal yang penting secara runtut dan teratur agar mudah diakses, *Scrub* untuk membersihkan semua alat dan lingkungan kerja, *Systematize* untuk membangun rutinitas pengecekan dan pembersihan, dan *Standardize* agar 5S selalu diterapkan dan dikembangkan sesuai dengan kebutuhannya (Imai, 2012).

2.2.3 Pengukuran Waktu Metode Jam Henti

Berdasarkan Zadry et al. (2015b), pengukuran waktu kerja dikemukakan oleh Frederick W. Taylor. Metode tersebut cocok jika digunakan pada suatu pekerjaan yang berlangsung secara berulang. Karakteristik suatu sistem kerja yang dapat diterapkan dengan metode tersebut berupa aktivitas yang bersifat sama dan *output* yang dapat dinyatakan secara kuantitatif. Pengukuran menggunakan jam henti dapat dilakukan dengan mengukur dan mencatat waktu pada setiap pengamatan aktivitas yang digunakan. Data yang digunakan pada pengukuran waktu jam henti perlu dilakukan pengujian kecukupan data untuk diketahui data yang didapatkan sudah memenuhi. Pengujian data dapat dilakukan dengan metode analitik, metode *maytag* atau juga dapat digunakan metode *alignment chart*.

2.2.4 Value Stream Mapping (VSM)

Value stream mapping (VSM) merupakan salah satu bagian dari *lean warehousing* yang berguna sebagai alat untuk memetakan dan memvisualisasikan aliran material dan juga informasi dari awal hingga akhir dari suatu proses (Rohmadani & Bellanov, 2025). Hines & Taylor (2000) mendefinisikan *value stream mapping* merupakan pemetaan atau tampilan aliran secara visual sehingga aktivitas perbaikan dapat dilakukan secara efektif. Fungsi dari adanya VSM adalah untuk memudahkan identifikasi proses dan menentukan aktivitas dengan nilai tambah (*value added*) dan juga aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value added*) agar *waste* dapat diidentifikasi secara menyeluruh (Zulfikar & Rachman, 2020). VSM dibuat sesuai dengan keadaan aktual dari proses yang diamati dan digambarkan seadanya yang kemudian direpresentasikan dalam bentuk grafis atau pemetaan yang runtut dan jelas. Berikut merupakan contoh dari diagram VSM (*Value Stream Mapping*) yang dijelaskan pada Gambar 2.2.

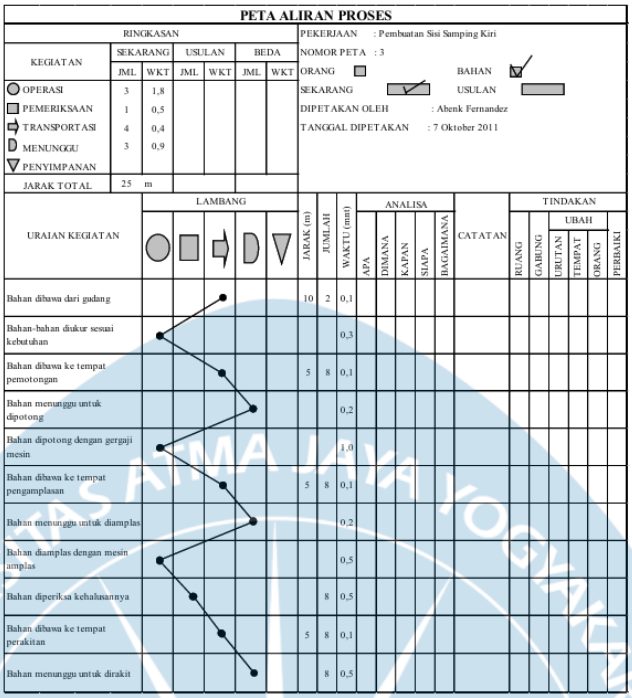


Gambar 2.2 Contoh *value stream mapping*

(Sumber: Zulfikar & Rachman, 2020)

2.2.5 Peta Aliran Proses

Peta aliran proses merupakan diagram yang menunjukan urutan pada proses operasi, pemeriksaan, transportasi, menunggu, dan juga penyimpanan yang dilakukan pada satu prosedur berlangsung. Peta aliran proses dibagi menjadi dua, yaitu peta aliran proses tipe bahan dan juga peta aliran proses tipe orang. Peta aliran proses tipe bahan merupakan peta yang menggambarkan kejadian bahan pada suatu proses, sedangkan peta aliran proses tipe orang menggambarkan aliran kerja operator. Kegunaan dari peta aliran proses ditujukan untuk diketahui aliran aktivitas mulai dari awal hingga aktivitas terakhir. Berikut merupakan contoh peta aliran proses. (Zadry et al., 2015) pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Contoh peta aliran proses

(Sumber: Buku Analisis dan Perancangan Sistem Kerja, 2015)

2.2.6 ECRS (*Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify*)

Berdasarkan buku Imai (2012), aktivitas kerja dikelompokkkan menjadi 2 jenis yaitu aktivitas menambah nilai (*value added)* dan aktivitas yang tidak menambah nilai (*non-value added*). Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah disebut sebagai *Muda* atau pemboroasan. Terdapat prinsip yang diterapkan dengan tujuan menghilangkan *Muda* secara konsisten dan berkelanjutan. Prinsip pertama berupa *eliminate* yang ditujukan untuk menghilangkan aktivitas, Gerakan, atau proses yang tidak memberikan nilai tambah.

Prinsip kedua merupakan *combine*, prinsip tersebut dilakukan jika terdapat aktivitas yang tidak dapat dihilangkan sepenuhnya dengan menggabungkan dua operasi atau lebih menjadi 1 langkah yang lebih efisien. Apabila terdapat penggabungan operasi yang tidak memungkinkan untuk dilakukan maka diterapkan prinsip *rearrange* yang dilakukan dengan menata ulang urutan proses agar aliran lebih lancar. Prinsip terakhir merupakan *simplify* yang digunakan untuk menyederhanakan Langkah kerja agar lebih mudah dan cepat. Prinsip tersebut digunakan dari pendekatan *Gemba Kaizen*, yang menyederhanakan prosedur kerja, serta penghapusan proses yang tidak diperlukan untuk meningkatkan produktivitas.

2.2.7 Sistem Kerja

Sistem kerja merupakan gabungan dari aspek-aspek yang terdiri dari manusia, bahan, perlengkapan dan peralatan, metode kerja, dan juga lingkungan kerja dalam pencapaian tujuan tertentu (Zadry et al., 2015). Menurut (Barnes, 1980b), sistem kerja merupakan studi yang digunakan dengan tujuan sebagai berikut.

- Pengembangan sistem dengan metode yang lebih baik dengan biaya yang lebih rendah.
- Pemberlakuan standardisasi sistem dan metode yang digunakan.
- Penentuan waktu standar.
- Melatih pekerja dalam penerapan metode yang lebih baik.

Pada sistem kerja, terdapat juga penjelasan mengenai konsep studi pengukuran waktu dan juga gerakan. Menurut Zadry et al. (2015) menyatakan bahwa studi waktu dan gerakan adalah studi sistematis mengenai sistem kerja dengan tujuan didapatkan metode kerja yang sesuai, penetapan waktu standar dan perancangan sistem kerja yang efektif. Frederick W. Taylor mengenalkan studi waktu dengan menggunakan *stopwatch* dalam mengamati suatu pekerjaan. Studi waktu berfokus pada pengukuran yang dilakukan pada durasi elemen kerja. Sedangkan, studi gerakan dikemukakan oleh Frank Gilbreth dan Lillian Gilberth yang menyatakan studi gerakan berfokus pada analisis gerakan manusia pada saat melakukan aktivitas untuk diidentifikasi gerakan yang tidak efektif. Perkembangan waktu menjadikan kedua metode tersebut menjadi kesatuan yang disebut studi waktu dan gerakan.

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti menjadi salah satu metode yang sesuai jika digunakan pada pekerjaan yang berlangsung singkat dengan kegiatan berulang. Hasil dari pengukuran merupakan waktu baku dalam penyelesaian satu siklus pekerjaan yang menjadi standar penyelesaian pekerjaan bagi keseluruhan pekerja yang memiliki kegiatan yang sama. Terdapat langkah-langkah yang perlu dilakukan sebelum melakukan pengukuran menurut (Zadry et al., 2015) sebagai berikut.

1. Penetapan tujuan pengukuran agar diketahui kegunaan hasil pengukuran yang dilakukan.
2. Pelaksanaan penelitian pendahuluan untuk diketahui kondisi dan sistem kerja yang sudah ada.
3. Pemilihan operator yang dapat menjalankan prosedur pelaksanaan pekerjaan yang baik agar dapat menghasilkan *output* yang baik.
4. Pelatihan operator mengenai sistem kerja yang diberikan jika terdapat perbedaan kondisi dan cara kerja yang baru.

5. Menguraikan pekerjaan berdasarkan elemen pekerjaan berupa gerakan yang dilakukan pada saat melakukan pekerjaan.
6. Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam melakukan pengukuran waktu pekerjaan.

Langkah-langkah tersebut dilakukan sebelum melakukan pengukuran, selanjutnya terdapat juga langkah-langkah dalam melaksanaan pengukuran dengan metode jam henti sebagai berikut.

1. Melakukan pengukuran dan pencatatan waktu pengamatan tiap elemen kegiatan yang telah ditentukan.
2. Melakukan pengujian keseragaman data agar diketahui homogenitas data, sumber data yang digunakan adalah sama.
3. Melakukan pengujian mengenai kecukupan data yang dipengaruhi dari tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan yang ditentukan.

Hasil dari pengukuran tersebut akan diolah dengan menggunakan pengujian. Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk memastikan kecukupan dan keseragaman data yang sudah diperoleh. Berikut merupakan langkah-langkah dalam pengujian data yang digunakan.

a. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data merupakan pengujian statistik yang dilakukan dengan tujuan data memastikan stabilitas proses pengambilan data yang dilakukan. Uji keseragaman biasanya menggunakan peta kendali atau pendekatan batas kendali atas dan batas kendali bawah. Persamaan uji keseragaman data dapat dilihat pada Persamaan 2.1 dan 2.2.

$$BKA = \bar{p} + 2\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}} \quad (2.1)$$

$$BKA = \bar{p} - 2\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}} \quad (2.2)$$

Keterangan:

BKA: Batas kontrol atas

BKB: Batas kontrol bawah

$\bar{p}$: Persentase kegiatan produktif rata-rata

$\bar{n}$: Jumlah pengamatan

Rumus dari persentase kegiatan produktif rata-rata dapat ditemukan dari Persamaan 2.3 berikut.

$$\bar{p} = \frac{\sum p_i}{k} \quad (2.3)$$

Keterangan:

p_i : Persentase produktif pengamatan hari ke-i

K : Jumlah hari pengamatan

b. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data merupakan pengujian yang ditujukan untuk menentukan jumlah pengamatan yang dilakukan sudah mencukupi secara statistik untuk mencapai tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan yang ditetapkan. Rumus terkait dengan uji kecukupan data dapat dilihat dari Persamaan 2.4.

$$N' = \frac{k^2(1-\bar{p})}{s^2\bar{p}} \quad (2.4)$$

Keterangan:

N' : Jumlah pengamatan yang seharusnya

$\bar{p}$: Persentase kegiatan produktif rata-rata

k: Tingkat kepercayaan

s: Tingkat ketelitian

N' < N cukup, N' > N perlu tambahan data sejumlah N'-N

Setelah mendapatkan data yang cukup dan juga seragam, maka dapat dilakukan perhitungan untuk waktu siklus, waktu normal, dan juga waktu baku dari aktivitas yang diamati .Waktu siklus merupakan waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus kerja yang terukur menggunakan metode jam henti. Rumus dari waktu siklus dapat dilihat pada Persamaan 2.5.

$$Ws = \frac{\sum x_i}{N} \quad (2.5)$$

Keterangan:

Ws: Waktu Siklus

Xi: Waktu pengamatan ke-i

N: Jumlah pengamatan

Waktu normal yang merupakan waktu siklus yang telah disesuaikan dengan tingkat kinerja operator sehingga menampilkan waktu yang dibutuhkan operator dengan kecepatan kerja normal. Persamaan dari waktu normal dapat dilihat pada Persamaan 2.6.

$$Wn = Ws \times p \quad (2.6)$$

Keterangan:
Wn: Waktu Normal
Ws: Waktu siklus
p: Penyesuaian

Kemudian, terdapat pula waktu baku yang merupakan waktu normal yang telah ditambahkan dengan faktor kelonggaran untuk memperhitungkan hambatan yang tidak dapat dihindari selama bekerja. Persamaan dari waktu baku dapat dilihat pada Persamaan 2.7.

$$Wb = Wn \times (1 + L) \quad (2.7)$$

Keterangan:
Wb: Waktu baku
Wn: Waktu normal
L: Kelonggaran

Setelah mengetahui persamaan-persamaan terkait dengan waktu baku, normal, dan juga standar, dibutuhkan juga pemahaman terkait dengan penyesuaian. Penyesuaian merupakan proses yang dilakukan untuk mengkoreksi waktu siklus hasil pengamatan agar mendapatkan waktu kerja normal. Faktor penyesuaian diperlukan untuk menjaga kestabilan kerja sehingga tidak terjadi adanya kurang waktu. Metode *westinghouse* merupakan salah satu cara yang digunakan dalam menentukan penyesuaian berdasarkan empat faktor. Faktor tersebut antara lain keterampilan, usaha, kondisi kerja, dan konsistensi. Pembagian kelas penyesuaian berdasarkan metode *westinghouse* dapat dilihat pada Gambar 2.4.

Faktor	Kelas	Simbol	Nilai
Keterampilan	Super Skill	A_1	+ 0,15
		A_2	+ 0,13
	Excellent Skill	B_1	+ 0,11
		B_2	+ 0,08
	Good Skill	C_1	+ 0,06
		C_2	+ 0,03
	Average Skill	D	0,00
	Fair Skill	E_1	- 0,05
		E_2	- 0,10
	Poor Skill	F_1	- 0,16
		F_2	- 0,22
Usaha	Excessive	A_1	+ 0,13
		A_2	+ 0,12
	Excellent	B_1	+ 0,10
		B_2	+ 0,08
	Good	C_1	+ 0,05
		C_2	+ 0,02
	Average	D	0,00
	Fair	E_1	- 0,04
		E_2	- 0,08
	Poor	F_1	- 0,12
		F_2	- 0,31
Kondisi Kerja	Ideal	A	+ 0,06
	Excellent	B	+ 0,04
	Good	C	+ 0,02
	Average	D	0,00
	Fair	E	- 0,03
	Poor	F	- 0,07
Konsistensi	Perfect	A	+ 0,04
	Excellent	B	+ 0,03
	Good	C	+ 0,01
	Average	D	0,00
	Fair	E	- 0,02
	Poor	F	- 0,04

Gambar 2.4 Metode *westinghouse*

(Sumber: Buku Analisis dan Perancangan Sistem Kerja, 2015)

Selain penyesuaian, terdapat juga kelonggaran yang merupakan tambahan waktu pada perhitungan waktu normal untuk memberikan kebutuhan manusia dan kondisi kerja nyata yang tidak dapat dihindari. Pemberian kelonggaran ditujukan untuk memberi kesempatan pada operator untuk melakukan kegiatan yang perlu dilakukan. Kelonggaran yang diberikan yaitu kelonggaran untuk kebutuhan pribadi, kelonggaran untuk menghilangkan rasa lelah, dan kelonggaran yang tidak dapat dihindarkan. Gambar 2.5 menunjukkan faktor dan kelonggaran dari setiap faktor tersebut.

Faktor	Contoh Pekerjaan	Ekivalen Beban	Kelonggaran (%)	
A. Tenaga yang dikeluarkan			Pria	Wanita
1. Dapat diabaikan	Bekerja di meja, duduk	tanpa beban	0,00-6,0	0,00-6,0
2. Sangat ringan	Bekerja di meja, berdiri	0,00-2,25 kg	6,0-7,5	6,0-7,5
3. Ringan	Menyekop, ringan	2,25-9,00	7,5-12,0	7,5-16,0
4. Sedang	Mencangkul	9,00-18,00	12,0-19,0	16,0-30,0
5. Berat	Mengayun palu yang berat	18,00-27,00	19,0-30,0	
6. Sangat berat	Memanggul beban	27,00-50,00	30,0-50,0	
7. Luar biasa berat	Memanggul karung berat	diatas 50 kg		

B. Sikap kerja		
1. Duduk	Bekerja duduk, ringan	0,00-1,0
2. Berdiri diatas dua kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki	1,0-2,5
3. Berdiri diatas satu kaki	Satu kaki mengerjakan alat control	2,5-4,0
4. Berbaring	Pada bagian sisi, belakang atau depan badan	2,5-4,0
5. Membungkuk	Badan dibukukkan bertumpu pada kedua kaki	4,0-10,0

C. Gerakan kerja			
1. Normal	Ayunan bebas dari palu	0	
2. Agak terbatas	Ayunan terbatas dari palu	0-5	
3. Sulit	Membawa beban berat dengan satu tangan	0-5	
4. Pada anggota-anggota badan terbatas	Bekerja dengan tangan diatas kepala	5-10	
5. Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja di lorong pertambangan yang sempit	10-15	
D. Kelelahan mata *)		Pencahayaan baik	Buruk
1. Pandangan yang terputus-putus	Membawa alat ukur	0,0-6,0	0,0-6,0
2. Pandangan yang hamper terus-menerus	Pekerjaan-pekerjaan yang teliti	6,0-7,5	6,0-7,5
3. Pandangan yang terus menerus dengan fokus tetap	Pemeriksaan yang sangat teliti	7,5-12,0	7,5-16,0
4. Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah	Memeriksa cacat-cacat pada kain	12,0-19,0	16,0-30,0
5. Pandangan terus-menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus tetap		19,0-30,0	
6. Pandangan terus menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus berubah-ubah		30,0-50,0	

E. Keadaan suhu tempat kerja **)	Suhu (°C)	Kelelahan normal	Berlebihan
1. Beku	dibawah 0	diatas 10	diatas 12
2. Rendah	0-13	10-0	12-5
3. Sedang	13-22	5-0	8-0
4. Normal	22-28	0-5	0-8

Faktor	Contoh Pekerjaan	Ekivalen Beban	Kelonggaran (%)	
5. Tinggi		28-38	5-40	8-100
6. Sangat tinggi		diatas 38	diatas 40	diatas 100

F. Keadaan atmosfer *)**		
1. Baik	Ruang yang berventilasi baik, udara segar	0
2. Cukup	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)	0-5
3. Kurang baik	Adanya debu-debuan beracun atau tidak beracun tetapi banyak	5-10
4. Buruk	Adanya bau-bauan berbahaya yang mengharuskan menggunakan alat pernapasan	10-20

G. Keadaan lingkungan yang baik	
1. Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah	0
2. Siklus kerja berulang-ulang antara 5-10 detik	0-1
3. Siklus kerja berulang-ulang antara 0-5 detik	1-3
4. Sangat bising	0-5
5. Jika faktor-faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas	0-5
6. Terasa adanya getaran lantai	5-10
7. Keadaan-keadaan yang luar biasa (bunyi, kebersihan, dll)	5-15

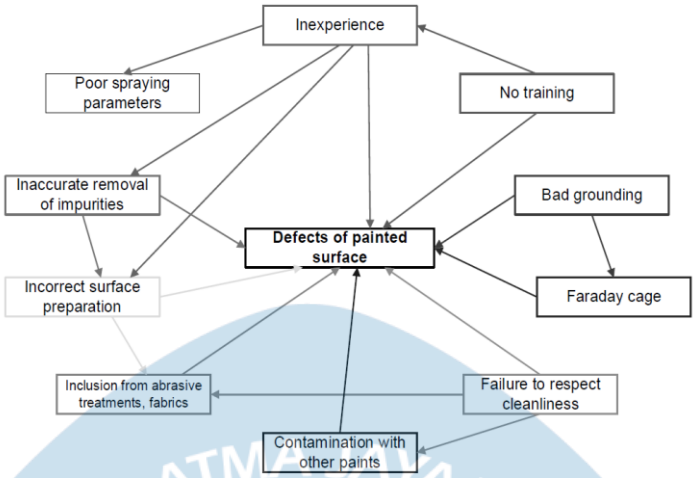
*) Kontras antara warna hendaknya diperhatikan
**) Tergantung juga pada keadaan ventilasi
***) Dipengaruhi juga oleh ketinggian tempat kerja dari permukaan laut dan keadaan iklim
Catatan pelengkap: Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi bagi: Pria = 0-2,5%
Wanita = 2-5%

Gambar 2.5 Faktor kelonggaran

(Sumber: Buku Analisis dan Perancangan Sistem Kerja, 2015)

2.2.8 *Interrelationship Diagram*

Interrelationship diagram merupakan salah satu alat untuk mencari akar masalah dengan memetakan sebab dan akibat dari komponen-komponen pada suatu permasalahan. Diagram ini dapat membantu melihat hubungan dari beberapa aspek penting dalam masalah yang kompleks (Knop, 2021). *Interrelationship* diagram akan digunakan untuk melihat hubungann sebab akibat dari seluruh faktor yang berpotensi mempengaruhi permasalahannya. Pada Gambar 2.6, dapat diihat salah satu contoh dari *interrelationship* diagram.



Gambar 2.6 Contoh *interrelationship* diagram

(Sumber: Knop, 2021)

2.2.9 *Eisenhower Matrix*

Eisenhower Matrix merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk pembagian tugas sesuai berdasarkan dengan urgensi dan juga kepentingan dari tugas tersebut (Ashari & Nulipata, 2025). Metode ini berfungsi untuk bisa membagi tugas-tugas apa saja yang ada dan mengelompokkannya berdasarkan beberapa kuadran kepentingan. Terdapat empat kuadran, yaitu Q1 (*Urgent and Important*), Q2 (*Urgent and Not Important*), Q3 (*Not Urgent and Important*), dan Q4 (*Not Urgent and Not Important*). Pada Gambar 2.8, dapat dilihat kuadran-kuadran dari *Eisenhower Matrix.*



Gambar 2.7 Kuadran *eisenhower matrix*

(Sumber: asana.com)

Eisenhower Matrix akan sangat berguna ketika terdapat beberapa tugas atau proyek yang sedang berlangsung dalam suatu waktu tertentu. Pengelolaan tugas berdasarkan urgensi dan kepentingan ini akan membantu memperjelas skala prioritas pengerjaan tugas sehingga fokus tidak terbagi dan waktu akan lebih maksimal dalam pengerjaan keseluruhan tugas.

2.2.10 Metode 5W+1H

Analisis suatu masalah dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya dengan 5W+1H. Metode ini berfungsi untuk menggali dan menyelesaikan masalah dengan memunculkan pertanyaan-pertanyaan terkait *Who* (Siapa), *What* (Apa), *When* (Kapan), *Why* (Mengapa), *Where* (Dimana), dan juga *How* (Bagaimana) (R. Prasetyo et al., 2024). Pertanyaan-pertanyaan tersebut ditujukan pada elemen-elemen di dalam permasalahan yang sedang ditinjau. Pertanyaan *Who* (Siapa) berguna untuk mencari tahu siapa yang berhubungan langsung dengan permasalahan yang terjadi. Pertanyaan *What* (Apa) bertujuan untuk bisa menggali informasi terkait dengan masalah apa yang terjadi dan harus diperbaiki. Pertanyaan *When* (Kapan) berfungsi untuk memberi informasi waktu dari terjadinya permasalahan tersebut. Pertanyaan *Why* (Mengapa) akan memberikan informasi terkait dengan alasan terjadinya permasalahan yang ditinjau. Pertanyaan *Where* (Dimana) akan menunjukkan tempat kejadian permasalahan tersebut. Terakhir, pertanyaan *How* (Bagaimana) akan memberikan informasi bagaimana masalah dapat muncul.

2.2.11 *Storage Warehouse*

Perancangan *storage warehouse* merupakan proses perencanaan sistem pergudangan untuk mendukung kegiatan operasional dalam gudang seperti proses pengelolaan, penyimpanan, dan perpindahan barang agar berjalan efektif dan efisien. Terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan agar sistem pergudangan dapat mendukung kelancaran aliran material dan pemanfaatan ruang penyimpanan yang baik. Menurut Purnomo B.L. (2024), terdapat empat elemen utama dalam perancangan *storage warehouse* dengan keterangan sebagai berikut.

a. *Control/Policies*

Control/Policies merupakan salah satu elemen gudang yang berfungsi dalam mengatur aktivitas operasional gudang. Elemen ini berisi penentuan konfigurasi persediaan, pengaturan lokasi penyimpanan barang, dan juga pengelolaan inventori pada gudang. Elemen ini memastikan proses penerimaan, penyimpanan, dan pengeluaran barang dilakukan secara terencana sehingga dapat memenuhi kebutuhan operasional gudang.

Salah satu pengelolaan *control/policies* adalah kebijakan penyimpanan dari *Stock Keeping Unit* (SKU) atau barang-barang yang disimpan pada gudang tersebut. Kebijakan penyimpanan barang dapat terbagi menjadi beberapa jenis, umumnya terdapat kebijakan *dedicated storage, randomized storage,* dan *class-based storage.*

b. *Storage Medium*

Storage medium atau media simpan merupakan sarana untuk penempatan dan penyimpanan barang dalam suatu gudang. Media simpan dari barang dapat berupa rak, tumpukan (*block stacking*), dan juga laci. Pemilihan media simpan bertujuan untuk memaksimalkan kapasitas penyimpanan dari suatu gudang. Selain itu, pemilihan media simpan yang sesuai juga dapat memudahkan proses pengambilan barang sesuai dengan ukuran, bentuk, dan sifat barang yang disimpan.

c. *Material Handling System*

Material handling system atau *material handling equipment* merupakan fasilitas pada gudang yang digunakan untuk mendukun perpindahan barang terutama untuk barang yang tidak dapat dipindahkan secara manual. *Material handling* yang umum digunakan pada gudang adalah *forklift, conveyor, crane,* dan *material handling* pendukung seperti *pallet* dan keranjang. Penggunaan *material handling* memiliki tujuan untuk meningkatkan efisiensi perpindahan material pada gudang, mengurangi beban kerja dari operator, dan mendukung kelancaran aktivitas operasional gudang.

d. *Building Shell*

Building Shell atau bangunan dan bagiannya merupakan elemen gudang yang mencakup aspek fisik gudang seperti ruang penyimpanan, desain tata letak gudang, dan fasilitas penunjang seperti penerangan, kelistrikan, ventilasi, dan pendingin ruangan. Elemen ini juga bertujuan untuk menciptakan aliran material yang efisien melalui teknik perancangan yang sesuai agar bangunan dan fasilitas pendukungnya dapat menjadi satu komponen utama dalam keseluruhan proses perancangan sistem gudang.

2.2.12 *Class-Based Storage*

Sistem tata letak barang pada gudang dapat dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan dengan beberapa kebutuhan seperti jumlah luasan penyimpanan yang tersedia dan juga syarat penyimpanan barang pada lokasi penyimpanan. Salah satu sistem tata letak yang sering kali digunakan adalah *class based storage. Class Based Storage* merupakan metode penataan barang yang mengacu pada kebijakan penyimpanan yang terbagi menjadi tiga kelas A, B, dan C (Septiani et al., 2018). Sistem penyimpanan merupakan sistem yang dapat

menggabungkan dua sistem lainnya yaitu *dedicated storage* dan juga *randomized storage.* Klasifikasi kelas tersebut didasari oleh hukum pareto dengan melihat frekuensi aktivitas *storage* dan *retrieval* (S/R) atau *throughput* barang dalam gudang (Francis et al., 2002).

Klasifikasi barang dapat dilakukan dari frekuensi perpindahan barang atau *throughput* dari barang yang disimpan pada gudang tersebut. Barang-barang ini dapat dikategorikan sebagai barang yang *fast moving* dan *slow moving.* Barang-barang *fast moving* adalah barang-barang yang frekuensi perpindahannya sangat tinggi sehingga perlu dilakukan pengisian stok dengan cepat. Berbeda dengan barang-barang *slow moving* dimana barang-barang tersebut frekuensi perpindahannya lebih sedikit. Pada klasifikasi barang pada gudang, kelas dapat dibagi menjadi tiga dengan contoh seperti kelas yang pertama memiliki 80% aktivitas S/R dan merupakan pada 20% dari total barang barang. Kemudian, kelas kedua 15% aktivitas S/R dari 30% total barang. Terakhir, 5% aktivitas S/R diberikan pada 50% barang sisanya. Namun, pengklasifikasian kelas ini dapat berubah tergantung dengan kebutuhan pada gudang tersebut seperti jarak lokasi dari tempat *output* dan juga jumlah barang yang dapat ditampung.

Adanya *class based storage* dapat berpengaruh pada aktivitas gudang, terutama dengan waktu yang lama pada saat *order picking.* Keuntungan dalam menggunakan metode ini untuk memperbaiki tata letak adalah untuk bisa menurunkan jarak perpindahan dari barang-barang pada gudang. Selain itu, utilitas kapasitas gudang dapat lebih dimaksimalkan dan juga pemenuhan permintaan akan bisa menjadi lebih efisien. Hal ini menjadi poin yang penting juga bagi barang-barang *seasonal* yang dimana tingkat permintaannya sangat tinggi hanya pada musim atau waktu tertentu.

2.2.13 Perangkat Lunak ProModel

ProModel atau yang memiliki kepanjangan *Production Modeler* merupakan salah satu perangkat lunak untuk membuat model simulasi berbasis objek untuk memodelkan, memvisualisasikan, dan menganalisis suatu sistem operasional (ProModel Corporation, 2011). ProModel memiliki fungsi utama untuk mempermudah perancangan suatu sistem dengan membuat model simulasinya. ProModel juga dapat membantu memberikan gambaran dari sistem tersebut untuk mempermudah analisis dengan bantuan data statistik yang cukup akurat. Hal ini dapat sangat membantu dalam melakukan perbandingan antara sistem yang lama sebelum dilakukan perbaikan dengan sistem baru yang sudah diperbaiki tanpa menunggu perubahan operasional pada sistem yang sedang beroperasi. ProModel

memiliki empat elemen utama yang dapat digunakan untuk memodelkan sistem seperti berikut.

a. *Locations* (Lokasi)

Lokasi merepresentasikan tata letak dari suatu entitas yang diproses atau disimpan pada sistem tersebut.

b. *Entities* (Entitas)

Entitas merupakan objek yang dapat bergerak di dalam sistem seperti barang di atas pallet, sak, dan lain-lain.

c. *Arrivals* (Kedatangan)

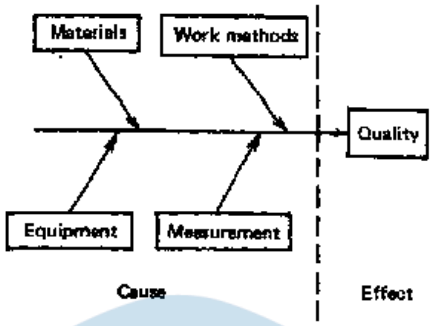
Kedatangan memiliki fungsi untuk menentukan frekuensi dan juga jumlah entitas yang akan masuk ke dalam sistem tersebut

d. *Processing* (Proses)

Proses merupakan alur kerja atau logika berjalannya proses pada entitas selama berjalannya suatu sistem dari lokasi awal hingga lokasi akhir nantinya.

2.2.14 *Fishbone* Diagram

Fishbone diagram merupakan salah satu alat analisis untuk pengendalian kualitas yang diilustrasikan dengan bentuk tulang ikan. *Fishbone* diagram juga sering kali disebut sebagai Ishikawa Diagram yang dinamai berdasarkan dengan penemunya. Selain itu, *fishbone* diagram juga dapat disebut dengan *cause-and-effect* diagram. Pembuatan *fishbone* diagram ditujukan untuk menganalisis akar-akar dari suatu permasalahan utama dengan cara menghubungkan penyebab (*cause*) dan akibat (*effect*) dari faktor-faktor permasalahan (Ishikawa, 1976). Pada proses pembuatannya, diperlukan analisis penyebab dan juga akibat secara konkrit dengan mendefinisikan akibat sebagai karakteristik dari kualitas yang mempengaruhi permasalahan dan penyebab sebagai faktor permasalahannya. Pada Gambar 2.8, dapat dilihat contoh dari *fishbone* diagram.



Gambar 2.8 Contoh *fishbone* diagram

(Sumber : Ishikawa, 1976)

Analisis dengan menggunakan bantuan *fishbone* diagram dapat membantu untuk menemukan penyebab dari suatu permasalah berdasarkan faktor yang berbeda-beda. Masing-masing faktor kemudian juga dianalisis dengan lebih mendalam untuk mendapatkan akar permasalahan dari faktor tersebut. Secara umum, terdapat beberapa faktor yang sering kali digunakan yang terdiri dari 5M + 2E + 1I yang terdiri dari *man, machine, method, money, material, energy, environment,* dan *information.* Namun, penggunaan dan penamaan faktor juga dapat disesuaikan dengan kebutuhan pada objek permasalahan.

2.2.15 Uji Statistik

Berdasarkan buku Applied Statistics and Probability for Engineers (Montgomery & Runger, 2018), pengujian statistik merupakan metode analisis yang digunakan untuk menarik kesimpulan berdasarkan data sampel terhadap suatu populasi. Pengujian statistik dilakukan karena data memiliki variabilitas atau perbedaan antar hasil pengamatan sehingga diperlukan metode tertentu untuk menentukan perbedaan tersebut benar-benar signifikan atau hanya terjadi secara acak. Dalam penerapan uji statistik, pemilihan metode analisis disesuaikan dengan karakteristik data yang digunakan. Salah satu tahapan sebelum melakukan pengujian hipotesis adalah melakukan uji normalitas. Uji normalitas digunakan untuk mengetahui data penelitian mengikuti distribusi normal atau tidak.

Hasil uji normalitas yang menunjukkan bahwa data berdistribusi normal, maka analisis dapat dilanjutkan menggunakan uji parametrik. Namun, apabila data tidak berdistribusi normal, maka digunakan metode non-parametrik yang tidak memerlukan asumsi distribusi normal. Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah data mengikuti distribusi normal atau tidak. Konsep normalitas berkaitan dengan asumsi bahwa data memiliki pola distribusi berbentuk lonceng (*bell-shaped curve*) dengan rata-rata sebagai pusat distribusi. Jika data

berdistribusi normal, maka metode parametrik dapat digunakan karena asumsi statistik terpenuhi. Dasar pengambilan keputusan pada uji normalitas adalah sebagai berikut.

- Jika nilai signifikansi (*p-value*) > 0,05 → data dianggap berdistribusi normal.
- Jika nilai signifikansi (*p-value*) < 0,05 → data tidak berdistribusi normal.

Salah satu uji non-parametrik yang umum digunakan adalah uji Mann-Whitney. Dalam buku tersebut, uji Mann-Whitney merupakan uji non-parametrik yang digunakan untuk membandingkan dua kelompok independen. Uji Mann-Whitney digunakan jika data tidak berdistribusi normal dan ukuran sampel kecil. Dasar pengambilan keputusan pada uji Mann-Whitney sebagai berikut

- Jika *p-value* > 0,05 → H0 diterima, tidak ada perbedaan signifikan.
- Jika *p-value* < 0,05 → H0 ditolak, terdapat perbedaan signifikan.

2.2.16 Metode *Block Stacking*

Metode *block stacking* merupakan penyimpanan barang dengan penumpukan antara barang yang satu dengan yang lainnya dan disimpan di lantai pada ruangan di dalam gudang penyimpanan (Tompkins et al., 2010). Metode *block stacking* sering digunakan untuk bisa mengutilisasi ruang dengan lebih efisien dengan barang yang disusun rapat dan juga disusun ke atas serta dapat juga mengurangi biaya investasi untuk pembelian rak. Penggunaan metode *block stacking* hanya dapat dilakukan dengan syarat barang yang disusun dapat disusun meningkat tanpa menghancurkan atau merusak kemasan barang. Barang yang disusun dengan metode ini juga disarankan untuk barang-barang yang tidak mudah pecah.

2.2.17 Teori Pengukuran Jarak Lintasan Tata Letak

Menurut Tompkins et al. (2010), terdapat beberapa jenis pengukuran jarak yang dapat digunakan untuk membantu analisis permasalahan tata letak fasilitas berdasarkan jarak antar fasilitasnya. Jenis-jenis dari metode pengukuran jarak yang umum adalah sebagai berikut.

1. Jarak *Rectilinear*

Jarak *rectilinear* atau ortogonal diukur pada lintasan yang pergerakannya saling tegak lurus satu dengan yang lainnya. Secara matematis, pengukuran untuk jarak *rectilinear* merupakan jumlah selisih absolut dari dua titik koordinat (x,y) dan (a,b).

2. Jarak *Euclidean*

Jarak *eucledian* atau jarak garis lurus diukur pada lintasan garis lurus yang langsung menghubungkan satu titik dengan titik lainnya. Secara matematis, pengukuran jarak *euclidean* dilakukan dengan mencari sisi miring atau hipotenusa dari titik-titik koordinatnya.

3. Jarak Chebyshev

Jarak Chebyshev dapat mendefinisikan jarak antara dua titik pada ruang dua dimensi sebagai nilai yang lebih besar antara jarak tempuh horizontal atau vertikalnya saja. Pengukuran dengan menggunakan Jarak Chebyshev secara spesifik digunakan untuk *material handling* yang dapat bergerak secara vertikal dan horizontal secara bersamaan seperti *Automated Storage/Retrieval* (AS/R)

4. Jarak Lintasan Aktual

Jarak lintasan aktual atau *flow path distance* merupakan pengukuran jarak lintasan aktual yang diukur berdasarkan jalur nyata yang benar-benar dilalui antara dua titik yang dilalui *material handling.* Pengukuran ini dapat digunakan untuk *material handling* bergerak melalui jalur tertentu akibat adanya rintangan fisik yang nyata di lapangan.

2.2.18 *Payback Period*

Berdasarkan buku Ekonomi Teknik (Siagian et al., 2023), *payback period* (PP) merupakan salah satu metode analisis kelayakan investasi yang digunakan dalam penentuan jangka waktu yang dibutuhkan agar investasi awal yang dikeluarkan dapat kembali melalui manfaat ekonomi yang dihasilkan suatu proyek. Metode tersebut menunjukkan periode ketika akumulasi penerimaan manfaat sama dengan nilai investasi awal sehingga mencapai kondisi pengembalian modal. *Payback period* digunakan sebagai alat pengambil keputusan karena mampu memberikan gambaran mengenai tingkat risiko suatu investasi. Semakin singkat waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal, maka semakin rendah risiko investasi. Berikut merupakan persamaan yang digunakan dalam perhitungan *payback period*.

$$\textit{Payback Period} = \frac{\text{Biaya Implementasi}}{\text{Benefit per periode}} \tag{2.8}$$

Kriteria keputusan dalam *payback period* dilakukan dengan membandingkan hasil periode pengembalian terhadap umur ekonomis investasi. Metode ini memiliki keterbatasan karena tidak mempertimbangkan nilai waktu. *Payback period* umumnya digunakan sebagai analisis awal atau analisis pendukung dalam mengevaluasi kelayakan ekonomi.

2.2.19 *Hawthorne Effect*

Pada buku Roethlisberger & Dickson (1939), *Hawthorne Effect* merupakan fenomena yang menjelaskan bahwa individu cenderung menunjukkan perubahan perilaku atau peningkatan kinerja karena menyadari bahwa dirinya sedang diamati, diperhatikan, atau menjadi bagian dari suatu penelitian, bukan semata-mata akibat perubahan kondisi kerja atau perlakuan yang diberikan. Konsep ini berasal dari penelitian yang dilakukan di Hawthorne Works milik Western Electric Company, Amerika Serikat, pada periode 1927–1932 yang dipimpin oleh Elton Mayo bersama tim penelitinya. Penelitian tersebut pada awalnya bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan kondisi kerja, seperti intensitas pencahayaan, terhadap produktivitas pekerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas pekerja cenderung meningkat hampir pada setiap perubahan kondisi kerja, bahkan ketika kondisi tersebut dikembalikan seperti semula. Hal tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan produktivitas lebih banyak dipengaruhi oleh perhatian yang diberikan kepada pekerja selama penelitian dibandingkan oleh perubahan kondisi kerja itu sendiri.

Ketika pekerja mengetahui bahwa aktivitasnya sedang diamati atau diukur, pekerja cenderung bekerja lebih cepat, lebih disiplin, atau lebih berhati-hati dibandingkan dengan kondisi kerja normal. Akibatnya, data yang diperoleh berpotensi tidak sepenuhnya merepresentasikan kondisi kerja sehari-hari sehingga peneliti perlu mengantisipasi pengaruh tersebut. *Hawthorne Effect* dapat menyebabkan adanya peningkatan performa yang tidak sepenuhnya berasal dari efektivitas, tetapi juga dipengaruhi oleh kesadaran operator bahwa mereka sedang menjadi objek penelitian.

2.3 Standar dan Kode Etik

Penerapan rancangan solusi penyelesaian akar masalah inefisiensi dan inefektivitas operasional memerlukan acuan yang jelas agar sesuai dengan standar dan menjunjung tinggi kode etik. Penerapan standar dan kode etik menjadi penting untuk dipastikan bahwa solusi yang dirancang dapat dipertanggungjawabkan secara teknis maupun akademik. Pada bagian ini akan dijelaskan standar dan kode etik yang digunakan sebagai dasar perancangan setiap solusi. Penjelasan ini ditujukan bahwa solusi tidak dibuat secara subjektif, tetapi mengacu pada standar internasional yan telah terdokumentasi. Standar dan kode etik akan dijelaskan secara terpisah untuk setiap solusi yang dirancang. Berikut merupakan penjelasan standar dan kode etik pada kedua penyelesaian akar permasalahan dengan solusi yang dirancang.

2.3.1 Standar

Standar adalah dokumen atau ketentuan yang berisi persyaratan, pedoman, atau karakteristik yang telah disepakati dan diakui secara resmi sebagai acuan dalam melaksanakan suatu proses, produk, atau sistem agar diperoleh hasil yang konsisten, aman, efektif, dan berkualitas. Standar yang digunakan dalam proses perancangan perbaikan didasarkan pada *International Organization for Standardization* (ISO).

a. Standardisasi Metode Kerja Proses Pemuatan Barang dengan Pendekatan *Lean Warehousing*

Solusi terkait standardisasi metode kerja difokuskan pada akar masalah berupa tingginya variasi waktu proses pemuatan barang yang berdampak pada waktu *throughput time* dan rendahnya efisiensi operasional gudang. Variabilitas menunjukkan belum adanya metode kerja yang baku dan dijalankan secara konsisten oleh operator. Oleh karena itu, diperlukan perancangan solusi berupa standardisasi metode kerja dengan pendekatan *lean warehousing* untuk menciptakan proses yang stabil dan efisien.

Perancangan standardisasi metode kerja mengacu pada prinsip *lean management* yang mengutamakan elimintasi aktivitas pemborosan (*waste*). Standar ISO 9001:2015 digunakan dalam perancangan solusi sebagai acuan agar metode yang diusulkan dapat diterapkan secara konsisten dan berkelanjutan. Standar ISO 6385:2016 juga digunakan sebagai dasar bahwa metode kerja yang digunakan tetap memperhatikan prinsip ergonomi dalam pelaksanaannya. Penerapan kode etik dalam solusi ini menekankan keadilan terhadap tenaga kerja, transparansi dalam pengukuran waktu kerja sehingga standar kerja yang diterapkan bersifat realistis dan dapat diterapkan.

Pada ISO 9001:2015 (International Organization for Standardization, 2015), standar yang digunakan berdasarkan poin *operations* pada klausul 8.5.1. mengenai *control of production and service provision*. Penggunaan tersebut ditujukan dengan mempertimbangkan implementasi yang memonitor dan pengukuran yang disesuaikan pada proses. Penggunaan infrastruktur dan lingkungan yang disesuaikan dengan operasional proses. Validasi berkala untuk mencapai hasil yang sudah ditetapkan. Pada ISO 6385:2016 (International Organization for Standardization, 2016), standar yang digunakan berdasarkan poin *designing work systems* pada klausul 3.6.3. dan 3.6.4. mengenai *design of work tasks and jobs*. Memastikan tugas dapat berkontribusi penuh pada suatu sistem kerja. Menghindari suatu penerapan sistem kerja melalui proses berulang dan berlebih. Pekerjaan harus dirancang memfasilitasi tujuan agar dapat mengoptimalkan kinerja.

b. Perbaikan Tata Letak Gudang Menggunakan *Class-Based Storage*

Solusi terkait perbaikan tata letak ditujukan untuk mengatasi permasalahan tingginya waktu perpindahan dan ketidakefisienan aliran material selama proses pemuatan barang. Tata letak aktual belum menerapkan sistem penyimpanan barang yang optimal dan belum mempertimbangkan frekuensi pergerakan barang sehingga menyebabkan jarak tempuh yang tidak optimal. Maka dari itu, diperlukan rancangan perbaikan tata letak gudang dengan pendekatan *class-based storage*.

Perancangan tata letak dengan *class-based storage* mengacu pada perancangan fasilitas yang terdokumentasi dengan pengelompokkan barang berdasarkan frekuensi perpindahannya untuk meminimalkan jarak tempuh *material handling*. Dalam melakukan perancangan, digunakan standar-standar dan juga kode etik yang menjadi landasan dari rancangan solusi permasalahan yang ditemui. Standar tersebut digunakan untuk memastikan rancangan yang diimplementasikan sesuai dengan kebutuhan dan keselamatan pekerja. Pada perancangan tata letak, diterapkan standar dari ISO 6385:2016 dan ISO 45001:2018.

Standar dari ISO 6385:2016 (International Organization for Standardization, 2016a) yang sesuai dengan permasalahan adalah pada pada klausul 3.6.7 terkait dengan *design of workspace and workstation*. Klausul ini ditujukan untuk memastikan solusi yang dirancang dapat sesuai dengan kesejahteraan, kesehatan, dan efisiensi pekerja yang terlibat. Pada klausul 3.6.7 tepatnya pada 3.6.7.4, terdapat standar dimana pergerakan tubuh yang memiliki frekuensi tinggi dan juga pergerakan dalam waktu lama harus dibatasi agar tidak melebihi kapasitas maksimal dari kemampuan pekerja. Pada permasalahan ini, perancangan ulang tata letak harus dapat mempermudah pekerja dalam melakukan pekerjaan dan tidak menambah beban fisiologis dari pekerja agar tidak menimbulkan rasa yang tidak nyaman dan meningkatkan risiko bahaya. Maka dari itu, perancangan ulang harus dapat memperhatikan durasi pekerjaan yang dilakukan, luas area kerja yang ditempuh pekerja, dan juga pergerakan dari pekerja.

Standar ISO 45001:2018 digunakan sebagai acuan dalam memastikan perubahan tata letak tidak menimbulkan risiko keselamatan kerja terutama jalur operator dan *material handling (International Organization for Standardization, 2018)*. Hal ini sesuai dengan klausul 6.2.1 terkait dengan identifikasi bahaya dan penilaian risiko dan peluang dimana perusahaan harus dapat mempertimbangkan risiko bahaya dari kegiatan yang rutin dan non-rutin berdasarkan kondisi fisik tempat kerja. Maka dari itu, perancangan tata letak barang yang

optimal harus dapat mengacu pada kondisi fisik pada area kerja yang optimal dan tidak menimbulkan bahaya. Pada klausul 8.1.3 juga disebutkan bahwa perencanaan perubahan dalam perusahaan juga harus mempertimbangkan lokasi dan lingkungan tempat kerjanya.

Pelaksanaan simulasi berbasis *software* mengacu pada standar *discrete event simulation* yang menekankan bahwa simulasi digunakan sebagai alat bantu dengan model yang dibangun berdasarkan data aktual. Standar utama meliputi tahapan analisis input, pembuatan model, verifikasi, dan validasi model serta analisis output menggunakan indikator *throughput time*. Kode etik yang dijunjun dalam solusi adalah memberikan kenyamanan kerja bagi operator dan memastikan tata letak mendukung kemudahan dan keamanan operasional sehari-hari. Pelaksanaan simulasi menjunjung prinsip kejujuran ilmiah dengan tidak menanipulasi data dalam menghasilkan kesimpulan tertentu.

2.3.2 Kode Etik

Kode etik adalah sekumpulan prinsip moral dan aturan perilaku profesional yang menjadi pedoman bagi seseorang dalam menjalankan tugas dan tanggung jawabnya sesuai dengan profesinya. Kode etik yang digunakan dalam proses perancangan perbaikan didasarkan pada Persatuan Insinyur Indonesia (2021) dan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja (1970).

a. Mengutamakan Keluhuran Budi, Keamanan, Keselamatan, Kesehatan, dan Kemaslahatan Masyarakat serta Lingkungan

Prinsip tersebut merupakan kode etik yang didasarkan pada kode etik insinyur indonesia. Perancangan perbaikan harus memperhatikan prinsip ergonomi agar pelaksanaan dapat dilakukan secara aman, nyaman, dan produktif. Prinsip tersebut juga diterapkan melalui perancangan perbaikan yang menjamin keamanan, penempatan material, serta pengelolaan area penyimpanan yang mampu mengurangi risiko kecelakaan kerja. Perancangan tidak hanya bertujuan dalam meningkatkan kapasitas dan kelancaran aliran material, tetapi juga menciptakan lingkungan kerja yang aman bagi seluruh pekerja.

b. Berpraktik Hanya di Bidang Kompetensinya

Peneliti hanya diperkenankan melaksanakan pekerjaan sesuai kompetensi. Pada penelitian, perancangan dilakukan sesuai dengan kompetensi bidang teknik industri dengan menggunakan pendekatan *time study*, prinsip ergonomi, analisis tata letak dan penyimpanan material. Seluruh rancangan perbaikan didasarkan pada metode ilmiah yang relevan sehingga hasil perancangan dapat dipertanggungjawabkan secara akademik.

c. Menyatakan Pendapat kepada Publik Hanya Secara Objektif dan Berdasarkan Kebenaran Menyeluruh

Peneliti wajib menyampaikan laporan, pernyataan, ataupun pendapat secara objektif, jujur, dan berdasarkan fakta yang ada. Pada perancangan, seluruh usulan perbaikan disusun berdasarkan hasil observasi langsung dan juga hasil identifikasi kondisi aktual yang terdapat pada perusahaan. Usulan perancangan perbaikan didasarkan dari kondisi aktual dan fakta lapangan.

d. Bertindak sebagai Pihak yang Jujur dan Dapat Dipercaya kepada Pemberi Tugas atau Pemberi Pekerjaan

Peneliti wajib menjaga kejujuran dan menjaga kerahasiaan informasi yang diperoleh dari perusahaan. Keseluruhan data operasional perusahaan yang digunakan untuk penyusunan perancangan perbaikan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian. Hasil analisis dan rekomendasi disampaikan sesuai kondisi sebenarnya tanpa manipulasi data sehingga perusahaan memperoleh usulan perbaikan yang dapat dipercaya sebagai pengambilan keputusan.

e. Berperilaku Terhormat, Penuh Tanggung Jawab, Berbudi Luhur, dan Taat Hukum

Peneliti wajib bertanggung jawab atas pekerjaan dan mematuhi peraturan perundang-undangan yang berlaku. Usulan setiap perancangan perbaikan dapat diterapkan secara realistis dalam meningkatkan efesiensi dan efektivitas, serta tidak menimbulkan risiko baru terhadap keselamatan maupun kesehatan pekerja.

f. Undang-undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja

Undang-undang tersebut menjadi landasan hukum dalam perancangan perbaikan karena menjelaskan bahwa setiap kegiatan kerja harus menjamin keselamatan dan kesehatan tenaga kerja. Berdasarkan ketentuan tersebut, perancangan perbaikan tidak hanya berorientasi pada peningkatan efisiensi dan efektivitas, tetapi juga memastikan bahwa setiap usulan perbaikan mampu menciptakan kondisi kerja yang aman, mengurangi potensi kecelakaan dan kelelahan pekerja, mengoptimalkan pemanfaatan fasilitas, dan mendukung kelancaran aktivitas pemuatan sesuai dengan prinsip keselamatan kerja yang diatur dalam undang-undang tersebut.