

**MINIMASI WASTE DENGAN PENDEKATAN *LEAN*
MANUFACTURING UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS
PADA KELOMPOK FRAME UP MENGGUNAKAN METODE
WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM) DAN VALUE STREAM
ANALYSIS TOOLS (VALSAT)
(Studi Kasus : PT Yamaha Indonesia)**

TUGAS AKHIR

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



Nama : Bagas Sri Harjono
No. Mahasiswa : 20522240

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

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

Yogyakarta, 22 Oktober 2024



(Bagas Sri Harjono)
20522240

SURAT BUKTI PENELITIAN



PT. YAMAHA INDONESIA
Jl. Rawagelam I/5, Kawasan Industri Pulogadung
Jakarta 13930 Indonesia, P.O. Box. 1190/JAT
Telp. : (62 - 21) 4619171 (Hunting) Fax. : 4602864, 4607077

Confidenti

SURAT KETERANGAN

No. : 54/YI/PKL/VIII/2024

Kami yang bertandatangan dibawah ini, Bagian Human Resource Development (HRD)
PT. YAMAHA INDONESIA dengan ini menerangkan bahwa:

Nama	: Bagas Sri Harjono
Nomor Induk Mahasiswa	: 20522240
Jurusan	: Teknik Industri
Fakultas	: Teknologi Industri
Alamat	: UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA

Telah melakukan penelitian dan pengamatan untuk penyusunan Tugas Akhir dengan Judul
"Minimasi Waste Dengan Pendekatan Lean Manufacturing Untuk Meningkatkan Produktivitas
Pada Kelompok Frame UP Menggunakan Metode Waste Assessment Model (WAM) dan Value
Stream Analysis Tools (VALSAT) (Studi Kasus: PT. Yamaha Indonesia)".
Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 26 Februari 2024 sampai dengan 31 Agustus 2024.
Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 2 September 2024

HRD Department

PT. YAMAHA INDONESIA



Muhammad Isnaini
Manager HRD

CC: - Arsip

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**MINIMASI WASTE DENGAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING* UNTUK
MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PADA KELOMPOK FRAME UP
MENGUNAKAN METODE *WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM)* DAN *VALUE
STREAM ANALYSIS TOOLS (VALSAT)*
(Studi Kasus : PT Yamaha Indonesia)**



Dosen Pembimbing

(Bambang Suratno, S.T., M.T., Ph.D)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

MINIMASI WASTE DENGAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING* UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PADA KELOMPOK FRAME UP MENGUNAKAN METODE *WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM)* DAN *VALUE STREAM ANALYSIS TOOLS (VALSAT)*

(Studi Kasus : PT Yamaha Indonesia)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Bagas Sri Harjono

No. Mahasiswa : 20522240

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 22 Oktober 2024

Tim Penguji

Bambang Suratno, S.T., M.T., Ph.D.

Ketua

Danang Setiawan, S.T., M.T.

Anggota I

Mohammad Syah Fatahillah

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM

NIK. 01522010

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segenap rasa syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, saya akhirnya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini saya persembahkan dengan tulus kepada kedua orang tua yang terkasih, yang selalu memberikan dukungan tak terhingga, baik secara moral, spiritual, maupun materi, serta tidak pernah lelah mendoakan dan membimbing saya dengan penuh kasih sayang. Saya juga ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada Bapak Bambang Suratno selaku dosen pembimbing saya, atas segala ilmu, arahan, dan motivasi yang telah beliau berikan sepanjang perjalanan ini. Selain itu, penghargaan dan rasa terima kasih saya sampaikan kepada teman-teman seperjuangan, yang dengan semangat dan kebersamaan telah menjadi bagian penting dalam penyelesaian tugas ini.

MOTTO

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya."

(Al-Quran, Surat Al-Baqarah: 286)

"Barangsiapa bersungguh-sungguh, maka ia akan berhasil."

(Hadis Riwayat Muslim)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan penuh rasa syukur, penulis memanjatkan puji dan terima kasih kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir di PT. Yamaha Indonesia dengan judul "Minimasi Waste Dengan Pendekatan *Lean Manufacturing* Untuk meningkatkan Produktivitas Pada Kelompok *Frame UP* Menggunakan Metode *Waste Assessment Model (WAM)* dan *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)*. Semua ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu berkat pertolongan-Nya. Penulis juga tidak lupa mengucapkan sholawat dan salam yang tulus kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan seluruh pengikutnya hingga akhir zaman, yang telah berjuang keras untuk membimbing umat dari zaman kegelapan menuju jalan yang terang benderang, demi mencapai ridho Allah SWT.

Tugas Akhir ini disusun sebagai bagian dari persyaratan wajib untuk memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Universitas Islam Indonesia. Dalam perjalanan penyusunan Tugas Akhir ini, penulis telah memperoleh banyak bantuan, dukungan, serta kesempatan berharga dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa syukur, penulis ingin menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo M.T., IPU, ASEAN. Eng., Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo S.T., M.Sc., Ph.D., IPM selaku Ketua Program Studi Jurusan Teknik Industri Program Sarjana Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Bambang Suratno, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan kepada penulis.
4. Kedua orang tua saya, yang telah memberikan dukungan, semangat, motivasi, dan doa dalam penyusunan Tugas Akhir ini sampai selesai.
5. PT Yamaha Indonesia yang telah berkenan menjadi tempat magang dan penelitian selama 6 bulan.
6. Bapak Samsudin, S.T., M.T. selaku Wakil Presiden PT. Yamaha Indonesia yang telah memberikan izin dilaksanakannya magang yang dilakukan.
7. Bapak Jones Sihombing selaku pembimbing lapangan dan *role model* bagi penulis selama berada di PT. Yamaha Indonesia.
8. Bapak Mujiono selaku *Foreman* dan Bapak Ramdhani selaku *Leader*, serta seluruh operator pada kelompok *Frame UP* di PT. Yamaha Indonesia.
9. Farah Devina, yang sudah banyak memberikan bantuan dan dukungan, serta semangat untuk terus berprogres dalam mengerjakan laporan Tugas Akhir.
10. Seluruh rekan-rekan Magang Batch XVIII yang membantu penulis.
11. Teman-teman Jurusan Teknik Industri Angkatan 2020 yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
12. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlimpah, rahmat, dan karunianya kepadapihak-pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan dan juga doa kepada penulis. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini banyak kekurangan, untuk itu penulis memohon kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun dari pembaca agar penulisan

yang lebih baik dimasa yang akan datang. Akhir kata, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua baik bagi penulis maupun pembaca, Aamiin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 10 September 2024

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized loop on the left and a more complex, scribbled structure on the right.

Bagas Sri Harjono
NIM.20522240

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan meminimalkan pemborosan (waste) pada kelompok *Frame UP* di PT Yamaha Indonesia guna meningkatkan produktivitas melalui pendekatan *Lean Manufacturing*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Waste Assessment Model* (WAM) dan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT). Data dikumpulkan melalui pengamatan langsung, kuesioner, dan analisis data produksi. Hasil analisis WAM menunjukkan bahwa jenis pemborosan yang paling dominan adalah *Motion* dengan persentase 19,74%. Pemborosan ini memberikan kontribusi signifikan terhadap penurunan produktivitas di kelompok *Frame UP*. VALSAT digunakan untuk menentukan alat yang paling efektif dalam mengurangi pemborosan ini. Berdasarkan perhitungan VALSAT, ditemukan bahwa *Process Activity Mapping* (PAM) merupakan alat yang paling tepat untuk diimplementasikan, dengan total skor tertinggi sebesar 634,39%. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar aktivitas dalam proses produksi termasuk dalam kategori *Value Added* (VA) terdapat 22 aktivitas dengan presentase 47,8% dan jumlah waktu sebesar 29,63 menit, yang memerlukan fokus perbaikan jangka panjang. Implementasi dari perbaikan yang disarankan melalui pendekatan Kaizen diharapkan mampu meningkatkan produktivitas kelompok *Frame UP* sebesar 15% dari kondisi awal.

Kata Kunci: ***Lean Manufacturing, Waste Assessment Model, VALSAT, Produktivitas, Kaizen***

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB IPENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Batasan Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kajian Literatur	8
2.2 Landasan Teori	20
2.2.1 Produktivitas	20
2.2.2 Lean Manufacturing	20
2.2.3 Waste (Pemborosan).....	21
2.2.4 Value Stream Mapping (VSM).....	23
2.2.5 Waste Assessment Model (WAM).....	25
2.2.6 Value Stream Analysis Tools (VALSAT).....	32
2.2.7 Fishbone Diagram.....	35
2.2.8 Kaizen	35
BAB III METODE PENELITIAN	37
3.1 Subjek Penelitian.....	37
3.2 Objek Penelitian	37
3.3 Jenis Data	37
3.4 Metode Pengumpulan Data	38
3.5 Alur Penelitian.....	38
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	41
4.1 Profil Perusahaan.....	41
4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan.....	41
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan	41
4.1.3 Logo Perusahaan.....	42
4.1.4 Lokasi Perusahaan	42
4.1.5 Tujuan Perusahaan.....	43
4.1.6 Struktur Organisasi Perusahaan.....	43

4.1.7	Hasil Produksi.....	44
4.2	Pengumpulan Data	45
4.2.1	Data Pekerja.....	45
4.2.2	Data Waktu Pekerja	46
4.2.3	Data Produksi	47
4.2.4	Data Waktu Standar.....	47
4.2.5	Data Inventory	48
4.2.6	Data Kuesioner Seven Waste Relationship	48
4.2.7	Data Waste Assessment Questionnaire	50
4.3	Pengolahan Data.....	53
4.3.1	Value Stream Mapping	53
4.3.2	Pembobotan Waste Assessment Model.....	54
4.3.3	Pembobotan Seven Waste Relationship	54
4.3.4	Waste Relationship Matrix	56
4.3.5	Pembobotan Awal Waste Assessment Questionnaire	57
4.3.6	Pembobotan Awal Waste Assessment Questionnaire Berdasarkan Ni ..	60
4.3.7	Pembobotan Akhir Waste Assessment Questionnaire Berdasarkan Ni ..	64
4.3.8	Penilaian Waste	68
4.3.9	Value Stream Analysis Tools (VALSAT).....	68
4.3.10	Tools VALSAT	69
4.3.11	Process Activity Mapping (PAM)	69
4.3.12	Fishbone Diagram.....	76
BAB V	PEMBAHASAN	78
5.1	Peningkatan Produktivitas di <i>Frame UP</i>	78
5.2	Analisis Hasil Identifikasi <i>Waste</i>	78
5.2.1	Analisis Current Value Stream Mapping.....	79
5.2.2	Analisis Waste Assessment Model.....	80
5.2.3	Analisis Value Stream Analysis Tools	80
5.2.4	Analisis Tools VALSAT	80
5.2.5	Analisi Fishbone Diagram	82
5.2.6	Motion	82
5.3	Analisi Rencana Perbaikan dan Kontribusi Produktivitas	84
5.3.1	Usulan Perbaikan dengan Kaizen	84
5.3.2	Kontribusi Produktivitas.....	92
5.4	Future State Value Stream Mapping	93
BAB VI	PENUTUP.....	96
6.1	Kesimpulan.....	96
6.2	Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA		98
LAMPIRAN		101

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hubungan Antar <i>Waste</i>	26
Tabel 2. 2 Kriteria Pembobotan Kekuatan <i>Waste Relationship</i>	28
Tabel 2. 3 <i>Waste Relationship Matrix</i>	30
Tabel 2. 4 Nilai Konversi pada <i>WRM</i>	30
Tabel 2. 5 Hubungan <i>Waste</i> dan <i>VALSAT</i>	32
Tabel 4. 1 Data Pekerja Kelompok <i>Frame UP</i>	45
Tabel 4. 2 Data Waktu Pekerja	47
Tabel 4. 3 Data Produksi (Unit)	47
Tabel 4. 4 Waktu Standar (Menit)	48
Tabel 4. 5 Data <i>Inventory</i>	48
Tabel 4. 6 Data Kuesioner <i>Seven Waste Relationship</i>	49
Tabel 4. 7 <i>Waste Assessment Questionnaire</i>	51
Tabel 4. 8 Pembobotan Kuesioner <i>Seven Waste Relationship</i>	54
Tabel 4. 9 Simbol Konversi Berdasarkan Rentang Skor	55
Tabel 4. 10 <i>Waste Relationship Matrix</i>	56
Tabel 4. 11 <i>Waste Relationship Matrix</i>	56
Tabel 4. 12 Pembobotan Awal <i>Waste Assessment Questionnaire</i>	61
Tabel 4. 13 Pembobotan Akhir <i>Waste Assessment Questionnaire</i>	65
Tabel 4. 14 Nilai Akhir <i>Waste Assessment Model</i>	68
Tabel 4. 15 Pemilihan <i>Tools VALSAT</i>	69
Tabel 4. 16 <i>Process Activity Mapping</i>	71
Tabel 5. 1 Hasil <i>Waste Assessment Model</i>	80
Tabel 5. 2 Hasil Total Skor <i>Tools VALSAT</i>	80
Tabel 5. 3 <i>Process Activity Mapping</i>	81
Tabel 5. 4 Kontribusi Produktivitas	93
Tabel 5. 5 <i>Future Value Stream Mapping</i>	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Produktivitas Frame UP	2
Gambar 1. 2 Data <i>Work Sampling Before</i>	3
Gambar 2. 1 Simbol-simbol <i>Value Stream Mapping</i>	24
Gambar 2. 2 <i>Seven Waste Relationship</i>	26
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	39
Gambar 4. 1 Logo Yamaha	42
Gambar 4. 2 Lokasi Perusahaan.....	43
Gambar 4. 3 Struktur Organisasi.....	44
Gambar 4. 4 <i>Upright Piano (UP)</i>	45
Gambar 4. 5 <i>Grand Piano (UP)</i>	45
Gambar 4. 6 <i>Current Value Stream Mapping</i>	53
Gambar 4. 7 <i>Fishbone Diagram Waste motion</i>	76
Gambar 5. 1 Peningkatan Produktivitas	78
Gambar 5. 2 <i>Kaizen 1</i>	85
Gambar 5. 3 <i>Kaizen 2</i>	86
Gambar 5. 4 <i>Kaizen 3</i>	87
Gambar 5. 5 <i>Kaizen 4</i>	88
Gambar 5. 6 <i>Kaizen 5</i>	89
Gambar 5. 7 <i>Kaizen 6</i>	90
Gambar 5. 8 <i>Kaizen 7</i>	91
Gambar 5. 9 <i>Kaizen 8</i>	92
Gambar 5. 10 <i>Future State Value Stream Mapping</i>	94

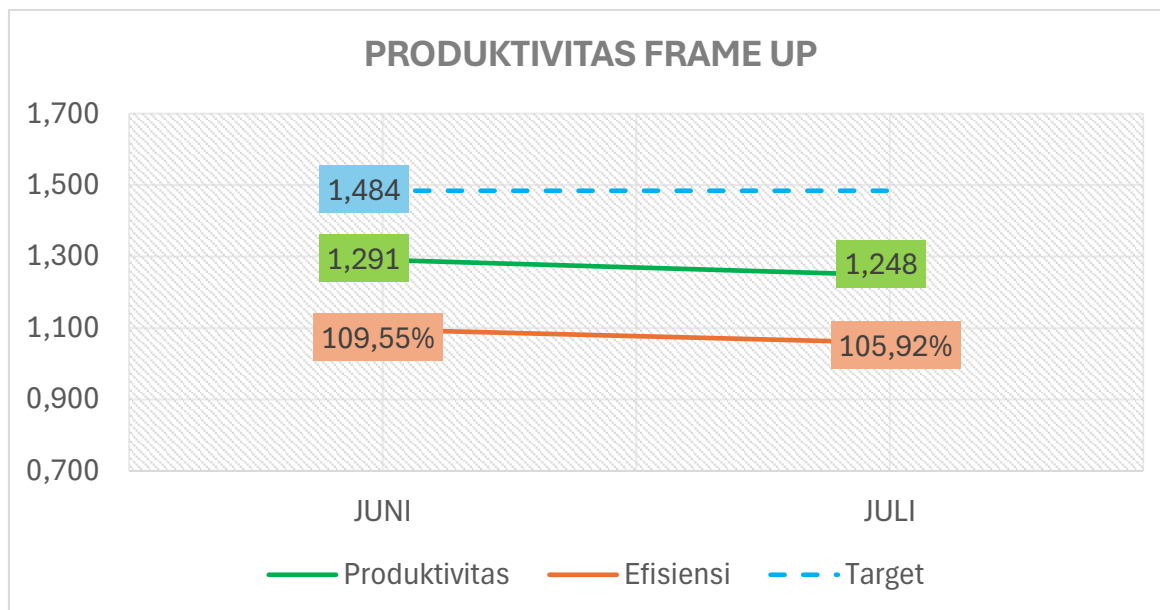
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 *Latar Belakang*

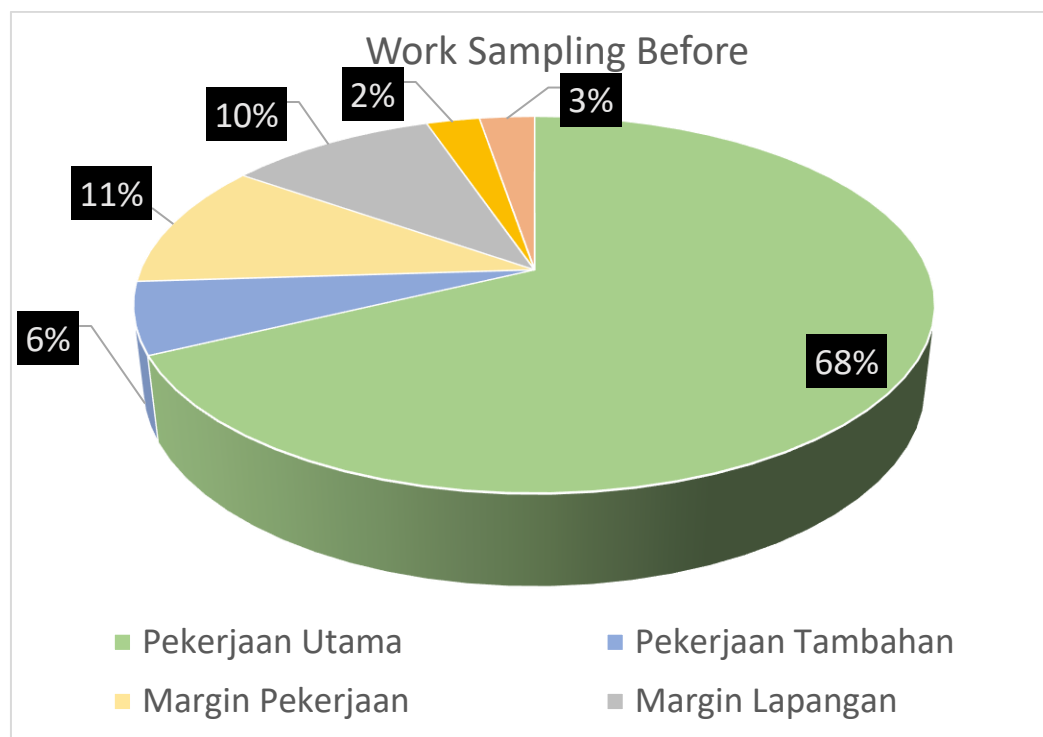
Pertumbuhan di berbagai sektor industri dapat menyebabkan persaingan yang sangat ketat, terutama dalam industri yang menghasilkan produk sejenis seperti manufaktur. Oleh karena itu, perusahaan harus tetap terdepan untuk menjadi yang terbaik bagi konsumen. Perusahaan-perusahaan di bidang yang sama perlu meningkatkan kualitas produk dan layanan mereka agar memenuhi standar lingkungan dan sektor industri. Dengan kemajuan teknologi yang inovatif, tantangan persaingan semakin ketat, sehingga perusahaan harus terus mempertahankan serta mengembangkan kualitas dan kapasitas produksi. Untuk mempertahankan keberhasilan, perusahaan tidak hanya perlu membandingkan posisi produk dengan pesaing atau melihat jumlah produk yang terjual, tetapi juga harus memperhatikan keadaan internal, seperti proses produksi, kualitas bahan, biaya, sumber daya, dan waktu yang digunakan untuk membuat produk (Firdaus & Wahyudin, 2023).

PT Yamaha Indonesia merupakan Perusahaan manufaktur yang memproduksi alat music Piano. PT Yamaha memasarkan produknya hingga ke luar negeri Dimana piano *Upright Piano (UP)* dan *Grand Piano (GP)* merupakan jenis piano yang diproduksi di PT Yamaha Indonesia. PT Yamaha Indonesai terdapat tiga proses produksi utama antar lainnya departemen *Woodworking*, *Painting*, dan *Assy*. Pada departemen *woodworking* memiliki tugas dalam pengolahan bahan baku kayu mentah menjadi cabinet-kabinet dari sebuah piano UP maupun GP. Departemen *Painting* merupakan proses lanjutan dari *woodworking* Dimana part cabinet tersebut akan melalui proses *sanding*, *spray* dan *buffing*. Sedangkan, departemen *Assembly* merupakan departemen terakhir dari proses pembuatan piano, Dimana seluruh proses yaitu perakitan part-part cabinet menjadi piano yang utuh hingga proses *packing*. PT Yamaha Indonesia selalu aktif dalam meningkatkan produktivitas untuk setiap kelompok-kelompoknya melalui analisis efisiensi.



Gambar 1. 1 Produktivitas Frame UP

Frame UP merupakan salah satu kelompok yang terdapat pada departemen *Painting*, Dimana kelompok ini bertugas untuk mengubah *frame UP* yang masih mentah menjadi *Frame UP* yang sudah berwarna dan sudah siap untuk dilakukan proses selanjutnya. Berdasarkan Gambar 1.1 diketahui bahwa kelompok ini terkadang belum mencapai target produksi harian yang telah ditetapkan. Produktivitas mereka juga masih belum memenuhi target perusahaan, yang mengharuskan adanya peningkatan produktivitas sekitar 15%. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kondisi saat ini dengan target yang diinginkan. Salah satu penyebab utama dari kesenjangan ini adalah adanya pemborosan dalam proses produksi. Oleh karena itu, analisis terhadap pemborosan perlu dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengurangi atau menghilangkan pemborosan tersebut. Pemborosan di lini produksi dapat berdampak negatif pada produktivitas dan profit perusahaan (Baharudin et al, 2021). Produktivitas pada kelompok *Frame UP* ditargetkan mencapai 1,484 Unit/*man hours* atau meningkat 15% dari produktivitas sebelumnya. Pada awal observasi di bulan Mei sampai Juni 2024, produktivitas kelompok ini hanya mencapai 1,291 unit/*man hours*. Kesenjangan ini menunjukkan bahwa ada faktor-faktor yang menghambat pencapaian produktivitas yang diinginkan. Untuk itu, perlu dilakukan identifikasi pemborosan (*waste*) dalam kelompok *Frame UP*. Identifikasi ini bertujuan untuk mengungkap area atau proses yang tidak efisien sehingga dapat dilakukan perbaikan yang tepat.



Gambar 1. 2 Data *Work Sampling Before*

Berdasarkan data *work sampling* yang dikumpulkan selama 2 hari pada minggu ke-2 bulan Juni 2024 dengan target produksi 46 per hari dengan 5 operator yang bertanggung jawab beberapa mesin atau proses. Berdasarkan Gambar 1.1 diketahui bahwa waktu kerja utama hanya mencapai 68%, sementara waktu diluar waktu kerja utama seperti margin pekerjaan 11%, margin lapangan 10%, pekerjaan tambahan 6% hal ini dikarenakan *handling* dorong *Frame* dan ambil *Frame* jaraknya cukup jauh dari satu proses ke proses lainnya. Pada kelompok *Frame UP* waktu kerja utama operator hanya berkisar 357,08 menit per hari, dengan pemborosan waktu rata-rata lebih dari 100 menit setiap harinya. Dengan adanya pemborosan 100 menit per harinya, hal ini menandakan adanya banyak *waste* yang terjadi pada kelompok *Frame UP*, yang kemungkinan besar berdampak pada produktivitas lini produksi *Frame UP*.

Dengan mengidentifikasi pemborosan, langkah-langkah perbaikan dapat direncanakan dan diterapkan untuk meningkatkan produktivitas. Salah satu metode yang efektif untuk mengidentifikasi dan meminimalkan pemborosan adalah *Lean Manufacturing*. *Lean Manufacturing* berfokus pada peningkatan efisiensi dengan menghilangkan pemborosan dan meningkatkan nilai tambah dalam proses produksi (Yuri Zagloel, 2021). Peneliti yang dilakukan (Fitriadi & Wijayanti, 2024) PT. Multiyasa Abadi Sentosa yang merupakan perusahaan ekspor yang mengkhususkan dalam kerajinan tangan menggunakan bahan alami

seperti serat pisang, rotan, dan lamun. Produksi keranjang di perusahaan ini menghadapi berbagai tantangan, termasuk produk yang ditolak, yang memperlambat waktu pemrosesan, menyebabkan penundaan pengiriman, dan meningkatkan jumlah limbah produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kegiatan produksi, menganalisis limbah, dan mengusulkan langkah-langkah perbaikan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Value Stream Mapping* (VSM), *Waste Assessment Model* (WAM), dan VALSAT. Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan bahwa aktivitas yang bernilai tambah (*Value Added*) hanya berkontribusi sebesar 67,1%, sedangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah (*Non-Value Added*) dan yang perlu tetapi tidak bernilai tambah (*Necessary but non-value added*) juga cukup signifikan. Efisiensi siklus proses tercatat sebesar 67%. Sumber pemborosan terbesar adalah cacat produk dan transportasi. Hasil analisisnya adalah Pada analisis *Current Value Stream Mapping* (CVSM), nilai aktivitas yang bernilai tambah (*Value Added*, VA) adalah 67,1%, aktivitas yang tidak bernilai tambah (*Non-Value Added*, NVA) adalah 13%, dan aktivitas yang perlu tetapi tidak bernilai tambah (*Necessary but Non-Value Added*, NNVA) adalah 19,9%, dengan nilai efisiensi siklus proses (*Process Cycle Efficiency*, PCE) sebesar 67%. Pada analisis *Future Value Stream Mapping* (FVSM), nilai VA meningkat menjadi 75,9%, NVA menurun menjadi 8,7%, dan NNVA sedikit menurun menjadi 19%, dengan PCE meningkat menjadi 73%. Hasil identifikasi *Waste Assessment Model* (WAM) menggunakan SWR menunjukkan terdapat 7 jenis pemborosan, dengan tingkat kecacatan dan pengangkutan tertinggi masing-masing sebesar 18% dan 17,1%. Hal ini menunjukkan bahwa cacat dan transportasi secara signifikan mempengaruhi pemborosan lainnya. Nilai pemborosan untuk kegiatan membelot dan menunggu masing-masing adalah 18%. Perhitungan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) menunjukkan dua jenis limbah yang paling tinggi adalah *defect* sebesar 21,1% dan *transportation* sebesar 18,54%. Berdasarkan penelitian ini menunjukkan bahwa metode WAM dan VALSAT adalah metode yang efektif untuk mengidentifikasi pemborosan dan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah di dalam perusahaan. Dengan menggunakan kedua metode ini, perusahaan dapat menganalisis dan menemukan area-area yang tidak efisien. Setelah pemborosan dan aktivitas tidak bernilai tambah diidentifikasi, WAM dan VALSAT memungkinkan perusahaan untuk merancang usulan perbaikan yang bertujuan mengurangi atau menghilangkan pemborosan tersebut, sehingga meningkatkan efisiensi operasional. Peneliti melakukan analisis waste untuk meningkatkan produktivitas dengan menggunakan *tools Value Stream Mapping* (VSM) untuk memetakan proses pada lini produksi. Untuk mengidentifikasi

masalah pemborosan, peneliti menggunakan *tools Waste Assessment Model (WAM)*. Data diolah menggunakan kuesioner *Seven Waste Relationship* dan *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)*, yang memiliki kelebihan berupa matriks sederhana dan kuesioner komprehensif yang mencakup banyak pertanyaan. Hal ini memungkinkan hasil yang akurat dalam mengenali dan memahami hubungan antara berbagai jenis pemborosan serta penyebabnya (Rawabdeh, 2005). Setelah mengidentifikasi jenis-jenis pemborosan, peneliti melakukan pembobotan dan pemilihan alat yang paling sesuai menggunakan metode *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)*. VALSAT membantu menentukan prioritas perbaikan berdasarkan dampak masing-masing pemborosan terhadap produktivitas. Untuk menganalisis penyebab utama dari pemborosan, peneliti menggunakan *Fishbone Diagram* atau diagram sebab-akibat. Diagram ini membantu mengidentifikasi akar penyebab dari setiap masalah pemborosan, sehingga peneliti dapat memahami faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi produksi. Sebagai langkah terakhir, peneliti memberikan rekomendasi perbaikan kepada kelompok *Frame UP* melalui pendekatan *Kaizen*. *Kaizen* adalah filosofi manajemen yang berfokus pada perbaikan berkelanjutan melalui langkah-langkah kecil namun konsisten. Implementasi *Kaizen* memungkinkan perusahaan melakukan perbaikan berkelanjutan, meningkatkan produktivitas, mengurangi pemborosan, dan pada akhirnya meningkatkan profitabilitas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah yang akan menjadi fokus pada penelitian ini adalah meningkatkan produktivitas pada kelompok *Frame UP*. Kelompok *Frame UP* masih terdapat banyak *waste*, berdasarkan data *work sampling* presentase pekerjaan utama pada kelompok ini hanya 68%. Dengan upaya peneliti untuk mengurangi *waste* diharapkan dapat meningkatkan produktivitas di Kelompok *Frame UP*. Dari rumusan masalah tersebut, pertanyaan penelitian yang dirumuskan adalah:

1. Apa *waste* dominan yang mempengaruhi produktivitas pada kelompok *Frame UP*?
2. Apa saja rekomendasi perbaikan pada lini produksi di kelompok *Frame UP*?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang ada, maka dibuat tujuan penelitian yaitu:

1. Mengidentifikasi *waste* dominan yang mempengaruhi produktivitas pada kelompok *Frame UP*

2. Memberikan rekomendasi perbaikan yang harus dilakukan untuk meminimasi *waste* pada kelompok *Frame UP*

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Bagi Penulis

Penelitian ini memberikan kesempatan bagi penulis untuk meningkatkan pemahaman praktis tentang penerapan *Lean Manufacturing* di perusahaan. Penulis dapat secara langsung mengidentifikasi dan meminimalkan pemborosan yang ada di perusahaan, yang tidak hanya memperkaya pengetahuan teoretis tetapi juga memberikan pengalaman praktis yang berharga.

2. Bagi Perusahaan

- Hasil analisis dan penelitian yang dilakukan dapat memberikan masukan berharga bagi perusahaan. Temuan penelitian dapat digunakan untuk mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan dan memberikan dasar untuk pengambilan keputusan yang lebih baik.
- Penelitian ini juga membantu perusahaan dalam merencanakan strategi masa depan, terutama di bidang Teknologi Informasi dan industri. Implementasi *Lean Manufacturing* dapat meningkatkan efisiensi operasional dan daya saing perusahaan.

3. Bagi Pembaca

Penelitian ini dapat berfungsi sebagai referensi bagi pembaca yang ingin menambah pengetahuan tentang *Lean Manufacturing*. Selain itu, penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pembandingan untuk studi lebih lanjut, membantu pembaca mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam dan menemukan peluang untuk penelitian lanjutan di bidang ini.

1.5 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini lebih berfokus dan tujuan penelitian dapat tercapai dengan baik maka perlu adanya Batasan masalah. Dalam penelitian ini Batasan masalahnya yaitu:

1. Penelitian ini dilakukan di PT Yamaha Indonesia pada bulan Mei 2024 hingga Agustus 2024

2. Penelitian ini dilakukan di Kelompok Frame UP, Departemen *Painting*
3. Selama proses penelitian tidak memperhitungkan aspek finansial perusahaan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Kajian Literatur*

Kajian literatur merupakan proses penelusuran dan penelitian melalui berbagai sumber kepustakaan seperti jurnal, buku, dan publikasi lainnya yang berkaitan dengan topik penelitian. Tujuan utama dari kajian literatur adalah menghasilkan tulisan mendalam tentang suatu topik atau isu tertentu. Proses ini melibatkan pembacaan, analisis, dan sintesis informasi dari berbagai sumber untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif dan terbaru mengenai topik yang diteliti. Dengan demikian, kajian literatur berfungsi untuk mengidentifikasi celah penelitian, membangun kerangka teoretis, serta memberikan konteks dan dasar bagi penelitian lebih lanjut.

Berdasarkan penelitian (Haekal, 2022) yang dilakukan pada industri manufaktur yang fokus memproduksi produk kosmetik dan kebutuhan rumah tangga, termasuk sampo. Pada tahun 2021, permintaan produksi sampo diprediksi meningkat, namun waktu proses produksi yang lama, terutama pada tahap pengendapan busa yang memakan 97,4% dari total waktu produksi, menjadi kendala bagi perusahaan karena menyebabkan pemborosan aktivitas. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian menggunakan metode *Value Stream Mapping* (VSM) untuk menganalisis aliran material dan informasi dalam proses produksi sampo, kemudian mencari pemborosan dengan menggunakan model penilaian pemborosan (*Waste Assessment Model* - WAM) dan alat analisis *Value Stream Mapping* (VALSAT) serta analisis akar masalah (*Root Cause Analysis* - RCA). Hasil penelitian menemukan 9 pemborosan kritis dengan total waktu 67.766 detik. Setelah penerapan usulan perbaikan, waktu proses produksi awal berkurang dari 70.720,2 detik menjadi 54.974,1 detik atau sebesar 23%. Simulasi menggunakan *software ProModel* dengan *runtime* 15,3 jam menghasilkan lima unit produk. Penggabungan proses produksi dan penataan ulang rantai produksi diusulkan untuk mengurangi waktu produksi sampo, yang berdampak positif pada efisiensi dan efektivitas produksi, sehingga produk dapat lebih cepat diterima konsumen.

(Amrina et al., 2019) melakukan penelitian dengan pendekatan *lean manufacturing* untuk menilai dan mengurangi limbah dalam proses produksi karet. Dalam penelitian ini, *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) digunakan sebagai alat utama untuk mengidentifikasi berbagai jenis limbah yang ada. Hasil penelitian

mengungkapkan bahwa over produksi merupakan jenis pemborosan terbesar, diikuti oleh kelebihan persediaan dan produk cacat. Untuk analisis lebih lanjut, alat *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) diterapkan, dengan *Process Activity Mapping* (PAM) dipilih sebagai metode analisis utama. Dari analisis ini, ditemukan bahwa 66,67% aktivitas dalam proses produksi karet adalah aktivitas yang memberikan nilai tambah. Namun, terdapat pula aktivitas yang diperlukan tetapi tidak menambah nilai, yang mencapai 29,17%, terutama disebabkan oleh kegiatan transportasi dan inspeksi. Selanjutnya, *Fishbone Diagram* diterapkan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari tiga jenis pemborosan terbesar yang telah teridentifikasi. Kemudian, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengevaluasi sumber-sumber pemborosan dan mengembangkan rencana aksi yang tepat. Berdasarkan hasil FMEA, diketahui bahwa kegagalan terbesar disebabkan oleh masalah pada peralatan produksi. Sebagai solusi, disarankan agar perusahaan karet meningkatkan program pemeliharaan peralatan, memperbaiki pengendalian kualitas bahan baku, serta memperkuat hubungan dengan pemasok. Langkah-langkah ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses produksi, sehingga mengurangi limbah dan meningkatkan kinerja keseluruhan Perusahaan.

Pada penelitian yang dilakukan (Haekal, 2022), ditemukan adanya pemborosan yang mengurangi efisiensi dan efektivitas operasi. Salah satu kendala utama yang dihadapi adalah tidak tercapainya target produksi bulanan yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi pemborosan atau aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dengan memvisualisasikan simulasi menggunakan *software ProModel*. Langkah awal penelitian adalah mengidentifikasi proses produksi dan pemborosan yang terjadi. Alat yang digunakan untuk ini adalah *Operation Process Chart* (OPC), *Value Stream Mapping* (VSM), dan *Waste Assessment Model* (WAM). Berdasarkan hasil analisis WAM, ditemukan tiga jenis pemborosan kritis: *transportation* (13,5%), *motion* (13,01%), dan *waiting* (10,7%). Tahap berikutnya adalah pemetaan pemborosan menggunakan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) dan *Process Activity Mapping* (PAM). Hasil dari PAM menunjukkan terdapat 9 kegiatan pengangkutan yang bernilai tambah *Value Added* (VA) dengan durasi total 210 detik, serta 4 kegiatan pengangkutan yang perlu tetapi tidak bernilai tambah *Necessary but Non-Value Added* (NNVA) dengan durasi total 194 detik. Untuk menemukan akar permasalahan, digunakan analisis 5 *Whys Root Cause Analysis* (RCA). Selanjutnya, rekomendasi perbaikan desain dianalisis menggunakan alat RCA 5W 1H. Dari analisis ini, direkomendasikan dua kegiatan perbaikan utama: menggabungkan proses pemesinan dan mengubah tata letak mesin

untuk menghilangkan pemborosan. Simulasi hasil perbaikan dilakukan menggunakan *software ProModel*. Hasil simulasi dengan *runtime* selama 1440 menit menunjukkan bahwa sebanyak 2.621 botol polysilane yang baik dapat diproduksi, menunjukkan peningkatan signifikan dalam efisiensi dan efektivitas proses produksi. Dengan menerapkan langkah-langkah perbaikan yang diidentifikasi dalam penelitian ini, perusahaan diharapkan dapat mencapai target produksinya dan mengurangi pemborosan secara signifikan, sehingga meningkatkan kinerja operasional secara keseluruhan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Yuri Zagloel, 2021) bertujuan untuk mengurangi pemborosan dalam produksi *cast wheel line* dengan menerapkan *lean manufacturing*. *Lean manufacturing* diterapkan menggunakan *Waste Assessment Model (WAM)* untuk mengidentifikasi berbagai pemborosan dalam proses manufaktur dan *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)* untuk memilih alat pemetaan yang tepat untuk analisis pemborosan. Hasil analisis memberikan tiga rekomendasi utama yaitu Modifikasi Desain *Soft Jaw* pada Mesin OP 20 (*Facing dan Bore*) Modifikasi ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan presisi dalam operasi pemesinan, sehingga mengurangi waktu siklus dan pemborosan material. Penerapan Metode *Sampling* pada OP 40 (Uji Kebocoran) Penggunaan metode *sampling* diharapkan dapat mengurangi waktu yang dihabiskan untuk uji kebocoran, sehingga mempercepat proses produksi tanpa mengorbankan kualitas produk. Unifikasi OP 70/OP 60 (Pencucian) Menggabungkan kedua operasi pencucian ini bertujuan untuk menyederhanakan alur kerja dan mengurangi waktu yang dihabiskan untuk penanganan dan perpindahan komponen. Implementasi dari rekomendasi-rekomendasi ini telah menunjukkan peningkatan signifikan dalam kinerja lini produksi pemesinan *cast wheel*. Kapasitas produksi meningkat menjadi 1.350 set per hari, tingkat penolakan produk turun sebesar 2%, dan jumlah tenaga kerja dapat dikurangi sebanyak 3 orang. Peningkatan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga mengurangi biaya produksi dan meningkatkan daya saing perusahaan di pasar.

Berdasarkan penelitian (Kholil et al., 2022) yang dilakukan pada sebuah industri manufaktur otomotif yang menghasilkan berbagai suku cadang aksesoris untuk kendaraan roda empat, termasuk unit audio dan braketnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi pemborosan dalam proses produksi dan mengurangi waktu siklus, sehingga dapat meningkatkan output produksi agar sesuai dengan permintaan pelanggan. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini mengidentifikasi pemborosan dengan mengintegrasikan metode *lean six sigma*, yaitu DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), *Value Stream*

Mapping (VSM), dan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT). Melalui analisis ini, ditemukan empat jenis pemborosan terbesar yaitu *motion*, *inventory*, *waiting*, dan *process*. Setelah mengidentifikasi pemborosan, langkah-langkah perbaikan diterapkan. Salah satu hasil signifikan dari perbaikan ini adalah pengurangan *cycle time* pada stasiun tiga, yang awalnya 704 detik menjadi 246 detik. Perbaikan ini meningkatkan efisiensi kapasitas produksi dari 75% menjadi 91%, yang menunjukkan peningkatan produktivitas yang signifikan. Dengan peningkatan ini, industri manufaktur otomotif dapat lebih responsif terhadap kebutuhan pelanggan, mengurangi biaya produksi, dan meningkatkan kualitas produk.

(Fitriadi & Wijayanti, 2024) melakukan penelitian di PT. Multiyasa Abadi Sentosa yang merupakan perusahaan ekspor yang mengkhususkan dalam kerajinan tangan menggunakan bahan alami seperti serat pisang, rotan, dan lamun. Produksi keranjang di perusahaan ini menghadapi berbagai tantangan, termasuk produk yang ditolak, yang memperlambat waktu pemrosesan, menyebabkan penundaan pengiriman, dan meningkatkan jumlah limbah produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kegiatan produksi, menganalisis limbah, dan mengusulkan langkah-langkah perbaikan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Value Stream Mapping* (VSM), *Waste Assessment Model* (WAM), dan VALSAT. Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan bahwa aktivitas yang bernilai tambah (*Value Added*) hanya berkontribusi sebesar 67,1%, sedangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah (*Non-Value Added*) dan yang perlu tetapi tidak bernilai tambah (*Necessary but non-value added*) juga cukup signifikan. Efisiensi siklus proses tercatat sebesar 67%. Sumber pemborosan terbesar adalah cacat produk dan transportasi. Hasil analisisnya adalah Pada analisis *Current Value Stream Mapping* (CVSM), nilai aktivitas yang bernilai tambah (*Value Added*, VA) adalah 67,1%, aktivitas yang tidak bernilai tambah (*Non-Value Added*, NVA) adalah 13%, dan aktivitas yang perlu tetapi tidak bernilai tambah (*Necessary but Non-Value Added*, NNVA) adalah 19,9%, dengan nilai efisiensi siklus proses (*Process Cycle Efficiency*, PCE) sebesar 67%. Pada analisis *Future Value Stream Mapping* (FVSM), nilai VA meningkat menjadi 75,9%, NVA menurun menjadi 8,7%, dan NNVA sedikit menurun menjadi 19%, dengan PCE meningkat menjadi 73%. Hasil identifikasi *Waste Assessment Model* (WAM) menggunakan SWR menunjukkan terdapat 7 jenis pemborosan, dengan tingkat kecacatan dan pengangkutan tertinggi masing-masing sebesar 18% dan 17,1%. Hal ini menunjukkan bahwa cacat dan transportasi secara signifikan mempengaruhi pemborosan lainnya. Nilai pemborosan untuk kegiatan membelot dan menunggu masing-masing adalah 18%. Perhitungan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ)

menunjukkan dua jenis limbah yang paling tinggi adalah *defect* sebesar 21,1% dan *transportation* sebesar 18,54%.

Penelitian yang dilakukan oleh (Yadrifil et al., 2020) melalui pendekatan *lean manufacturing*, perusahaan dapat mengidentifikasi pemborosan di lini produksi serta dampaknya terhadap waktu tunggu produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi pemborosan di lini produksi bisnis dengan menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Waste Assessment Model* (WAM) untuk meningkatkan kinerja dan kapasitas produksi perusahaan. *Value Stream Mapping* digunakan untuk memetakan kondisi saat ini, mengidentifikasi aktivitas yang tidak bernilai tambah, dan memberikan gambaran jelas tentang aliran nilai dalam proses produksi. Selain itu, *Waste Assessment Model* diterapkan untuk menemukan, mengidentifikasi, dan menghilangkan tujuh jenis limbah di lini produksi, seperti overproduksi, waktu menunggu, transportasi yang tidak perlu, pemrosesan berlebih, persediaan berlebih, gerakan yang tidak efisien, dan cacat produk. Berdasarkan analisis yang dilakukan, penelitian ini mengajukan beberapa rekomendasi untuk meningkatkan kinerja lini produksi. Rekomendasi ini termasuk penambahan beberapa lini perakitan dan pemasangan Mesin Pengangkat Hidrolik untuk meningkatkan efisiensi penanganan material. Selain itu, dirancang aliran berkelanjutan di jalur produksi untuk mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan produktivitas. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa implementasi rekomendasi perbaikan ini dapat menghasilkan peningkatan signifikan. *Lead time* dapat dikurangi menjadi 20.640,4 detik, *cycle time* meningkat menjadi 24,07 detik, dan kapasitas produksi meningkat menjadi 2.244 unit per hari. Dengan demikian, penerapan *lean manufacturing* tidak hanya mengurangi pemborosan tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional dan kapasitas produksi perusahaan, sehingga lebih mampu memenuhi permintaan pelanggan dengan lebih efektif dan efisien.

Penelitian yang dilakukan (Hidayat & Nurlina, 2021) menjelaskan bahwa *Lean manufacturing* adalah konsep yang bertujuan untuk membantu perusahaan menjadi lebih efisien dan efektif, terutama dengan mengurangi pemborosan. Dalam studi ini, penulis menganalisis pemborosan dalam produksi spun pile di PT. Adhimix Precat Indonesia dengan menggunakan beberapa alat dan metode, yaitu *Waste Relationship Matrix* (WRM), *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ), *Value Stream Mapping Tools* (VALSAT), dan pendekatan *Takt Time*. *Spun pile* adalah komponen penting yang digunakan dalam konstruksi jalan layang, pelabuhan laut, atau untuk mendukung struktur lapisan atau platform yang lebih tinggi. Penelitian ini menemukan bahwa pemborosan terbesar dalam proses produksi spun pile terjadi

pada tiga area utama: *process*, *transportation*, dan *motion* dengan persentase masing-masing 28,35%, 14,12%, dan 13,06%. Penerapan pemetaan aktivitas proses dari VALSAT berhasil meningkatkan efisiensi siklus proses manufaktur sebesar 12%. Selain itu, upaya untuk mengurangi aktivitas yang tidak bernilai tambah mampu meningkatkan efisiensi sebesar 10%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan alat dan metode lean manufacturing yang tepat, perusahaan dapat mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan secara signifikan. Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan efektivitas produksi, tetapi juga dapat mengurangi biaya dan waktu produksi, sehingga meningkatkan daya saing perusahaan di pasar.

(Bizuneh & Omer, 2024) melakukan penelitian di perusahaan manufaktur kemeja di Ethiopia dengan menggunakan metode *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Waste Assessment Model* (WAM). Data dikumpulkan melalui studi waktu dan dua kuesioner terstruktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat tiga pemborosan yaitu *motion*, *inventory* dan *overproduction*. *Process Activity Mapping* (PAM) menunjukkan bahwa sekitar 91,86% dari *lead time* produksi terdiri dari aktivitas yang tidak bernilai tambah (NVA). Hasil utama dari penerapan *lean* menunjukkan pengurangan sebesar 74,30%, 30,95%, 71,1%, dan 27,02% dalam *work in process inventory*, *value added time*, *lead time* dan *standard time*. Implementasi perbaikan tata letak dan metode 5S memberikan hasil yang signifikan, yaitu transformasi dari keadaan lama ke keadaan baru dengan pengurangan jumlah operator, *value added time*, *WIP Inventory*, penurunan *lead time* produksi, dan pengurangan *Standard Minute Value* (SMV) untuk setiap kemeja. Temuan ini mengindikasikan bahwa manajer perusahaan manufaktur pakaian di Ethiopia perlu memperhatikan rantai produksi mereka dengan lebih serius, memulai sistem produksi *lean*, meningkatkan kesadaran mengenai pemborosan, mengalokasikan sumber daya yang memadai, dan memberikan pelatihan kepada karyawan untuk menghilangkan pemborosan.

Berdasarkan penelitian (Tannady et al., 2019) yang dilakukan di perusahaan mi instan terbesar di Asia Tenggara untuk mengatasi ketidakmampuan mencapai target produksi yang disebabkan oleh faktor kualitas dan pemborosan bahan baku. Metode yang digunakan adalah *lean six sigma*. Pada fase *define*, pemborosan diidentifikasi menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Waste Assessment Model* (WAM) untuk menemukan pemborosan dominan. Pada fase *measure*, *Critical to Quality* (CTQ) ditentukan dan tingkat sigma dihitung. Pada fase *analyze*, analisis dilakukan menggunakan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT),

diagram Pareto untuk menentukan cacat dominan, dan *diagram fishbone* untuk menemukan penyebab cacat. Pada fase *improve*, perbaikan dilakukan berdasarkan nilai tertinggi *Risk Priority Number* (RPN) yang diperoleh melalui metode FMEA. Pada fase *control*, pengendalian dilakukan untuk memastikan perbaikan berkelanjutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemborosan terbesar disebabkan oleh *defect* sebesar 25,03%, nilai sigma sebesar 4,75, dan aktivitas bernilai tambah (VA) dengan persentase tertinggi 71,31%. Rekomendasi perbaikan meliputi pengurangan kegagalan pada pemotong label mesin yang tidak sesuai dengan standar dengan menutup jarak antara konveyor dan meja konveyor di area pembungkus. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kemampuan bilah berventilasi dalam meningkatkan kinerja rotor Savonius melalui simulasi CFD, menganalisis kinerja rotor melalui torsi statis, profil tekanan, profil aliran udara, dan area vorteks.

(Firdaus & Wahyudin, 2023) melakukan penelitian di PT Anugerah Damai Mandiri yang merupakan Perusahaan manufaktur berupa produk *Steel door/fire door, sliding door, stainless steel* dan *metal work* (Struktur baja). Penelitian ini dilakukan pada proses produksi Steel Door, produk utama perusahaan, untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas produksi dengan mengurangi pemborosan seperti waktu tunggu dan cacat produk. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis pemborosan dan faktor-faktor yang terjadi dalam produksi *steel door* menggunakan konsep *Lean Manufacturing* dengan alat *Value Stream Mapping* (VSM) serta menganalisisnya menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Pada proses produksi *Steel Door* di perusahaan, ditemukan bahwa proses produksi belum efisien dan efektif karena masih terdapat pemborosan. Pemborosan yang terjadi meliputi *waiting, transportation*, dan *defect*. Dari total 54 aktivitas yang dianalisis, terdapat 16 aktivitas bernilai tambah (VA) dengan persentase 36%, 18 aktivitas tidak bernilai tambah (NVA) dengan persentase 41%, dan 20 aktivitas tidak bernilai tambah tetapi diperlukan (NNVA) dengan persentase 22%. Penerapan metode 5S dan evaluasi serta perawatan berkala dapat secara signifikan mengurangi pemborosan dan mempercepat proses produksi.

Penelitian yang dilakukan (Krisnanti & Garside, 2022) di CV. Aneka Grafika yang memproduksi box menghadapi masalah *waste* berupa *defect, inventory*, dan *motion*. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi *waste* di rantai produksi melalui penerapan *lean manufacturing*. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi identifikasi *waste* kritis dengan *waste assessment model*, pemilihan alat *value stream mapping* dengan VALSAT, pemetaan aktivitas dan cacat dengan *value stream mapping*, identifikasi penyebab *waste* menggunakan *fishbone diagram*

yang mengidentifikasi penyebab utama antara lain human error, penataan layout yang kurang tepat, dan kelalaian pekerja dalam mengembalikan peralatan material handling ke tempatnya, penentuan prioritas kegagalan dengan *Failure Mode and Effect Analysis* sehingga untuk beberapa risiko dapat diabaikan atau dieliminasi. Data untuk usulan tata letak pabrik sebaiknya mencakup perpindahan bahan menggunakan from-to chart, selain data kedekatan hubungan antar area kerja, dan pemberian usulan perbaikan. Hasilnya menunjukkan waste kritis meliputi *defect* (18,02%), *transportation* (16,14%), dan *unnecessary motion* (15,06%). Usulan perbaikan meliputi penetapan SOP pada kontrol mesin cetak, perombakan tata letak lantai produksi, dan pemasangan *visual display*.

(Novitasari & Iftadi, 2020) melakukan sebuah penelitian di PT. XYZ yang memproduksi alat rumah tangga, termasuk kulkas. Pada Perusahaan ini, khususnya divisi *refrigerator* terdapat masalah pencapaian output produksi yang lebih rendah dari target, terutama kulkas satu pintu dan *freezer*. Penelitian ini menerapkan konsep *lean manufacturing* untuk mengidentifikasi dan meminimalkan waste pada divisi *refrigerator* proses *Door PU*. Pada tahap pertama melakukan pembuatan *Value Stream Mapping* (VSM) yang bertujuan untuk menggambarkan keseluruhan proses produksi *Door PU*. Selanjutnya, mengidentifikasi waste dan *break down* proses produksi dalam bentuk *process activity mapping* (PAM). Setelah itu, menggunakan *root cause analysis-5 Why's* untuk mengidentifikasi akar permasalahan. Hasil penelitian menunjukkan waste berupa *waiting* dan *defect*, dengan nilai operasi *value added* sebesar 11,54%, *non-value added* 7,69%, dan *necessary non-value added* 76,43%. Rekomendasi perbaikan berhasil mengurangi total aktivitas proses dari 26 menjadi 24 dan meningkatkan nilai PCE menjadi 31,45%.

Menurut (Jufrijal & Fitriadi, 2022) mengurangi waste dapat meningkatkan profit perusahaan dan memastikan terpenuhinya permintaan konsumen. Langkah pertama dalam upaya ini adalah mengidentifikasi waste pada unit produksi. Di lantai produksi *Crude Palm Oil* (CPO), terdapat enam stasiun kerja: *Timbangan*, *Loading Ramp*, *Sterilizer*, *Thresher*, *Pressing*, dan *Clarification*. Masing-masing stasiun memiliki aktivitas yang kompleks dan panjang, sehingga memungkinkan terjadinya kegiatan *non-value added* (NVA). *Lean Manufacturing* dapat mengurangi NVA melalui berbagai kegiatan produksi yang lebih efisien. Untuk mengidentifikasi waste yang paling kritis, digunakan metode *Waste Assessment Model*. Hasil identifikasi menunjukkan jenis waste meliputi *Overproduction* (25%), *Defect* (20%), *Waiting* (18%), *Transportation* (14%), *Inventory* (13%), *Motion* (7%), dan *Process* (3%). Dari hasil ini, tiga waste terbesar yaitu *overproduction*, *defects*, dan *waiting*, diidentifikasi sebagai waste

kritis. Untuk mengatasi *waste* ini, metode *fishbone diagram* digunakan untuk menentukan akar permasalahan dan memberikan rekomendasi perbaikan yang tepat. Implementasi rekomendasi ini dapat membantu perusahaan dalam mengurangi *waste* secara efektif dan meningkatkan efisiensi produksi.

Pada penelitian yang dilakukan (R. A. Pratama et al., 2024) di CV Harico yang merupakan perusahaan manufaktur briket berbasis *make-to-order*, terdapat permasalahan dalam efisiensi produksi, terutama terkait dengan waktu tunggu yang panjang. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi *waste* pada proses produksi briket di CV Harico, menentukan faktor penyebabnya, dan memberikan usulan perbaikan untuk meminimalkan pemborosan tersebut. Dengan menerapkan prinsip *Lean Manufacturing* dan menggunakan *Value Stream Mapping* sebagai alat utama, dan menggunakan metode hitung Borda untuk evaluasi pemborosan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemborosan terbesar adalah *waiting*, dengan bobot prioritas 0,24. Metode *Process Activity Mapping* (PAM) digunakan untuk mengurangi pemborosan ini, dengan skor efektivitas 6,42. Penyebab pemborosan dianalisis menggunakan *fishbone diagram*, yang mengidentifikasi penyebab utama seperti ketidakefektifan dalam proses pendinginan. Rekomendasi perbaikannya adalah pemasangan kipas *blower* di setiap *oven* dengan tujuan mempercepat proses pendinginan briket. Implementasi dari rekomendasi ini berhasil mengurangi *waktu lead time* dari 276.068 detik menjadi 264.425 detik, sehingga meningkatkan efisiensi produksi secara signifikan dan membantu perusahaan memenuhi permintaan pelanggan dengan lebih baik.

Tabel 2. 1 Kajian Literatur

No	Penulis	Judul	Metode Penelitian				
			VALSAT	WAM	FMEA	PAM	<i>Fishbone</i>
1	(Haekal, 2022)	<i>The Integration of Lean Manufacturing and Promodel Simulation in the Shampoo Production Process with the VALSAT and VSM Method Approach.</i>	√	√		√	
2	(Amrina et al., 2019)	<i>Waste assessment using lean manufacturing in rubber production</i>	√	√	√	√	√
3	(Haekal, 2022)	<i>Integration of Lean Manufacturing and Promodel Simulation on Repair Production Process Flow of Polysilane Bottle Printing Using VSM, WAM, VALSAT, And RCA Methods: Case Study Packaging Manufacturing Company</i>	√	√		√	
4	(Yuri Zagloel, 2021)	<i>Impementasi Lean Manufacturing Pada Produksi Machining Cast Wheel Dengan Menggunakan Metode WAM dan VALSAT</i>	√	√			
5	(Kholil et al., 2022)	<i>Lean Approach for Waste Reduction in Production Line by Integrating DMAIC,</i>	√				

No	Penulis	Judul	Metode Penelitian				
			VALSAT	WAM	FMEA	PAM	<i>Fishbone</i>
		VSM, and VALSAT Method (Study Case: Assembling Bracket Manufacturing Automative Industry)					
6	(Fitriadi & Wijayanti, 2024)	<i>Identification of Waste in The Production Process Using Lean Manufacturing Approach (Case Study: PT. Multiyasa Abadi Sentosa)</i>	√	√			
7	(Yadrifil et al., 2020)	<i>Improvement Recommendation to Eliminate Waste on The Production Process of Line Laminating Door Component with Value Stream Mapping and Waste Assessment Model Method</i>	√	√			
8	(Hidayat & Nurlina, 2021)	<i>Application of Lean Manufacturing in the Production of Spun Pile Using Waste Assessment Model and Value Stream Analysis</i>	√	√			
9	(Bizuneh & Omer, 2024)	<i>Lean Waste Prioritisation and Reduction in the Apparel Industry: Application of Waste</i>	√	√			

No	Penulis	Judul	Metode Penelitian				
			VALSAT	WAM	FMEA	PAM	<i>Fishbone</i>
		<i>Assessment Model and Value Stream Mapping</i>					
10	(Tannady et al., 2019)	<i>Process Improvement to Reduce Waste in the Biggest Instant Noodle Manufacturing Company in SouthEast Asia</i>	√	√	√		
11	(Firdaus & Wahyudin, 2023)	Penerapan Konsep <i>Lean Manufacturing</i> untuk Meminimasi Waste pada PT Anugerah Damai Mandiri (ADM)	√		√	√	
12	(Krisnanti & Garside, 2022)	Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> untuk Meminimasi Waste Percetakan Box	√	√	√		√
13	(Novitasari & Iftadi, 2020)	Analisis <i>Lean Manufacturing</i> untuk Minimasi Waste pada Proses <i>Door PU</i>	√			√	
14	(Jufrijal & Fitriadi, 2022)	Identifikasi <i>Waste Crude Palm Oil</i> dengan Menggunakan <i>Waste Assessment Model</i>		√			√
15	(R. A. Pratama et al., 2024)	Optimalisasi Proses Produksi dengan Metode <i>Lean Manufacturing</i> (Studi Kasus : CV Harico)	√			√	√

2.2 *Landasan Teori*

2.2.1 *Produktivitas*

Produktivitas merupakan faktor krusial dalam kelangsungan usaha perusahaan di masa depan. Secara umum, produktivitas mengacu pada penggunaan sumber daya (input) dengan cara yang efektif dan efisien untuk menghasilkan atau meningkatkan output berupa barang dan jasa. Dalam konteks produksi, produktivitas kerja dapat diartikan sebagai hasil konkret yang dihasilkan oleh individu atau kelompok selama periode waktu tertentu dalam suatu proses kerja.(Pratama et al., n.d.).Menurut Umar, (1999) Produktivitas merupakan perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan keseluruhan sumber daya yang digunakan, sehingga Produktivitas dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Produktivitas = \frac{Output}{Input} \quad (2.1)$$

Output merupakan hasil akhir dari proses produksi yang berupa produk yang dihasilkan oleh perusahaan. Sedangkan, *Input* dalam konteks produktivitas merujuk pada semua sumber daya yang digunakan dalam proses produksi untuk menghasilkan output, sumber daya yang dimaksud dapat berupa waktu, biaya (uang), tenaga kerja, material dll. Menurut Pujotomo & Rustanti (2015) untuk meningkatkan produktivitas harus mengurangi atau menghilangkan segala aktivitas yang dinilai kurang efisien, karena ketidakefisiensian tersebut akan mempengaruhi jumlah *input* saat produksi sehingga dapat menurunkan angka produktivitas. Menurut J. Ravianto (1985), Produktivitas dapat meningkat, jika:

1. Apabila input naik, output tetap maka produktivitas naik
2. Apabila input turun, output naik maka produktivitas naik
3. Apabila input tetap, output naik maka produktivitas naik
4. Apabila input naik, output naik, akan tetapi jumlah kenaikan output lebih besar maka produktivitas naik
5. Apabila input turun, output turun, akan tetapi jumlah penurunan input lebih kecil daripada turunnya output maka produktivitas naik

2.2.2 *Lean Manufacturing*

Lean Manufacturing merupakan sebuah alat dan Teknik yang berfungsi untuk mengeliminasi pemborosan pada proses produksi. *Lean Manufacturing* bertujuan untuk mengubah suatu organisasi di dalam Perusahaan agar lebih efisien dan kompetitif untuk mengurangi *lead time*

dan meningkatkan luaran dengan cara mengeliminasi pemborosan (Nurwulan, n.d.). Menurut Fortana & Gasperz dalam (Haryanto, 2019) *Lean manufacturing* dapat diartikan sebagai upaya untuk meningkatkan nilai tambah (*value added*) dari suatu aktivitas dan secara berkelanjutan meminimalkan atau bahkan menghilangkan pemborosan dalam produksi barang atau jasa, sehingga dapat memberikan nilai yang lebih baik kepada pelanggan. *Lean Manufacturing* harus diimplementasikan secara terus menerus agar Perusahaan dapat meningkatkan kinerjanya sesuai yang diharapkan. Menurut Hines & Taylor, (2000) terdapat lima prinsip dasar *lean*, yaitu:

1. *Specify value*, Berdasarkan perspektif pelanggan, menentukan apa yang menciptakan dan apa yang tidak mencapai nilai adalah langkah pertama dalam *lean manufacturing*. Penting untuk memahami kebutuhan dan harapan pelanggan dengan jelas agar proses produksi dapat dioptimalkan sesuai dengan nilai yang diinginkan pelanggan.
2. *Eliminate waste*, mengeliminasi waste adalah langkah penting dalam *lean manufacturing* yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas dengan mengurangi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added*) dan pemborosan dalam proses produksi.
3. *Make value flow*, membuat aliran nilai yang lancar adalah tujuan utama dalam *lean manufacturing*, yang bertujuan untuk memastikan bahwa setiap aktivitas dalam proses produksi berjalan mulus tanpa repetisi, *waiting*, aliran balik, sisa proses produksi, atau permasalahan lainnya.
4. *Pull value*, berfokus pada produksi yang didorong oleh permintaan pelanggan. Alih-alih memproduksi barang dalam jumlah besar tanpa memperhatikan kebutuhan aktual, perusahaan hanya memproduksi dan mengerjakan apa yang benar-benar diinginkan oleh pelanggan. Ini tidak hanya mengurangi waste tetapi juga meningkatkan efisiensi dan kepuasan pelanggan.
5. *Pursue perfection*, prinsip inti dalam *lean manufacturing* yang berfokus pada upaya berkelanjutan untuk mencapai hasil terbaik dengan secara konsisten menghilangkan waste dan meningkatkan proses produksi. Dengan komitmen terhadap perbaikan terus-menerus, perusahaan dapat mencapai efisiensi maksimal dan kualitas produk yang tinggi.

2.2.3 Waste (Pemborosan)

Waste atau "Muda" dalam bahasa Jepang dibagi menjadi dua tipe yaitu Muda tipe satu dan Muda tipe dua. Muda 1 adalah aktivitas yang tidak menciptakan nilai tetapi tampak tidak bisa

dihindari dengan teknologi atau aset produksi yang tersedia saat ini (*nonavoidable waste*). Muda 2 adalah aktivitas yang tidak menciptakan nilai dan dapat dihindari dalam waktu dekat (*avoidable waste*) (Graban, 2012).

Menurut *Toyota Production System (TPS)* di dalam (Fhadillah, 2020) terdapat delapan *waste* dalam proses produksi yaitu sebagai berikut:

1. *Overproduction*, adalah pemborosan yang terjadi ketika produk diproduksi lebih banyak dari yang dibutuhkan atau diproduksi lebih awal dari jadwal yang telah ditetapkan. Hal ini merupakan salah satu dari tujuh jenis *waste* dalam *lean manufacturing* dan dapat menyebabkan berbagai masalah yang berdampak negatif pada efisiensi operasional dan profitabilitas perusahaan. Untuk mengatasi *overproduction*, penting untuk memahami penyebabnya, dampaknya, dan strategi untuk mengurangnya.
2. *Waiting*, adalah Pemborosan yang terjadi ketika operator menunggu dan tidak melakukan aktivitas yang menambah nilai karena harus menunggu aliran produk dari proses sebelumnya. *Waiting* adalah selang waktu di mana operator atau mesin tidak aktif, yang berarti tidak ada nilai yang ditambahkan selama periode ini. Pemborosan jenis ini sangat umum dalam berbagai proses produksi dan dapat berdampak signifikan pada efisiensi operasional serta produktivitas keseluruhan. Untuk mengatasi *waiting*, penting untuk memahami penyebabnya, dampaknya, dan strategi untuk mengurangnya.
3. *Transportation*, adalah kegiatan penting dalam proses produksi yang melibatkan pemindahan material atau *work in process (WIP)* dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya. Meskipun esensial, *transportation* tidak menambah nilai langsung pada produk akhir, menjadikannya salah satu bentuk *waste* dalam *lean manufacturing*. Pengelolaan transportasi yang tidak efisien dapat menyebabkan berbagai masalah dalam operasional perusahaan, seperti waktu tunggu yang lama, peningkatan risiko kerusakan material, dan biaya operasional yang tinggi.
4. *Excess processing*, adalah salah satu bentuk pemborosan dalam *lean manufacturing* yang terjadi ketika metode atau urutan kerja yang digunakan kurang baik dan tidak fleksibel. Ini juga bisa terjadi jika proses belum distandarisasi, sehingga meningkatkan kemungkinan produk rusak atau kualitas yang tidak konsisten. Variasi dalam metode yang digunakan oleh operator juga dapat menyebabkan pemborosan, karena setiap variasi bisa menghasilkan output yang berbeda dan menambah waktu serta biaya produksi yang tidak perlu.

5. *Inventories*, atau persediaan yang berlebihan, adalah bentuk pemborosan dalam *lean manufacturing* yang terjadi ketika perusahaan menyimpan lebih banyak material atau *work in process* (WIP) dari yang sebenarnya dibutuhkan antara proses-proses yang berbeda. Persediaan yang berlebihan sering kali dianggap sebagai *buffer* yang berlebihan, yang sebenarnya tidak menambah nilai pada produk akhir. Selain itu, persediaan yang terlalu banyak memerlukan ruang penyimpanan yang besar, mengikat modal kerja, dan meningkatkan risiko kerusakan.
6. *Motion*, atau gerakan yang tidak perlu, adalah salah satu jenis pemborosan dalam *lean manufacturing* yang terjadi ketika operator melakukan aktivitas atau pergerakan yang tidak menambah nilai pada produk akhir. Gerakan yang tidak perlu ini tidak hanya mengurangi efisiensi, tetapi juga memperlambat proses secara keseluruhan, yang pada gilirannya dapat meningkatkan *lead time* dan mengurangi produktivitas.
7. *Defect*, adalah kondisi di mana produk yang diproduksi tidak memenuhi standar atau spesifikasi yang ditetapkan. Defect merupakan salah satu jenis pemborosan dalam *lean manufacturing* yang dapat menyebabkan dampak yang signifikan terhadap kualitas, biaya, dan kepuasan pelanggan.
8. *Non utilized talent*, merujuk pada situasi di mana potensi dan kemampuan karyawan tidak dimanfaatkan sepenuhnya atau tidak diberdayakan secara optimal dalam konteks proses produksi. Hal ini merupakan salah satu bentuk pemborosan dalam prinsip *lean manufacturing* yang dapat menghambat kemajuan perusahaan dan mengurangi motivasi karyawan.

2.2.4 Value Stream Mapping (VSM)

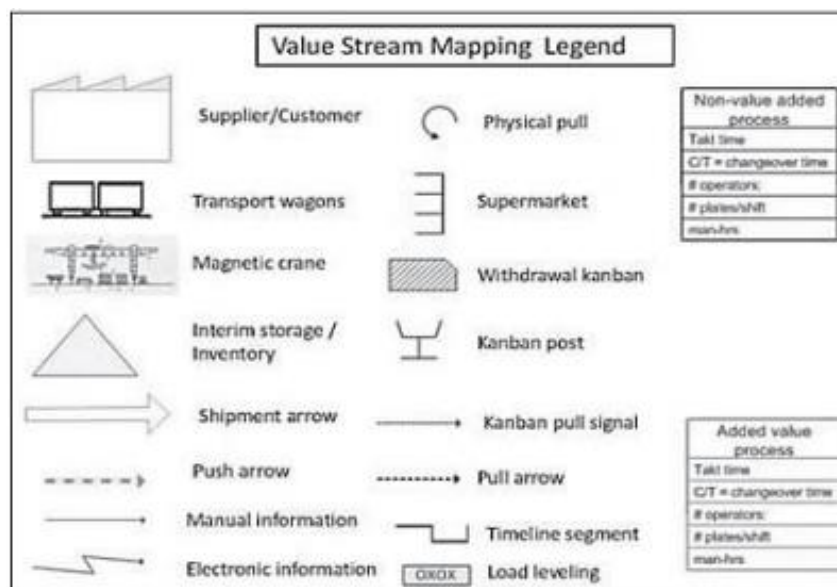
Value stream mapping (VSM) adalah metode untuk memetakan aliran produksi dan informasi dalam pembuatan produk dari setiap stasiun kerja, serta merencanakan perbaikan performa di masa depan. VSM bisa menjadi langkah awal untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan dalam proses produksi. Metode ini mengamati dan mengidentifikasi masalah mulai dari kedatangan bahan baku dari pemasok, melalui berbagai tahap produksi, hingga pengiriman produk kepada pelanggan akhir (Abdul Rahman Damanik et al., 2017).

Menurut (Abdul Rahman Damanik et al., 2017) VSM dapat menyajikan upaya optimal bagi Perusahaan. Manfaat yang diperoleh dengan penerapan konsep VSM adalah sebagai berikut:

1. Membantu perusahaan menggambarkan aliran produksi dari awal hingga akhir, memberikan gambaran yang lebih jelas tentang keseluruhan proses.
2. Memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi semua pemborosan dalam proses produksi.
3. Memberikan pemahaman yang mendalam tentang proses manufaktur.
4. Menjadi dasar untuk merancang dan mengimplementasikan aliran proses yang efisien dalam upaya mencapai lean manufacturing.
5. Menunjukkan hubungan antara aliran informasi dan aliran material.
6. Menggambarkan secara rinci fasilitas produksi yang dioperasikan untuk menciptakan aliran yang sesuai dengan rencana.

Menurut (Hines & Rich, 1997) terdapat tujuh alat dalam pemetaan aliran nilai untuk mengidentifikasi pemborosan. Salah satu alat yang digunakan adalah *Process Activity Mapping*. Alat ini memberikan informasi tentang total waktu untuk aktivitas yang bernilai tambah maupun tidak bernilai tambah, total jarak dan waktu perpindahan material, serta jumlah operator di setiap proses. Data-data ini digunakan sebagai dasar untuk analisis dan perbaikan setiap proses.

Dalam *VSM* terdapat beberapa symbol yang digunakan dalam pembuatannya yaitu sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Simbol-simbol *Value Stream Mapping*

Sumber: (Riyadi et al., 2018)

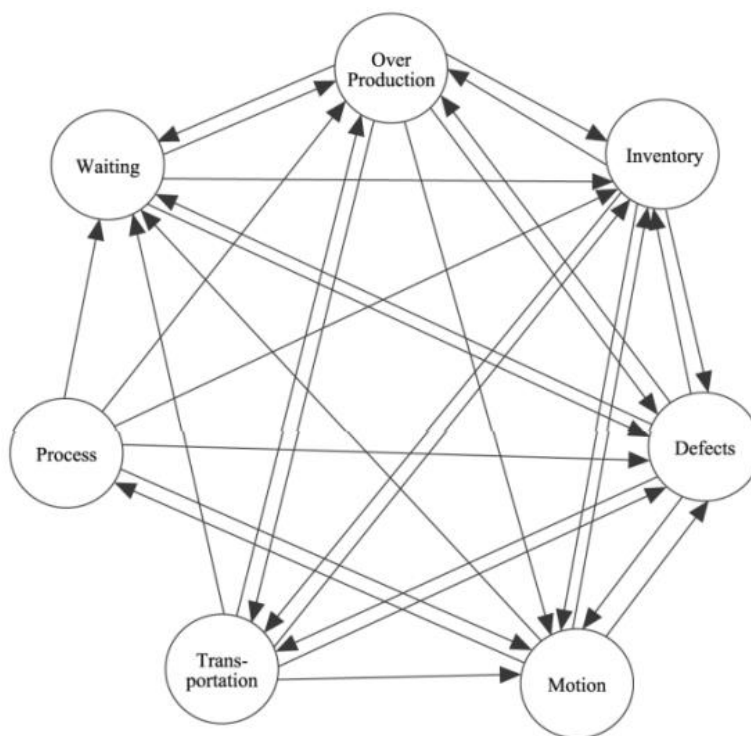
Pada gambar 2.1 menunjukkan bahwa dalam *VSM* memiliki symbol-simbol yang digunakan untuk menjelaskan suatu aliran produksi yang ada di lini produksi sebuah Perusahaan seperti symbol segitiga diartikan sebagai *inventory* yang menunjukkan jumlah persediaan yang ada di lini produksi pada tiap-tiap proses.

2.2.5 *Waste Assessment Model (WAM)*

Waste Assessment Model (WAM) digunakan untuk mengevaluasi pemborosan dalam perusahaan. Langkah pertama adalah menjelaskan definisi dari setiap jenis pemborosan. Kemudian, kriteria ditetapkan untuk menilai kekuatan hubungan langsung antara pemborosan-pemborosan ini, menghasilkan matriks yang disebut *WRM (Waste Relationship Matrix)*. Matriks ini mengklasifikasikan kekuatan hubungan dengan skala dari tidak penting hingga sangat penting. Selanjutnya, kuesioner penilaian *WAQ (Waste Assessment Questionnaire)* diperkenalkan untuk menggambarkan kondisi spesifik pada lini produksi (Rawabdeh, 2005).

1. *Seven Waste Relationship*

Menurut Rawabdeh, (2005) Setiap jenis pemborosan saling terkait dan mempengaruhi satu sama lain. *Seven Waste Relationship* menggambarkan hubungan antar pemborosan, baik yang sudah teridentifikasi secara langsung maupun yang belum teridentifikasi. Hubungan antar pemborosan ini sangat kompleks karena pengaruh setiap pemborosan bisa muncul secara langsung atau tidak langsung. Untuk memudahkan, hubungan antar pemborosan bisa disimbolkan dengan menggunakan huruf pertama dari setiap jenis pemborosan. Gambar 2.2 menggambarkan keterkaitan antar pemborosan.



Gambar 2. 2 Seven Waste Relationship

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Pada gambar 2.2 menggambarkan interaksi langsung tiap *waste*, tiap hubungan diberikan simbol “_”, O_I mengindikasikan pengaruh dari *Overproduction* (O) terhadap *Inventory* (I), keseluruhannya dijelaskan paa table dibawah ini:

Tabel 2. 2 Hubungan Antar Waste

Hubungan	Keterangan
O_I	Pemborosan produksi memerlukan banyak bahan baku, meningkatkan penyimpanan dan barang dalam proses (WIP), yang membutuhkan ruang tambahan.
O_D	Ketika pekerja menghasilkan lebih banyak, kesadaran terhadap kualitas menurun.
O_M	Pemborosan produksi menyebabkan perilaku kerja yang tidak ergonomis.
O_T	Produksi berlebihan meningkatkan transportasi untuk menyeimbangkan aliran barang.
O_W	Produksi berlebihan membuat sumber daya tertahan lebih lama, menyebabkan proses selanjutnya menunggu dan antrian membesar.

Hubungan	Keterangan
I_O	Jumlah bahan baku yang berlebihan memaksa pekerja untuk memproduksi lebih banyak untuk meningkatkan keuntungan.
I_D	Stok yang tinggi meningkatkan risiko barang cacat karena kurang perawatan atau penyimpanan yang tidak sesuai.
I_M	Stok yang meningkat memerlukan lebih banyak waktu untuk mencari, memilah, mengambil, menjangkau, bergerak, dan membawa.
I_T	Barang, stok, atau WIP yang meningkat dapat mengganggu jalur produksi.
D_O	Produksi berlebihan dilakukan untuk mengantisipasi produk cacat.
D_I	Produk cacat harus diperbaiki, menambah WIP berupa stok.
D_M	Produk cacat membutuhkan inspeksi dan menambah waktu untuk mencari dan memilah.
D_T	Memindahkan barang cacat ke stasiun rework atau meningkatkan aliran balik.
D_W	Reworks menggunakan stasiun kerja sehingga barang berikutnya tidak bisa diproses.
M_I	Pekerjaan di luar standar meningkatkan WIP.
M_D	Kurangnya pelatihan dan standarisasi meningkatkan persentase produk cacat.
M_P	Pekerjaan yang tidak terstandar meningkatkan pemborosan proses karena kurangnya pemahaman teknologi.
M_W	Ketika standar tidak diatur, pemborosan waktu terjadi untuk mencari, meraih, bergerak, merakit, dan barang lain tertunda untuk diproses.
T_O	Barang diproduksi lebih banyak untuk optimalisasi kapasitas penggunaan alat handling.
T_I	Jumlah alat handling yang tidak sesuai menyebabkan penumpukan yang mengganggu proses lain.
T_D	Alat handling sangat berpengaruh terhadap kualitas produk.
T_M	Pemindahan barang meningkatkan gerakan pemborosan seperti handling ganda dan mencari.
T_W	Jika alat handling tidak cukup, barang tidak dapat dipindahkan sehingga tidak dapat diproses.
P_O	Untuk mengurangi biaya produksi per waktu, mesin dipaksa untuk terus aktif.

Hubungan	Keterangan
P_I	Menggabungkan proses dalam satu sel mengurangi jumlah WIP dengan menghilangkan buffer.
P_D	Jika mesin tidak dirawat dengan baik, akan menghasilkan produk cacat.
P_M	Teknologi baru tanpa pelatihan yang cukup menyebabkan pemborosan gerakan.
P_W	Ketika teknologi tidak sesuai, waktu persiapan berulang terjadi.
W_O	Ketika mesin menunggu proses selanjutnya untuk menghasilkan produk lain, mesin dipaksa tetap produksi.
W_I	Menunggu berarti ada barang lebih dari yang dibutuhkan pada titik tertentu.
W_D	Menunggu dapat menyebabkan produk cacat karena kondisi tertentu.

Keterangan:

O : *Overproduction*

I : *Ineventory*

D : *Defect*

M : *Motion*

T : *Transportation*

P : *Process*

W : *Waiting*

Kuesioner digunakan untuk menelusuri hubungan-hubungan antara pemborosan yang ada, model kuesioner yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 3 Kriteria Pembobotan Kekuatan *Waste Relationship*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah i mengakibatkan atau menghasilkan j	a. Selalu	4
		b. Kadang-kadang	2
		c. jarang	0
2	Bagaimanakah jenis hubungan antara i dan j	a. jika i, maka j naik	4
		b. jika i naik, maka j tetap	2
		c. tidak tentu, tergantung keadaan	0

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
3	Dampak j dikarenakan i	a. tampak secara langsung dan jelas	4
		b. butuh waktu untuk terlihat	2
		c. tidak terlihat	0
4	Menghilangkan akibat i terhadap j dapat dicapai dengan cara	a. metode <i>engineering</i>	2
		b. sederhana dan langsung	1
		c. Solusi intruksional	0
5	Dampak j dikarenakan oleh i berpengaruh kepada	a. Kualitas produk	1
		b. Produktivitas sumber daya	1
		c. <i>Lead time</i>	1
		d. Kualitas dan produktivitas	2
		e. Kualitas dan <i>lead time</i>	2
		f. Produktivitas dan <i>lead time</i>	2
		g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	4
6	Sebesar apa dampak i terhadap j akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi	4
		b. Sedang	2
		c. Rendah	0

Tabel diatas menunjukan pemborosan jenis (*i*) yang memberi dampak terhadap pemborosan jenis (*j*), pada setiap pertanyaan bobotnya dijumlahkan untuk setiap hubungan agar dapat mengetahui kekuatan hubungan.

2. *Waste Relationship Matrix (WRM)*

Menurut Rawabdeh, (2005) *Waste Relationship Matrix (WRM)* adalah sebuah matriks yang digunakan untuk menganalisis kriteria pengukuran pemborosan dalam perusahaan. Matriks ini terdiri dari baris dan kolom, di mana setiap baris menunjukkan bagaimana suatu jenis pemborosan mempengaruhi jenis pemborosan lainnya. Sebaliknya, setiap kolom menunjukkan jenis pemborosan yang dipengaruhi oleh pemborosan lainnya. WRM membantu dalam mengidentifikasi dan memahami hubungan kompleks antara berbagai jenis pemborosan, sehingga perusahaan dapat mengambil tindakan yang lebih efektif untuk mengurangi atau menghilangkan pemborosan tersebut. Matriks ini memungkinkan analisis

yang lebih mendalam dan terstruktur, memudahkan identifikasi akar masalah dan membantu dalam perencanaan strategi perbaikan yang terarah. Dengan menggunakan WRM, perusahaan dapat mengklasifikasikan dan memprioritaskan tindakan perbaikan berdasarkan tingkat pengaruh dan dampak pemborosan, sehingga upaya peningkatan efisiensi menjadi lebih sistematis dan terukur.

Tabel 2. 4 *Waste Relationship Matrix*

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A						
I		A					
D			A				
M				A			
T					A		
P						A	
W							A

Matriks diberi nilai berdasarkan hasil dari kuesioner yang menilai hubungan antar pemborosan, yang kemudian nilai-nilainya dikonversi menggunakan pembobotan. Jika tidak ada hubungan langsung antara dua jenis pemborosan, nilai tersebut diberi bobot 0 dan ditandai dengan simbol X. Ketentuan ini membantu untuk memvisualisasikan secara jelas dan sistematis bagaimana setiap jenis pemborosan saling terkait dalam perusahaan. Berikut ketentuannya:

Tabel 2. 5 Nilai Konversi pada WRM

Jarak	Jenis Hubungan	Simbol	Nilai
17 ke 20	<i>Absolute</i>	A	10
13 ke 16	Sangat kuat	E	8
9 ke 12	Kuat	I	6
5 ke 8	Biasa	O	4
1 ke 4	Tidak penting	U	2
0	Tidak ada hubungan	X	0

Setelah pembobotan dilakukan, nilai-nilai di setiap baris dan kolom dalam matriks akan dijumlahkan. Jumlah ini merepresentasikan skor yang mencerminkan seberapa besar dampak suatu jenis pemborosan terhadap pemborosan lainnya. Skor ini kemudian

dikonversi menjadi persentase untuk memberikan hasil yang lebih mudah dipahami dan digunakan. Proses konversi ini membantu dalam memvisualisasikan secara lebih sederhana bagaimana hubungan antar pemborosan berdampak dalam konteks perusahaan, memungkinkan manajemen untuk fokus pada area yang memerlukan perbaikan atau perhatian lebih besar.

3. *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)*

Waste Assessment Questionnaire (WAQ) adalah kuesioner yang terstruktur dan terdiri dari empat kategori utama: *man* (tenaga kerja), *material* (bahan baku), *method* (metode), dan *machine* (mesin). Total kuesioner ini mencakup 68 pertanyaan yang berbeda. Setiap pertanyaan memungkinkan responden untuk menjawab dengan tiga opsi: ya, kadang-kadang, dan tidak. Setiap jawaban diberi bobot masing-masing 1, 0.5, dan 0 secara berturut-turut, sesuai dengan tingkat pengaruhnya terhadap pemborosan (Rawabdeh, 2005). Proses pengisian dan analisis kuesioner ini membantu dalam mengidentifikasi area-area potensial pemborosan dalam operasi perusahaan, serta membantu manajemen dalam mengambil keputusan strategis untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi secara keseluruhan. Data yang dikumpulkan melalui kuesioner-kuesioner yang ada diolah menggunakan sebuah algoritma, dalam perhitungan awal digunakan rumus sebagai berikut:

$$S_j = \sum_{k=1}^K \frac{w_{jk}}{N_i} \text{ for each type of waste } j \quad (2.2)$$

S_j adalah skor yang menggambarkan tingkat pemborosan, sedangkan k adalah nomor pertanyaan yang berkisar antara 1 hingga 68. Selanjutnya, proses ini bertujuan untuk menghilangkan pengaruh dari pertanyaan yang tidak dijawab, di mana setiap jenis pemborosan direpresentasikan dalam kolom yang sudah dibobotkan. F_j mewakili frekuensi sel yang tidak memiliki nilai kosong dalam setiap jenis pemborosan. Dengan cara ini, analisis dapat dilakukan secara lebih akurat dan efektif terhadap dampak setiap aspek pemborosan terhadap operasi perusahaan, membantu dalam merencanakan tindakan perbaikan yang lebih tepat dan terarah.

Tahap selanjutnya bergantung terhadap jawaban *WAM*, tiap hasil baris *waste* dikalikan dengan bobot jawaban pertanyaan dan diberikan symbol X_k . Nilai-nilai pada tiap kolom dalam tiap *waste* dijumlahkan untuk mendapatkan skor baru (S_j) dengan menggunakan Rumus:

$$S_j = \sum_{K=1}^K X_K \times \frac{W_{jk}}{N_i} \text{ for each type of waste } j \quad (2.3)$$

Setelah mengalikan, kemudian menghitung jumlah nomor dalam sel-sel yang tidak kosong di setiap kolom untuk mendapatkan frekuensi (f_j). Untuk mendapatkan nilai awal faktor indikasi dari setiap jenis limbah, perhitungan dilakukan dengan membagi data limbah ke dalam kategori yang sesuai:

$$Y_j = \frac{S_j}{s_j} \times \frac{f_j}{f_j} \text{ for each type of waste } j \quad (2.4)$$

Y_j adalah nilai awal yang mewakili setiap jenis limbah. Namun, Y_j hanya mencerminkan aspek matematis dari perhitungan, sedangkan setiap jenis limbah juga mempengaruhi jenis limbah lainnya dengan persentase tertentu. Untuk menginterpretasikan nilai ini dalam bentuk persentase, nilai "from" dan "to" diperoleh dari nilai matriks limbah yang dikalikan untuk menghitung probabilitas kejadian (P_j). Setelah itu, Y_j dikalikan dengan P_j untuk mendapatkan nilai akhir faktor ($Y_{j\text{final}}$).

$$Y_{j\text{final}} = Y_j \times P_j \times \frac{S_j}{s_j} \times \frac{f_j}{f_j} \times P_j \text{ for each type of waste } j \quad (2.5)$$

Dengan nilai tersebut, tiap waste dapat diurutkan berdasarkan nilainya.

2.2.6 Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Value Stream Analysis (VALSAT) merupakan metode efektif untuk memahami dan mengoptimalkan proses bisnis. *Tools* ini memungkinkan organisasi untuk memetakan secara detail setiap langkah dalam penciptaan nilai bagi pelanggan, dari bahan mentah hingga produk akhir (Hines & Rich, 1997). Menurut (Yuri Zagloel, 2021) Metode VALSAT (*Value Stream Analysis Tool*) memungkinkan pengukuran subjektif dan objektif yang bisa diterapkan pada *value stream*. Metode ini menyediakan alat khusus untuk menangani jaringan kompleks yang sulit dipisahkan, serta mengantisipasi potensi duplikasi oleh kompetitor. Hal ini karena VALSAT memberi kesempatan untuk menganalisis terobosan-terobosan utama dan dapat memasukkan dua level value stream dalam proses analisis.

Tabel 2. 6 Hubungan Waste dan VALSAT

Waste	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
<i>Overproduction</i>	<i>L</i>	<i>M</i>		<i>L</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	
<i>Time Waiting</i>	<i>H</i>	<i>H</i>	<i>L</i>		<i>M</i>	<i>M</i>	
<i>Transportation</i>	<i>H</i>						<i>L</i>
<i>Innapropriate processing</i>	<i>H</i>		<i>M</i>	<i>L</i>		<i>L</i>	
<i>Unnecessary inventory</i>	<i>M</i>	<i>H</i>	<i>M</i>		<i>H</i>	<i>M</i>	<i>L</i>
<i>Unnecessary motion</i>	<i>H</i>	<i>L</i>					
<i>Product defect</i>	<i>L</i>			<i>H</i>			
<i>Overall structure</i>	<i>L</i>	<i>L</i>	<i>M</i>	<i>L</i>	<i>H</i>	<i>M</i>	<i>H</i>

Keterangan:

H = *High correlation and usefulness*, faktor pengali 9

M = *Medium correlation and usefulness*, faktor pengali 3

L = *Low correlation and usefulness*, faktor pengali 1

Berdasarkan tabel 2.5 dapat diketahui terdapat tujuh macam *detailed mapping tools* yang paling umum digunakan, sebagai berikut:

1. *Process Activity Mapping (PAM)*

Process Activity Mapping (PAM) digunakan untuk mengidentifikasi lead time dan produktivitas, baik dalam aliran produk fisik maupun informasi, tidak hanya dalam lingkup perusahaan tetapi juga di seluruh rantai pasokan. Alat ini memetakan semua aktivitas termasuk operasi, transportasi, inspeksi, penundaan, dan penyimpanan. Menurut (Hines & Taylor, 2000) aktivitas tersebut dikelompokkan berdasarkan jenisnya: *value adding activities* (VA), *necessary but non-value adding activities* (NNVA), dan *non-value adding activities* (NVA). *Value Added* adalah aktivitas yang memberikan nilai terhadap produk dan pelanggan, sehingga harus selalu ditingkatkan. *Necessary Non-Value Added* adalah aktivitas yang dibutuhkan dalam proses produksi namun tidak memberikan nilai tambah pada produk. *Non-Value Added* adalah aktivitas dalam proses yang tidak memberikan nilai tambah pada produk. Tujuannya adalah untuk memahami aliran proses dan mengidentifikasi waste agar dapat dilakukan perbaikan. Terdapat lima tahap pendekatan dalam *PAM* secara umum, sebagai berikut:

- Memahami aliran proses.
- Mengidentifikasi pemborosan.

- c. Mempertimbangkan apakah proses dapat disusun ulang pada rangkaian yang lebih efisien.
- d. Mempertimbangkan aliran yang lebih baik, melibatkan aliran *layout* dan *route* transportasi yang berbeda.
- e. Mempertimbangkan apakah segala sesuatu yang telah dilakukan pada tiap *stage* benar-benar perlu dan apa yang akan terjadi jika hal-hal yang berlebihan tersebut dihilangkan.

2. *Supply Chain Response Matrix (SCRM)*

Metode ini menggunakan grafik untuk menggambarkan hubungan antara persediaan (*inventory*) dan *lead time* pada jalur distribusi, menunjukkan perkembangan dan penurunan kinerja. Tujuannya adalah untuk memperbaiki dan mempertahankan tingkat pelayanan di setiap jalur distribusi sambil menjaga prinsip biaya rendah.

3. *Production Variety Funnel (PVF)*

Metode ini menggunakan teknik visual untuk memetakan variasi produk pada setiap tahap proses. Teknik ini juga dapat mengidentifikasi perubahan dari produk *generic* menjadi *specific*. Dengan memetakan jumlah variasi produk pada setiap tahap proses manufaktur, teknik ini dapat menunjukkan area bottleneck untuk membantu dalam pengambilan kebijakan *inventory*.

4. *Quality Filter Mapping (QFM)*

Tools ini berguna untuk mengidentifikasi lokasi permasalahan kualitas yang tidak sesuai atau cacat. Tipe cacat yang dapat diidentifikasi meliputi cacat produk (*product defect*) yang lolos ke tangan pelanggan, cacat scrap (*scrap defect*) yang terdeteksi di dalam perusahaan dan tidak mencapai pelanggan, serta cacat pelayanan (*service defect*) yang terkait dengan kualitas layanan.

5. *Demand Amplification Mapping (DAM)*

Peta yang berdasar *law of industrial dynamics*, keadaan dimana sepanjang rantai suplai mengalami variasi kebijakan order dengan berbagai pergerakan dari *downstream* sampai *upstream*. Dari informasi tersebut dapat digunakan dalam pengambilan keputusan dan analisa lebih lanjut baik untuk mengantisipasi adanya perubahan permintaan mengelola fluktuasi, serta evaluasi kebijakan inventori.

6. *Decision Point Analysis (DPA)*

Menjelaskan hubungan *trade off* antara *lead time* sesuai dengan pilihan dan dengan tingkat inventori yang berbeda sesuai dengan kebutuhan untuk menutupi kebutuhan selama persediaan belum ada dan pilihan untuk melakukan *forecasting*.

7. *Physical Structure (PS)*

Tools untuk memahami kondisi rantai pasokan di lantai produksi, yang penting untuk memahami operasi industri dan bagaimana implementasi Lean dapat mengarahkan perhatian ke area yang mungkin belum cukup diperhatikan untuk pengembangan lebih lanjut.

2.2.7 *Fishbone Diagram*

Fishbone Diagram adalah alat visual yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan menggambarkan secara grafis semua penyebab yang terkait dengan suatu masalah secara detail, diagram ini membantu dalam memahami berbagai faktor yang berkontribusi terhadap munculnya suatu permasalahan (Kuswardana et al., 2018). Menurut Scarvada, 2004 dalam (Dzikru Rahman, 2023) Konsep dasar dari *fishbone diagram* adalah bahwa permasalahan utama ditempatkan pada bagian kanan diagram, atau pada bagian kepala dari kerangka tulang ikan. Penyebab permasalahan digambarkan pada sirip dan duri-duri yang bercabang dari tulang utama. Kategori penyebab yang sering digunakan sebagai titik awal meliputi *materials* (bahan baku), *machines and equipment* (mesin dan peralatan), *manpower* (sumber daya manusia), *methods* (metode), *Mother Nature/environment* (lingkungan), dan *measurement* (pengukuran). Keenam kategori penyebab ini sering disingkat dengan istilah 6M. Selain 6M, penyebab lain yang mungkin juga bisa ditambahkan sesuai kebutuhan. Untuk mengidentifikasi penyebab masalah, baik yang termasuk dalam 6M maupun yang lainnya, dapat digunakan teknik *brainstorming*. Teknik ini melibatkan diskusi kelompok untuk menghasilkan berbagai ide dan kemungkinan penyebab masalah secara kreatif dan kolektif.

2.2.8 *Kaizen*

Kaizen adalah sebuah filosofi yang bertujuan untuk meningkatkan kehidupan seseorang secara terus-menerus, menjadikannya lebih baik dari sebelumnya. Perbaikan yang dihasilkan dari penerapan *Kaizen* tidak harus besar, namun harus berdampak positif dan berkontribusi pada perbaikan di masa mendatang. Dengan prinsip ini, *Kaizen* bertujuan untuk menciptakan masa depan yang lebih baik daripada kondisi saat ini atau masa lalu (McLoughlin & Miura, 2018).

dalam Rusdiana et al., 2022). Fokus pada tujuan masing-masing divisi adalah cara termudah untuk menerapkan *Kaizen* dan dapat memperkecil risiko yang akan timbul. Salah satu konsep inovasi dalam *Kaizen* adalah 5S, yang berasal dari bahasa Jepang: *seiri* (sort), *seiton* (set in order), *seiso* (shine), *seiketsu* (standardize), dan *shitsuke* (sustain). Sebagian besar perusahaan menggunakan teknik ini untuk mengelola tempat kerja. Penerapan teknik 5S di Jepang dimulai dari sektor manufaktur dan kemudian meluas ke sektor industri lainnya serta sektor jasa(Wijaya, 2023).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini pada kelompok *Frame UP*, Departemen *Painting* di PT. Yamaha Indonesia.

3.2 Objek Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan produktivitas dengan menerapkan pendekatan *Lean Manufacturing* pada kelompok *Frame UP* di Departemen *Painting* PT. Yamaha Indonesia, yang berlokasi di *Industrial Estate* Pulogadung (JIEP), Jakarta Timur. Penelitian ini dilakukan karena adanya penurunan efisinesi pada bulan Juni dibandingkan dengan bulan sebelumnya.

3.3 Jenis Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder yang dijelaskan sebagai berikut:

a. Data Primer

Data primer merujuk kepada data yang dikumpulkan langsung oleh peneliti untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam penelitian. Dalam penelitian ini, data primer yang digunakan termasuk hasil observasi langsung selama 6 bulan di lini produksi, mencakup data waktu standar, aliran proses produksi, dan inventarisasi. Selain itu, wawancara dan kuesioner juga dilakukan kepada pakar di perusahaan, khususnya kepada Kepala Kelompok *Frame UP*.

b. Data Sekunder

Data sekunder merujuk kepada data yang diperoleh tidak langsung oleh peneliti, melainkan berasal dari berbagai sumber referensi seperti dokumen, orang lain, atau literatur yang relevan dengan topik penelitian. Dalam penelitian ini, beberapa contoh data sekunder yang digunakan meliputi data *efficiency*, data operator, jam kerja, rencana produksi, dan jumlah produksi yang diperoleh dari perusahaan.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, untuk mengumpulkan data penelitian yang dibutuhkan menggunakan tiga metode adalah sebagai berikut:

a. Observasi

Observasi adalah metode penelitian yang melibatkan pengamatan langsung terhadap perilaku manusia, proses kerja, atau gejala alam dalam skala yang terbatas. Dalam penelitian ini, peneliti melakukan observasi langsung terhadap kelompok *Frame UP*.

b. Wawancara

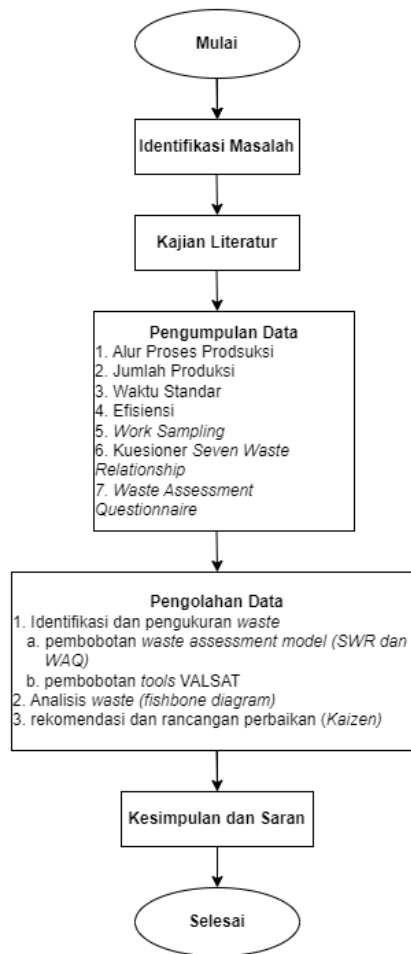
Wawancara adalah metode pertemuan dua orang untuk bertukar informasi dan ide melalui tanya jawab, yang memungkinkan konstruksi makna dalam satu topik. Dalam penelitian ini, peneliti melakukan wawancara dengan Kepala Kelompok dan pekerja di *Frame UP*.

c. Kuesioner

Kuesioner adalah metode pengumpulan data yang melibatkan pemberian serangkaian pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan kuesioner *Seven Waste Relationship* yang terdiri dari 31 hubungan, dan *Waste Assessment Questionnaire* yang terdiri dari 68 pertanyaan, yang diberikan kepada Kepala Kelompok *Frame UP*. (Lampiran kuesioner dapat ditemukan pada lampiran 1 dari penelitian ini).

3.5 Alur Penelitian

Pada gambar 3.1 menjelaskan alur penelitian yang dilakukan peneliti dalam menyelesaikan penelitian, sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berdasarkan alur penelitian diatas berikut merupakan penjelasannya:

1. Mulai

Peneliti memulai penelitian dengan melakukan observasi pada kelompok *Frame UP*, Departemen *Painting* di PT. Yamaha Indonesia

2. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini peneliti melakukan identifikasi masalah yang dimana hal ini menjadi focus penelitian. Identifikasi masalah dilakukan dengan cara observasi langsung ke lapangan atau wawancara terhadap kepala kelompok maupun operator.

3. Kajian literatur

Untuk mendukung teori mengenai tugas khusus terkait, studi literatur dilakukan untuk mendapatkan referensi serta rujukan dari penelitian sebelumnya dengan menggunakan topik *waste*.

4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dimana data yang dikumpulkan adalah data data yang dibutuhkan dalam penelitian yaitu seperti data alur proses produksi yang ada sekarang, data jumlah produksi, data waktu standar, data jumlah keseluruhan tenaga kerja, data Inventory di lini produksi, lalu ada mengambil data dari kuesioner *Seven Waste Relationship* dan *Waste Assessment Questionnaire* yang diisi oleh *expert*.

5. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan berdasarkan hasil data *work sampling* yang diaman akan didapatkan waktu kerja utama dan waktu kelonggaran. Lalu selanjutnya dilakukan sebuah pengukuran pemborosan dengan membuat *Waste Relationship Matrix*, perhitungan *Waste Assessment Model*, dan melakukan pemilihan tools dengan VALSAT. Kemudian hal yang dilakukan adalah menganalisa akar permasalahan yang menyebabkan waste dengan Fishbone Diagram, lalu memberikan rekomendasi perbaikan dengan kaizen. Kemudian, memberikan rancangan perbaikan berdasarkan penentuan waste yang dominan dengan *kaizen*.

6. Kesimpulan dan Saran

Peneliti menjelaskan secara singkat terkait jawaban dari rumusan masalah. Selain itu, pada tahap ini akan dilihat keterkaitan antar *waste* yang ada terhadap kenaikan efisiensi pada kelompok *Frame UP*.

7. Selesai

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 *Profil Perusahaan*

4.1.1 *Sejarah Singkat Perusahaan*

PT Yamaha Indonesia didirikan pada 27 Juni 1974. Pada awalnya, perusahaan ini memproduksi berbagai jenis alat musik, termasuk *piano*, *electone*, *pianica*, dan lainnya. Namun, pada bulan Oktober 1998, PT Yamaha Indonesia memutuskan untuk fokus eksklusif pada produksi piano. Lokasi produksi PT Yamaha Indonesia terletak di kawasan Industri Pulogadung, Jakarta Timur, dengan luas area sebesar 17.305 m².

Sejak awal, PT Yamaha Indonesia menunjukkan komitmen yang kuat terhadap kualitas dan lingkungan. Hal ini terbukti dengan perolehan sertifikasi ISO 9001 dan ISO 14001, yang mengakui keunggulan mereka dalam sistem produksi berkualitas tinggi yang juga ramah lingkungan. Proses produksi di pabrik mereka mencakup berbagai tahap, mulai dari pengolahan kayu, pengecatan, perakitan, penyinaran, penyelarasan suara dan nada, hingga pengendalian kualitas yang ketat.

Dengan keyakinan penuh pada keberhasilan usaha mereka, PT Yamaha Indonesia memiliki tiga pilar bisnis utama: teknologi, produksi, dan penjualan. Ketiga pilar ini mencerminkan pendekatan holistik mereka dalam menghasilkan produk berkualitas dan memenuhi kebutuhan pasar. Logo perusahaan yang berbentuk garputala tidak hanya menjadi simbol kekuatan energi dari suara dan musik di dunia, tetapi juga melambangkan tiga elemen penting dalam musik, yaitu melodi, harmoni, dan irama.

Keberhasilan PT Yamaha Indonesia dalam industri alat musik tidak hanya diukur dari pencapaian teknis dan produksi mereka, tetapi juga dari kemampuan mereka untuk tetap relevan dan adaptif terhadap perkembangan pasar global. Dengan terus berinovasi dalam teknologi dan proses produksi, serta menjaga kualitas produk yang tinggi, PT Yamaha Indonesia berkomitmen untuk memberikan pengalaman musik yang terbaik bagi konsumen di seluruh dunia.

4.1.2 *Visi dan Misi Perusahaan*

a. Visi

1. Meningkatkan skala produksi Yamaha Indonesia
2. Merencanakan peningkatan penjualan dengan target pasaran baru
3. Antisipasi terhadap mutu
4. Antisipasi terhadap lingkungan
5. Pendidikan untuk pembimbing

b. Misi

“Berbakti kepada negara melalui industry, dalam rangka berpartisipasi mesukseskan pelaksanaan Pembangunan negara bagi terciptanya Masyarakat yang adil dan Makmur”

4.1.3 Logo Perusahaan

Berikut merupakan logo PT Yamaha Indonesia:

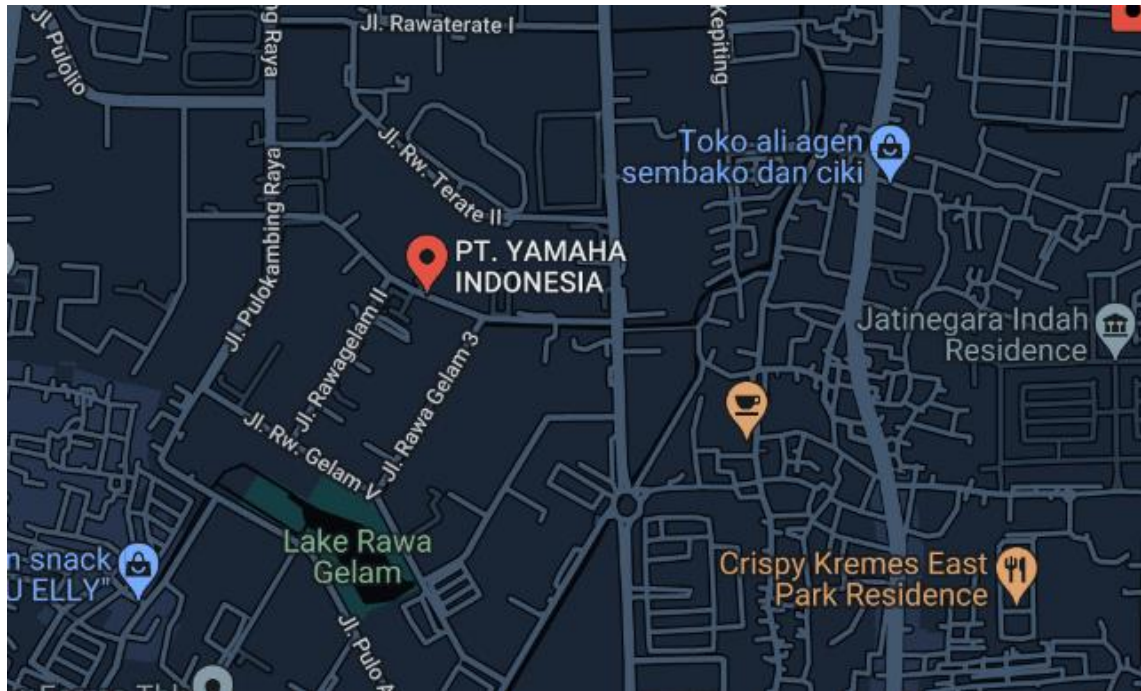


Gambar 4. 1 Logo Yamaha

Logo PT Yamaha Indonesia menampilkan tiga garputala yang melambangkan kerjasama antara tiga pilar bisnis utama perusahaan: teknologi, produksi, dan penjualan. Selain itu, logo ini juga mencerminkan tiga elemen penting dalam musik: melodi, harmoni, dan ritme. Pilar teknologi mencerminkan inovasi berkelanjutan, pilar produksi menekankan pada manufaktur berkualitas tinggi yang ramah lingkungan, dan pilar penjualan menggambarkan komitmen dalam memberikan layanan terbaik. Garputala juga simbolisasi dari filosofi perusahaan, menggabungkan aspek teknis dan artistik musik untuk menciptakan harmoni dan inspirasi. Dengan demikian, PT Yamaha Indonesia terus berinovasi dan menjaga kualitas tinggi dalam setiap produk, menghadirkan pengalaman musik yang luar biasa bagi konsumen di seluruh dunia.

4.1.4 Lokasi Perusahaan

PT Yamaha Indonesia terletak di Kawasan Industri Pulogadung, Jl. Rawagelam 1 No. 5, RW 09, Jatinegara, Kecamatan Cakung, Jakarta Timur, DKI Jakarta, 13930.



Gambar 4. 2 Lokasi Perusahaan

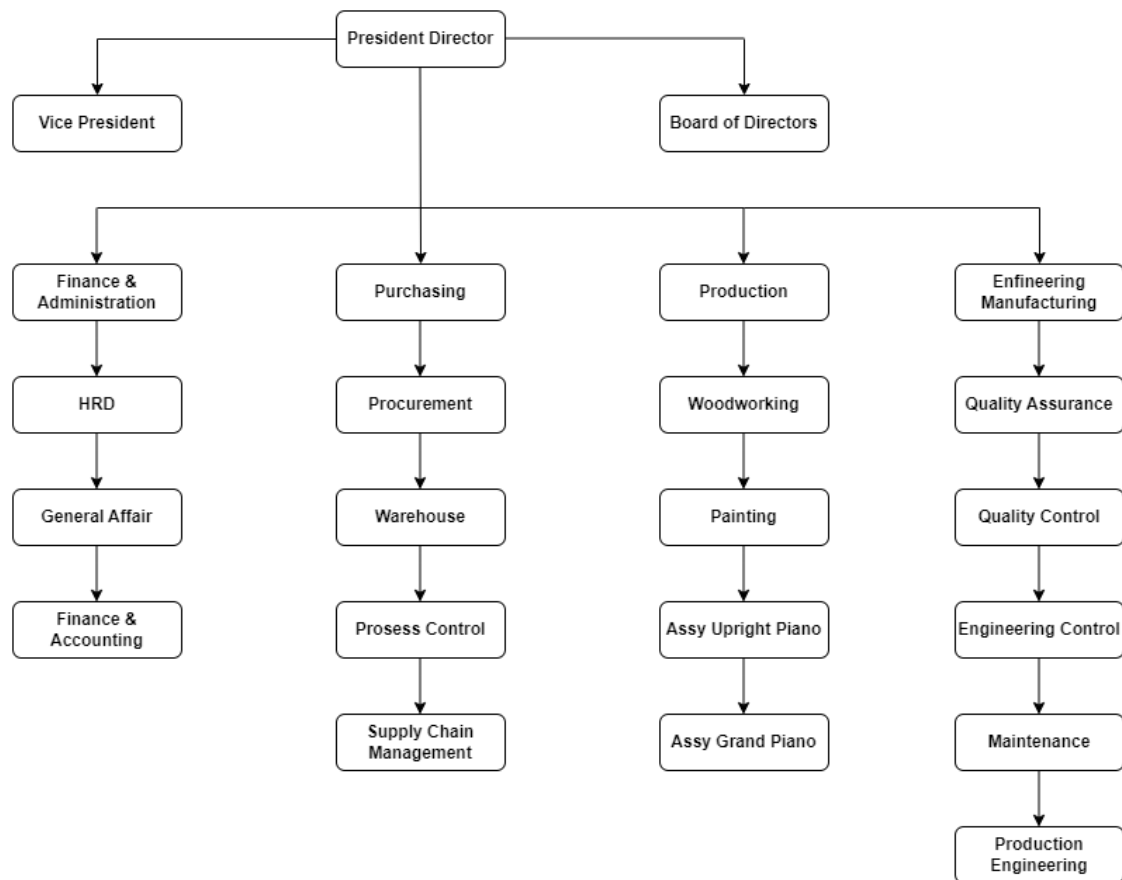
4.1.5 Tujuan Perusahaan

PT Yamaha Indonesia berupaya menciptakan suasana kerja yang menyenangkan, penuh kebanggaan, dan rasa percaya diri dengan mengoptimalkan kemampuan serta potensi setiap karyawan, serta menerapkan peraturan yang adil dan transparan. Untuk mencapai ini, mereka menerapkan program pengembangan karyawan yang meningkatkan keterampilan dan kompetensi, serta mendorong kreativitas dan inovasi. PT Yamaha Indonesia juga mendorong komunikasi terbuka dan efektif di seluruh perusahaan, menciptakan lingkungan kerja inklusif di mana setiap individu merasa didengar dan dihargai. Selain itu, mereka mengimplementasikan kebijakan kesejahteraan yang komprehensif, termasuk keseimbangan kerja-kehidupan, kesehatan, dan keselamatan kerja, serta pengakuan atas pencapaian. Dengan komitmen kuat terhadap pengembangan karyawan dan hubungan yang adil, PT Yamaha Indonesia bertujuan menjadi tempat kerja yang diidamkan, di mana karyawan dapat tumbuh secara profesional dan pribadi serta merasa bangga menjadi bagian dari perusahaan.

4.1.6 Struktur Organisasi Perusahaan

Menurut (Mela Julia, 2022) Struktur organisasi menggambarkan kerangka dan susunan hubungan antara berbagai fungsi, bagian, atau posisi dalam sebuah organisasi. Kerangka ini menentukan tingkatan dan hierarki di dalam organisasi, serta menjadi wadah untuk pelaksanaan otoritas, tanggung jawab, dan sistem pelaporan kepada atasan. Struktur ini juga memberikan

kestabilan yang memungkinkan organisasi beroperasi secara efektif dan efisien. Berikut merupakan struktur organisasi di PT Yamaha Indonesia:



Gambar 4. 3 Struktur Organisasi

4.1.7 Hasil Produksi

PT. Yamaha terdapat dua jenis Piano yang diproduksi yaitu *Upright Piano* (UP) dan *Grand Piano* (GP). Piano-piano tersebut tersedia dalam berbagai pilihan warna antara lain *Polished Mahogany* (PM), *Polished Ebony* (PE), *Polished Walnut* (PW), dan *Polished White* (PWH). Untuk jenis UP. Terdapat berbagai model yang diproduksi yaitu B1, B2, B3, M2, M3, P22, U1J, P1118, P118 GC, P116 GC, dan P121. Sedangkan, untuk *Grand Piano* (GP) PT. Yamaha Indonesia memproduksi berbagai model yaitu GN 1, GN 2, dan GB 1. Berikut merupakan salah satu model piano dari *Upright Piano* (UP) dan *Grand Piano* (GP):



Gambar 4. 4 *Upright Piano (UP)*



Gambar 4. 5 *Grand Piano (UP)*

4.2 *Pengumpulan Data*

4.2.1 *Data Pekerja*

Berikut merupakan data pekerja pada kelompok *Frame UP*:

Tabel 4. 1 Data Pekerja Kelompok *Frame UP*

Kategori		Jumlah Pekerja
Gender	Laki-laki	5
	Perempuan	0
Proses	<i>Sanding Bearing</i>	1
	<i>Spray Grey Base</i>	1
	<i>Countersink</i>	1
	<i>Spray Top Colour</i>	1
	Pasang Pin 9 dan 12	2
Usia	18 – 30 Tahun	0
	31 – 40 Tahun	3
	40 – 50 Tahun	2
Lama Kerja	0 – 5 Tahun	0
	6 – 30 Tahun	5

Tabel 4.1 menjelaskan bahwa pada kelompok *Frame UP* terdapat 5 pekerja yang melakukan proses produksi. Dimana proses *Sanding Bearing* terdapat 1 pekerja (laki-laki), proses *Spray Grey Base* terdapat 1 pekerja (laki-laki), proses *Countersink* terdapat 1 pekerja (laki-laki), proses *Spray Top Colour* terdapat 1 pekerja (laki-laki), dan proses pasang pin 9 dan 12 terdapat 2 pekerja (laki-laki). Kelompok *Frame UP* dipimpin oleh satu kepala kelompok (*leader*) yang sekaligus sebagai operator proses *countersink*. Usia pekerja pada kelompok *Frame UP* di rentang usia 31 – 40 tahun terdapat 3 pekerja dan rentang usia 40 – 50 tahun terdapat 2 pekerja dengan rentang lama kerja 6 – 30 tahun. Menurut (Yasin & Priyono, 2016) Usia produktif adalah periode ketika individu dapat berkontribusi secara efektif. Dalam sebuah industri, tenaga kerja biasanya berusia 20 hingga 40 tahun. Usia ini dianggap sangat produktif karena individu di bawah 20 tahun masih dalam proses pendidikan dan belum memiliki keterampilan yang cukup, sementara individu di atas 40 tahun sering mengalami penurunan kemampuan fisik. Oleh karena itu, usia 20 hingga 40 tahun dianggap sebagai puncak produktivitas karena mereka memiliki keterampilan yang cukup dan kekuatan fisik yang optimal.

4.2.2 Data Waktu Pekerja

PT. Yamaha Indonesia memiliki waktu kerja 40 jam dari Senin – Jumat dengan jadwal kerja sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Data Waktu Pekerja

No	Hari	Jam	Keterangan
1	Senin - Kamis	07.00 – 09.20	Bekerja
		09.20 – 09.30	<i>Coffee Break</i>
		09.30 – 12.00	Bekerja
		12.00 – 12.50	Istirahat Makan Siang
		12.50 – 16.00	Bekerja
		07.00 – 09.20	Bekerja
2	Jumat	09.20 – 09.30	<i>Coffee Break</i>
		09.30 – 11.30	Bekerja
		11.30 – 12.50	Istirahat Makan Siang dan Sholat Jumat (Muslim)
		12.50 – 16.30	Bekerja

4.2.3 Data Produksi

Data produksi kelompok *Frame UP* mencakup rencana produksi serta hasil produksi aktual setiap bulannya, yang diambil berdasarkan informasi dari data perusahaan. Berikut adalah Tabel 4.3 yang memuat rincian data produksi pada lini produksi tersebut:

Tabel 4. 3 Data Produksi (Unit)

No	Bulan	Model				Total
		B1	B2	B3	M3	
1	Mei	356	201	388	40	985
2	Juni	315	146	375	53	889
3	Juli	430	184	387	72	1073

4.2.4 Data Waktu Standar

Waktu standar adalah durasi yang digunakan operator untuk memproduksi satu unit dari data jenis produksi dengan menggunakan metode kerja dan kecepatan normal dengan mempertimbangkan faktor serta kelonggaran waktu untuk keperluan-keperluan lainnya (Meila Sari & Muchtar Darmawan, 2020). Pada tabel 4.3 berisi waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi produk pada tiap-tiap proses di kelompok *Frame UP*.

Tabel 4. 4 Waktu Standar (Menit)

No	Model	Bongkar Frame	Sanding & Bearing	Spray Grey Base	Coun tersink	Spray Top Colour	Spray Screw	Pasang Pin 9 & 12
1	B1	0,84	4,88	4,02	4,01	7,04	0,38	12,85
2	B2	0,84	4,88	4,02	4,01	7,04	0,38	12,85
3	B3	0,84	4,88	4,02	4,01	7,04	0,38	12,85
4	M3	0,84	4,88	4,02	4,01	7,04	0,38	12,85
Rata-Rata		0,84	4,88	4,02	4,01	7,04	0,38	12,85

4.2.5 Data Inventory

Data rata-rata *inventory* pada kelompok *Frame UP* diambil pada bulan Juli 2024 untuk tiap prosesnya dan *inventory* ini diambil dalam kondisi normal. Berikut table 4.4 berisi data *inventory* kelompok *Frame UP*

Tabel 4. 5 Data Inventory

No	Proses	Rata-rata (Unit)
1	Bongkar Frame	97
2	Sanding Bearing	3
3	Spray Grey Base	3
4	Seasoning	84
5	Countersink	1
6	Spray Top Colour	3
7	Pasang Pin 9 & 12	3
Total		120

4.2.6 Data Kuesioner Seven Waste Relationship

Kuesioner *seven waste relationship* digunakan untuk mengetahui atau mengidentifikasi hubungan *waste* yang diisi oleh *expert* yaitu ketua kelompok *Frame UP*. Kuesioner ini terdiri dari enam pertanyaan pada tiap hubungan antar *waste* dengan total 31 hubungan yang perlu dijawab oleh ketua kelompok sesuai dengan kondisi di lini produksi *Frame UP*. Berikut merupakan hasil jawaban kuesioner *Seven Waste Relationship*:

Tabel 4. 6 Data Kuesioner *Seven Waste Relationship*

No	Jenis Hubungan	Ask 1	Ask 2	Ask 3	Ask 4	Ask 5	Ask 6	Total
1	<i>O_1</i>	4	2	4	2	3	0	15
2	<i>O_D</i>	2	0	2	2	4	0	10
3	<i>O_M</i>	4	4	2	2	0	3	15
4	<i>O_T</i>	2	0	1	2	1	0	6
5	<i>O_W</i>	3	2	3	2	0	1	11
6	<i>I_O</i>	0	0	4	2	4	2	12
7	<i>I_D</i>	2	0	0	2	4	1	8
8	<i>I_M</i>	2	0	2	2	4	0	11
9	<i>I_T</i>	0	2	0	2	4	0	8
10	<i>D_O</i>	0	0	0	2	2	0	4
11	<i>D_I</i>	0	4	4	4	4	2	18
12	<i>D_M</i>	4	4	2	2	0	2	14
13	<i>D_T</i>	0	4	2	0	0	0	6
14	<i>D_W</i>	4	2	2	2	2	2	14
15	<i>M_I</i>	0	4	2	2	1	2	11
16	<i>M_D</i>	2	0	0	2	4	2	10
17	<i>M_P</i>	4	4	4	2	4	4	22
18	<i>M_W</i>	2	0	2	2	2	3	11
19	<i>T_O</i>	0	0	2	2	1	2	7
20	<i>T_I</i>	0	0	2	2	2	2	8
21	<i>T_D</i>	0	0	0	2	4	0	6
22	<i>T_M</i>	4	4	4	2	1	4	19
23	<i>T_W</i>	2	0	2	2	1	2	9
24	<i>P_O</i>	2	0	4	2	4	4	16
25	<i>P_I</i>	2	4	2	2	4	2	16
26	<i>P_D</i>	2	0	4	2	4	0	12
27	<i>P_M</i>	4	4	4	2	2	4	20
28	<i>P_W</i>	2	0	4	2	2	0	10
29	<i>W_O</i>	0	2	3	4	3	0	13

No	Jenis Hubungan	Ask 1	Ask 2	Ask 3	Ask 4	Ask 5	Ask 6	Total
30	<i>W_I</i>	0	4	4	2	2	0	12
31	<i>W_D</i>	0	0	0	2	2	2	6

Berdasarkan table 4.5 dapat diketahui disetiap hubungan terdapat enam pertanyaan yang setiap jawaban pertanyaan diberi skor dan dijumlahkan untuk masing-masing hubungan. Skor pada tiap-tiap pertanyaan adalah sebagai berikut:

- Pertanyaan 1
- Selalu (4)
 - Kadang-kadang (2)
 - Jarang (0)
- Pertanyaan 2
- Jika i naik, maka j naik (2)
 - Jika i naik, maka j tetap (1)
 - Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- Pertanyaan 3
- Tampak secara langsung (4)
 - Butuh waktu untuk terlihat (2)
 - Tidak terlihat (0)
- Pertanyaan 4
- Metode *engineering* (2)
 - Sederhana dan langsung (1)
 - Solusi intruksional (0)
- Pertanyaan 5
- Kualitas produk (1)
 - Produktivitas sumber daya (1)
 - Lead time*
 - Kualitas dan produktivitas
 - Kualitas dan *lead time*
 - Produktivitas dan *lead time*
 - Kualitas, produktivitas, dan *lead time*
- Pertanyaan 6
- Sangat tinggi
 - Sedang
 - rendah

4.2.7 Data Waste Assessment Questionnaire

Waste Assessment Questionnaire terdiri dari 68 pertanyaan yang diisi oleh *expert*, yaitu Ketua Kelompok *Frame UP*. Kuesioner ini terbagi menjadi dua kategori, A dan B, yang memiliki cara

penilaian skor yang berbeda. Pada kategori A, jawaban "Ya" menunjukkan adanya pemborosan dengan skor 1, "Sedang" diberikan skor 0,5, dan "Tidak" diberikan skor 0. Sementara itu, pada kategori B, jawaban "Ya" menunjukkan tidak adanya pemborosan dengan skor 0, "Sedang" diberikan skor 0,5, dan "Tidak" diberikan skor 1 (Rawabdeh, 2005). Pada tabel 4.6 berisi hasil dari *Waste Assessment Questionnaire*:

Tabel 4. 7 *Waste Assessment Questionnaire*

No	Pertanyaan	Kategori	Jawaban	Skor
Kategori Man				
1	<i>To Motion</i>	B	b	0,5
2	<i>From Motion</i>	B	a	0
3	<i>From Defect</i>	B	a	0
4	<i>From Motion</i>	B	a	0
5	<i>From Motion</i>	B	a	0
6	<i>From Defect</i>	B	a	0
7	<i>From Process</i>	B	a	0
Kategori Material				
8	<i>To Waiting</i>	B	a	0
9	<i>To Waiting</i>	B	a	0
10	<i>From Transportation</i>	B	b	0,5
11	<i>From Inventory</i>	B	b	0,5
12	<i>From Inventory</i>	B	a	0
13	<i>From Defect</i>	A	a	1
14	<i>From Inventory</i>	A	c	0
15	<i>From Waiting</i>	A	b	0,5
16	<i>To Defect</i>	A	a	1
17	<i>From Defect</i>	A	c	0
18	<i>From Transportation</i>	A	c	0
19	<i>To Motion</i>	A	a	1
20	<i>From Waiting</i>	B	a	0
21	<i>From Motion</i>	B	a	0
22	<i>From Transportation</i>	B	b	0,5
23	<i>From Defect</i>	B	a	0
24	<i>From Motion</i>	B	a	0
25	<i>From Inventory</i>	A	a	1
26	<i>From Inventory</i>	A	c	0
27	<i>To Waiting</i>	A	c	0
28	<i>From Defect</i>	A	b	0,5
29	<i>From Waiting</i>	B	a	0
30	<i>From Overproduction</i>	A	c	0
31	<i>To Motion</i>	B	a	0

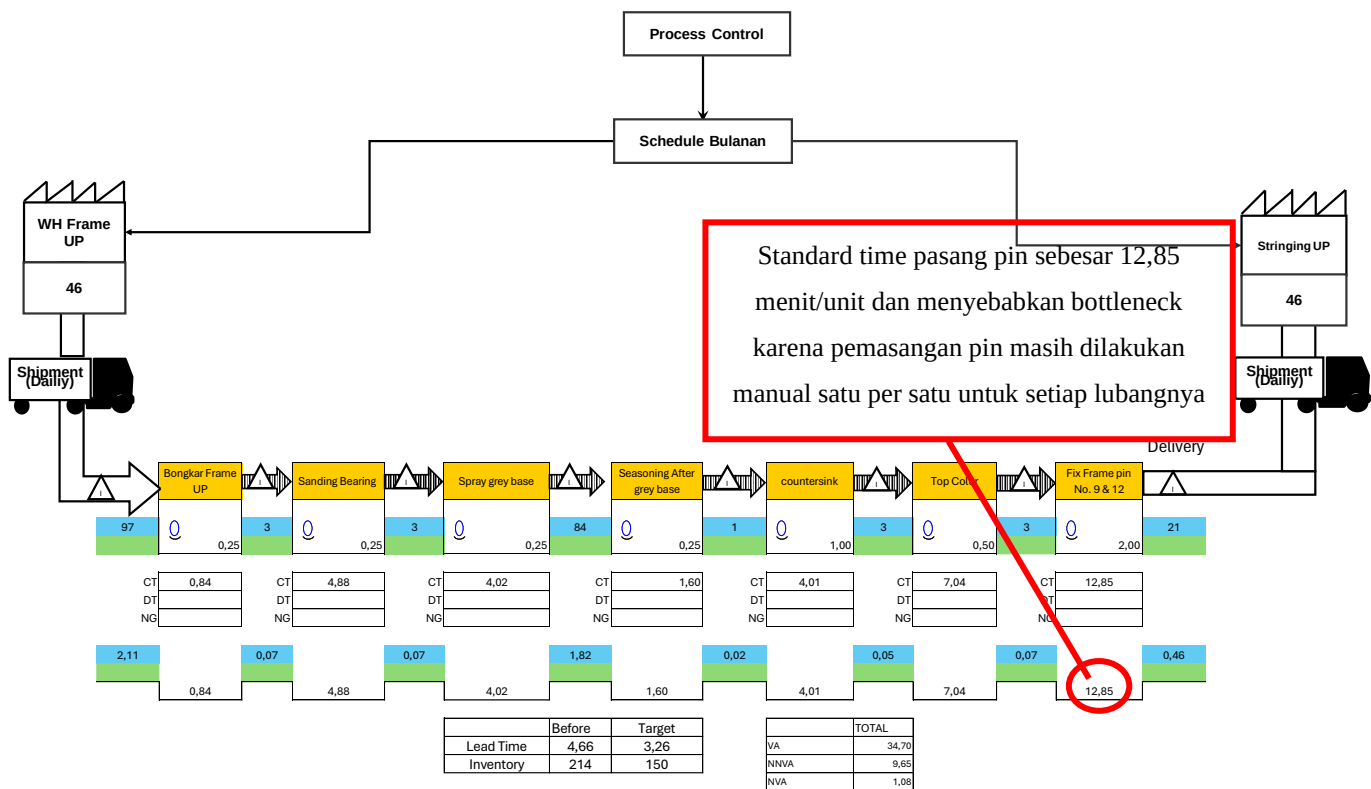
No	Pertanyaan	Kategori	Jawaban	Skor
Kategori Machine				
32	<i>From Process</i>	B	a	0
33	<i>To Waiting</i>	B	a	0
34	<i>From Process</i>	B	a	0
35	<i>From Transportation</i>	B	a	0
36	<i>To Motion</i>	B	a	0
37	<i>From Overproduction</i>	A	a	1
38	<i>From Waiting</i>	A	b	0,5
39	<i>From Waiting</i>	B	a	0
40	<i>To Defect</i>	A	c	0
41	<i>From Waiting</i>	A	c	0
42	<i>To Motion</i>	A	c	0
43	<i>From Process</i>	B	a	0
Kategori Method				
44	<i>To Transportation</i>	B	a	0
45	<i>From Motion</i>	B	a	0
46	<i>From Waiting</i>	B	a	0
47	<i>To Motion</i>	B	a	0
48	<i>To Waiting</i>	B	a	0
49	<i>To Defect</i>	B	a	0
50	<i>From Motion</i>	B	a	0
51	<i>From Defect</i>	B	a	0
52	<i>From Motion</i>	B	a	0
53	<i>To Waiting</i>	B	a	0
54	<i>From Process</i>	B	a	0
55	<i>From Process</i>	B	a	0
56	<i>To Defect</i>	B	a	0
57	<i>From Inventory</i>	B	a	0
58	<i>To Transportation</i>	B	a	0
59	<i>To Motion</i>	B	a	0
60	<i>To Transportation</i>	B	a	0
61	<i>To Motion</i>	A	a	1
62	<i>To Motion</i>	B	a	0
63	<i>From Motion</i>	B	a	0
64	<i>From Motion</i>	B	a	0
65	<i>From Motion</i>	B	a	0
66	<i>From Overproduction</i>	B	a	0
67	<i>From Process</i>	B	a	0
68	<i>From Defect</i>	B	a	0

4.3 Pengolahan Data

Setelah data berhasil dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut. Proses ini mencakup berbagai aktivitas seperti penyusunan *Value Stream Mapping* (VSM), pemberian bobot pada kuesioner, pembuatan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ), perhitungan *Value Stream Analysis Tool* (VALSAT), serta pembuatan *Fishbone Diagram*. Setiap tahapan ini penting untuk menganalisis dan memahami lebih dalam data yang diperoleh, guna menghasilkan wawasan yang akurat dan mendukung keputusan yang akan diambil dalam penelitian yang sedang berlangsung.

4.3.1 Value Stream Mapping

Berikut merupakan *value stream mapping* dari kelompok *Frame UP*:



Gambar 4. 6 Current Value Stream Mapping

Setelah semua data yang diperlukan berhasil dikumpulkan, langkah berikutnya adalah menyusun peta aliran nilai saat ini (*current value stream mapping*). Peta ini, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6, menggambarkan alur produksi untuk kelompok *Frame UP*, yang dimulai dari proses Bongkar Frame UP hingga mencapai proses akhir, yaitu proses *Fix Frame Pin* 9 dan 12. Melalui peta ini, kita dapat mengamati berbagai permasalahan yang muncul dalam

beberapa tahap produksi. Peta aliran nilai ini tidak hanya memberikan gambaran visual tentang bagaimana material dan informasi bergerak melalui proses, tetapi juga membantu dalam mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi pemborosan dalam sistem produksi.

4.3.2 Pembobotan Waste Assessment Model

Untuk mengidentifikasi dan menentukan jenis pemborosan yang paling sering terjadi di lini produksi, dilakukan perhitungan menggunakan *Waste Assessment Model*. Model ini dirancang untuk menganalisis dan mengukur berbagai bentuk pemborosan yang terjadi dalam proses produksi. *Waste Assessment Model* mencakup dua komponen utama yaitu *Waste Relationship Matrix* dan *Waste Assessment Questionnaire*. Berikut merupakan pembobotannya:

4.3.3 Pembobotan Seven Waste Relationship

Pada tahap ini, dilakukan proses pembobotan dan pengolahan data yang diperoleh dari kuesioner *Seven Waste Relationship*. Kuesioner ini dirancang untuk mengevaluasi hubungan antara berbagai jenis pemborosan dalam proses produksi. Setiap hubungan dalam kuesioner ini dievaluasi melalui enam pertanyaan, dengan total 31 hubungan yang dianalisis. Hasil kuesioner *Seven Waste Relationship* disajikan dalam bentuk tabel, seperti yang terlihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 8 Pembobotan Kuesioner *Seven Waste Relationship*

No	Jenis Hubungan	Skor	Keterkaitan	Nilai
1	O_I	15	E	8
2	O_D	10	I	6
3	O_M	15	E	8
4	O_T	6	O	4
5	O_W	11	I	6
6	I_O	12	I	6
7	I_D	8	O	4
8	I_M	11	I	6
9	I_T	8	O	4
10	D_O	4	U	2
11	D_I	18	A	10
12	D_M	14	E	8

No	Jenis Hubungan	Skor	Keterkaitan	Nilai
13	D_T	6	O	4
14	D_W	14	E	8
15	M_I	11	I	6
16	M_D	10	I	6
17	M_P	22	A	10
18	M_W	11	I	6
19	T_O	7	O	4
20	T_I	11	I	6
21	T_D	6	O	4
22	T_M	19	A	10
23	T_W	9	I	6
24	P_O	16	E	8
25	P_I	16	E	8
26	P_D	12	I	6
27	P_M	20	A	10
28	P_W	10	I	6
29	W_O	13	E	8
30	W_I	12	I	6
31	W_D	6	O	4

Pada Tabel 4.7 setiap hubungan diberi simbol-simbol untuk menunjukkan tingkat keterkaitan antara berbagai jenis pemborosan berdasarkan skor awal yang diperoleh. Simbol-simbol ini membantu mengukur seberapa erat hubungan antara pemborosan, dan masing-masing diberikan skor yang sesuai. Dalam proses pembobotan *Seven Waste Relationship*, simbol-simbol tersebut menjadi panduan dalam menetapkan bobot yang tepat untuk setiap hubungan, sehingga memudahkan dalam menentukan prioritas pemborosan yang perlu ditangani. Berikut merupakan simbol-simbol dan pembobotannya:

Tabel 4. 9 Simbol Konversi Berdasarkan Rentang Skor

Skor	Keterkaitan	Simbol	Nilai
17 – 20	Absolute	A	10
13 – 16	Sangat Kuat	E	8

Skor	Keterkaitan	Simbol	Nilai
9 – 12	Kuat	I	6
5 – 8	Biasa	O	4
1 – 4	Tidak Penting	U	2
0	Tidak Ada Hubungan	X	0

4.3.4 Waste Relationship Matrix

Setelah pembobotan pada *Seven Waste Relationship* selesai, langkah berikutnya adalah menyusun *Waste Relationship Matrix*. Matriks ini mengubah data pembobotan menjadi simbol-simbol yang memetakan hubungan antara berbagai jenis pemborosan. Dengan visualisasi ini, pola dan interaksi antar pemborosan menjadi lebih jelas, sehingga membantu mengidentifikasi area kritis yang memerlukan perbaikan dalam proses produksi. Berikut tabel 4.9 berisi hasil *waste relationship matrix*:

Tabel 4. 10 *Waste Relationship Matrix*

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A	E	I	E	O	X	I
I	I	A	O	I	O	X	X
D	U	A	A	E	O	X	E
M	X	I	I	A	X	A	I
T	O	I	O	A	A	X	I
P	E	E	I	A	X	A	I
W	E	I	O	X	X	X	A

Selanjutnya, mengubah simbol-simbol *matrix* pada tabel 4.9 dengan nilai yang sesuai pada tabel 4.8 diatas. Hasil pembuatan *matrix* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 11 *Waste Relationship Matrix*

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Total Skor	%
O	10	8	6	8	4	0	6	42	15,67%
I	6	10	4	6	4	0	0	30	11,19%
D	2	10	10	8	4	0	8	42	15,67%

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Total Skor	%
M	0	6	6	10	0	10	6	38	14,18%
T	4	6	4	10	10	0	6	40	14,93%
P	8	8	6	10	0	10	6	48	17,91%
W	8	6	4	0	0	0	10	28	10,45%
Total Skor	38	54	40	52	22	20	42	268	
%	14,18%	20,15%	14,93%	19,40%	8,21%	7,46%	15,67%		100,00%

4.3.5 Pembobotan Awal Waste Assessment Questionnaire

Tabel 4.12 menyajikan hasil pembobotan yang didasarkan pada berbagai tipe pertanyaan dalam *Waste Assessment Questionnaire*. Skor untuk setiap tipe pertanyaan diambil dari Tabel 4.11 dan dimasukkan ke dalam tabel ini. Setelah skor tersebut dipindahkan, dilakukan penjumlahan total untuk masing-masing kategori waste. Tabel berikut memberikan gambaran mengenai distribusi bobot berdasarkan tipe pertanyaan dan skornya:

Tabel 4. 12 Pembobotan Awal Waste Assessment Questionnaire

No.	Pertanyaan	Ni	Wo, k	Wi, k	Wd, k	Wm, k	Wt, k	Wp,k	Ww,k
Kategori Man									
1	<i>To Motion</i>	9	8	6	8	10	10	10	0
2	<i>From Motion</i>	11	0	6	6	10	0	10	6
3	<i>From Defect</i>	8	2	10	10	8	4	0	8
4	<i>From Motion</i>	11	0	6	6	10	0	10	6
5	<i>From Motion</i>	11	0	6	6	10	0	10	6
6	<i>From Defect</i>	8	2	10	10	8	4	0	8
7	<i>From Process</i>	7	8	8	6	10	0	10	6
Kategori Material									
8	<i>To Waiting</i>	5	6	0	8	6	6	6	10
9	<i>From Waiting</i>	8	8	6	4	0	0	0	10
10	<i>From Transportation</i>	4	4	6	4	10	10	0	6
11	<i>From Inventory</i>	6	6	10	4	6	4	0	0
12	<i>From Inventory</i>	6	6	10	4	6	4	0	0

No.	Pertanyaan	Ni	Wo, k	Wi, k	Wd, k	Wm, k	Wt, k	Wp,k	Ww,k
13	<i>From Defect</i>	8	2	10	10	8	4	0	8
14	<i>From Inventory</i>	6	6	10	4	6	4	0	0
15	<i>From Waiting</i>	8	8	6	4	0	0	0	10
16	<i>To Defect</i>	4	6	4	10	6	4	6	4
17	<i>From Defect</i>	8	2	10	10	8	4	0	8
18	<i>From Transportation</i>	4	4	6	4	10	10	0	6
19	<i>To Motion</i>	9	8	6	8	10	10	10	0
20	<i>From Waiting</i>	8	8	6	4	0	0	0	10
21	<i>From Motion</i>	11	0	6	6	10	0	10	6
22	<i>From Transportation</i>	4	4	6	4	10	10	0	6
23	<i>From Defect</i>	8	2	10	10	8	4	0	8
24	<i>From Motion</i>	11	0	6	6	10	0	10	6
25	<i>From Inventory</i>	6	6	10	4	6	4	0	0
26	<i>From Inventory</i>	6	6	10	4	6	4	0	0
27	<i>To Waiting</i>	5	6	0	8	6	6	6	10
28	<i>From Defect</i>	8	2	10	10	8	4	0	8
29	<i>From Waiting</i>	8	8	6	4	0	0	0	10
30	<i>From Overproduction</i>	3	10	8	6	8	4	0	6
31	<i>To Motion</i>	9	8	6	8	10	10	10	0
Kategori Machine									
32	<i>From Process</i>	7	8	8	6	10	0	10	6
33	<i>To Waiting</i>	5	6	0	8	6	6	6	10
34	<i>From Process</i>	7	8	8	6	10	0	10	6
35	<i>From Transportation</i>	4	4	6	4	10	10	0	6
36	<i>To Motion</i>	9	8	6	8	10	10	10	0
37	<i>From Overproduction</i>	3	10	8	6	8	4	0	6
38	<i>From Waiting</i>	8	8	6	4	0	0	0	10
39	<i>From Waiting</i>	8	8	6	4	0	0	0	10
40	<i>To Defect</i>	4	6	4	10	6	4	6	4
41	<i>From Waiting</i>	8	8	6	4	0	0	0	10
42	<i>To Motion</i>	9	8	6	8	10	10	10	0

No.	Pertanyaan	Ni	Wo, k	Wi, k	Wd, k	Wm, k	Wt, k	Wp,k	Ww,k
43	<i>From Process</i>	7	8	8	6	10	0	10	6
	Kategori Method								
44	<i>To Transportation</i>	3	4	4	4	0	10	0	0
45	<i>From Motion</i>	11	0	6	6	10	0	10	6
46	<i>From Waiting</i>	8	8	6	4	0	0	0	10
47	<i>To Motion</i>	9	8	6	8	10	10	10	0
48	<i>To Waiting</i>	5	6	0	8	6	6	6	10
49	<i>To Defect</i>	4	6	4	10	6	4	6	4
50	<i>From Motion</i>	11	0	6	6	10	0	10	6
51	<i>From Defect</i>	8	2	10	10	8	4	0	8
52	<i>From Motion</i>	11	0	6	6	10	0	10	6
53	<i>To Waiting</i>	5	6	0	8	6	6	6	10
54	<i>From Process</i>	7	8	8	6	10	0	10	6
55	<i>From Process</i>	7	8	8	6	10	0	10	6
56	<i>To Defect</i>	4	6	4	10	6	4	6	4
57	<i>From Inventory</i>	6	6	10	4	6	4	0	0
58	<i>To Transportation</i>	3	4	4	4	0	10	0	0
59	<i>To Motion</i>	9	8	6	8	10	10	10	0
60	<i>To Transportation</i>	3	4	4	4	0	10	0	0
61	<i>To Motion</i>	9	8	6	8	10	10	10	0
62	<i>To Motion</i>	9	8	6	8	10	10	10	0
63	<i>From Motion</i>	11	0	6	6	10	0	10	6
64	<i>From Motion</i>	11	0	6	6	10	0	10	6
65	<i>From Motion</i>	11	0	6	6	10	0	10	6
66	<i>From Overproduction</i>	3	10	8	6	8	4	0	6
67	<i>From Process</i>	7	8	8	6	10	0	10	6
68	<i>From Defect</i>	8	2	10	10	8	4	0	8
	Total	490	356	440	442	488	274	324	360

4.3.6 Pembobotan Awal *Waste Assessment Questionnaire* Berdasarkan N_i

Pada tabel dibawah ini menunjukan pembobotan dari *Waste Assessment Questionnaire*. Dalam tabel ini, pembobotan dilakukan dengan cara membagi bobot setiap baris dengan jumlah pertanyaan yang telah dikelompokkan (N_i) untuk masing-masing jenis pertanyaan. Tujuan dari langkah ini adalah untuk menghilangkan pengaruh variasi jumlah pertanyaan pada setiap jenis pertanyaan yang berbeda. Tabel 4.13 tersebut berisi pembobotan yang telah disesuaikan berdasarkan nilai N_i .

Tabel 4. 13 Pembobotan Awal *Waste Assessment Questionnaire* Berdasarkan *Ni*

No.	Pertanyaan	<i>Ni</i>	<i>Wo, k</i>	<i>Wi, k</i>	<i>Wd, k</i>	<i>Wm, k</i>	<i>Wt, k</i>	<i>Wp,k</i>	<i>Ww,k</i>
Kategori Man									
1	<i>To Motion</i>	9	0,89	0,67	0,89	1,11	1,11	1,11	0,00
2	<i>From Motion</i>	11	0	0,55	0,55	0,91	0	0,91	0,55
3	<i>From Defect</i>	8	0,25	1,25	1,25	1	0,5	0	1
4	<i>From Motion</i>	11	0	0,55	0,55	0,91	0	0,91	0,55
5	<i>From Motion</i>	11	0	0,55	0,55	0,91	0	0,91	0,55
6	<i>From Defect</i>	8	0,25	1,25	1,25	1	0,5	0	1
7	<i>From Process</i>	7	1,14	1,14	0,86	1,43	0	1,43	0,86
Kategori Material									
8	<i>To Waiting</i>	5	1,2	0	1,6	1,2	1,2	1,2	2
9	<i>From Waiting</i>	8	1	0,75	0,5	0	0	0	1,25
10	<i>From Transportation</i>	4	1	1,5	1	2,5	2,5	0	1,5
11	<i>From Inventory</i>	6	1,00	1,67	0,67	1,00	0,67	0,00	0,00
12	<i>From Inventory</i>	6	1,00	1,67	0,67	1,00	0,67	0,00	0,00
13	<i>From Defect</i>	8	0,25	1,25	1,25	1	0,5	0	1
14	<i>From Inventory</i>	6	1,00	1,67	0,67	1,00	0,67	0,00	0,00
15	<i>From Waiting</i>	8	1	0,75	0,5	0	0	0	1,25
16	<i>To Defect</i>	4	1,5	1	2,5	1,5	1	1,5	1
17	<i>From Defect</i>	8	0,25	1,25	1,25	1	0,5	0	1
18	<i>From Transportation</i>	4	1	1,5	1	2,5	2,5	0	1,5
19	<i>To Motion</i>	9	0,89	0,67	0,89	1,11	1,11	1,11	0,00
20	<i>From Waiting</i>	8	1	1	0,5	0	0	0	1,25
21	<i>From Motion</i>	11	0	0,55	0,55	0,91	0	0,91	0,55
22	<i>From Transportation</i>	4	1	1,5	1	2,5	2,5	0	1,5

No.	Pertanyaan	Ni	Wo, k	Wi, k	Wd, k	Wm, k	Wt, k	Wp,k	Ww,k
23	<i>From Defect</i>	8	0,25	1,25	1,25	1	0,5	0	1
24	<i>From Motion</i>	11	0	0,55	0,55	0,91	0	0,91	0,55
25	<i>From Inventory</i>	6	1,00	1,67	0,67	1,00	0,67	0,00	0,00
26	<i>From Inventory</i>	6	1,00	1,67	0,67	1,00	0,67	0,00	0,00
27	<i>To Waiting</i>	5	1,2	0	1,6	1,2	1,2	1,2	2
28	<i>From Defect</i>	8	0,25	1,25	1,25	1	0,5	0	1
29	<i>From Waiting</i>	8	1	0,75	0,5	0	0	0	1,25
30	<i>From Overproduction</i>	3	3,33	2,67	2,00	2,67	1,33	0,00	2,00
31	<i>To Motion</i>	9	0,89	0,67	0,89	1,11	1,11	1,11	0,00
Kategori Machine									
32	<i>From Process</i>	7	1,14	1,14	0,86	1,43	0	1,43	0,86
33	<i>To Waiting</i>	5	1,2	0	1,6	1,2	1,2	1,2	2
34	<i>From Process</i>	7	1,14	1,14	0,86	1,43	0	1,43	0,86
35	<i>From Transportation</i>	4	1	1,5	1	2,5	2,5	0	1,5
36	<i>To Motion</i>	9	0,89	0,67	0,89	1,11	1,11	1,11	0,00
37	<i>From Overproduction</i>	3	3,33	2,67	2,00	2,67	1,33	0,00	2,00
38	<i>From Waiting</i>	8	1	0,75	0,5	0	0	0	1,25
39	<i>From Waiting</i>	8	1	0,75	0,5	0	0	0	1,25
40	<i>To Defect</i>	4	1,5	1	2,5	1,5	1	1,5	1
41	<i>From Waiting</i>	8	1	0,75	0,5	0	0	0	1,25
42	<i>To Motion</i>	9	0,89	0,67	0,89	1,11	1,11	1,11	0,00
43	<i>From Process</i>	7	1,14	1,14	0,86	1,43	0	1,43	0,86
Kategori Method									
44	<i>To Transportation</i>	3	1,33	1,33	1,33	0,00	3,33	0,00	0,00
45	<i>From Motion</i>	11	0,00	0,55	0,55	0,91	0,00	0,91	0,55
46	<i>From Waiting</i>	8	1,00	0,75	0,50	0,00	0,00	0,00	1,25

No.	Pertanyaan	Ni	Wo, k	Wi, k	Wd, k	Wm, k	Wt, k	Wp,k	Ww,k
47	To Motion	9	0,89	0,67	0,89	1,11	1,11	1,11	0,00
48	To Waiting	5	1,20	0,00	1,60	1,20	1,20	1,20	2,00
49	To Defect	4	1,50	1,00	2,50	1,50	1,00	1,50	1,00
50	From Motion	11	0,00	0,55	0,55	0,91	0,00	0,91	0,55
51	From Defect	8	0,25	1,25	1,25	1,00	0,50	0,00	1,00
52	From Motion	11	0,00	0,55	0,55	0,91	0,00	0,91	0,55
53	To Waiting	5	1,20	0,00	1,60	1,20	1,20	1,20	2,00
54	From Process	7	1,14	1,14	0,86	1,43	0,00	1,43	0,86
55	From Process	7	1,14	1,14	0,86	1,43	0,00	1,43	0,86
56	To Defect	4	1,50	1,00	2,50	1,50	1,00	1,50	1,00
57	From Inventory	6	1,00	1,67	0,67	1,00	0,67	0,00	0,00
58	To Transportation	3	1,33	1,33	1,33	0,00	3,33	0,00	0,00
59	To Motion	9	0,89	0,67	0,89	1,11	1,11	1,11	0,00
60	To Transportation	3	1,33	1,33	1,33	0,00	3,33	0,00	0,00
61	To Motion	9	0,89	0,67	0,89	1,11	1,11	1,11	0,00
62	To Motion	9	0,89	0,67	0,89	1,11	1,11	1,11	0,00
63	From Motion	11	0,00	0,55	0,55	0,91	0,00	0,91	0,55
64	From Motion	11	0,00	0,55	0,55	0,91	0,00	0,91	0,55
65	From Motion	11	0,00	0,55	0,55	0,91	0,00	0,91	0,55
66	From Overproduction	3	3,33	2,67	2,00	2,67	1,33	0,00	2,00
67	From Process	7	1,14	1,14	0,86	1,43	0,00	1,43	0,86
68	From Defect	8	0,25	1,25	1,25	1,00	0,50	0,00	1,00
	Score (Sj)		62,00	68,00	70,00	74,00	52,00	42,00	56,00
	Frequency (Fj)		57	63	68	57	42	36	50

4.3.7 Pembobotan Akhir *Waste Assessment Questionnaire* Berdasarkan *Ni*

Setelah melakukan pembobotan awal berdasarkan *Ni*, langkah selanjutnya adalah memberikan bobot berdasarkan nilai pada *Waste Assessment Questionnaire* sesuai dengan yang tercantum dalam Tabel 4.6. Dalam tabel ini, jawaban pada setiap kategori diberi skor tertentu. Untuk kategori A, jika jawaban adalah "Ya," maka diartikan terdapat pemborosan, dengan skor 1. Jika jawabannya "Sedang," maka diberikan skor 0,5, dan jika "Tidak," skornya adalah 0. Sebaliknya, pada kategori B, jawaban "Ya" menunjukkan bahwa tidak ada pemborosan yang terjadi, sehingga skornya adalah 0. Jika jawabannya "Sedang," skornya tetap 0,5, dan untuk jawaban "Tidak," skornya adalah 1.

Tabel 4. 14 Pembobotan Akhir *Waste Assessment Questionnaire* Berdasarkan *Ni*

No.	Pertanyaan	<i>Ni</i>	<i>Wo, k</i>	<i>Wi, k</i>	<i>Wd, k</i>	<i>Wm, k</i>	<i>Wt, k</i>	<i>Wp,k</i>	<i>Ww,k</i>
Kategori Man									
1	<i>To Motion</i>	1	0,89	0,67	0,89	1,11	1,11	1,11	0,00
2	<i>From Motion</i>	1	0,00	0,55	0,55	0,91	0,00	0,91	0,55
3	<i>From Defect</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	<i>From Motion</i>	0,5	0,00	0,27	0,27	0,45	0,00	0,45	0,27
5	<i>From Motion</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	<i>From Defect</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	<i>From Process</i>	0,5	0,57	0,57	0,43	0,71	0,00	0,71	0,43
Kategori Material									
8	<i>To Waiting</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	<i>From Waiting</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	<i>From Transportation</i>	0,50	0,50	0,75	0,50	1,25	1,25	0,00	0,75
11	<i>From Inventory</i>	0,50	0,50	0,83	0,33	0,50	0,33	0,00	0,00
12	<i>From Inventory</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	<i>From Defect</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	<i>From Inventory</i>	1,00	1,00	1,67	0,67	1,00	0,67	0,00	0,00
15	<i>From Waiting</i>	0,50	0,50	0,38	0,25	0,00	0,00	0,00	0,63
16	<i>To Defect</i>	1,00	1,50	1,00	2,50	1,50	1,00	1,50	1,00
17	<i>From Defect</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	<i>From Transportation</i>	0,50	0,50	0,75	0,50	1,25	1,25	0,00	0,75
19	<i>To Motion</i>	1,00	0,89	0,67	0,89	1,11	1,11	1,11	0,00
20	<i>From Waiting</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	<i>From Motion</i>	1,00	0,00	0,55	0,55	0,91	0,00	0,91	0,55

No.	Pertanyaan	Ni	Wo, k	Wi, k	Wd, k	Wm, k	Wt, k	Wp,k	Ww,k
46	<i>From Waiting</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
47	<i>To Motion</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
48	<i>To Waiting</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
49	<i>To Defect</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
50	<i>From Motion</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
51	<i>From Defect</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
52	<i>From Motion</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
53	<i>To Waiting</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
54	<i>From Process</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
55	<i>From Process</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
56	<i>To Defect</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
57	<i>From Inventory</i>	0,5	0,50	0,83	0,33	0,50	0,33	0,00	0,00
58	<i>To Transportation</i>	0,5	0,67	0,67	0,67	0,00	1,67	0,00	0,00
59	<i>To Motion</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
60	<i>To Transportation</i>	0,5	0,67	0,67	0,67	0,00	1,67	0,00	0,00
61	<i>To Motion</i>	1	0,89	0,67	0,89	1,11	1,11	1,11	0,00
62	<i>To Motion</i>	0,5	0,44	0,33	0,44	0,56	0,56	0,56	0,00
63	<i>From Motion</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
64	<i>From Motion</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
65	<i>From Motion</i>	0,5	0,00	0,27	0,27	0,45	0,00	0,45	0,27
66	<i>From Overproduction</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
67	<i>From Process</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
68	<i>From Defect</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Score (sj)		15,17	17,87	16,03	18,29	18,02	10,54	7,56
	Frequency (fj)		21	24	25	20	18	12	12

4.3.8 Penilaian Waste

Setelah proses pembobotan selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah menghitung hasil akhir untuk mengidentifikasi jenis pemborosan yang paling sering terjadi. Tabel 4.13 menyajikan hasil perhitungan akhir yang menggunakan *Waste Assessment Model*. Dalam tabel tersebut, dapat diketahui analisis yang menggambarkan pemborosan yang paling dominan berdasarkan data yang telah diproses sebelumnya.

Tabel 4. 15 Nilai Akhir *Waste Assessment Model*

	O	I	D	M	T	P	W
Score (Yj)	0,09	0,10	0,08	0,09	0,15	0,08	0,03
Pj Factor	2,22	2,26	2,34	2,75	1,23	1,34	1,64
Final Result (Yj Final)	0,20	0,23	0,20	0,24	0,18	0,11	0,05
Final Result (%)	16,58%	18,69%	16,30%	19,74%	15,05%	9,25%	4,39%
Peringkat	3	2	4	1	5	6	7

Pada tabel 4.13 menunjukan bahwa *Yj* adalah indikator awal untuk tiap *waste* yang dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Yj = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{f_j}$$

Nilai-nilai seperti s_j , S_j , f_j , dan F_j diperoleh dari Tabel 4.11 dan Tabel 4.12 yang telah disebutkan sebelumnya. Sementara itu, nilai *Pj Factor* diperoleh dengan mengalikan persentase "From" dengan "To" yang tercantum dalam Tabel 4.10. Untuk menghitung *Final Result* (*Yj Final*), dilakukan perkalian antara nilai *Yj* dengan *Pj Factor*. Hasil akhir dari perhitungan ini kemudian dinyatakan dalam bentuk persentase, yang dikenal sebagai *Final Result (%)*, yaitu persentase dari *Yj Final*. Perhitungan ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai hasil akhir dari analisis yang dilakukan, sehingga dapat mempermudah dalam penilaian dan interpretasi data yang berkaitan dengan pemborosan yang terjadi.

4.3.9 Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

VALSAT adalah metode yang digunakan untuk memberi bobot pada berbagai jenis pemborosan dalam proses produksi. Tujuan dari pembobotan ini adalah untuk menentukan alat atau metode yang paling tepat melalui penggunaan matriks. Dengan menggunakan matriks

tersebut, memungkinkan untuk melakukan analisis yang lebih mendalam terhadap jenis-jenis pemborosan yang terjadi di lini produksi. Melalui pendekatan ini, perusahaan dapat lebih efektif dalam mengidentifikasi dan mengatasi masalah pemborosan, sehingga meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

4.3.10 Tools VALSAT

Setelah pembobotan terhadap jenis-jenis pemborosan selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah memilih *detailed mapping tool* yang paling sesuai dengan jenis pemborosan yang ditemukan di lini produksi. Proses pemilihan *tools* ini sangat penting karena *tools* yang tepat akan membantu dalam mengidentifikasi dan mengatasi pemborosan dengan lebih efektif. Tabel 4.14 berikut ini menampilkan perhitungan korelasi antara jenis-jenis pemborosan dengan metode VALSAT, yang digunakan sebagai dasar dalam memilih *tools detailed mapping* yang paling tepat untuk situasi yang dihadapi.

Tabel 4. 16 Pemilihan Tools VALSAT

Waste	Bobot	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
O	20,03	20,03	60,10	0,00	20,03	60,10	60,10	0,00
I	22,59	67,76	203,27	67,76	0,00	203,27	67,76	22,59
D	19,69	19,69	0,00	0,00	177,25	0,00	0,00	0,00
M	23,86	214,75	23,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T	18,19	163,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,19
P	11,18	100,64	0,00	33,55	11,18	0,00	11,18	0,00
W	5,31	47,78	47,78	5,31	0,00	15,93	15,93	0,00
Total		634,39%	335,01%	106,61%	208,47%	279,30%	154,96%	40,78%

Berdasarkan tabel 4.14, dapat diketahui bahwa *tools* yang memiliki nilai tertinggi adalah *process activity mapping (PAM)* dengan skor sebesar 634,39%. Untuk mendapatkan skor ini yaitu dengan mengalikan bobot pada tabel 4.13 dengan skor kemampuan korelasi tiap *tools* sesuai dengan korelasi waste di tabel 2.5.

4.3.11 Process Activity Mapping (PAM)

Setelah hasil dari *Waste Assessment Model* diperoleh, langkah berikutnya adalah melakukan identifikasi lebih lanjut terhadap pemborosan melalui pembuatan *Process Activity Mapping*

(PAM). PAM adalah alat yang digunakan untuk menganalisis semua aktivitas yang terjadi selama proses produksi. Dengan menggunakan alat ini, kita dapat mengevaluasi apakah suatu proses masih bisa lebih dioptimalkan atau tidak. PAM memungkinkan kita untuk mengidentifikasi aktivitas mana yang memberikan nilai tambah (*Value Added* atau VA), aktivitas yang diperlukan tetapi tidak memberikan nilai tambah (*Necessary Non-Value Added* atau NNVA), serta aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*Non-Value Added* atau NVA). Tabel 4.17 di bawah ini menyajikan seluruh aktivitas yang terjadi di lini produksi dan mengelompokkan aktivitas tersebut berdasarkan kategori VA, NNVA, dan NVA, sehingga memberikan gambaran yang lebih jelas tentang potensi peningkatan efisiensi dalam proses produksi.

Tabel 4. 17 *Process Activity Mapping*

NO	Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
1	Bongkar Frame	Ambil case frame menggunakan forklif	1,60		T				NNVA
		Buka baut (12 pcs)	2,64	O					VA
		Lepas baut tiang belakang dan didepan	2,12	O					NNVA
		Mencopot tiang bagian atas dan Menggunting tali pengikat frame	2,98	O					NNVA
		Melepas clamp atas Frame UP	1,23	O					NNVA
		Melepas tiang bagian depan	2,05	O					NNVA
2	Sanding & Bearing Frame UP	Sanding bearing r4 & r2	2,93	O					VA
		Mengecek ukuran r4 & r2 menggunakan jig	0,23			I			VA
		Simpan orbital sander	0,05				S		NNVA
		kikir bagian samping	0,46	O					VA
		Checklist kode frame	0,83	O					NNVA

NO	Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
3	Spray Grey Base	Simpan / dorong frame ke proses selanjutnya	0,38				S		VA
		ambil frame UP	0,62		T				NNVA
		ambil jig	0,11		T				NNVA
		Ambil scootbrite dan mengelap	0,28		T				NVA
		bersihkan frame dengan spray gun	0,27	O					VA
		spray frame UP	2,30	O					VA
		dorong frame ke seasoning room	0,45		T				VA
		pindahkan frame ke lifter	0,71		T				NNVA
		posisikan lifter sesuai dengan conveyor	0,28		T				NNVA
4	Seasoning Room	dorong frame ketempat Seasoning	0,14	O					VA
		turunkan lifter	0,22		T				NNVA
		tutup pintu	0,09	O					NNVA
		simpan bantalan	0,16				O		VA

NO	Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
5	Countersink	ambil frame	0,85		T				NNVA
		bore lubang countersing	1,54	O					VA
		bore lubang pin 12	0,70	O					VA
		bersihkan frame dengan scoot & hose	0,48	O					VA
		simpan bantalan	0,12				S		NNVA
		simpan frame UP di Proses Top Color	0,33				S		VA
6	Spray Top Colour	ambil frame	0,20		T				NNVA
		Membersihkan debu sisa countersink menggunakan spray gun dan scotbrite	0,40	0					VA
		kikir & dempul frame	1,10	O					VA
		sanding frame	0,97	O					VA
		spray frame up	3,73	O					VA
		checklist kode frame	0,34			I			NNVA
		simpan frame up	0,31				S		VA

NO	Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
7	Pasang Pin	ambil frame dari seasoning	0,73		T				NNVA
		pasang pin 9 menggunakan uryu	7,08	O					VA
		kerok cat bagian r2&r4 menggunakan sillet	0,83	O					NVA
		abrasive bagian r2&r4	0,24	O					NVA
		pasang pin 12 menggunakan punch dan palu	2,88	O					VA
		mengisi laporan	0,31			I			NNVA
		memberikan cairan anti karat	0,16	O					VA
		simpan jig bantalan	0,23				S		NNVA
		simpan frame	0,39				S		NNVA

Keterangan:



= Minimasi waktu aktivitas



= Eliminasi aktivitas

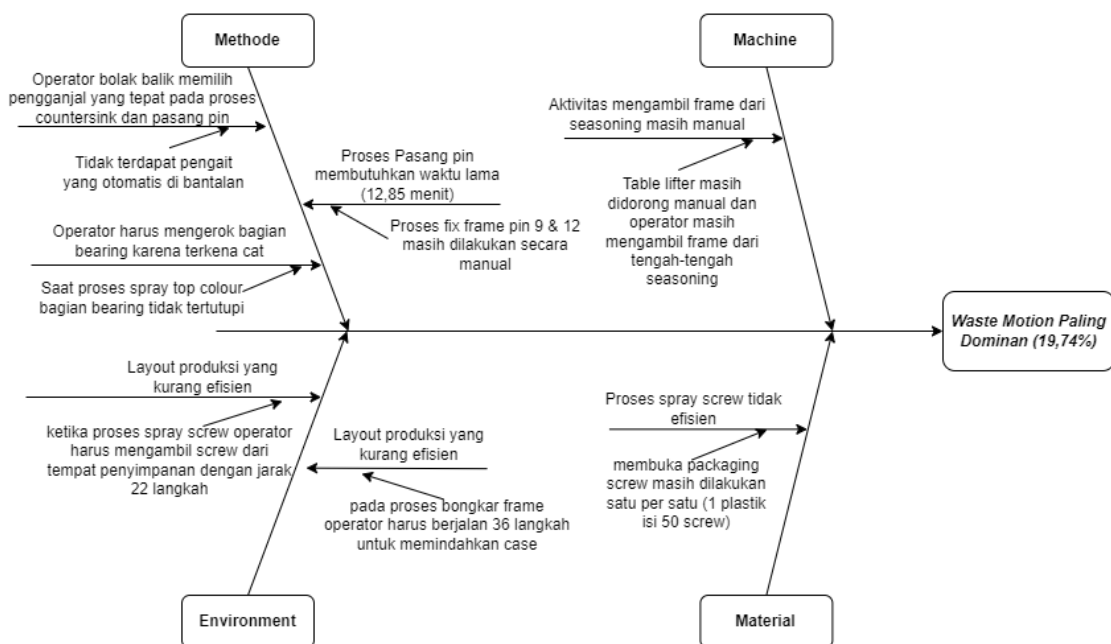
- *Operation* = O
- *Transportation* = T
- *Inspection* = I
- *Delay* = D
- *Storage* = S
- *VA* = *Value Added*
- *NVA* = *Non Value Added*
- *NNVA* = *Necessary Non Value Added*

4.3.12 Fishbone Diagram

Setelah pemborosan di lini produksi teridentifikasi, langkah penting berikutnya adalah menganalisis penyebab yang mendasari masalah tersebut dengan menggunakan *fishbone diagram*. *Tools* analisis ini dirancang untuk membantu mengidentifikasi, mengelompokkan, dan mengorganisir berbagai kemungkinan penyebab yang berkontribusi pada terjadinya suatu masalah, serta untuk menemukan akar penyebab yang paling signifikan. Prinsip dasar dari *fishbone diagram* adalah menempatkan masalah utama di bagian kepala diagram, sementara faktor-faktor penyebabnya dipetakan di sepanjang tulang atau duri diagram, yang menyerupai bentuk kerangka ikan. Dalam studi ini, fokus analisis diarahkan pada dua jenis pemborosan terbesar di lini produksi untuk mengidentifikasi dan memahami akar penyebab yang paling kritis, dengan tujuan untuk menemukan solusi yang tepat dan efektif dalam mengatasi permasalahan tersebut.

- *Waste motion*

Berikut merupakan *fishbone diagram waste motion*:



Gambar 4. 7 Fishbone Diagram Waste motion

Waste motion merujuk pada gerakan yang dilakukan operator yang tidak menambah nilai pada produk. Pada kelompok *Frame UP* permasalahan utama mengenai *waste motion* adalah faktor lingkungan atau *environment*, dimana operator harus mengambil

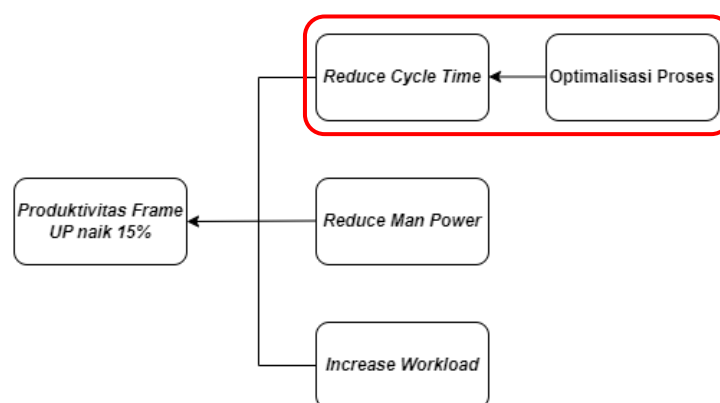
maupun mendorong *frame* dari proses satu ke proses lainnya dengan jarak yang cukup jauh.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 *Peningkatan Produktivitas di Frame UP*

Pada gambar 5.1 menjelaskan faktor penunjang yang dapat meningkatkan produktivitas pada kelompok *Frame UP*:



Gambar 5. 1 Peningkatan Produktivitas

Pada PT Yamaha Indonesia untuk meningkatkan produktivitas sebesar 15% terdapat tiga faktor penunjang yaitu *reduce cycle time*, *reduce manpower*, dan *increase workload*. Berdasarkan hasil observasi pada kelompok *frame UP* faktor penunjang yang berpotensi dapat meningkatkan produktivitas sebesar 15% adalah *reduce cycle time*. Tahap awal untuk meningkatkan produktivitas dimulai dengan melakukan optimalisasi pada proses produksi. Optimalisasi ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan menghilangkan aktivitas-aktivitas NNVA maupun NVA. Hasil dari optimisasi proses ini adalah pengurangan waktu siklus (*cycle time*). Waktu siklus adalah total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus produksi, mulai dari input bahan baku hingga menjadi produk jadi. Dengan mengoptimalkan proses, waktu siklus bisa berkurang karena peningkatan efisiensi.

5.2 *Analisis Hasil Identifikasi Waste*

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi berbagai jenis pemborosan yang terjadi di lini produksi, dengan fokus pada mengenali pemborosan yang paling dominan. Dengan memahami pemborosan yang ada, perusahaan dapat merancang langkah-langkah perbaikan yang efektif untuk mengurangi atau menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai

tambah. Identifikasi ini penting karena pemborosan yang tidak terkendali menghabiskan sumber daya, waktu, dan tenaga tanpa meningkatkan kualitas atau efisiensi produksi. Melalui upaya pengurangan pemborosan, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi, menekan biaya operasional, memperbaiki kualitas produk, mempercepat waktu produksi, dan meningkatkan kepuasan pelanggan, menjadikannya lebih kompetitif di pasar (Rawabdeh, 2005).

5.2.1 Analisis Current Value Stream Mapping

Dalam penelitian ini, digunakan *Value Stream Mapping* (VSM) untuk menggambarkan dan menganalisis proses produksi pada kelompok *Frame UP*. *Value Stream Mapping* adalah alat yang bertujuan untuk memberikan pemahaman mendalam dan visualisasi lengkap dari semua aliran proses yang sedang berlangsung saat ini. VSM mencakup berbagai data penting yang terkait dengan aktivitas produksi, seperti data mengenai alur proses dari awal hingga akhir, jumlah operator yang terlibat, jumlah inventaris, waktu standar yang diperlukan untuk produksi, rencana jumlah produksi, dan berbagai informasi lain yang relevan. Dengan mengumpulkan dan memetakan data ini, VSM memungkinkan identifikasi area yang dapat ditingkatkan, membantu dalam pengambilan keputusan untuk mengurangi pemborosan, meningkatkan efisiensi, dan mengoptimalkan keseluruhan proses produksi.

Pada kelompok *Frame UP supplier* bahan baku *frame* dikirim dari Departemen Warehouse yang kemudian akan diproses pertama kali pada bagian bongkar *frame*. *Frame UP* juga memiliki sub proses yang memberikan kebutuhan material bagi proses utama di lini produksi, sedangkan untuk *customer* dari Kelompok *Frame UP* adalah kelompok *Stringing UP*. Pada gambar 4.6 menunjukkan bahwa proses *Fix Frame* Pin 9 dan 12 menunjukkan bahwa *standard time* pada proses tersebut sebesar 12,85 menit/unit, hal ini dikarenakan pada proses pemasangan pin 9 dan 12 masih belum otomatis dan masih dikendalikan secara manual oleh operator dan dilakukan satu per satu. *Value Stream Mapping* menunjukkan jumlah operator dan jumlah *inventory* pada tiap prosesnya. Proses produksi kelompok *frame UP* dimulai dari bongkar *frame* sampai *fix frame* pin 9 dan 12 yang dikerjakan oleh 5 operator. Untuk pembagian *jobdesc* di kelompok *frame UP* yaitu proses bongkar *frame*, proses *sanding bearing*, *spray grey base* dikerjakan 2 orang, proses *countersink* 1 orang, proses *spray top colour* 1 orang, dan proses *fix frame* pin 9 dan 12 dikerjakan 2 orang.

5.2.2 Analisis Waste Assessment Model

Tabel 5. 1 Hasil Waste Assessment Model

	O	I	D	M	T	P	W
Score (Yj)	0,09	0,10	0,08	0,09	0,15	0,08	0,03
Pj Factor	2,22	2,26	2,34	2,75	1,23	1,34	1,64
Final Result (Yj Final)	0,20	0,23	0,20	0,24	0,18	0,11	0,05
Final Result (%)	16,58%	18,69%	16,30%	19,74%	15,05%	9,25%	4,39%
Peringkat	3	2	4	1	5	6	7

Pada tabel 5.1 menunjukkan hasil persentase untuk masing-masing kategori waste dengan tahap melakukan *Waste Relationship Matrix* dan *Waste Assessment Questionnaire*. Berdasarkan hasil perhitungan untuk *waste overproduction* sebesar 16,58%, *waste inventory* sebesar 18,69%, *waste defect* sebesar 16,30%, *waste motion* sebesar 19,74%, *waste transportation* sebesar 15,05%, *waste overprocessing* sebesar 9,25%, dan *waste waiting* sebesar 4,39%. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa jenis waste yang paling banyak terjadi di kelompok *frame UP* adalah *motion*.

5.2.3 Analisis Value Stream Analysis Tools

5.2.4 Analisis Tools VALSAT

Value Stream Analysis Tools adalah *tools* yang digunakan untuk memberikan bobot pada berbagai jenis pemborosan yang terjadi. Setelah pembobotan dilakukan, alat ini membantu dalam memilih tool yang tepat melalui penggunaan matriks. (Hines & Rich, 1997). *Tools* dengan skor VALSAT tertinggi akan dipilih untuk mengidentifikasi pemborosan di lini produksi. *Tools* yang terpilih ini kemudian digunakan untuk menganalisis pemborosan tersebut, sehingga perbaikan yang paling efektif dapat dilakukan untuk menguranginya. Berikut merupakan hasil skot pemilihan *tools VALSAT*:

Tabel 5. 2 Hasil Total Skor Tools VALSAT

Waste	Bobot	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
O	20,03	20,03	60,10	0,00	20,03	60,10	60,10	0,00
I	22,59	67,76	203,27	67,76	0,00	203,27	67,76	22,59

Waste	Bobot	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
D	19,69	19,69	0,00	0,00	177,25	0,00	0,00	0,00
M	23,86	214,75	23,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T	18,19	163,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,19
P	11,18	100,64	0,00	33,55	11,18	0,00	11,18	0,00
W	5,31	47,78	47,78	5,31	0,00	15,93	15,93	0,00
Total		634,39%	335,01%	106,61%	208,47%	279,30%	154,96%	40,78%

Berdasarkan tabel 5.2 dapat diketahui bahwa nilai skor *PAM* sebesar 634,39%, *SCRM* sebesar 335,01%, *PVF* sebesar 106,61%, *QFM* sebesar 208,47%, *DAM* sebesar 279,30%, *DPA* sebesar 154,96%, dan *PS* sebesar 40,78%. Maka dari itu, *tools VALSAT* dengan skor tertinggi yaitu *Process Activity Mapping (PAM)* dengan nilai skor sebesar 537,85%.

5.22.4.1 Analisis *Process Activity Mapping (PAM)*

Setelah terpilih *tools* yang digunakan adalah *Process Activity Mapping (PAM)*, langkah berikutnya adalah membuat *PAM* sesuai dengan panduan yang ada. *PAM*, sebagai bagian dari *VALSAT*, digunakan untuk mengidentifikasi seluruh aktivitas dalam proses produksi dan menentukan apakah ada aktivitas yang dapat lebih dioptimalkan (Hines & Rich, 1997). Setelah aktivitas diidentifikasi, mereka akan dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu *Value Added (VA)*, *Necessary Non-Value Added (NNVA)*, dan *Non-Value Added (NVA)*.

Tabel 5. 3 *Process Activity Mapping*

Aktivitas	Jumlah	Waktu (Menit)	% (Jumlah)	% (Waktu)
VA	22	29,63	47,8%	64,8%
NVA	3	1,35	6,5%	3,0%
NNVA	21	14,75	45,7%	32,3%
TOTAL	46	45,42	100,0%	100,0%

Berdasarkan hasil pembuatan *PAM* pada tabel 5.3 dapat diketahui bahwa jumlah aktivitas yang *VA* terdapat 22 Aktivitas dengan presentase 47,8% dan jumlah waktu sebesar 29,32 menit, untuk aktivitas *NNVA* terdapat 21 aktivitas dengan presentase 45,7% dan jumlah waktu sebesar 14,75 menit, dan aktivitas *NVA* terdapat 3 aktivitas dengan presentase 6,5% dan jumlah waktu sebesar 1,35 menit. Berdasarkan hasil tersebut, ditemukan bahwa sebagian besar aktivitas di

lini produksi termasuk dalam kategori *Value Added (VA)* dan *Necessary Non-Value Added (NNVA)*. Aktivitas-aktivitas NNVA ini, meskipun tidak memberikan nilai tambah dari perspektif pelanggan, tetap diperlukan untuk kelancaran proses produksi. Karena sifatnya yang esensial namun tidak memberikan nilai langsung, aktivitas NNVA ini sulit dihilangkan secara cepat. Oleh karena itu, aktivitas dalam kategori NNVA harus dijadikan fokus untuk perbaikan jangka panjang, dengan tujuan untuk mengoptimalkan atau mengurangi dampaknya secara bertahap agar proses produksi menjadi lebih efisien tanpa mengorbankan fungsionalitas yang diperlukan. Selain itu, masih terdapat aktivitas yang tidak bernilai tambah (NVA) yang seharusnya dihilangkan yaitu ambil *scootbrite* dan mengelap, mengerok cat bagian r2 dan r4 menggunakan sillet pada proses *fix frame* pin 9 & 12 dan *abrasive* bagian r2 & r4. Aktivitas yang termasuk *value added (VA)* adalah sanding bearing r2 & r4, melakukan *spray grey base*, mengebor lubang pin 12, memasang pin 9 menggunakan *uryu impact driver* dll. Sedangkan, aktivitas yang termasuk *Necessary Non-Value Added (NNVA)* adalah mengecek ukuran r2 & r4 menggunakan jig, membersihkan *frame* dengan *spray gun* dll.

5.2.5 *Analisi Fishbone Diagram*

Fishbone diagram digunakan untuk mengidentifikasi berbagai penyebab pemborosan di dalam Kelompok *Frame UP* dengan memetakan dan menguraikan faktor-faktor yang mungkin berkontribusi, seperti *man*, *method*, *materials*, *environment*, dan *machine*. Setiap faktor memiliki sub-faktor yang mempengaruhi efisiensi dan produktivitas. Alat ini membantu tim dalam menemukan akar permasalahan dan merumuskan solusi untuk mengurangi atau menghilangkan pemborosan secara efektif. Berikut merupakan uraian *fishbone diagram* di Kelompok *Frame UP*:

5.2.6 *Motion*

a. *Method*

Dari faktor *Method*, *waste motion* terjadi karena operator masih harus bolak-balik memilih pengganjal bantalan yang tepat saat proses *countersink* dan proses pasang pin 9 dan 12, apabila tidak terdapat ganjalan bantalan *frame* akan tidak stabil Ketika dilakukan proses. Hal ini disebabkan tidak terdapat pengait yang otomatis pada bantalan *frame*. Selain itu, proses pemasangan *fix frame* pada pin 9 dan 12 yang masih dilakukan secara manual menyebabkan pemborosan waktu dan energi, karena

operator harus melakukan tugas berulang yang bisa diotomatisasi. Hal ini juga meningkatkan risiko kesalahan manusia, yang dapat mempengaruhi kualitas hasil akhir. Terakhir, operator yang harus mengerok bagian bearing yang terkena cat menambah langkah tambahan yang tidak produktif, karena seharusnya bagian ini bisa dilindungi dari cat sejak awal proses pengecatan. Semua faktor ini berkontribusi pada waste motion, yang menghambat aliran nilai dalam proses produksi dan mengurangi efisiensi keseluruhan.

b. *Machine*

Penyebab *waste motion* yang terkait dengan faktor *machine* adalah aktivitas pengambilan frame dari seasoning yang masih dilakukan secara manual. Hal ini terjadi karena *table lifter* masih harus didorong secara manual oleh operator, yang berarti proses pengangkatan atau pemindahan frame belum terotomatisasi sepenuhnya. Selain itu, operator masih mengambil frame secara langsung dari bagian tengah seasoning, yang dapat menimbulkan ketidaknyamanan dan berpotensi meningkatkan risiko cedera atau kelelahan karena postur kerja yang tidak ergonomis. Pekerjaan manual ini juga dapat menyebabkan ketidakefisienan waktu dan potensi kesalahan manusia. Untuk meningkatkan produktivitas dan keselamatan kerja, perlu ada peningkatan dalam hal otomatisasi, seperti penggunaan sistem penggerak otomatis pada table lifter atau penyesuaian posisi pengambilan frame agar lebih ergonomis.

c. *Environment*

Pemborosan *motion* yang terjadi karena faktor *environment* dalam proses produksi bisa disebabkan oleh jarak yang tidak efisien antara berbagai proses produksi. Ketika saat proses bongkar *frame* operator harus berjalan 36 langkah untuk memindahkan case dengan beban yang cukup berat, hal ini dapat mempengaruhi efisiensi proses produksi dan dapat menyebabkan kecelakaan kerja pada operator. Selain itu, Ketika proses *spray screw* operator harus mengambil *screw* dari tempat penyimpanan dan didorong ke tempat rendam *screw* dengan jarak 22 langkah. Jarak yang panjang ini memaksa operator untuk melakukan banyak langkah tambahan yang tidak diperlukan, yang mengakibatkan waktu terbuang dan peningkatan kelelahan fisik. Selain itu, gerakan yang berulang kali dan jarak yang jauh juga meningkatkan risiko kerusakan material selama transportasi, serta memperlambat

alur produksi secara keseluruhan. Tata letak produksi yang kurang tepat, di mana proses-proses yang saling terkait tidak dikelompokkan secara efisien, memperparah masalah ini.

d. *Material*

Pemborosan yang terjadi karena faktor *material*, Proses spray screw yang tidak efisien dalam kasus ini disebabkan oleh metode pembukaan *packaging* yang dilakukan secara manual dan satu per satu. Setiap plastik hanya berisi 50 *screw*, sementara dalam sekali proses spray dibutuhkan 500 *screw*. Akibatnya, waktu dan tenaga yang signifikan terbuang untuk membuka 10 plastik secara manual sebelum proses spray dapat dimulai. Hal ini menyebabkan bottleneck atau hambatan dalam alur produksi, memperpanjang waktu siklus dan menurunkan produktivitas. Dengan melakukan pembukaan *screw* secara batch atau otomatis, efisiensi proses dapat meningkat secara signifikan, mengurangi waktu henti dan mempercepat keseluruhan proses produksi.

5.3 *Analisi Rencana Perbaikan dan Kontribusi Produktivitas*

5.3.1 *Usulan Perbaikan dengan Kaizen*

Setelah mengidentifikasi pemborosan dan faktor-faktor penyebabnya di lini produksi, langkah selanjutnya adalah merencanakan perbaikan melalui pendekatan *kaizen*. *Kaizen* merupakan filosofi perbaikan yang dilakukan secara terus-menerus (*continuous improvement*), di mana perbaikan ini berlangsung secara berkelanjutan dan melibatkan partisipasi aktif dari seluruh anggota perusahaan (Gaspersz, 2003). Untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan pemborosan yang ada, beberapa usulan perbaikan telah dirumuskan. Usulan-usulan ini diperoleh melalui diskusi dengan *foreman* maupun *leader* kelompok *Frame UP*, sehingga langkah-langkah yang diambil didasarkan pada pemahaman yang mendalam mengenai masalah yang dihadapi. Berikut adalah beberapa usulan perbaikan yang diajukan:

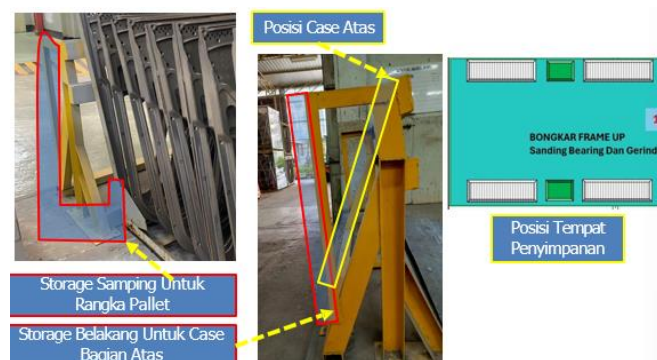
1. Membuat Tempat Rangka Pallet pada proses bongkar *frame*

Salah satu penyebab *waste motion* adalah pada proses bongkar *frame* operator memerlukan pemindahan besi case dengan jarak 36 langkah dengan bobot besi yang berat. Aktivitas ini tentu memerlukan tenaga yang besar dan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, peneliti memberikan saran perbaikan untuk membuat box rangka case dibelakang sandaran *frame* sehingga dapat mengurangi jarak dan beban saat pemindahan rangka dan besi.

Before



Plan

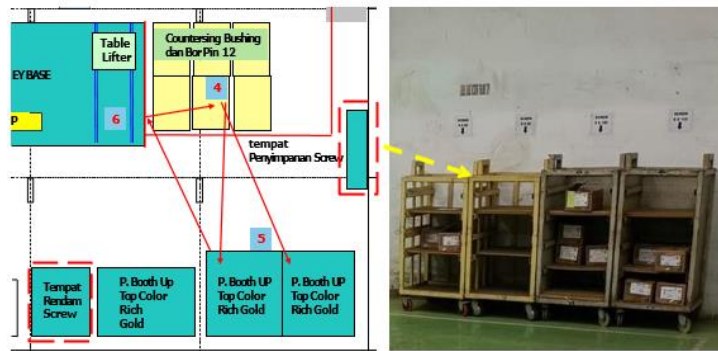


Gambar 5. 2 Kaizen 1

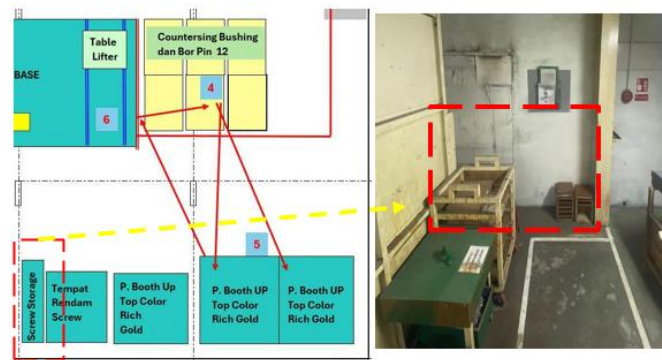
2. Memindahkan Tempat Penyimpanan Screw

Usulan perbaikan untuk efisiensi kerja operator Kelompok *Frame UP* dalam merendam screw adalah dengan melakukan perubahan tata letak (relayout) tempat rendam screw dan memindahkan tempat penyimpanan screw ke area yang lebih dekat dengan tempat rendam. Sebelumnya, operator harus berjalan sejauh 22 langkah untuk mengambil screw, proses ini tidak hanya memakan waktu, tetapi juga meningkatkan beban kerja fisik pada operator, yang dapat mengurangi produktivitas secara keseluruhan. Namun dengan relayout ini, operator tidak perlu lagi melakukan perjalanan jauh, sehingga waktu dan tenaga yang diperlukan dapat dihemat, meningkatkan efisiensi operasional.

Before



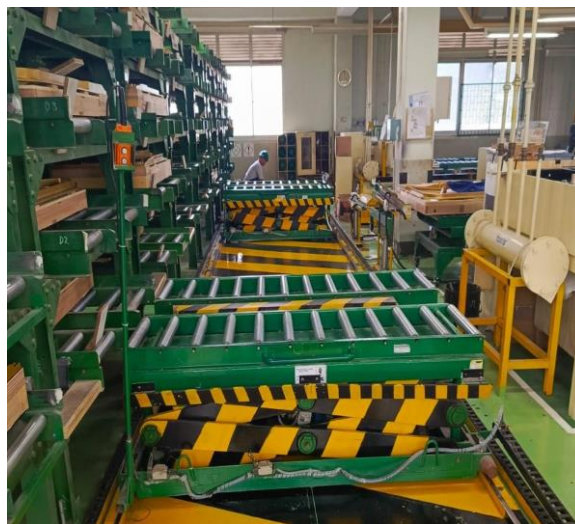
Plan



Gambar 5. 3 Kaizen 2

3. Modifikasi *table Lifter* pada ruang *Seasoning Room*

Operator proses *Countersink* sebelum melakukan proses harus mengambil frame dari *Seasoning room* terlebih dahulu menggunakan *table lifter*. Kondisi *table lifter* pada *seasoning room* Frame UP untuk menggerakkan ke kanan maupun ke kiri masih secara manual dengan mendorongnya sehingga operator membutuhkan tenaga yang cukup kuat. Hal ini, tentu dapat menyebabkan pemborosan gerakan atau *motion*. Rencana perbaikan yang diusulkan adalah memodifikasi *table lifter* agar dapat bergerak ke kanan dan ke kiri secara otomatis tanpa mendorong secara manual seperti *table lifter* pada kelompok *Side Glue*.

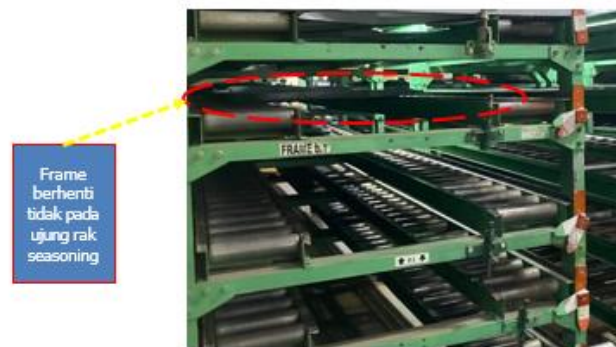
Before*Plan*

Gambar 5. 4 Kaizen 3

4. Menambahkan *belt* pada *roller seasoning room*

Pada aktivitas pengambilan frame di Seasoning room, frame sering tidak sampai ujung seasoning out. Sehingga operator harus mengeluarkan frame dari Tengah ataupun sela-sela seasoning secara manual, hal ini dapat menyebabkan pemborosan *motion*. Selain itu, juga dapat menyebabkan keselamatan operator dikarenakan kondisi lingkungan yang kurang terang dan tidak terlalu luas. Oleh karena itu, sebagai Solusi dari permasalahan ini adalah menambahkan belt roller sehingga Ketika frame tidak sampai ujung seasoning out frame akan secara otomatis bergerak dengan sendirinya sehingga operator tidak perlu mengambilnya secara manual melalui Tengah-rengah seasoning.

Before



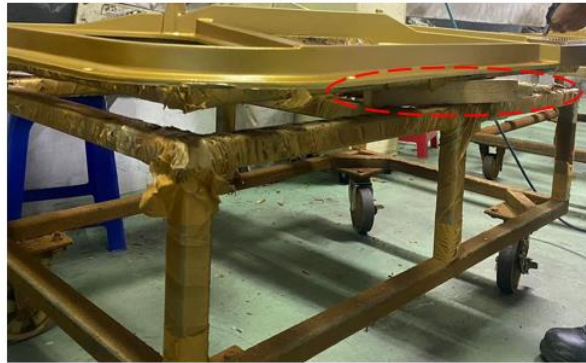
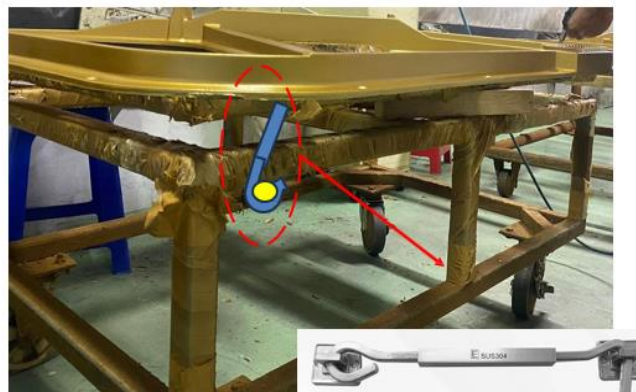
Plan



Gambar 5. 5 *Kaizen 4*

5. Menambahkan Pengait pada Bantalan *Frame UP*

Saat proses *countersink* dan *fix frame pin 9 & 12*, bantalan frame perlu membutuhkan ganjalan yang terbuat dari kayu agar saat proses produksi berlangsung *frame* tidak bergerak dan stabil. Sehingga operator harus bolak-balik memilih ganjalan yang tepat dan sesuai dengan bantalan *frame*. Sebagai usulan perbaikan untuk mengatasi pemborosan ini, peneliti mengusulkan untuk memodifikasi bantakan dengan memasang pengait pada meja bantalan dan base besi bantalan sehingga operator tidak perlu menambahkan ganjalan kayu pada bantalan.

Before*Plan*

Gambar 5. 6 Kiazen 5

6. Merubah *Packaging screw* dari vendor

Pada saat proses *spray screw* operator harus membuka *screw* dari plastic yang berisi 50 *screw*/plastic, sedangkan sesuai permintaan *screw* yang harus di *spray* yaitu 500 *screw*. Sehingga operator harus membuka plastic sebanyak delapan kali untuk sekali proses *spray*. Aktivitas ini menjadi salah satu penyebab pemborosan *motion* karena aktivitas membuka plastic yang dilakukan satu per satu sebanyak delapan kali memerlukan waktu yang cukup lama. Sebagai perbaikan dari pemborosan ini yaitu melakukan *request* ke *vendor screw* untuk merubah *packaging screw* dalam satu kardus terbungkus satu plastic isi 500 *screw*, sehingga operator tidak perlu membuka plastic satu per satu dan tentunya dapat mengurangi waktu standar proses *spray screw*.

Before

Spray Screw UP								
60	Ambil Kardus isi Screw							0.05
61	Buka Kardus, plastik dan masukan screw ke dalam wadah							0.12
62	rendam screw	1						0.01
63	tiriskan screw	1						0.03
64	ambil jig dan taruh diatas bantalan roda	1						0.01
65	Masukan Screw ke dalam lubang Jig	1						0.51
66	sanding screw sebelum spray grey base	1						0.05
67	dorong bantalan roda keruang spray grey base							0.03
68	spray screw grey base							0.04
69	dorong bantalan roda ke seasoning room							0.04
70	masukkan bantalan roda ke seasoning room							0.03
71	sanding screw sebelum spray top colour	1						0.12
72	dorong bantalan roda ke ruang spray top colour							0.01
73	spray screw top colour							0.07
74	simpan screw							0.02



Plan



Gambar 5. 7 Kaizen 6

7. Membuat Jig Pelindung *Bearing* saat Proses *Spray Top Colour*

Saat proses *fix frame pin 9 & 12* operator harus mengerok cat pada bagian *bearing*. *Bearing* tersebut terkena cat saat proses *spray top colour*, pada proses tersebut bagian *bearing* tidak dilindungi dengan jig. Bagian ini sesuai Petunjuk Kerja (PK) tidak boleh terkena cat apabila bagian bearing terdapat cat akan mempengaruhi suara dan kualitas piano. Aktivitas mengerok dapat menyebabkan *waste motion*, sehingga untuk menghilangkan aktivitas tersebut adalah membuat jig pelindung *bearing* saat proses *spray top colour* agar operator saat proses *fix frame pin 9 & 12* tidak perlu mengerok cat bagian *bearing*.

Before



Plan



Gambar 5. 8 *Kaizen 7*

8. Mengganti Alat Pasang Pin 9 *Uryu Driver* dengan *Screw Feeder*

Pasang pin 9 merupakan urutan proses terakhir pada Kelompok *Frame UP*, proses ini membutuhkan waktu yang cukup lama dikarenakan masih dilakukan secara manual menggunakan alat *uryu driver*. Operator harus memasukkan pin 9 satu per satu kedalam *punch uryu driver* kemudian operator menembakan pin tersebut ke lubang *frame*. Aktivitas ini dilakukan secara berulang-ulang oleh operator sebanyak 96 kali, sehingga menyebabkan *waste* pada proses tersebut. Untuk mengurangi *waste*, peneliti memberikan usulan mengganti alat pasang pin atau *uryu driver* dengan alat pasang pin yang tidak perlu memasukan pin kedalam alat secara manual. Alat yang dimaksud yaitu *screw feeder*, sehingga operator tidak perlu memasukkan pin satu per satu dikarenakan pada alat ini sudah terdapat *storage* yang otomatis pin 9 dapat baris apabila akan dipasang pada *frame*.

Before



Plan



Gambar 5. 9 *Kaizen 8*

5.3.2 *Kontribusi Produktivitas*

Kontribusi produktivitas adalah sumbangan atau peran yang diberikan oleh seseorang, kelompok, atau suatu sistem dalam meningkatkan produktivitas. Produktivitas sendiri merujuk pada efisiensi dan efektivitas dalam menghasilkan output (hasil) dari input (sumber daya) yang tersedia, seperti tenaga kerja, waktu, atau bahan baku (Krisnanti & Garside, 2022).

Tabel 5. 4 Kontribusi Produktivitas

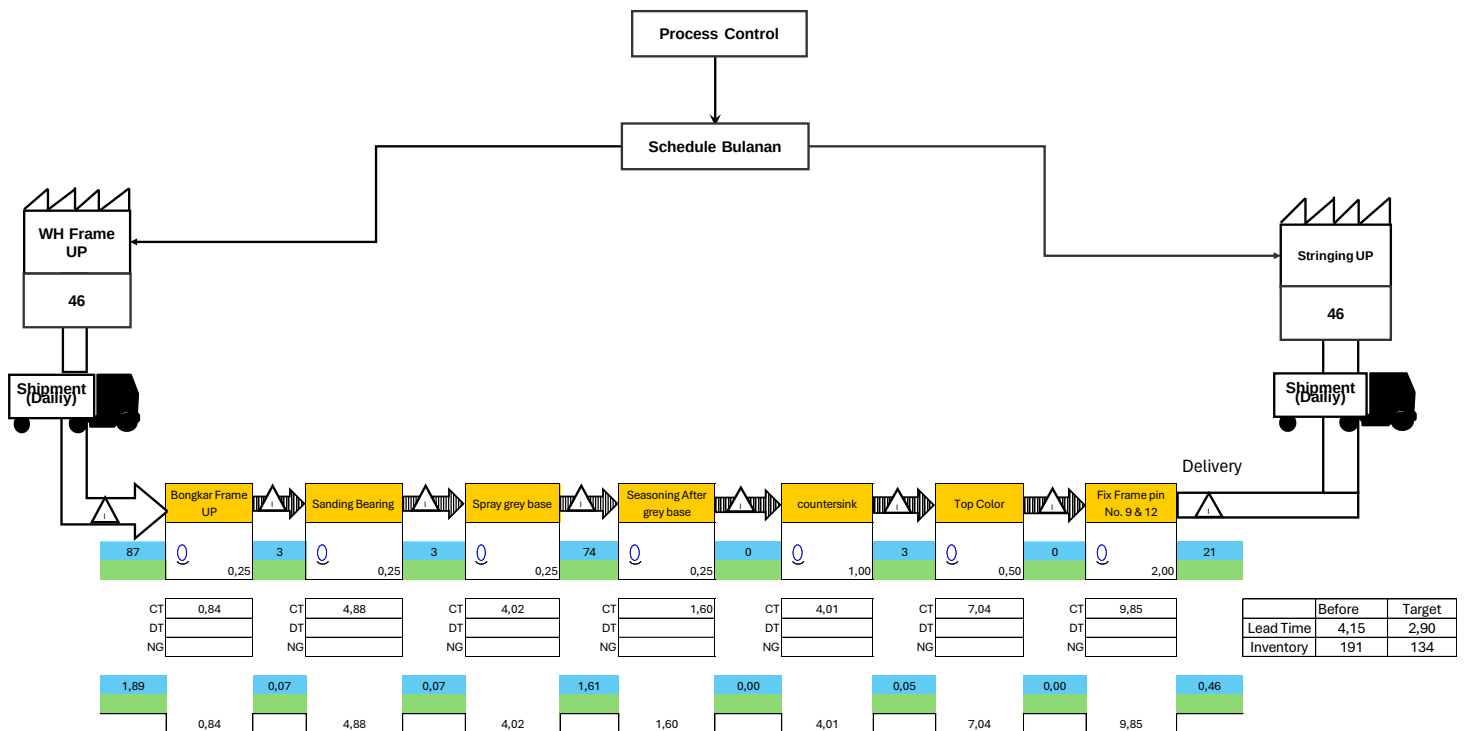
No	Kaizen Description	Estimasi %	Total %
1	Membuat Tempat Rangka Pallet pada proses bongkar <i>frame</i>	0,22%	15,1%
2	Memindahkan Tempat Penyimpanan Screw	3,83%	
3	Modifikasi table Lifter pada ruang Seasoning Room	0,38%	
4	Menambahkan <i>belt</i> pada <i>roller seasoning room</i>	1,58%	
5	Menambahkan Pengait pada Bantalan <i>Frame UP</i>	0,76%	
6	Merubah <i>Packaging screw</i> dari vendor	3,41%	
7	Membuat Jig Pelindung <i>Bearing</i> saat Proses <i>Spray Top Colour</i>	0,57%	
8	Mengganti Alat Pasang Pin 9 Uryu Driver dengan Screw Feeder	4,37%	

Tabel 5.4 menggambarkan usulan perbaikan atau *kaizen* yang dirancang untuk meningkatkan produktivitas melalui berbagai perbaikan di proses produksi. Apabila semua *Kaizen* diimplementasikan, diestimasi akan ada peningkatan produktivitas sebesar 15,1%. *Kaizen* ini mencakup tindakan seperti membuat tempat untuk rangka pallet pada proses bongkar frame (0,22%), yang akan meningkatkan efisiensi dalam penanganan material, hingga memindahkan tempat penyimpanan screw (3,83%), yang dapat mengurangi waktu yang dihabiskan untuk mencari komponen. Modifikasi lain, seperti penambahan belt pada roller di seasoning room (1,58%) dan modifikasi pada table lifter (0,38%), akan mempercepat proses manufaktur di area tersebut, sementara perubahan pada pengemasan screw dari vendor (3,41%) akan memperbaiki alur distribusi material. Selain itu, inovasi seperti mengganti alat pasang pin dengan screw feeder (4,37%) juga diharapkan dapat meningkatkan kecepatan dan akurasi dalam pemasangan komponen. Kombinasi dari perbaikan-perbaikan ini secara bertahap, meskipun tampak kecil, mampu memberikan peningkatan yang signifikan dalam efisiensi dan produktivitas operasional keseluruhan.

5.4 Future State Value Stream Mapping

Setelah menyelesaikan pembuatan *Current Value Stream Mapping* dan berhasil mengidentifikasi berbagai bentuk waste dalam proses, langkah selanjutnya adalah mengimplementasikan perbaikan untuk mengurangi atau menghilangkan waste tersebut. Perbaikan ini dapat dilakukan melalui penerapan *kaizen*, yaitu metode continuous improvement yang fokus pada perubahan kecil namun berkelanjutan. Setelah serangkaian perbaikan melalui

kaizen diterapkan, langkah berikutnya adalah merancang *Future State Value Stream Mapping*. *Future State VSM* ini berfungsi sebagai peta jalan baru yang menggambarkan bagaimana proses seharusnya berjalan setelah perbaikan dilakukan, dengan tujuan menciptakan aliran yang lebih efisien, bebas dari pemborosan, dan lebih mendekati kondisi ideal yang diinginkan.



Gambar 5. 10 *Future State Value Stream Mapping*

Tabel 5. 5 *Future Value Stream Mapping*

<i>Future Value Stream Mapping</i>				
Aktivitas	Jumlah	Waktu (Menit)	% (Jumlah)	% (Waktu)
VA	22	26,54	51,2%	74,4%
NVA	1	0,28	2,3%	0,8%
NNVA	20	8,83	46,5%	24,8%
TOTAL	43	35,39	100,0%	100,0%

Pada gambar 5.10 menunjukkan perkiraan *Value Stream Mapping* setelah dilakukan perbaikan penggantian alat pasang pin 9 yang otomatis dan menghilangkan proses mengerok cat pada bagian bearing r2 dan r4 dengan *kaizen* membuat jig pelindung *bearing* saat proses *spray top*

colour, sehingga membuat proses *fix frame pin 9 & 12* menjadi lebih efisien dan diperkirakan terdapat pengurangan waktu dari usulan perbaikan ini sekitar tiga menit. Sedangkan, pada tabel 5.4 menunjukkan analisis *Future Value Stream Mapping* dari tabel tersebut, kita dapat melihat bahwa terdapat 43 aktivitas secara keseluruhan. Dari jumlah tersebut, sebanyak 22 aktivitas atau 51,2% termasuk kategori VA yang menambah nilai langsung kepada produk, dengan alokasi waktu sebesar 26,54 menit atau 74,4% dari total waktu. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas aktivitas dalam proses ini berfokus pada meningkatkan nilai produk secara langsung, yang merupakan hal positif dalam konteks efisiensi proses. Namun, terdapat 20 aktivitas atau 46,5% yang masuk kategori NNVA, yang meskipun tidak menambah nilai langsung kepada produk, dianggap perlu untuk kelangsungan proses, seperti kegiatan yang harus dilakukan untuk memenuhi regulasi atau standar keselamatan. Aktivitas NNVA ini memakan waktu 8,83 menit atau sekitar 24,8% dari total waktu. Sementara itu, hanya terdapat 1 aktivitas NVA yang merupakan pemborosan, dengan waktu yang sangat minim, yaitu 0,28 menit atau 0,8% dari total waktu, yang berarti proses ini memiliki sedikit aktivitas yang tidak perlu.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa Kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa pada kelompok *Frame UP* terjadi beberapa jenis pemborosan (*waste*). Melalui analisis menggunakan *Waste Assessment Model*, teridentifikasi jenis pemborosan yang paling dominan, yaitu *waste motion* dengan persentase sebesar 19,74%. Kemudian, menggunakan metode *VALSAT* dengan *tools Process Activity Mapping (PAM)*, diperoleh hasil bahwa jumlah aktivitas yang memiliki nilai tambah (*Value Added/VA*) sebanyak 22 aktivitas atau 47,8% dari total aktivitas, dengan total waktu yang diperlukan sebesar 29,63 menit. Selain itu, ditemukan 21 aktivitas yang tidak menambah nilai tetapi tetap diperlukan (*Necessary but Non-Value Added/NNVA*) yang mencakup 45,7% dari keseluruhan aktivitas dengan waktu 14,75 menit. Sementara itu, terdapat 3 aktivitas yang benar-benar tidak menambah nilai (*Non-Value Added/NVA*), yang hanya mencakup 6,5% dari total aktivitas, dengan durasi waktu 1,35 menit.
2. Berdasarkan hasil temuan *waste*, maka untuk mengurangi *waste* peneliti memberikan beberapa usulan perbaikan seperti, membuat tempat rangka pallet pada proses bongkar *frame*, memindahkan tempat penyimpanan *screw*, modifikasi *table lifter* pada ruang *seasoning room*, menambahkan *belt* pada *roller seasoning room*, menambahkan pengait pada bantalan *frame UP*, merubah *packaging screw* dari *vendor*, membuat jig pelindung *bearing* saat proses *spray top colour*, mengganti alat pasang pin 9 *uryu driver* dengan *screw feeder*. Dengan mengimplementasikan usulan tersebut, diharapkan mampu mengurangi pemborosan atau *waste* yang terjadi di lini produksi dan meminimalkan kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added*). Secara keseluruhan, hal ini akan berkontribusi secara signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas kelompok *Frame UP*, yang pada gilirannya akan mendukung tercapainya target operasional yang lebih optimal.

6.2 *Saran*

Setelah melakukan pengolahan, analisis, dan Kesimpulan terhadap peneliti ini, maka penulis memberikan beberapa saran baik untuk Perusahaan atau penelitian berikutnya, sebagai berikut:

1. Perusahaan sebaiknya melakukan penggantian alat pasang pin 9 yang sekarang (*uryu driver*) dengan *screw feeder* agar proses pasang pin 9 lebih optimal dan efisien.
2. Untuk penelitian berikutnya, penulis merekomendasikan penelitian perubahan layout area produksi *frame UP* yang lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Rahman Damanik, O., Methalina Afma, V., Anna Haulian Siboro, B., Kepulauan Batam, R., Pengajar Program Studi Teknik Industri, S., Riau Kepulauan Batam Jl Batu Aji Baru, U., & Riau, K. (2017). Analisa Pendekatan *Lean Manufacturing* Dengan Metode Vsm (*Value Stream Mapping*) Untuk Mengurangi Pemborosan Waktu (Studi Kasus Ud. Almaida). *Profisiensi*, 1, 1–6.
- Amrina, E., Putri, N. T., & Anjani, D. M. (2019). Waste assessment using lean manufacturing in rubber production. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 528(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/528/1/012051>
- Bizuneh, B., & Omer, R. (2024). Lean waste prioritisation and reduction in the apparel industry: application of waste assessment model and value stream mapping. *Cogent Engineering*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2341538>
- Dzikru Rahman, R. , A. Y. Y. M. R. (2023). *Root Cause Analysis Peningkatan Differential Pressure Pada Air Handling Unit Di Pt. I.*
- Fhadillah, I. (2020). Analisis Pemborosan Di Pt. Xyzmenggunakan “8 Waste.” *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, Vol. 6(No. 2).
- Firdaus, R. Z., & Wahyudin, W. (2023a). Penerapan Konsep Lean Manufacturing untuk Meminimasi Waste pada PT Anugerah Damai Mandiri (ADM). *Journal of Integrated System*, 6(1), 21–31. <https://doi.org/10.28932/jis.v6i1.5632>
- Firdaus, R. Z., & Wahyudin, W. (2023b). Penerapan Konsep Lean Manufacturing untuk Meminimasi Waste pada PT Anugerah Damai Mandiri (ADM). *Journal of Integrated System*, 6(1), 21–31. <https://doi.org/10.28932/jis.v6i1.5632>
- Fitriadi, R., & Wijayanti, W. R. (2024). Identification of Waste in The Production Process Using Lean Manufacturing Approach (Case Study: PT. Multiyasa Abadi Sentosa). *E3S Web of Conferences*, 517. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451706004>
- Haekal, J. (2022a). Integration of Lean Manufacturing and Promodel Simulation on Repair Production Process Flow of Polysilane Bottle Printing Using VSM, WAM, VALSAT, And RCA Methods: Case Study Packaging Manufacturing Company. *International Journal Of Scientific Advances*, 3(2). <https://doi.org/10.51542/ijscia.v3i2.15>
- Haekal, J. (2022b). The Integration of Lean Manufacturing and Promodel Simulation in the Shampoo Production Process with the VALSAT and VSM Method Approach. In *International Journal of Multidisciplinary Research and Publications (IJMRAP)* (Vol. 4, Issue 11).
- Haryanto, D. (2019). Analisis Penerapan Konsep Lean Manufacturing pada Penurunan Defect Knuckle Arm Steering dengan Metode PDCA di PT.PQR. In *Journal of Industrial Engineering, Scientific Journal on Research and Application of Industrial System* (Vol. 4, Issue 1).
- Hidayat, S., & Nurlina, S. (2021). *Application Of Lean Manufacturing In The Production Of Spun Pile Using Waste Assesment Model And Value Stream Analysis.*
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. In *International Journal of Operations and Production Management* (Vol. 17, Issue 1, pp. 46–64). <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>
- Hines, Peter., & Taylor, David. (2000). *Going lean : a guide to implementation.* Lean Enterprise Research Centre.

- Jufrijal, J., & Fitriadi, F. (2022). Identifikasi Waste Crude Palm Oil dengan Menggunakan Waste Assessment Model. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 8(1), 43–53. <https://doi.org/10.30656/intech.v8i1.4387>
- Kholil, M., Suparno, A., & Aprilia, R. (2022). Lean Approach for Waste Reduction in Production Line by Integrating DMAIC, VSM, and VALSAT Method (Study Case: Assembling Bracket Manufacturing Automotive Industry). In *Journal of Intelligent Decision Support System (IDSS)* (Vol. 5, Issue 1).
- Krisnanti, E. D., & Garside, A. K. (2022). Penerapan Lean Manufacturing untuk Meminimasi Waste Percetakan Box. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 8(2), 99–108. <https://doi.org/10.30656/intech.v8i2.4780>
- Kuswardana, A., Eka Mayangsari, N., & Haidar Natsir Amrullah. (2018). *Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode RCA (Fishbone Diagram Method And 5-Why Analysis) di PT. PAL Indonesia*.
- Meila Sari, E., & Muchtar Darmawan, dan M. (2020). *Pengukuran Waktu Baku Dan Analisis Beban Kerja Pada Proses Filling Dan Packing Produk Lulur Mandi Di Pt. Gloria Origita Cosmetics Measurement of Standard Time and Analysis of Workloads in The Filling Process and Packing of Shower Scrub Products at PT. Gloria Origita Cosmetics*. 2(1).
- Mela Julia, A. J. M. (2022). Literature Review Determinasi Struktur Organisasi: Teknologi, Lingkungan Dan Strategi Organisasi. *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi (JEMSI)*, 3(4).
- Novitasari, R., & Iftadi, I. (2020). Analisis Lean Manufacturing untuk Minimasi Waste pada Proses Door PU. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 6(1), 65–74. <https://doi.org/10.30656/intech.v6i1.2045>
- Nurwulan, N. R. (n.d.). *Penerapan Lean Manufacturing di Industri Makanan dan Minuman: Kajian Literatur*.
- Pratama, R. A., Zaqi, A., & Faritsy, A. (2024). Optimalisasi Proses Produksi Briket dengan Metode Lean Manufacturing (Studi Kasus: CV Harico). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 3(2), 220–229.
- Pratama, S. A., Intan, R., Mahasiswa, P., Dosen, D., & Unsurya, M. (n.d.). *Pengaruh Penerapan Standar Operasional Prosedur Dan Kompetensi Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan Divisi Ekspor Pt. Dua Kuda Indonesia*.
- Rawabdeh, I. A. (2005). A model for the assessment of waste in job shop environments. *International Journal of Operations and Production Management*, 25(8), 800–822. <https://doi.org/10.1108/01443570510608619>
- Riyadi, M., Perkapalan, S., Teknik, F., & Kelautan, I. (2018). *Jurnal Midship Strategi Peningkatan Produksi di Galangan Kapal Kelas Menengah dalam Menunjang Tol Laut*.
- Rusdiana, W., Soediantono, D., Staf, S., Tni, K., & Laut, A. (2022). Kaizen and Implementation Suggestion in the Defense Industry: A Literature Review. In *Journal of Industrial Engineering & Management Research* (Vol. 3, Issue 3). <http://www.jiemar.org>
- Tannady, H., Gunawan, E., Nurprihatin, F., & Wilujeng, F. R. (2019). Process improvement to reduce waste in the biggest instant noodle manufacturing company in South East Asia. *Journal of Applied Engineering Science*, 17(2), 203–212. <https://doi.org/10.5937/jaes17-18951>
- Wijaya, H. (2023). Analisa Area Gudang Dengan Metode Kaizen Di Pt. Indah Prakasa Sentosa Tbk.Cab Cilegon. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 4(3). <https://doi.org/10.7777/jiemar>
- Yadrifil, Pratama, R. A., & Rus, A. M. M. (2020). Improvement recommendation to eliminate waste on the production process of line laminating door component with value stream

- mapping and waste assessment model method. *AIP Conference Proceedings*, 2227. <https://doi.org/10.1063/5.0004213>
- Yasin, M., & Priyono, J. (2016). Analisis Faktor Usia, Gaji Dan Beban Tanggungan Terhadap Produksi Home Industri Sepatu Di Sidoarjo (Studi Kasus Di Kecamatan Krian). *Jurnal Ekonomi & Bisnis*, 1(1), 95–120.
- Yuri Zagloel, T. M. (2021). Implementasi Lean Manufaturing Pada Produksi Machining Cast Wheel Dengan Menggunakan Metode WAM dan VALSAT. In *Journal of Industrial and Engineering System* (Vol. 2, Issue 1).

LAMPIRAN

1. Kuesioner Waste Assessment Model (WAM)

1. Kuisisioner WRM

KUISISIONER WRM (WASTE RELATIONSHIP MATRIX) TERHADAP KELOMPOK FRAME UP

Identitas Responden

Nama:	
Bagian:	

Instruksi pengisian: terdapat 6 butir pertanyaan pada 1 tabel kuisisioner WRM. Isilah jawaban dari pertanyaan pada tabel dibawah ini dengan melingkari pilihan jawaban yang ada sesuai dengan yang terjadi di bagian produksi Keyboard Assy UP.

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Overproduction</i> menghasilkan <i>Inventories</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	4
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Overproduction</i> dan <i>Inventories</i>	a. Jika <i>Overproduction</i> naik maka <i>Inventories</i> naik b. Jika <i>Overproduction</i> naik maka <i>Inventories</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	4
3.	Dampak terhadap <i>Inventories</i> karena <i>Overproduction</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak <i>Overproduction</i> terhadap <i>Inventories</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Overproduction</i> terhadap <i>Inventories</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	4
6.	Sebesar apa dampak <i>Overproduction</i> terhadap	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

20

<i>Inventories</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	
---	--

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Overproduction</i> menghasilkan <i>Defect</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Overproduction</i> dan <i>Defect</i>	a. Jika <i>Overproduction</i> naik maka <i>Defect</i> naik b. Jika <i>Overproduction</i> naik maka <i>Defect</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap <i>Defects</i> karena <i>Overproduction</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	2
4.	Menghilangkan dampak <i>Overproduction</i> terhadap <i>Defect</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Overproduction</i> terhadap <i>Defect</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	4
6.	Sebesar apa dampak <i>Overproduction</i> terhadap <i>Defect</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	0

10

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Overproduction</i> menghasilkan <i>Motion</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	4
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>overproduction</i> dan <i>Motion</i>	a. Jika <i>Overproduction</i> naik maka <i>Motion</i> naik b. Jika <i>Overproduction</i> naik maka <i>Motion</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	4
3.	Dampak terhadap <i>Motion</i> karena <i>Overproduction</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak <i>Overproduction</i> terhadap <i>Motion</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Overproduction</i> terhadap <i>Motion</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	4
6.	Sebesar apa dampak <i>Overproduction</i> terhadap <i>Motion</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	4

22

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Overproduction</i> menghasilkan <i>Transportation</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	4
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Overproduction</i> dan <i>Transportation</i>	a. Jika <i>Overproduction</i> naik maka <i>Transportation</i> naik b. Jika <i>Overproduction</i> naik maka <i>Transportation</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	4
3.	Dampak terhadap <i>Transportation</i> karena <i>Overproduction</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak <i>Overproduction</i> terhadap <i>Transportation</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Overproduction</i> terhadap <i>Transportation</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	1
6.	Sebesar apa dampak <i>Overproduction</i> terhadap <i>Transportation</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	4

B

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Overproduction</i> menghasilkan <i>Waiting</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	4
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Overproduction</i> dan <i>Waiting</i>	a. Jika <i>Overproduction</i> naik maka <i>Waiting</i> naik b. Jika <i>Overproduction</i> naik maka <i>Waiting</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	4
3.	Dampak terhadap <i>Waiting</i> karena <i>Overproduction</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak <i>Overproduction</i> terhadap <i>Waiting</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Overproduction</i> terhadap <i>Waiting</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	2
6.	Sebesar apa dampak <i>Overproduction</i> terhadap <i>Waiting</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	4

(20)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Inventories</i> menghasilkan <i>Overproduction</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Inventories</i> dan <i>Overproduction</i>	a. Jika <i>Inventories</i> naik maka <i>Overproduction</i> naik b. Jika <i>Inventories</i> naik maka <i>Overproduction</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap <i>Overproduction</i> karena <i>Inventories</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak <i>Inventories</i> terhadap <i>Overproduction</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Inventories</i> terhadap <i>Overproduction</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	4
6.	Sebesar apa dampak <i>Inventories</i> terhadap <i>Overproduction</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

(12)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Inventories</i> menghasilkan <i>Defects</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Inventories</i> dan <i>Defects</i>	a. Jika <i>Inventories</i> naik maka <i>Defects</i> naik b. Jika <i>Inventories</i> naik maka <i>Defects</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap <i>Defects</i> karena <i>Inventories</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	0
4.	Menghilangkan dampak <i>Inventories</i> terhadap <i>Defects</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Inventories</i> terhadap <i>Defects</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	4
6.	Sebesar apa dampak <i>Inventories</i> terhadap <i>Defects</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	0

(8)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Inventories</i> menghasilkan <i>Motion</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Inventories</i> dan <i>Motion</i>	a. Jika <i>Inventories</i> naik maka <i>Motion</i> naik b. Jika <i>Inventories</i> naik maka <i>Motion</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap <i>Motion</i> karena <i>Inventories</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	2
4.	Menghilangkan dampak <i>Inventories</i> terhadap <i>Motion</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Inventories</i> terhadap <i>Motion</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	4
6.	Sebesar apa dampak <i>Inventories</i> terhadap <i>Motion</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	0

(10)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Inventories</i> menghasilkan <i>Transportation</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Inventories</i> dan <i>Transportation</i>	a. Jika <i>Inventories</i> naik maka <i>Transportation</i> naik b. Jika <i>Inventories</i> naik maka <i>Transportation</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	2
3.	Dampak terhadap <i>Transportation</i> karena <i>Inventories</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	0
4.	Menghilangkan dampak <i>Inventories</i> terhadap <i>Transportation</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Inventories</i> terhadap <i>Transportation</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	2
6.	Sebesar apa dampak <i>Inventories</i> terhadap <i>Transportation</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	0

(6)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Defects</i> menghasilkan <i>Overproduction</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Defects</i> dan <i>Overproduction</i>	a. Jika <i>Defects</i> naik maka <i>Overproduction</i> naik b. Jika <i>Defects</i> naik maka <i>Overproduction</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap <i>Overproduction</i> karena <i>Defects</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak <i>Defects</i> terhadap <i>Overproduction</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Defects</i> terhadap <i>Overproduction</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	4
6.	Sebesar apa dampak <i>Defects</i> terhadap <i>Overproduction</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

(10)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Defects</i> menghasilkan <i>Inventories</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Defects</i> dan <i>Inventories</i>	a. Jika <i>Defects</i> naik maka <i>Inventories</i> naik b. Jika <i>Defects</i> naik maka <i>Inventories</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap <i>Inventories</i> karena <i>Defects</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak <i>Defects</i> terhadap <i>Inventories</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Defects</i> terhadap <i>Inventories</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	4
6.	Sebesar apa dampak <i>Defects</i> terhadap <i>Inventories</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

(12)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Defects</i> menghasilkan <i>Motion</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	4
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Defects</i> dan <i>Motion</i>	a. Jika <i>Defects</i> naik maka <i>Motion</i> naik b. Jika <i>Defects</i> naik maka <i>Motion</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	4
3.	Dampak terhadap <i>Motion</i> karena <i>Defects</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak <i>Defects</i> terhadap <i>Motion</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Defects</i> terhadap <i>Motion</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	4
6.	Sebesar apa dampak <i>Defects</i> terhadap <i>Motion</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

(20)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Defects</i> menghasilkan <i>Transportation</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Defects</i> dan <i>Transportation</i>	a. Jika <i>Defects</i> naik maka <i>Waiting</i> naik b. Jika <i>Defects</i> naik maka <i>Waiting</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	4
3.	Dampak terhadap <i>Transportation</i> karena <i>Defects</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak <i>Defects</i> terhadap <i>Transportation</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Defects</i> terhadap <i>Transportation</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	2
6.	Sebesar apa dampak <i>Defects</i> terhadap <i>Transportation</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	4

(18)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Defects</i> menghasilkan <i>Waiting</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	4
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Defects</i> dan <i>Waiting</i>	a. Jika <i>Defects</i> naik maka <i>Waiting</i> naik b. Jika <i>Defects</i> naik maka <i>Waiting</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	4
3.	Dampak terhadap <i>Waiting</i> karena <i>Defects</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak <i>Defects</i> terhadap <i>Waiting</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Defects</i> terhadap <i>Waiting</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	2
6.	Sebesar apa dampak <i>Defects</i> terhadap <i>Waiting</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	4

(20)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Motion</i> menghasilkan <i>Inventories</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Motion</i> dan <i>Inventories</i>	a. Jika <i>Motion</i> naik maka <i>Inventories</i> naik b. Jika <i>Motion</i> naik maka <i>Inventories</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	4
3.	Dampak terhadap <i>Inventories</i> karena <i>Motion</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	2
4.	Menghilangkan dampak <i>Motion</i> terhadap <i>Inventories</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Motion</i> terhadap <i>Inventories</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	1
6.	Sebesar apa dampak <i>Motion</i> terhadap <i>Inventories</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

(11)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Motion</i> menghasilkan <i>Defects</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Motion</i> dan <i>Defects</i>	a. Jika <i>Motion</i> naik maka <i>Defects</i> naik b. Jika <i>Motion</i> naik maka <i>Defects</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap <i>Defects</i> karena <i>Motion</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	0
4.	Menghilangkan dampak <i>Motion</i> terhadap <i>Defects</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Motion</i> terhadap <i>Defects</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	4
6.	Sebesar apa dampak <i>Motion</i> terhadap <i>Defects</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

(10)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Motion</i> menghasilkan <i>Process</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	4
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Motion</i> dan <i>process</i>	a. Jika <i>Motion</i> naik maka <i>Process</i> naik b. Jika <i>Motion</i> naik maka <i>Process</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	4
3.	Dampak terhadap <i>process</i> karena <i>Motion</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak <i>Motion</i> terhadap <i>process</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Motion</i> terhadap <i>process</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	4
6.	Sebesar apa dampak <i>Motion</i> terhadap <i>process</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	4

(22)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Motion</i> menghasilkan <i>Waiting</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Motion</i> dan <i>Waiting</i>	a. Jika <i>Motion</i> naik maka <i>Waiting</i> naik b. Jika <i>Motion</i> naik maka <i>Waiting</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap <i>Waiting</i> karena <i>Motion</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	2
4.	Menghilangkan dampak <i>Motion</i> terhadap <i>Waiting</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Motion</i> terhadap <i>Waiting</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	2
6.	Sebesar apa dampak <i>Motion</i> terhadap <i>Waiting</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

(6)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Transportation</i> menghasilkan <i>Overproduction</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Transportation</i> dan <i>Overproduction</i>	a. Jika <i>Transportation</i> naik maka <i>Overproduction</i> naik b. Jika <i>Transportation</i> naik maka <i>Overproduction</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap <i>Overproduction</i> karena <i>Transportation</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	2
4.	Menghilangkan dampak <i>Transportation</i> terhadap <i>Overproduction</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Transportation</i> terhadap <i>Overproduction</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	1
6.	Sebesar apa dampak <i>Transportation</i> terhadap <i>Overproduction</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

(7)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Transportation</i> menghasilkan <i>Inventories</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Transportation</i> dan <i>Inventories</i>	a. Jika <i>Transportation</i> naik maka <i>Inventories</i> naik b. Jika <i>Transportation</i> naik maka <i>Inventories</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap <i>Inventories</i> karena <i>Transportation</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	2
4.	Menghilangkan dampak <i>Transportation</i> terhadap <i>Inventories</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Transportation</i> terhadap <i>Inventories</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	2
6.	Sebesar apa dampak <i>Transportation</i> terhadap <i>Inventories</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

(8)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Transportation</i> menghasilkan <i>Defects</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Transportation</i> dan <i>Defects</i>	a. Jika <i>Transportation</i> naik maka <i>Defects</i> naik b. Jika <i>Transportation</i> naik maka <i>Defects</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap <i>Defects</i> karena <i>Transportation</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	0
4.	Menghilangkan dampak <i>Transportation</i> terhadap <i>Defects</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Transportation</i> terhadap <i>Defects</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	4
6.	Sebesar apa dampak <i>Transportation</i> terhadap <i>Defects</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	0

(6)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Transportation</i> menghasilkan <i>Motion</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	4
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Transportation</i> dan <i>Motion</i>	a. Jika <i>Transportation</i> naik maka <i>Motion</i> naik b. Jika <i>Transportation</i> naik maka <i>Motion</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	4
3.	Dampak terhadap <i>Motion</i> karena <i>Transportation</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak <i>Transportation</i> terhadap <i>Motion</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Transportation</i> terhadap <i>Motion</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	1
6.	Sebesar apa dampak <i>Transportation</i> terhadap <i>Motion</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	4

(19)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Transportation</i> menghasilkan <i>Waiting</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Transportation</i> dan <i>Waiting</i>	a. Jika <i>Transportation</i> naik maka <i>Waiting</i> naik b. Jika <i>Transportation</i> naik maka <i>Waiting</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap <i>Waiting</i> karena <i>Transportation</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	2
4.	Menghilangkan dampak <i>Transportation</i> terhadap <i>Waiting</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Transportation</i> terhadap <i>Waiting</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	1
6.	Sebesar apa dampak <i>Transportation</i> terhadap <i>Waiting</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

(9)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Process</i> menghasilkan <i>Overproduction</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Process</i> dan <i>Overproduction</i>	a. Jika <i>Process</i> naik maka <i>Overproduction</i> naik b. Jika <i>Process</i> naik maka <i>Overproduction</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap <i>Overproduction</i> karena <i>Process</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak <i>Process</i> terhadap <i>Overproduction</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Process</i> terhadap <i>Overproduction</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	4
6.	Sebesar apa dampak <i>Process</i> terhadap <i>Overproduction</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	4

(16)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Process</i> menghasilkan <i>Inventories</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Process</i> dan <i>Inventories</i>	a. Jika <i>Process</i> naik maka <i>Inventories</i> naik b. Jika <i>Process</i> naik maka <i>Inventories</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	4
3.	Dampak terhadap <i>Inventories</i> karena <i>Process</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	2
4.	Menghilangkan dampak <i>Process</i> terhadap <i>Inventories</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Process</i> terhadap <i>Inventories</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	4
6.	Sebesar apa dampak <i>Process</i> terhadap <i>Inventories</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

(16)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Process</i> menghasilkan <i>Defects</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Process</i> dan <i>Defects</i>	a. Jika <i>Process</i> naik maka <i>Defects</i> naik b. Jika <i>Process</i> naik maka <i>Defects</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap <i>Defects</i> karena <i>Process</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak <i>Process</i> terhadap <i>Defects</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Process</i> terhadap <i>Defects</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	4
6.	Sebesar apa dampak <i>Process</i> terhadap <i>Defects</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	0

(12)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Process</i> menghasilkan <i>Motion</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	4
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Process</i> dan <i>Motion</i>	a. Jika <i>Process</i> naik maka <i>Motion</i> naik b. Jika <i>Process</i> naik maka <i>Motion</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	4
3.	Dampak terhadap <i>Motion</i> karena <i>Process</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak <i>Process</i> terhadap <i>Motion</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Process</i> terhadap <i>Motion</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	2
6.	Sebesar apa dampak <i>Process</i> terhadap <i>Motion</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	4

(20)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Process</i> menghasilkan <i>Waiting</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Process</i> dan <i>Waiting</i>	a. Jika <i>Process</i> naik maka <i>Waiting</i> naik b. Jika <i>Process</i> naik maka <i>Waiting</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap <i>Waiting</i> karena <i>Process</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak <i>Process</i> terhadap <i>Waiting</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Process</i> terhadap <i>Waiting</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	2
6.	Sebesar apa dampak <i>Process</i> terhadap <i>Waiting</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	0

(10)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Waiting</i> menghasilkan <i>Inventories</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Waiting</i> dan <i>Inventories</i>	a. Jika <i>Waiting</i> naik maka <i>Inventories</i> naik b. Jika <i>Waiting</i> naik maka <i>Inventories</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	4
3.	Dampak terhadap <i>Inventories</i> karena <i>Waiting</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak <i>Waiting</i> terhadap <i>Inventories</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Waiting</i> terhadap <i>Inventories</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	2
6.	Sebesar apa dampak <i>Waiting</i> terhadap <i>Inventories</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	0

(12)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Waiting</i> menghasilkan <i>Overproduction</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Waiting</i> dan <i>Overproduction</i>	a. Jika <i>Waiting</i> naik maka <i>Overproduction</i> naik b. Jika <i>Waiting</i> naik maka <i>Overproduction</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	2
3.	Dampak terhadap <i>Overproduction</i> karena <i>Waiting</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	2
4.	Menghilangkan dampak <i>Waiting</i> terhadap <i>Overproduction</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Waiting</i> terhadap <i>Overproduction</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	2
6.	Sebesar apa dampak <i>Waiting</i> terhadap <i>Overproduction</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	0

(8)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah <i>Waiting</i> menghasilkan <i>Defects</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>Waiting</i> dan <i>Defects</i>	a. Jika <i>Waiting</i> naik maka <i>Defects</i> naik b. Jika <i>Waiting</i> naik maka <i>Inventories</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap <i>Defects</i> karena <i>Waiting</i>	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	0
4.	Menghilangkan dampak <i>Waiting</i> terhadap <i>Defects</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksional	2
5.	Dampak <i>Waiting</i> terhadap <i>Defects</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses	2
6.	Sebesar apa dampak <i>Waiting</i> terhadap <i>Defects</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

(6)

37-38 A
39 B
40-42 A
43-46 B
61 A
62-68 B

1-12 B
13-19 A
20-24 B
25-28 A
29
30
31-36 B

2. Kuisloner WAQ

No	Aspek dan Daftar Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Jawaban		
			Ya	Sedang	Tidak
Kategori Man					
05 B	1. Sering dilakukan rolling pekerjaan	To Motion		✓	
0 B	2. Manajer menetapkan standar operasional prosedur (SOP)	From Motion	✓		
0 B	3. Dilakukannya pengawasan kualitas pekerjaan	From Defects	✓		
0 B	4. Dilakukannya kegiatan dalam meningkatkan semangat kerja	From Motion	✓		
0 B	5. Dilakukannya program pelatihan untuk karyawan	From Motion	✓		
0 B	6. Memiliki rasa tanggung jawab terhadap pekerjaan	From Defects	✓		
0 B	7. Menggunakan APD pada saat bekerja	From Process	✓		
Kategori Material					
0 B	8. Penerapan lead time untuk penjadwalan produksi	To Waiting	✓		
0 B	9. Melakukan pengecekan bahan baku sebelum memulai produksi	To Waiting	✓		
0.5 B	10. Bahan baku diambil dalam sekali proses pengambilan	From Transportation		✓	
0.5 B	11. Pihak manajemen memberikan laporan mengenai aktivitas penyimpanan barang digudang	From Inventory		✓	
0 B	12. Melakukan pemberitahuan jika terdapat perubahan inventori	From Inventory	✓		
1 A	13. Terdapat akumulasi material yang berlebihan	From Defects	✓		
0 A	14. Terjadi penumpukan bahan baku yang tidak diperlukan	From Inventory			✓
0.5 A	15. Pekerja menunggu material datang di area produksi	From Waiting		✓	
1 A	16. Terjadi pemindahan material dari biasanya	To Defects	✓		
0 A	17. Terjadi kerusakan material saat proses penindahan	To Defects			✓
0 A	18. Dilakukannya pencampuran material dengan produk jadi	From Transportation			✓

1 A	19	Dilakukannya bongkar muat material atau bahan baku secara manual	To Motion	✓		
OB	20	Digunakannya wadah sebelum proses pengemasan untuk mempermudah proses perhitungan dan perpindahan barang	From Waiting	✓		
OB	21	Bahan baku sejenis disimpan dalam satu area untuk memudahkan dan mengurangi waktu yang diperlukan dalam proses pencatran	From Motion	✓		
OB	22	Pemindahan bahan baku terjadi berulang kali	From Transportation		✓	
OB	23	Melakukan pengecekan material atau bahan baku yang diterima	From Defects	✓		
OB	24	Pemberian label pada material untuk mempermudah identifikasi	From Motion	✓		
1 A	25	Melakukan penyimpanan barang yang masih dalam proses di area proses produksi	From Inventory	✓		
OB	26	Melakukan pemesanan bahan baku yang belum dibutuhkan	From Inventory		✓	
OB	27	Terjadi kelonggaran waktu antara proses produksi	To waiting	✓		✓
OB	28	Terjadi pengerjaan ulang untuk produk yang tidak sesuai	From defects		✓	
OB	29	Bahan baku datang tepat waktu	From Waiting	✓		
OB	30	Terjadi penumpukan bahan baku karena tidak ada customer sesuai jadwal	From Overproduction			✓
OB	31	Bahan baku dan peralatan disimpan dengan benar	To Motion	✓		
Kategori Machine						
OB	32	Melakukan pengujian terhadap efisiensi mesin secara berkala	From Process	✓		
OB	33	Memperkirakan beban kerja setiap mesin dengan jelas	To Waiting	✓		
OB	34	Melakukan pengujian mesin sebelum digunakan	From Process	✓		
OB	35	Penggunaan material handling dalam membawa material berat	From Transportation	✓		
OB	36	Keseuaian kapasitas material pada saat pemindahan menggunakan material handling	To Motion	✓		

1 A	37	Melakukan kebijakan untuk memproduksi lebih besar dari yang dibutuhkan untuk memaksimalkan kapasitas dan penggunaan mesin	From Overproduction	✓		
0.5 A	38	Mesin sering berhenti karena gangguan mekanis	To Waiting		✓	
OB	39	Alat-alat yang dibutuhkan telah tersedia dan cukup untuk proses produksi	From Waiting	✓		
OB	40	Penggunaan material handling yang dapat berisiko kerusakan produk	To Defect			✓
OB	41	Penundaan produksi karena lamanya waktu setup	From Waiting			✓
OB	42	Adanya alat-alat yang rusak atau tidak digunakan dalam area kerja	To Motion			✓
OB	43	Melakukan pengurangan waktu setup mesin dengan menyesuaikan penjadwalan	From Process	✓		
Kategori Method						
OB	44	Tercakupinya luas area penyimpanan produk	To Transportation	✓		
OB	45	Pemberian label pada material untuk memudahkan dalam mengambil dan menyimpan	From Motion	✓		
OB	46	Penggunaan ruang penyimpanan secara efektif dengan bantuan rak-rak dan trolly	From Waiting	✓		
OB	47	Pembagian area gudang, area aktif untuk order yang paling sering dan area Cadangan untuk order yang lainnya	To Motion	✓		
OB	48	Dilakukannya penyesuaian waktu produksi dengan jumlah kebutuhan dan permintaan pelanggan	To Waiting	✓		
OB	49	Pemberian informasi tentang jadwal produksi ke semua bagian	To Defect	✓		
OB	50	Pembuatan standar operasional prosedur (SOP) untuk penggunaan mesin dalam proses produksi	From Motion	✓		
OB	51	Penerapan sistem Quality Control untuk setiap departemen	From Defect	✓		
OB	52	Penerapan waktu standar untuk setiap operasi atau pekerjaan	From Motion	✓		

OB	53	Pemberian informasi jika terjadi delay produksi	To Waiting	✓		
OB	54	Pengaturan jadwal untuk tiap jenis produk agar tidak terjadi penunggakan produksi	From Process	✓		
OB	55	Penggabungan langkah-langkah proses pengerjaan menjadi lebih sederhana	From Process	✓		
OB	56	Melakukan prosedur pemeriksaan terhadap produk yang dikembalikan	To Defects	✓		
OB	57	Menggunakan arsip inventori untuk menentukan pembelian bahan baku dan menjadwalkan produksi	From Inventory	✓		
OB	58	Gang-gang selalu dibersihkan dan dirapikan dengan baik	To Transportation	✓		
OB	59	Pemberian label pada area penyimpanan tertentu	To Motion	✓		
OB	60	Luas gang cukup untuk pergerakan transportasi dengan bebas	To Transportation	✓		
1 A	61	Penyimpanan material yang tidak seharusnya disimpan di area gudang	To Motion	✓		
OB	62	Penjadwalan rutin untuk membersihkan area produksi secara keseluruhan	To Motion	✓		
OB	63	Aliran produksi mengalir ke satu arah	From Motion	✓		
OB	64	Manajemen menangani desain, resep, dan standarisasi waktu pengerjaan	From Motion	✓		
OB	65	Penetapan tujuan standar kerja yang jelas dan spesifik	From Motion	✓		
OB	66	Mempertimbangkan ketidakseimbangan kerja	From Overproduction	✓		
OB	67	Prosedur kerja yang ada mampu menghilangkan pekerjaan yang tidak perlu atau berlebihan	From Process	✓		
OB	68	Hasil quality control, uji produk, dan evaluasi dilakukan dengan ilmu keteknikan	From Defects	✓		

2. Dokumentasi Pengamatan Langsung

