BAB 2

TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN

2.1. Tinjauan Pustaka

Waktu produksi yang belum efisien merupakan isu yang sering ditemukan dalam kegiatan manufaktur dan umumnya disebabkan oleh keberadaan pemborosan (*waste*) pada alur proses kerja. Jenis pemborosan yang paling berpengaruh terhadap ketidakefisienan tersebut adalah *waiting* dan *motion*. Pemborosan *waiting* muncul ketika terjadi waktu menganggur akibat keterlambatan material, ketersediaan peralatan yang tidak memadai. Kegiatan *motion* berkaitan dengan gerakan operator yang tidak diperlukan akibat tata letak fasilitas yang kurang tepat atau jarak perpindahan yang terlalu jauh. Kedua pemborosan ini tidak memberikan nilai tambah terhadap produk, sehingga berkontribusi pada meningkatnya total waktu proses dan menurunnya produktivitas.

2.1.1. Permasalahan Waktu Produksi Belum Efisien Karena *Cycle time*

Pengamatan yang berjudul "Penerapan Konsep *Lean Manufacturing* untuk Meminimasi *Waste* pada PT Anugerah Damai Mandiri (ADM)" Tugas akhir ini menganalisis pemborosan pada proses produksi *steel door* menggunakan pendekatan Lean Manufacturing melalui *Value Stream Mapping* dan *Failure Mode and Effects Analysis*. Hasil identifikasi menunjukkan *transportation, cycle time,* dan *defect* sebagai *waste* utama yang menyebabkan rendahnya efisiensi proses. Total waktu proses mencapai 252 menit dengan proporsi aktivitas *nonvalue added* sebesar 41%, sehingga diperlukan perbaikan. Usulan perbaikan berbasis *continuous improvement* dan 5S terbukti mampu mengurangi *waste*, memperpendek *lead time*, serta meningkatkan kelancaran proses produksi. (Firdaus & Wahyudin, 2023).

Pengamatan berjudul "Analisis *Lean Manufacturing* untuk Menurunkan *Waste Cycle time* pada proses produksi di PT XYZ" menganalisis pemborosan waktu tunggu dalam proses produksi menggunakan metode *Value Stream Mapping* (VSM). Studi ini menemukan bahwa aktivitas *non–value added*, terutama *cycle time*, menyebabkan *lead time* menjadi panjang dan efisiensi proses menurun. Melalui identifikasi akar penyebab dan usulan perbaikan seperti penataan *layout*, penerapan 5S, dan sistem Kanban, pengamatan membuktikan bahwa konsep *lean* efektif dalam mengurangi *waste* dan meningkatkan kelancaran aliran produksi (Arifin et al., 2025).

Pengamatan berjudul "Minimasi Waktu Tunggu pada Proses *Disassembly Engine* dengan Pendekatan *Lean Manufacturing* di PT OPQ" Tugas akhir ini mengkaji kinerja

perusahaan remanufaktur di Balikpapan yang mengalami kelebihan *lead time* pada proses *disassembly* engine sebesar 2.003 menit, melebihi standar 1.845 menit. Penyebab utama berasal dari aktivitas *nonvalue* added seperti waktu menunggu, penyusunan komponen, dan komunikasi informal. Pendekatan lean manufacturing diterapkan menggunakan *Process Activity Mapping*, *Value Stream Mapping*, analisis *Pareto*, dan *Fault Tree Analysis* untuk mengurangi pemborosan. Hasil perbaikan berhasil menurunkan *cycle time* dari 1.874 menit menjadi 1.615 menit melalui penjadwalan unit, pengelompokan komponen, dan penerapan metode *shortest job first* (Seviolla et al., 2024).

Pengamatan berjudul "Penerapan *Lean Manufacturing* pada Proses *Coating* di PT XYZ" berfokus pada upaya menurunkan aktivitas *nonvalue added* melalui penerapan prinsip *Lean Manufacturing* dengan pendekatan 5S, Kaizen, dan Kanban. Hasil studi menunjukkan bahwa penerapan 18 inisiatif lean mampu mengidentifikasi tujuh jenis pemborosan, termasuk *motion* dan *cycle time*, yang terbukti memengaruhi durasi proses produksi (Kurniawan, 2020).

Pengamatan berjudul "Reduksi Waste untuk Meningkatkan Produktivitas pada proses produksi *Bracket Roulet Gordyn* Menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing*" Tugas akhir ini bertujuan meningkatkan produktivitas CV UM melalui pengurangan pemborosan produksi. Identifikasi *waste* dilakukan menggunakan *Value Stream Mapping* dan kuesioner tujuh *waste*. Ditemukan empat *waste* utama, yaitu *transportation*, *cycle time, motion,* dan inventory berlebih. Perbaikan diusulkan melalui roll conveyor, sistem katrol, kontainer, penerapan 5S, perancangan ulang tata letak, penambahan fasilitas pendukung, serta penerapan *lean thinking* (Somantri & Endang Prasetyaningsih, 2021).

2.1.2. Permasalahan Waktu Produksi Belum Efisien Karena *Motion*

Pengamatan berjudul "Pengurangan Pemborosan Pada proses produksi EQ *Spacing* Menggunakan Metode *Lean Six Sigma*" menganalisis pemborosan yang terjadi pada proses produksi EQ *Spacing* menggunakan pendekatan *Lean Six Sigma* dengan tahapan *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control (DMAIC).* Pengamatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi aktivitas *nonvalue added* seperti *motion, cycle time*, dan *defect* yang menyebabkan rendahnya efisiensi proses produksi. Melalui analisis akar penyebab dan penerapan perbaikan pada tahap Improve, pengamatan ini menunjukkan bahwa metode *Lean Six Sigma* efektif dalam mengurangi waktu siklus produksi, meminimalkan cacat, serta meningkatkan produktivitas operator (Fernandez & Al Faritzy, 2024).

Pengamatan berjudul "*Lean Manufacturing Based Space Utilization and Motion Waste Reduction for Efficiency Enhancement in a Machining Shop*" menelaah pemborosan motion yang muncul akibat tata letak fasilitas kerja yang kurang efektif. Dengan menerapkan metode 5S dan *Systematic Layout Planning* (SLP), pengamatan ini berhasil mengidentifikasi gerakan operator yang tidak diperlukan serta aliran material yang kurang efisien. Implementasi perbaikan tata letak menghasilkan penurunan jarak perpindahan, pengurangan motion *waste*, dan peningkatan efisiensi kerja operator. Temuan ini menegaskan bahwa optimalisasi layout berbasis prinsip lean secara signifikan mampu meningkatkan efisiensi proses produksi (Dube & Gupta, 2023).

Pengamatan berjudul "Pendekatan *Lean Manufacturing* untuk Meminimasi *Waste*" mengkaji pemborosan berupa *transportation, unnecessary motion*, dan cycle time pada industri produksi tas. Melalui penerapan VALSAT dan WFMEA, pengamatan ini berhasil mengidentifikasi aktivitas *nonvalue added* beserta akar penyebab terjadinya pemborosan tersebut. Temuan pengamatan menunjukkan bahwa implementasi metode *lean* efektif dalam menurunkan waste utama, memperlancar aliran proses, serta meningkatkan efisiensi produksi secara menyeluruh (Wahyudi et al., n.d.).

Pengamatan berjudul "Peningkatan Efisiensi proses produksi Benang dengan Pendekatan Lean Manufacturing menggunakan Metode WAM dan VALSAT di perusahaan batu bara" menerapkan *Waste Assessment Model* (WAM) untuk mengidentifikasi jenis *waste* yang paling dominan dalam proses produksi benang P100 (Polyester 100%), serta menggunakan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) untuk menentukan *mapping tools* yang relevan. Hasil analisis menunjukkan bahwa pemborosan yang paling menonjol adalah *overproduction*, *inventory,* dan *motion* (Restuningtias et al., n.d.).

Pengamatan berjudul "Meminimalisir *Waste* pada proses produksi Sarung Tangan di CV XYZ Menggunakan *Lean Manufacturing*" menggunakan beberapa pendekatan, yaitu *value stream mapping, current value stream mapping, process activity mapping*, serta identifikasi dan analisis *waste* meliputi defect, *overprocessing*, dan *motion* dengan bantuan *fishbone diagram*. Perbaikan kemudian dirumuskan melalui metode 5W+1H. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa pemborosan yang paling dominan adalah defect sebesar 22%, diikuti overprocessing sebesar 17%, dan motion sebesar 15% (Hakim, 2024).

Tabel 2.1 Pengamatan Terdahulu

No	Judul	Penulis	Objek Pengamatan	Permasalahan	Metode	Solusi
1	Penerapan Konsep *Lean Manufacturing* untuk Meminimasi *Waste* pada PT Anugerah Damai Mandiri (ADM)	(Firdaus et al., 2023)	Produksi *steel door* (PT ADM)	Terdapat waste utama yaitu *cycle time, transportation*, dan *defect* yang membuat waktu produksi tidak efisien	VSM, *Process Activity Mapping* (PAM), *Fishbone*, FMEA	Perbaikan berkelanjutan (*Kaizen*), perbaikan *layout*, 5S, evaluasi operator, dan penataan alat untuk mengurangi *waste.*
2	xxAnalisis *Lean Manufacturing* untuk Menurunkan *Waste Cycle time* pada proses produksi di PT Z	(Arifin et al., 2025)	proses produksi di PT Z	Tingginya aktivitas *cycle time* yang menyebabkan *lead time* panjang dan efisiensi rendah	*Value Stream Mapping (VSM), Fishbone Diagram*	Penataan layout, penerapan 5S, sistem Kanban, dan perbaikan standar kerja
3	Minimasi Waktu Tunggu pada Proses *Disassembly Engine* dengan Pendekatan *Lean Manufacturing* di PT OPQ	(Seviolla et al., 2024)	Proses *disassembly engine (remanufaktur*) di PT OPQ	Aktivitas *non-value added* seperti *idling*, menunggu komponen, mengobrol, menyusun komponen, *lead time* melebihi standar.	*Lean Manufacturing (Process Activity Mapping,* VSM, *Pareto Diagram, Fault Tree Analysis)*	Pengaturan jadwal mesin, pengelompokan komponen, penerapan *shortest job first → cycle time* berkurang dari 1.874 menit jadi 1.615 menit.

Tabel 2.1 Lanjutan

No	Judul	Penulis	Objek Pengamatan	Permasalahan	Metode	Solusi
4	Analisis Pemborosan (*Waste*) pada proses produksi dengan Pendekatan *Lean Manufacturing*	(Kurniawan, 2020)	Industri manufaktur komponen otomotif	Banyak aktivitas non–value added menyebabkan waktu produksi tinggi dan efisiensi rendah	*Lean Manufacturing, VSM (Value Stream Mapping)*	Identifikasi dan eliminasi pemborosan tipe *motion, cycle time, dan transportation* melalui perbaikan layout dan aliran material
5	Reduksi *Waste* untuk Meningkatkan Produktivitas pada proses produksi Bracket Roulet Gordyn Menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing*	(Somantri et al., 2021)	Bracket Roulet Gordyn di CV. UM	Keterlambatan dalam memenuhi permintaan pelanggan. Faktor yang menyebabkan hal tersebut yaitu banyaknya aktivitas pemborosan (*waste*)	*Reduksi Waste, Lean Manufacturing, VSM, PCE*	Menerapkan rancangan alat bantu berupa *Roll Conveyor*, sistem katrol, kontainer, dan wadah, penerapan konsep 5S, perancangan ulang *layout* produksi, penambahan fasilitas pendukung proses produksi berupa *Trolley* Pallet Jack beserta Wooden Pallet, dan penerapan Lean Thinking

Tabel 2.1 Lanjutan

No	Judul	Penulis	Objek Pengamatan	Permasalahan	Metode	Solusi
6	Pengurangan *Waste* Pada proses produksi EQ Spacing Menggunakan Metode *Lean Six Sigma*	Fernandez et al., 2024)	proses produksi EQ *Spacing*	Terjadi pemborosan gerak, waktu tunggu, dan cacat produk	*Lean Six Sigma (DMAIC – Improve Phase)*	Menganalisis akar penyebab pemborosan dan meningkatkan efisiensi melalui perbaikan proses
7	*Lean Manufacturing Based Space Utilization and Motion Waste Reduction for Efficiency Enhancement in a Machining Shop*	(Dube et al., 2023)	Area produksi *machining*	Terjadi pemborosan gerakan operator dan aliran material yang tidak efisien akibat tata letak kurang optimal	*5S dan Systematic Layout Planning (SLP)*	Optimalisasi tata letak dan penataan area kerja untuk mengurangi *motion waste* dan meningkatkan efisiensi
8	Pendekatan *Lean Manufacturing* Untuk Meminimasi *Waste* Pada proses produksi	Wahyudi et al., (2024)	proses produksi di industri lokal	Pemborosan utama berupa *transportation, unnecessary motion,* dan *cycle time*	*WFMEA & VALSAT*	Identifikasi sumber *waste*, prioritas perbaikan, dan rekomendasi *lean* untuk mengurangi *motion, cycle time,* dan *transportation*

Tabel 2.1 Lanjutan

No	Judul	Penulis	Objek Pengamatan	Permasalahan	Metode	Solusi
9	Peningkatan Efisiensi Benang dengan Pendekatan *Lean Manufacturing* Menggunakan Metode WAM dan VALSAT di PT. XYZ	(Restuningtias et al., n.d.)	PT. XYZ produksi pembuatan benang.	berlebihnya target produksi disebabkan karena adanya aktivitas yang tidak bernilai tambah (*waste*)	*Lean Manufacturing, Waste, WAM , VALSAT , Lead Time, PCE*	penambahan alat bantu (*handtruck*) pada pengambilan sliver di proses *drawing*, penambahan operator pada proses *winding*, dan mengurangi *waste motion*.
10	Meminimalisir Waste Pada proses produksi Sarung Tangan di CV. XYZ Menggunakan *Lean Manufacture*	(Hakim, 2024)	CV. XYZ produksi sarung tangan	Pemborosan waktu selama proses produksi	*Lean Manufacturing, Waste, Value Stream Mapping, 5W+1H.*	Untuk mengatasi pemborosan waktu produksi adalah melakukan perbaikan tata letak area kerja dan menerapkan SOP agar alur proses menjadi lebih standar, efisien, dan meminimalkan aktivitas *non-value added*.

2.2. Dasar Teori

Bab ini memaparkan landasan teori yang menjadi dasar analisis dan perancangan solusi dalam pengamatan, meliputi konsep mate*rial handling, prinsip Lean Manufacturing* beserta jenis pemborosan yang relevan, serta metode analisis proses seperti VSM, PAM. Teori yang lain seperti perancangan produk yang mencakup Metode Rasional, Metode Kreatif dan *Design Thinking* serta teori pengukuran waktu, *work sampling*, dan analisis biaya.

2.2.1. Pemborosan atau *Waste*

Waste diartikan sebagai seluruh aktivitas kerja yang tidak menghasilkan nilai tambah dalam proses transformasi input menjadi *output* sepanjang *value stream*, yaitu rangkaian kegiatan produksi dan distribusi produk baik barang maupun jasa hingga mencapai pasar (Novitasari et al., 2020). Konsep ini berkaitan dengan mata kuliah Analisis dan Perancangan Sistem Kerja (STIN17302) dan Sistem Produksi (STIN24302) yang membahas identifikasi aktivitas bernilai tambah dan tidak bernilai tambah dalam sistem produksi.



Gambar 2.1 *Seven Waste*

(Sumber: https://businessmap.io/lean-management/value-waste/7-wastes-of-lean)

Menurut Baharudin & Purwanto, 2021 berikut penjelasan masing - masing *waste.*

1. Product Defect

Product defect atau cacat produk merupakan bentuk pemborosan yang muncul akibat adanya produk yang tidak memenuhi standar. *Defect* umum terjadi di industri manufaktur karena berdampak langsung pada beban biaya perusahaan.

2. *Overproduction*

Overproduction adalah pemborosan yang timbul ketika jumlah produk yang dihasilkan melebihi kebutuhan atau rencana produksi yang telah ditetapkan.

3. *Cycle time*

Cycle time terjadi ketika suatu proses terhenti atau terhambat sehingga tahap berikutnya harus menunggu penyelesaian proses sebelumnya.

4. *Motion*

Motion merupakan pemborosan yang disebabkan oleh gerakan operator yang tidak diperlukan, yang pada akhirnya memperlambat proses dan memperpanjang lead time.

5. *Inventory*

Inventory waste muncul akibat penumpukan bahan baku atau barang dalam jumlah berlebihan. Konsep *Just in Time* diperlukan untuk meminimalkan pemborosan jenis ini.

6. *Transportation*

Pemborosan transportation terjadi ketika perpindahan material dilakukan secara berlebihan sehingga menyebabkan pemborosan waktu, biaya, dan energi.

7. *Overprocessing*

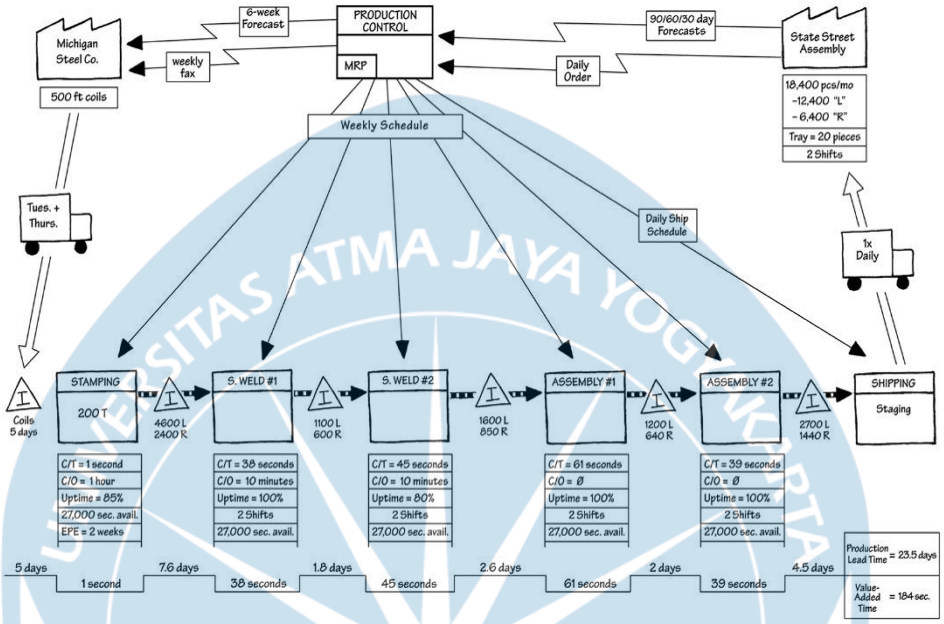
Overprocessing adalah pemborosan yang terjadi karena terdapat tahapan proses yang tidak diperlukan, termasuk pengerjaan ulang yang tidak memberi nilai tambah.

2.2.2. Value Stream Mapping

Value Stream Mapping merupakan metode pemetaan aliran produksi dan informasi yang menggambarkan proses pembuatan produk dari tahap awal hingga akhir (Brilianto et al., 2024). Melalui pemetaan tersebut, perusahaan dapat mengidentifikasi aktivitas yang memberikan nilai tambah maupun yang tidak bernilai tambah sehingga perbaikan dapat diarahkan pada titik yang paling tepat. Selain menunjukkan urutan proses, *value stream mapping* juga memvisualisasikan waktu siklus, tingkat persediaan, aliran komunikasi, dan hubungan antarproses. Sehingga perusahaan dapat memperoleh gambaran menyeluruh mengenai kondisi operasional, bukan hanya berfokus pada satu tahap produksi.

VSM berfungsi sebagai alat untuk mengurangi pemborosan (*waste*) dan meningkatkan efisiensi sistem produksi. Menurut (Brilianto et al., 2024) penerapan VSM memungkinkan perusahaan mengidentifikasi aktivitas yang menimbulkan penundaan, pengerjaan ulang, penumpukan inventori, serta berbagai sumber ketidakefisienan lainnya. Selain itu, VSM membantu merancang aliran produksi yang lebih sederhana melalui penyusunan *future state map*. Tahapan ini penting karena memberikan

gambaran perbaikan yang realistis untuk menurunkan waktu *nonvalue added* (NVA) dan meningkatkan produktivitas pada lini produksi. Metode ini merujuk pada mata kuliah Sistem Produksi (STIN24302), Sistem Perencanaan dan Pengendalian Produksi (STIN36502), serta Analisis dan Perancangan Sistem Kerja (STIN17302) yang membahas aliran proses dan efisiensi sistem produksi.



Gambar 2.2 *Value Stream Mapping*

(Sumber: https://www.kaufmanglobal.com/glossary/value-stream-mapping/)

Menurut (Anshori et al., 2023) Ada beberapa komponen untuk menyusun suatu VSM.

1. *Current State Map*

Current State Map adalah pemetaan kondisi aktual di lapangan mengenai aliran proses produksi kontruksi untuk mendukung produksi batu bara. Peta ini menunjukkan urutan aktivitas, waktu siklus setiap proses, jumlah operator, persediaan antarproses, serta aliran informasi dalam kegiatan operasional harian. Melalui pemetaan ini dapat diidentifikasi aktivitas yang menjadi bottleneck, penumpukan pekerjaan, serta berbagai bentuk waste yang menyebabkan ketidakefisienan proses.

2. *Future State Map*

Future State Map merupakan rancangan kondisi proses yang telah diperbaiki, di mana alur kerja disusun ulang agar lebih efisien. Peta ini menampilkan aliran proses baru yang bertujuan mengurangi waktu tunggu dan menghilangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah. Tujuan utamanya adalah menciptakan sistem produksi yang lebih efektif dengan mengurangi pemborosan yang ditemukan pada *Current State Map*.

3. Lead Time dan Cycle Time

Lead time dan cycle time adalah dua parameter penting dalam VSM. *Lead time* menggambarkan total waktu yang diperlukan sebuah produk untuk melewati seluruh rangkaian proses, termasuk waktu tunggu. Sementara itu, cycle time merupakan waktu aktual yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu aktivitas atau satu proses kerja.

4. Identifikasi Waste

Identifikasi waste merupakan inti dari penerapan VSM. *Waste* dikenali melalui pemetaan *Current State* dan menjadi dasar penyusunan perbaikan pada *Future State Map*. Eliminasi pemborosan tersebut bertujuan meningkatkan kelancaran aliran produksi serta menurunkan lead time secara keseluruhan.

2.2.3. Process Activity Mapping

PAM mampu mengungkap berbagai bentuk pemborosan yang sering tidak tampak dalam aktivitas harian, seperti waktu menunggu, perpindahan berlebih, atau kegiatan yang tidak diperlukan (Zulfikar & Rachman, 2020). PAM juga memberikan gambaran kuantitatif mengenai durasi, frekuensi, dan aliran aktivitas, sehingga memudahkan proses analisis dalam mengurangi *waste*, memperbaiki aliran kerja, dan meningkatkan efisiensi operasional secara menyeluruh. Metode ini berkaitan dengan mata kuliah Analisis dan Perancangan Sistem Kerja (STIN17302) serta Praktikum Analisis dan Perancangan Sistem Kerja (STIN18301).

2.2.4. Metode Rasional

Metode rasional merupakan metode perancangan yang dilakukan secara sistematis dan terstruktur untuk menghasilkan solusi desain yang optimal. Metode ini melibatkan tahapan identifikasi kebutuhan, penentuan spesifikasi, pengembangan konsep, evaluasi alternatif, hingga pemilihan desain terbaik berdasarkan pertimbangan teknis dan kebutuhan pengguna. Pendekatan rasional digunakan untuk membantu proses pengambilan keputusan dalam perancangan agar lebih objektif dan efektif dalam menyelesaikan permasalahan desain (Cross, 2008). Metode ini merujuk pada mata kuliah Rekayasa dan Desain (STIN16302) serta Perancangan Sistem Terintegrasi 1 (STIN38502) dan Perancangan Sistem Terintegrasi 2 (STIN47602).

2.2.5. Metode Kreatif

Metode kreatif adalah pendekatan perancangan yang digunakan untuk mendorong munculnya ide-ide baru dengan meningkatkan kemampuan menghasilkan gagasan, mengurangi hambatan kognitif yang membatasi kreativitas, serta memperluas cakupan

eksplorasi dalam menemukan alternatif solusi (Pahira et al., 2022). Metode kreatif ini membantu tim perancang untuk melihat permasalahan dari sudut pandang berbeda, sehingga memungkinkan ditemukannya alternatif solusi yang tidak terpikirkan dalam pendekatan analitis konvensional. Pendekatan ini umumnya digunakan pada tahap awal perancangan sebagai sarana pengayaan ide sebelum dilakukan seleksi dan penyaringan menuju solusi yang paling layak diterapkan. Pendekatan ini berkaitan dengan mata kuliah Rekayasa dan Desain (STIN16302) serta Berpikir Kritis dan Proposal Tugas Akhir (STIN53702).

2.2.6. Metode *Design Thinking*

Metode *design thinking* merupakan salah satu metode kreatif dalam perancangan produk yang berorientasi pada pengguna (*human-centered design*) untuk menghasilkan inovasi produk (Ramadhan & Firdausiah, 2024). Metode ini dilakukan melalui beberapa tahapan utama, yaitu *Empathize* untuk memahami kebutuhan pengguna, *define* untuk merumuskan permasalahan, *ideate* untuk menghasilkan berbagai gagasan kreatif sebagai solusi, *prototype* untuk membuat produk, dan *test* untuk melakukan pengujian. Metode ini menekankan pentingnya pemahaman terhadap masalah secara menyeluruh sebagai dasar dalam menghasilkan solusi desain yang kreatif dan inovatif. Proses yang bersifat iteratif memungkinkan perancang untuk selanjutnya melakukan perbaikan berdasarkan hasil evaluasi. *Design thinking* dinilai sebagai metode kreatif yang efektif dalam menghasilkan produk yang inovatif dan sesuai dengan kebutuhan nyata di lapangan. Metode ini merujuk pada mata kuliah Rekayasa dan Desain (STIN16302) dan Perancangan Sistem Terintegrasi 1 (STIN38502).

2.2.7. Pengukuran Langsung

Dalam pengamatannya dijelaskan bahwa teknik pengukuran waktu kerja terbagi menjadi dua, yaitu pengukuran waktu secara langsung dan tidak langsung (Ivanov Sinurat et al., n.d.). Metode pengukuran langsung merupakan pendekatan kuantitatif dalam studi kerja yang digunakan untuk memperoleh data waktu dengan mencatat durasi aktivitas secara nyata di lapangan tanpa menggunakan model atau pendekatan statistik prediktif. Pengukuran ini dilakukan dengan mengamati pekerjaan secara berulang ulang dan mencatat waktu mulai hingga selesai menggunakan alat seperti *stopwatch, time study board*, atau perangkat digital sejenis. Berdasarkan prinsip dasar studi waktu, metode ini bertujuan menentukan waktu baku (*standard time*) yang mencerminkan kinerja dalam kondisi normal sehingga dapat digunakan untuk perencanaan kapasitas, perhitungan produktivitas, serta analisis efisiensi proses. Metode ini berkaitan dengan mata kuliah

Analisis dan Perancangan Sistem Kerja (STIN17302) serta Praktikum Analisis dan Perancangan Sistem Kerja (STIN18301).

2.2.8. Conjoint Analysis

Conjoint analysis adalah sebuah teknik analisis yang dapat digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan relatif berdasarkan persepsi pelanggan yang dibawa oleh suatu produk tertentu dan nilai kegunaan yang muncul dari atribut-atribut produk terkait.

2.2.9. Work Sampling

Metode *work sampling* merupakan teknik pengukuran kerja yang digunakan untuk mengetahui proporsi waktu yang dihabiskan karyawan dalam menyelesaikan tugasnya pada hari atau kondisi kerja yang bervariasi, termasuk saat bekerja bersamaan dengan operator lain (Siagian et al., 2023). Metode ini memudahkan pengumpulan informasi terkait rasio keterlambatan (*delay*), tingkat performa setiap operator, serta gambaran proses kerja dalam penentuan waktu baku. Bersifat statistik, *work sampling* memerlukan jumlah observasi yang cukup agar tingkat kepercayaan dan batas kesalahan dapat diterima. Metode ini merujuk pada mata kuliah Analisis dan Perancangan Sistem Kerja (STIN17302), Statistika Deskriptif (STIN21302), dan Statistika Inferensial (STIN31403).

2.2.10. Make or Buy Analysis

Make or buy yang merupakan proses pengambilan keputusan strategis untuk menentukan apakah suatu komponen atau produk lebih efisien diproduksi sendiri (*make*) atau dibeli dari pemasok luar (*buy*) *(Arora & Kumar, 2022)*. Keputusan ini didasarkan pada penilaian terhadap biaya, kualitas, fleksibilitas, *lead time*, serta profitabilitas perusahaan. *Make or buy* sangat relevan digunakan dalam perusahaan yang ingin mengoptimalkan kinerja operasional dan finansial, karena metode ini membantu perusahaan menilai alternatif mana yang memberikan biaya lebih rendah dan manfaat yang lebih besar dalam jangka panjang. Konsep ini merujuk pada mata kuliah Analisis Biaya (STIN30402) dan Sistem Rantai Pasok (STIN49602).

2.2.11. Full Costing

Full costing merupakan metode penentuan harga pokok produksi yang memasukkan seluruh komponen biaya produksi meliputi biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, serta biaya overhead pabrik baik yang bersifat variabel maupun tetap ke dalam perhitungan biaya total produk (Restu Anugerah Harefa et al., 2022). *Full Costing* sangat relevan digunakan dalam perusahaan yang membutuhkan penentuan harga

pokok produksi secara komprehensif, karena metode ini memberikan dasar yang kuat dalam penetapan harga jual dan evaluasi profitabilitas. Metode ini berkaitan dengan mata kuliah Analisis Biaya (STIN30402).

2.2.12. Payback Period

Payback Period merupakan metode evaluasi investasi yang digunakan untuk menentukan jangka waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan kembali dana investasi awal melalui penerimaan arus kas secara *periodic* (Supriatna et al., n.d.). *Payback Period* sering digunakan dalam proyek industri yang sensitif terhadap likuiditas, seperti pengadaan mesin atau peralatan produksi. *Payback Period* tidak mempertimbangkan nilai waktu uang, metode ini tetap menjadi alat *screening* awal sebelum menggunakan metode investasi yang lebih kompleks seperti NPV atau IRR. Payback Period mengacu pada mata kuliah Analisis Biaya (STIN30402).

2.2.13. Material Handling

Material handling merupakan rangkaian proses pemindahan material dari satu tahap produksi ke tahap berikutnya, dimulai sejak material diterima di area penerimaan, dialihkan ke lokasi pemeriksaan, hingga akhirnya ditempatkan di gudang penyimpanan (Affifah, 2021). Peralatan angkat dan angkut adalah perangkat yang dirancang untuk membantu operator memindahkan material dari satu titik ke titik lainnya. Berbagai mesin seperti *crane, forklift, hoist*, keranjang kerja, serta alat bantu tambahan seperti rantai termasuk dalam kategori ini. Fungsi utamanya adalah mengurangi beban fisik pekerja ketika menangani material berukuran besar atau berbobot berat, sehingga proses kerja dapat berlangsung lebih aman dan efisien. Kelompok peralatan ini mencakup seluruh perangkat yang berfungsi untuk mengangkat, menurunkan, maupun memindahkan beban. Pada sektor konstruksi, manufaktur, logistik, hingga transportasi, peralatan tersebut berperan penting dalam menangani material yang tidak dapat dipindahkan hanya dengan tenaga manusia. Konsep ini berkaitan dengan mata kuliah Warehouse Management (STIN76602), Perencanaan Fasilitas Manufaktur (STIN43503), dan Sistem Produksi (STIN24302).

2.2.14. Uji Hipotesis

Hipotesis merupakan salah satu pernyataan yang masih lemah terhadap kebenarannya makaperlu dibuktikan dengandugaan yang sifatnya masih sementara (Handayani et al, 2022). Rumusan hipotesis terdiri dari $H0$ dan $H1$, sebagai contoh berikut rancangan formulasi hipotesis:

$$H0: \mu 1=\mu 2$$

$H1: \mu 1 \neq \mu 2$

Uji hipotesis mengacu pada mata kuliah Statistika Inferensial (STIN31403).

2.3. Standar

Standar yang digunakan oleh penulis dalam melakukan pengamatannya adalah sebagai berikut:

1. Perancangan Material Handling

a. Standar Material

Material yang digunakan dalam perancangan adalah baja ST 37 yang termasuk dalam kategori baja karbon rendah (*low carbon steel*). Berdasarkan standar DIN 17100, ST 37 merupakan baja struktural yang memiliki kekuatan luluh minimum sekitar 235 MPa sehingga sesuai digunakan untuk konstruksi rangka yang membutuhkan kekuatan dan kemudahan fabrikasi.

b. Standar *Hoist Chain* 3 Ton

Pemilihan dan perancangan *hoist* pada mini gantry crane kapasitas 3 ton mengacu pada beberapa standar internasional, yaitu ISO 4301-1 untuk klasifikasi kerja, FEM 1001 untuk klasifikasi mekanisme hoist, serta DIN 15018 dan DIN 15070 sebagai acuan keselamatan operasional hoist listrik.

c. Standar Wheel

Perancangan roda pada mini gantry crane mengacu pada ISO 8686-1 yang mengatur prinsip pembebanan, FEM 1001 untuk klasifikasi mekanisme, serta DIN 15070 dan DIN 15071 sebagai acuan dalam penentuan bentuk, dimensi, dan toleransi roda crane.

d. Standar Dimensi Mini Gantry Crane

Perancangan dimensi mini gantry crane mempertimbangkan kapasitas angkat, dimensi struktur, pemilihan profil baja, sistem roda, serta faktor keamanan agar mampu menahan beban statis dan dinamis secara aman dan efisien. Acuan yang digunakan meliputi ISO 4301, FEM 1001, dan CMMA sebagai standar perancangan crane.

2. Perancangan alat bantu *lifting*

a. Standar Struktur Baja dan Material

Perancangan struktur drum lifter menggunakan profil baja yang mengacu pada standar JIS G3192 mengenai dimensi dan toleransi. Standar ini dipilih karena merupakan standar profil baja yang digunakan dan tersedia di perusahaan sehingga memudahkan

proses pengadaan material, fabrikasi, serta menyesuaikan dengan spesifikasi material yang telah diterapkan di lingkungan kerja perusahaan.

Material yang digunakan pada perancangan drum lifter adalah baja ST 37 yang termasuk dalam kategori baja karbon rendah (*low carbon steel*). Pemilihan material ST 37 didasarkan pada ketersediaan material di perusahaan serta rekomendasi dari stakeholder karena material tersebut memiliki kekuatan yang cukup baik, mudah dilakukan proses pengelasan dan fabrikasi, serta ekonomis untuk digunakan pada konstruksi alat bantu *lifting*. Baja ST 37 memiliki kekuatan luluh minimum sekitar 235 MPa sehingga sesuai digunakan untuk menopang beban kerja pada drum lifter.

b. Standar Ukuran Lingkaran Jepit

Perancangan lingkaran jepit disesuaikan dengan dimensi drum oli standar Pertamina berkapasitas 200 liter. Diameter luar drum umumnya berada pada kisaran 570–600 mm sehingga ukuran lingkaran jepit dirancang mampu menjepit drum secara kuat dan stabil tanpa menyebabkan deformasi pada badan drum selama proses lifting berlangsung.

c. Standar Pengangkatan dan Faktor Keamanan

Perancangan sistem pengangkatan pada drum lifter mengacu pada standar ASME B30 terkait peralatan *material handling* dan *lifting*. Standar ini digunakan sebagai pedoman dalam menentukan kapasitas angkat, faktor keamanan, serta keselamatan operasional alat saat digunakan.

3. Perancangan Alat Bantu *Balancing* Tidak Tersedia

a. *Standard* Dimensi Tinggi Dan Lebar Pembuatan *Balancing Tools* Menggunakan Material Jenis DIN 1026

Dalam perancangan *balancing tools*, dimensi tinggi dan lebar alat tidak ditentukan oleh standar baku, melainkan disesuaikan dengan dimensi aktual *Gearbox Conedrive* yang akan dilakukan proses *balancing*. Ukuran rangka dirancang agar mampu menopang beban serta memberikan ruang bebas (clearance) untuk pemasangan, pembongkaran, dan putaran komponen secara stabil. Lebar alat dibuat lebih besar dari *housing gearbox*, sedangkan tinggi alat menyesuaikan diameter *flywheel* atau poros yang diputar. Dengan demikian, *balancing tools* bersifat *custom design* mengikuti ukuran komponen.

b. Standar Struktur Baja dan Material

Pemilihan material *balancing tools* mengacu pada standar internasional untuk menjamin kekuatan, ketahanan, dan keandalan alat. Standar yang digunakan meliputi DIN 1026 sebagai acuan material struktural dan presisi mekanis, AISI 4140 untuk klasifikasi dan

sifat baja, serta SKF 31305 sebagai referensi komponen bantalan. Penggunaan standar tersebut memastikan material sesuai kebutuhan operasional dan memiliki kualitas.

2.4. Kode Etik

Dalam pelaksanaan pengamatan di lingkungan *Engineering and Manufacturing Department* pada perusahaan batu bara, penerapan kode etik bersumber dari *Golden Rules* versi 5.0 milik perusahaan.

a. Seluruh aktivitas pengumpulan data dilaksanakan setelah memperoleh izin resmi dari pihak berwenang.
b. Observasi, wawancara, dan dokumentasi dilakukan berdasarkan persetujuan yang sah dan hanya untuk kepentingan ilmiah.
c. Pengambilan foto, video, maupun pencatatan data dibatasi pada kebutuhan pengamatan dan tidak melebihi ruang lingkup yang diizinkan.
d. Selama proses pengamatan menggunakan kartu tanda pengenal.
e. Selama proses pengamatan menggunakan Alat Pelindung Diri sesuai dengan tingkat bahaya.
f. Kerahasiaan informasi perusahaan dijaga, termasuk data produksi, dokumen teknis, dan informasi internal lainnya.
g. Selama proses pengamatan, keamanan, kenyamanan, serta privasi pekerja tetap menjadi prioritas agar tidak mengganggu kegiatan operasional.
h. Data atau informasi sensitif perusahaan tidak boleh disebarkan, dipublikasikan, ataupun dipindahkan tanpa otorisasi pihak perusahaan.
i. Seluruh proses pengamatan dilakukan secara profesional, tertib, dan menghormati integritas perusahaan sebagai lokasi pengamatan.