

**ANALISIS PENINGKATAN PRODUKTIVITAS DENGAN METODE WASTE
ASSESSMENT MODEL (WAM) DAN PENDEKATAN SUTAINABLE VALUE
STREAM MAPPING (SUS-VSM)**

(Studi Kasus : *Section Cabinet Case UP, PT.Yamaha Indonesia*)

TUGAS AKHIR

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



Nama : Farah Naufal Igindi
No. Mahasiswa : 19522242

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023**

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, 9 Oktober 2023



(Farah Naufal Igindi)
NIM 19522242

SURAT BUKTI PENELITIAN



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

Confidenti

SURAT KETERANGAN

No. : 14 /YI/ PKL /X/2023

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

Nama : FARAH NAUFAL IGINDI
Nomor Induk Mahasiswa : 19522242
Jurusan : Teknik Industri
Fakultas : Teknologi Industri
Alamat : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA

Telah melakukan penelitian dan pengamatan untuk penyusunan Tugas Akhir dengan Judul "*Analisis Peningkatan Produktivitas dengan Metode Waste Assessment Model (WAM) dan Pendekatan Sustainable Value Stream Mapping (SUS-VSM) (Studi Kasus : Section Cabinet Case UP, PT.Yamaha Indonesia)*".

Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 2 Maret 2023 sampai dengan Tanggal 31 Agustus 2023. Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 4 Oktober 2023

HRD Department

PT. YAMAHA INDONESIA



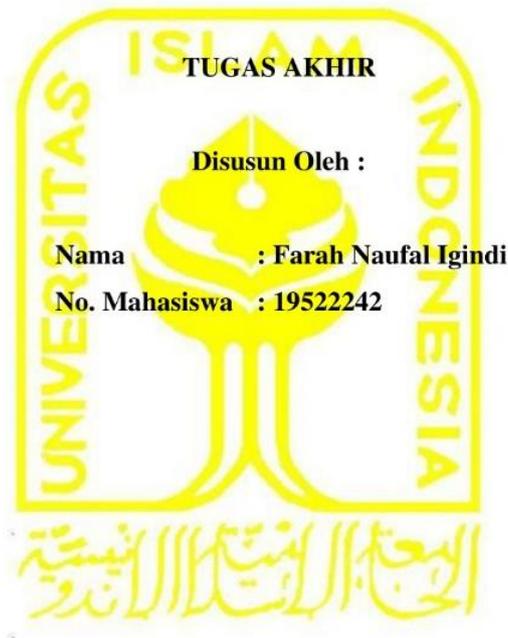
Muhammad Isnaini
Manager HRD

CC: - Arsip

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS PENINGKATAN PRODUKTIVITAS DENGAN METODE WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM) DAN PENDEKATAN SUSTAINABLE VALUE STREAM MAPPING (SUS-VSM)

(Studi Kasus : Section Cabinet Case UP, PT.Yamaha Indonesia)



Yogyakarta, 09 Oktober 2023

Dosen Pembimbing

(Ir. Muchamad Sugarindra, S.T., M.T.I., IPM)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

ANALISIS PENINGKATAN PRODUKTIVITAS DENGAN METODE *WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM)* DAN PENDEKATAN *SUTAINABLE VALUE STREAM MAPPING (SUS-VSM)*

(Studi Kasus : *Section Cabinet Case UP, PT.Yamaha Indonesia*)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Farah Naufal Igindi
No. Mahasiswa : 19522242

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

Yogyakarta, 17 November 2023

Tim Penguji

Ir. Muchamad Sugarindra, S.T., M.T.I., IPM

Ketua

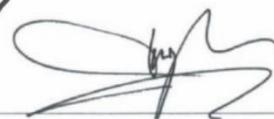
Dr. Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc.

Anggota I

M. Syah Fatahillah

Anggota II



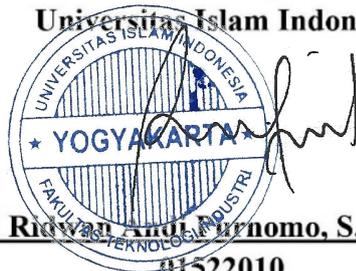


Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Ir. Muhammad Ridwan Andri Arnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM

01522010

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya tulis ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, Bapak Sugandi dan Ibu Ining Kureti, tidak ada kata yang mampu mengungkapkan seberapa besar rasa terima kasih saya atas segala pengorbanan, dukungan, dan kasih sayang yang telah kalian berikan sepanjang masa hidup saya sehingga saya sampai pada titik ini.

MOTTO

"Tidak ada ujian yang tidak bisa diselesaikan. Tidak ada kesulitan yang melebihi batas kesanggupan. Karena 'Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kadar kesanggupannya'."
(QS. Al-Baqarah: 286)

“Barang siapa yang mengerjakan kebaikan sekecil apa pun, niscaya dia akan melihat (balasan)nya,”
(QS. Al Zalzalah:7)

“Anda harus meyakinkan hati bahwa apa pun yang tuhan menetapkan adalah hal yang paling tepat dan paling bermanfaat bagi anda.”
(Abu Hamid Al Ghazali)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullohi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur selalu penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat rahmat hidayah dan inayahnyalah penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir di PT. Yamaha Indonesia pada *section Cabinet Case* UP dari Maret 2023 sampai Agustus 2023. Dengan judul “Analisis Peningkatan Produktivitas Dengan Metode Waste Assessment Model (WAM) Dan Pendekatan Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM) (Studi Kasus : Section Cabinet Case UP, PT. Yamaha Indonesia)”.

Laporan Tugas Akhir ini dibuat sebagai syarat administratif untuk dapat menerima gelar Strata Satu oleh Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Melalui Tugas Akhir ini peneliti banyak sekali mendapatkan pembelajaran baik itu yang sifatnya teoritis hingga pembelajaran diluar akademis seperti etika, emosional, bahkan spiritual. Melalui Tugas Akhir ini selain memberikan banyak manfaat bagi penulis, besar harapannya *project* yang telah dilakukan dapat bermanfaat bagi PT. Yamaha Indonesia.

Pengerjaan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan serta doa dari berbagai pihak, sehingga penulis dapat menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof., Dr., Ir., Hari Purnomo, M.T., IPU, ASEAN.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universtas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D. IPM selaku ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Fakultas Teknologi Industri, Universtas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muchamad Sugarindra, S.T., M.T.I., IPM selaku dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing juga mendidik saya baik saat penelitian maupun diluar penelitian, sehingga Tugas Akhir ini dapat dilaksanakan dan diselesaikan dengan baik.
4. PT. Yamaha Indonesia yang telah memfasilitasi dan memeberikan ilmu serta pembelajaran untuk dapat melakukan penelitian selama 6 bulan lamnya.
5. Bapak Samsudin DS selaku *Vice Presindent* PT. Yamaha Indonesia yang sangat dihormato oleh seluruh jajaran-Nya atas kiprah perjuangan dan kegigihan beliau untuk PT. Yamaha Indonesia,
6. Bapak M. Syah Fatahilah selaku *Manager of Production Engineering* PT. Yamaha Indonesia yang telah banyak membantu dan memfasilitasi siswa latihan selama penelitian 6 bulan di PT. Yamaha Indonesia.
7. Bapak Sambu Apriliyanto selaku mentor dan Bapak Budi Bachtiar selaku *Leader Section Cabinet Case* UP yang telah banyak membantu secara langsung, memberikan

ilmu, masukan, kritikan serta arahan dan saran baik mengenai keilmuan Teknik industri ataupun pengetahuan tentang dunia kerja yang sangat bermanfaat bagi saya untuk dijadikan bekal kedepannya.

8. Kedua orang tua tercinta, Bapak Sugandi dan Ibu Ining Kureti, saudari saya Fane Alfareza atas segala doa, dukungan, kasih sayang, dan motivasi yang diberikan tanpa henti.
9. Sahabat-sahabat Teknik Industri dan Teknik Mesin saya Tomi, Hakim, Dita, Aldi, Febri, Nico, Ramdani, Azizah, Alyanada, Fitriani, Achmed, Zein, Rahmat, Fikir, Aufa, khabib beserta teman dari Politeknik Manufaktur Bandung Fahmi dan Firza yang sangat suportif dalam menyemangati penulis selama magang di PT. Yamaha Indonesia.
10. Kepada sahabat dan teman-teman Teknik Industri UII Angkatan 2019 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dengan kerendahan hati, saya selaku penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam penulisan penelitian sehingga peneliti mengharapkan adanya kritik yang membangun. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Terimakasih atas segala bantuannya, semoga bantuan yang diberikan mendapatkan balasan dari Allah SWT, Aamiin.

Wassalamualaikum Warahmatullohi Wabarakatuh.

Yogyakarta, Oktober 2023



Farah Naufal Igindi

ABSTRAK

PT Yamaha Indonesia merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi alat musik Piano. Peningkatan produktivitas dilakukan oleh PT Yamaha Indonesia dan diterapkan pada *Section Cabinet Case UP*. Untuk meningkatkan produktivitas dapat menggunakan *Lean manufacturing*. Selain memperhatikan aspek produktivitas, perusahaan juga harus memperhatikan aspek lainnya seperti aspek lingkungan, ekonomi dan sosial. Salah satu caranya adalah menerapkan *Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM)*. Pada analisis waste kategori ekonomi berdasarkan analisis *Value stream analysis tool (VALSAT)* didapatkan waste kritis yaitu *defect* dengan presentase sebesar 19,69%. *Waste defect* tertinggi berupa *defect uki edge* kabinet *keyslip* dengan kerugian sebesar \$61,60. Pada tahapan PAM dilakukan eliminasi pada kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah berupa dengan melakukan kaizen berupa modifikasi karet pada *conveyor*, modifikasi tempat penampungan serbuk kayu, otomatisasi *dust collector*, memindahkan tombol *elbartrans*, membuat cover penghisap debu serta membuat *stopper* pada proses *press edge "R"*. Pada aspek lingkungan kerugian yang dialami Perusahaan akibat *lost material* kabinet *keyslip* sebesar Rp.49.783/115 pcs dan penggunaan energi listrik pada section *Cabinet Case UP* tidak terjadi waste. Pada aspek *social* didapatkan bahwa semua proses di *Cabinet Case UP* dipengaruhi oleh kebisingan yang ditimbulkan mesin *edge former* dengan tingkat kebisingan sebesar 101,08 dB(A) sehingga direkomendasi untuk membuat box peredam pada mesin *edge former* dan harus dilakukan pemantauan penggunaan APD. Selain itu, hasil perhitungan menggunakan *software ErgoFellow* didapatkan skor REBA sebesar 7 sehingga direkomendasikan untuk modifikasi/otomatisasi mesin *rotary press* 11,7 dan 9.

Kata Kunci: *Lean manufacturing*, VALSAT, Sus-VSM, 7 Waste, PAM

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	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kajian Literatur	6
2.2 Landasan Teori.....	14
2.2.1 Produktivitas	14
2.2.2 Waste (Pemborosan)	14
2.2.3 Lean Manufacturing	16
2.2.4 Work Sampling	17
2.2.5 Waste Assesment Model (WAM)	17
2.2.6 Value Stream Analys Tools (VALSAT)	23
2.2.7 Value Stream Mapping	27
2.2.8 Sustainable Value Stream Mapping	29
2.2.9 Metrik dalam Sustainable Value Stream Mapping	31
BAB III METODE PENELITIAN.....	35

3.1	Objek dan Subjek Penelitian	35
3.2	Metode Pengumpulan Data	35
3.2.1	Data Primer	35
3.2.2	Data Sekunder	36
3.3	Alat dan Bahan	36
3.4	Alur Penelitian	36
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		40
4.1	Pengumpulan Data	40
4.1.1	Profil Perusahaan	40
4.1.2	Proses Produksi	43
4.1.3	Data Produksi	48
4.1.4	Operator dan Waktu Kerja	49
4.1.5	Rekap Kuesioner Waste	51
4.1.6	Penentuan Produk.....	55
4.1.7	Data Elemen Kerja/Aktivitas Produksi	55
4.2	Pengolahan Data.....	58
4.2.1	Rata-Rata Waktu Produksi	58
4.2.2	Uji Kecukupan Data	62
4.2.3	Uji Keseragaman Data	66
4.2.4	Identifikasi Waste.....	71
4.2.5	Pembobotan Waste Relationship Matrix (WRM).....	71
4.2.6	Waste Assessmeny Questionaire (WAQ)	73
4.2.7	Value Stream Analysis Tools (VALSAT)	82
4.2.8	Process Activity Mapping (PAM).....	83
4.2.9	Current State Mapping	90
4.2.10	Fishbone Diagram	91
4.2.11	Usulan Process Activity Mapping.....	96
4.2.12	Produk Defect.....	101
4.2.13	Metrik Lingkungan.....	104
4.2.14	Metrik Sosial	106
4.2.15	Future State Mapping	109
BAB V PEMBAHASAN.....		111
5.1	Analisis <i>Waste</i> dan Klasifikasi Kegiatan	111
5.1.1	Analisis Waste.....	111
5.1.2	Analisis Klasifikasi Kegiatan	112
5.2	Analisis <i>Fishbone</i>	112

5.3	Analisis <i>Waste Defect</i>	117
5.4	Analisis <i>Kaizen Improvement</i>	119
5.4.1	Analisis Kaizen Improvement Ekonomi	119
5.4.2	Analisis Kaizen Improvement Lingkungan	126
5.4.3	Analisis Kaizen Improvement Sosial	128
BAB VI PENUTUP		131
6.1	Kesimpulan	131
6.2	Saran.....	131
DAFTAR PUSTAKA.....		133
LAMPIRAN		1
A.	Kuesioner WAM	1
B.	Test Kebisingan.....	1
C.	Kuesioner WAQ.....	1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Metode Penelitian Terdahulu	10
Tabel 2. 2 Simbol-simbol VSM	27
Tabel 2. 3 Hubungan <i>Waste Overproduction</i>	18
Tabel 2. 4 Hubungan <i>waste inventory</i>	19
Tabel 2. 5 Hubungan <i>waste defect</i>	19
Tabel 2. 6 Hubungan <i>waste process</i>	20
Tabel 2. 7 Hubungan <i>waste motion</i>	20
Tabel 2. 8 Hubungan <i>waste transportation</i>	20
Tabel 2. 9 Hubungan <i>waste waiting</i>	21
Tabel 2. 10 Pembobotan dari <i>Seven waste relationship</i>	21
Tabel 2. 11 Rentang Skor <i>Waste Relationship Matrix</i>	23
Tabel 2. 12 <i>Value Stream Analysis Tools (VALSAT)</i>	24
Tabel 2. 13 Indikator setiap metrik pada Sus-VSM	31
Tabel 4. 1 Data Produksi <i>Cabinet Case UP</i>	49
Tabel 4. 2 Data Mesin dan Operator <i>Cabinet Case UP</i>	49
Tabel 4. 3 Waktu Kerja PTYamaha Indonesia	50
Tabel 4. 4 Rekapitulasi kuesioner WAM	51
Tabel 4. 5 Konversi Rentang Skor ke Simbol Huruf WRM	52
Tabel 4. 6 Rekap Kuesioner WAQ	53
Tabel 4. 7 Data Elemen Kerja	55
Tabel 4. 8 Rata-Rata Waktu Produksi	58
Tabel 4. 9 Hasil Uji Kecukupan Data	62
Tabel 4. 10 Uji Keseragaman Data	67
Tabel 4. 11 Perbandingan Metriks WRM	71
Tabel 4. 12 Konversi <i>Waste Relationship Matrix</i>	72
Tabel 4. 13 Konversi <i>Waste Assessment Matrix</i>	72
Tabel 4. 14 Kelompok Pertanyaan	74
Tabel 4. 15 Pembobotan Awal WAQ	74
Tabel 4. 16 Pembagian Pembobotan Awal dengan Ni	76
Tabel 4. 17 Perhitungan S_j dan F_j	78
Tabel 4. 18 Menetapkan <i>Waste Kritis</i>	80
Tabel 4. 19 Hasil perhitungan VALSAT	82
Tabel 4. 20 <i>Proses Activity Mapping</i>	84
Tabel 4. 21 Rekapitulasi PAM	89
Tabel 4. 22 Usulan <i>Process Activity Mapping</i>	97
Tabel 4. 23 Rekapitulasi <i>Future PAM</i>	101
Tabel 4. 24 Empat Kabinet dengan Presentase Tertinggi	103

Tabel 4. 25 Penggunaan Material Baker	104
Tabel 4. 26 Pengeluaran Listrik	105
Tabel 4. 27 Data Postur Kerja	107
Tabel 4. 28 Kebisingan <i>Section Cabinet Case UP</i>	107
Tabel 4. 29 Perbedaan <i>Current State Value Stream Mapping</i> dengan <i>Future State Value Stream Mapping</i>	110
Tabel 5. 1 Perbandingan PAM	124
Tabel 5. 2 <i>Material Cost</i>	125
Tabel 5. 3 <i>Man Power Cost</i>	125
Tabel 5. 4 <i>Energy Cost</i>	125
Tabel 5. 5 <i>Lost Material Cost</i>	126
Tabel 5. 6 <i>Result</i>	129

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Produktivitas Cabinet Case UP	2
Gambar 1. 2 Presentase hasil <i>Worksampling</i>	3
Gambar 2. 1 <i>Waste Relationship Matrix</i>	23
Gambar 2. 2 <i>Production Variety Funnel</i>	25
Gambar 2. 3 <i>Sustainable Value Stream Mapping</i> (Sus VSM)	30
Gambar 2. 4 Pengaplikasian Metrik Konsumsi Air pada Sus-VSM	32
Gambar 2. 5 Metrik Penggunaan Bahan Baku	32
Gambar 2. 6 Representasi visual konsumsi energi pada Sus-VSM.	33
Gambar 3. 1 Alur penelitian	37
Gambar 4. 1 Logo PT.Yamaha Indonesia	41
Gambar 4. 2 Lokasi PT.Yamaha Indonesia.....	42
Gambar 4. 3 <i>Grand Piano</i> (GB PE).....	43
Gambar 4. 4 <i>Upright Piano</i>	43
Gambar 4. 5 Proses Produksi <i>Keyslip</i>	44
Gambar 4. 6 <i>Proses Press Edge Panjang</i>	44
Gambar 4. 7 Bagian <i>Edge Panjang</i>	44
Gambar 4. 8 Proses <i>Edge Former</i>	45
Gambar 4. 9 Proses <i>Bench Saw</i>	45
Gambar 4. 10 Hasil proses <i>Bench Saw</i>	45
Gambar 4. 11 Proses <i>Moulder</i>	46
Gambar 4. 12 Hasil proses <i>Moulder</i>	46
Gambar 4. 13 <i>Proses Press Edge R</i>	46
Gambar 4. 14 Bagian <i>Edge R</i>	46
Gambar 4. 15 Proses <i>Chipping</i> Atangi dan Nomi “R”	47
Gambar 4. 16 Alat Nomi	47
Gambar 4. 17 <i>Proses Press Edge Miring</i>	47
Gambar 4. 18 Bagian <i>Edge Miring</i>	47
Gambar 4. 19 <i>Proses Press Edge Pendek</i>	48
Gambar 4. 20 Bagian <i>Edge Pendek</i>	48
Gambar 4. 21 Proses <i>Chipping</i> Atangi dan Nomi (Pendek)	48
Gambar 4. 22 Proses <i>Hand Trimmer</i>	48
Gambar 4. 23 Grafik Hasil Akhir	81
Gambar 4. 24 <i>Fishbone Waste</i> membersihkan Kabinet	92
Gambar 4. 25 <i>Fishbone waste</i> serbuk kayu bertaburan	92
Gambar 4. 26 <i>Fishbone Waste</i> Menekan tombol <i>on/off dust collector</i>	93
Gambar 4. 27 <i>Fishbone waste</i> menekan tombol <i>elbartrans</i>	93
Gambar 4. 28 <i>Fishbone Waste</i> Serbuk kayu bertaburan dilantai	94
Gambar 4. 29 Menunggu Proses <i>Press</i>	95
Gambar 4. 30 <i>Defect Renggang</i>	95
Gambar 4. 31 <i>Uki Edge</i> Pada Kabinet <i>Key Slip</i>	102
Gambar 4. 32 <i>Uki Edge</i> Pada Kabinet <i>Key Block</i>	102

Gambar 4. 33 Diagram pareto <i>uki edge</i> Key Slip	103
Gambar 4. 34 Foto Pekerjaan REBA	107
Gambar 4. 35 <i>Future state mapping</i>	109
Gambar 4. 36.....	118
Gambar 5. 3 Mesin Rotarry Press	116
Gambar 5. 4 Karet Conveyor	120
Gambar 5. 5 Sapu Pembersih Debu	120
Gambar 5. 6 Penampungan serbuk kecil	120
Gambar 5. 7 Modifikasi penampungan serbuk	120
Gambar 5. 8 <i>Dust Collector Manual</i>	121
Gambar 5. 9 Otomatisasi Dust Collector	121
Gambar 5. 10 Referensi pemindahan tombol.....	122
Gambar 5. 11 Posisi mesin elbartrans	122
Gambar 5. 12 Proses <i>Router Table</i>	122
Gambar 5. 13 Cover <i>dust collector</i>	122
Gambar 5. 14 Proses <i>Press Edge</i>	123
Gambar 5. 15 Box peredam suara	130

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor industri memainkan peran penting sebagai penggerak dan penopang utama perekonomian di Indonesia. Salah satu sub sektor industri yang paling dominan di Indonesia adalah sektor industri manufaktur. Kementerian Perindustrian menjelaskan bahwa utilisasi sektor industri manufaktur pada triwulan I-2023 mengalami peningkatan sebesar 16,77 persen dibandingkan periode sebelumnya (triwulan IV-2022) sebesar 16,39 persen. Artinya, kegiatan produksi semakin meningkat untuk memenuhi kebutuhan pasar domestik dan ekspor. Perkembangan yang pesat dalam sektor industri ini menyebabkan semakin ketatnya tingkat persaingan antar perusahaan untuk mencapai tujuan perusahaan. Persaingan tersebut menuntut perusahaan agar mampu bertahan dan selalu meningkatkan efektivitas dan efisiennya (Setiawan & Rahman, 2021).

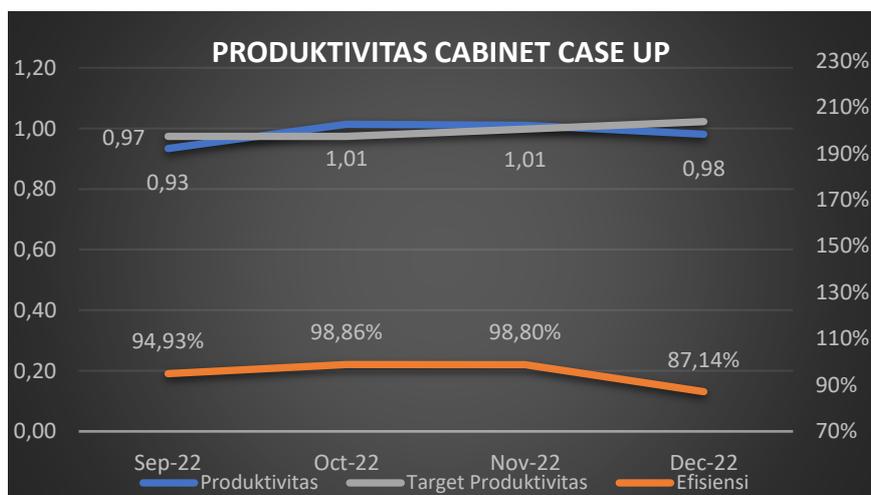
PT Yamaha Indonesia merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi alat musik Piano. Perusahaan ini melakukan kegiatan ekspor ke berbagai negara. Piano yang di produksi dibedakan menjadi dua jenis yaitu *Grand Piano (GP)* dan *Upright Piano (UP)*. Adapun model dari piano UP yaitu *B1 series*, *B2 series*, *B3 series*, dan *P22*, sedangkan untuk piano GP terdapat 2 model yaitu *GN1*, *GN2*, dan *GB1*. PT. Yamaha Indonesia terus melakukan perbaikan pada seluruh aspek, salah satunya pada divisi produksi yang bertujuan untuk mempertahankan kualitas dan kuantitas dalam memenuhi kebutuhan dari konsumen.

Setiap periodenya, PT Yamaha Indonesia mempunyai target *plan* produksi, dimana output yang dihasilkan berasal dari aktivitas produksi yang menggunakan sumber daya seperti material, tenaga kerja, mesin, metoda, modal, energi, informasi dan lainnya. Sumber daya dalam perusahaan harus dikelola dengan tepat agar jumlah produk yang dihasilkan sesuai dengan target yang ditetapkan, sehingga perusahaan tidak mengalami kerugian (Setiawardani & Hedyanti, 2018). Hal tersebut berkaitan dengan produktivitas suatu perusahaan. Kekuatan perusahaan manufaktur dapat diukur dari efisiensi dan produktivitas sistem produksi (Pristianingrum, 2017). Menurut Elbadiyansyah (2019) secara teknis, produktivitas adalah suatu perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan keseluruhan sumber daya yang

diperlukan (*input*). Dengan adanya produktivitas maka perusahaan dapat menilai efisiensi dan efektifitasnya.

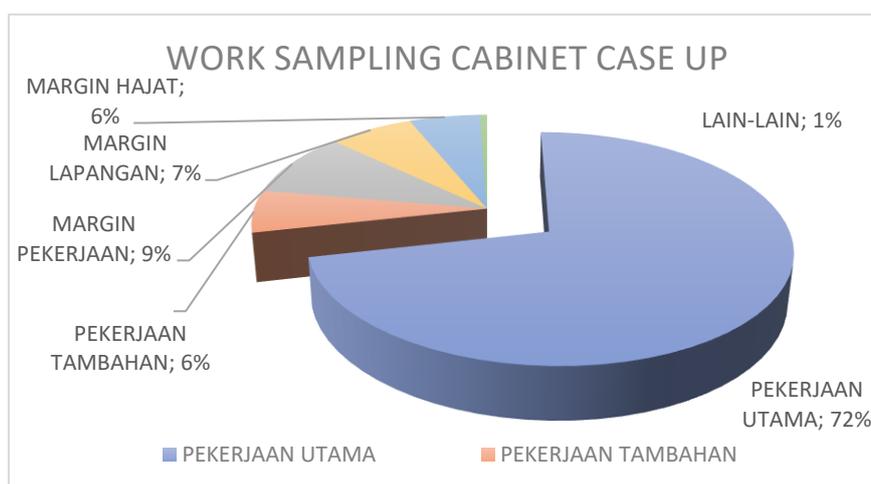
Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas adalah perusahaan harus mengetahui kegiatan yang dapat meningkatkan nilai tambah suatu produk (*value added*), mengeliminasi pemborosan (*waste*) dan memperpendek *lead time* (Daonil, T, & M, 2021). *Waste* merupakan segala aktifitas dalam proses kerja yang tidak memberikan nilai tambah bagi produk (Pattiapon, Maitimu, & Magdalena, 2020). Menurut Shingo (1990), *Waste* dapat berupa *Overproduction, Waiting, Transportation, Overprocessing or Incorrect Processing, Unnecessary Inventory, Unnecessary Motion, dan Defects*. *Waste* yang sering terjadi pada proses produksi akan menurunkan produktivitas perusahaan. Sehingga setiap perusahaan terus berupaya untuk meminimalisir *waste* pada proses produksi mereka agar proses produksi yang dikerjakan lebih efisien. Peningkatan produktivitas dilakukan oleh PT Yamaha Indonesia dan diterapkan pada semua lini produksi, salah satunya pada *Section Cabinet Case UP*, Departemen *Wood Working*.

Pada periode 199 (Periode buku tahunan PT Yamaha Indonesia), *Section Cabinet Case UP* memiliki target produktivitas yang terus meningkat dari periode sebelumnya dengan peningkatan sebesar 15%. Produktivitas *Section Cabinet Case UP* cenderung turun dari 1,01 unit/orang/jam pada November 2022 menjadi 0,98 unit/orang/jam pada bulan Desember 2022. Dimana produktivitas *Section* tersebut belum mencapai target yang telah ditentukan. Perbandingan antara angka produktivitas, target produktivitas dan nilai efisiensi disajikan pada gambar 1.1



Gambar 1. 1 Produktivitas Cabinet Case UP

Penurunan produktivitas dipengaruhi karena adanya *waste* yang membuat kerja tidak efisien. Adanya *waste* tersebut dibuktikan dengan data hasil work sampling yang telah dilakukan pada *Section Cabinet Case UP*. Didapatkan bahwa kerja utama dari *Section Cabinet Case* sebesar 72% dan kerja tambahan atau margin sebesar 28%. Pada margin tersebut terdapat aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tiga *margin* terbesar diantaranya *handling material* sebesar 3%, membersihkan area kerja sebesar 3%, dan *setting* mesin sebesar 3%. Jika *waste* tersebut tidak segera di eliminasi, maka produktivitas pada *Section Cabinet Case UP* akan mengalami penurunan dan tidak mencapai target produktivitas yang telah ditetapkan. Presentase hasil *worksampling* pada *Section Cabinet Case UP* disajikan pada gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Presentase hasil *Worksampling*

Waste Assessment Model (WAM) dan *Value Stream Mapping Analysis Tools (VALSAT)* secara efektif dapat mengurangi *waste* pada industri benang. Metode tersebut dapat menurunkan *lead time* dari 133,13 menit menjadi 115,13 menit serta meningkatkan nilai PCE dari 48,85% menjadi 56,46% (Restuningtias, Sudri, & Widianty, 2020).

Value Stream Mapping (VSM) berhasil mengidentifikasi *waste* pada perusahaan garmen yang memproduksi *short pants*. Metode tersebut tersebut berhasil mempersingkat *lead time* produksi dari 6.576,50 detik menjadi 6.394,71 detik dan *waste* berkurang sebesar 15,20% dari 1.195,67 detik menjadi 1.013,88 detik (Larasati & Laksono, 2022).

Selain memperhatikan aspek produktivitas, perusahaan juga harus memperhatikan aspek lainnya seperti aspek lingkungan, ekonomi dan sosial. Begitupun juga pada *Section Cabinet Case UP*, karena pada Section tersebut terdapat banyak mesin seperti mesin rotary,

mesin benchsaw, mesin hand trimmer dan lainnya yang menggunakan energy listrik maka perusahaan harus menggunakannya dengan optimal, jika tidak pengeluaran perusahaan akan membengkak. Dari mesin mesin tersebut juga menimbulkan masalah kebisingan yang dapat membahayakan kesehatan pekerja. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah menggunakan konsep *Sustainable Manufacturing*. Karena *Sustainable Manufacturing* dikaitkan dengan pendekatan *triple bottom line* dimana faktor lingkungan, ekonomi dan sosial harus dipenuhi (Dornfeld, 2013).

Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM) berhasil mengidentifikasi *waste* pada perusahaan MDF dengan tingkat efisiensi waktu sebesar 81%, tingkat kualitas sebesar 93,5%, tingkat efisiensi konsumsi bahan sebesar 59,3%, dan tingkat kesehatan pekerja sebesar 75,75%. Dengan 15 risiko kerja dan kondisi lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan 66,2 dB (A) dan jumlah debu, partikulat melebihi ambang batas, dan jumlah partikel debu tidak terstandarisasi. Solusi potensial direkomendasikan untuk mengoptimalkan perencanaan material, memperbaiki kondisi jalan transportasi, menerapkan TPM, dan berkolaborasi dengan perusahaan yang memanfaatkan limbah kayu dan pelatihan program keselamatan dan kesehatan K3 bagi pekerja (Atoillah & Hartini, 2020).

Waste Assessment Model (WAM), *Value Stream Mapping Analysis Tools* (VALSAT) dan penggunaan *Root Cause analysis* (RCA) secara efektif dapat meminimasi *waste* pada industry shampoo, Hal ini dapat mereduksi waktu proses produksi shampoo menjadi lebih cepat karena berkurang sebesar 23% (Haekal, 2022).

Berdasarkan kajian literatur diatas, dapat disimpulkan bahwa metode *Waste Assessment Model* (WAM) dan *Value Stream Mapping Analysis Tools* (VALSAT) yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat membantu peneliti untuk mengidentifikasi dan menganalisis *waste* yang terjadi pada *Section Cabinet Case UP*. Sedangkan, penggunaan metode Sus-VSM akan memvisualisasikan potensi perbaikan secara ekonomi, lingkungan, dan sosial. Sehingga penggunaan metode ini diharapkan dapat membantu perusahaan meningkatkan produktivitas dari section tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaiman cara meningkatkan produktivitas pada *Section Cabinet Case UP* menggunakan metode WAM dan pendekatan Sus-VSM?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian menjawab rumusan masalah. Berikut adalah contoh tujuan penelitian:

1. Mengidentifikasi dan menganalisis pemborosan (*waste*) yang terjadi pada *Section Cabinet Case* UP menggunakan metode WAM dan pendekatan Sus-VSM.
2. Mengetahui rekomendasi untuk meminimasi *Waste* yang ada pada *Section Cabinet Case* UP dengan menggunakan metode WAM dan pendekatan Sus-VSM.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti
Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi peneliti untuk mengetahui cara mengidentifikasi *waste* dan menganalisis masalah yang ada. Peneliti juga dapat mengetahui rekomendasi perbaikan untuk perusahaan dengan penerapan konsep *Lean Manufacturing*.
2. Bagi Perusahaan
Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna sebagai bahan pertimbangan masukan serta bermanfaat untuk kemajuan perusahaan.
3. Bagi Pembaca
Penulis berharap dengan adanya penelitian ini dapat dijadikan sumber referensi dan informasi bagi para pembaca yang akan melakukan penelitian baik yang berhubungan dengan topik penelitian ini maupun tidak berhubungan.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di PT Yamaha Indonesia yang terletak di Cakung, Jakarta Timur, Jakarta 13930.
2. Penelitian ini dilakukan dalam kurun waktu kurang lebih 5 bulan.
3. Pengamatan dan pengambilan data dilaksanakan di *Section Cabinet Case* UP, Departemen *Wood Working*, *Factory* 1 Lantai 1.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur merupakan satu penelusuran dan penelitian kepustakaan dengan membaca berbagai jurnal, buku dan terbitan lainnya yang berkaitan dengan topik penelitian, untuk menghasilkan satu tulisan sehubungan dengan satu topik atau isu tertentu.

Sustainable Value Stream Mapping (Sus. VSM) dan *and Life-Cycle Assessment* (LCA) secara efektif dapat mengurangi *waste* dan meningkatkan kinerja aspek *sustainability* pada industri keju olah. Metode tersebut dapat menurunkan *lead time* menjadi 4759,17 detik, pengurangan kecepatan pembersihan menjadi 0 jam/pembersihan, produk cacat menjadi 2,82 kg/batch dan tingkat kehilangan panas menjadi 682.897 J/s. (Djatna & Prasetyo, 2019)

Sustainable Value Stream Mapping (Sus. VSM) dapat mengetahui indikator *sustainability* yang perlu ditingkatkan pada UMKM Batik. Rekomendasi yang diberikan dengan cara 3R (*reduce, reuse, dan recycle*) untuk meningkatkan efisiensi dimensi ekonomi dan lingkungan. Pada akhirnya pengurangan waktu dan material berdampak pada penurunan biaya produksi. Kinerja dimensi sosial ditingkatkan dengan memperbaiki lingkungan kerja, kesadaran karyawan dalam menggunakan alat pelindung diri dan melakukan program pelatihan (Hartini, Rumita, & J, 2020).

Sustainable Value Stream Mapping (Sus. VSM) berhasil menganalisis kinerja ekonomi, lingkungan dan social pada Perusahaan Cpo, dimana tingkat efisiensi kualitas produk sebesar 99,780%, tingkat efisiensi konsumsi material sebesar 22,946% pada CPO, tingkat efisiensi kesehatan pekerja sebesar 86,790%, serta tingkat efisiensi kepuasan pekerja sebesar 99,549%. Rekomendasi yang diberikan ialah penerapan sistem MRP, mengadakan pelatihan k3, memperbaiki jalan untuk mengurangi waktu handling, dan lain-lain. (Firdaus & Hartini, 2022).

Value Stream Mapping dan VALSAT secara efektif dapat mengeliminasi *waste* pada Perusahaan YS yang sering mengalami keterlambatan pada proses pengiriman. Metode tersebut dapat mereduksi *lead time* dari 41.822,60 menit atau 99 hari kerja menjadi 35.055,60 menit atau 83 hari kerja sehingga proses fabrikasi dapat selesai 3 hari lebih cepat dari jadwal sehingga dapat mengatasi keterlambatan tersebut (Kholil, Sadiyah, Suparno, & Hasan, 2021).

Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM) secara efektif dapat menganalisis aspek ekonomi, lingkungan dan social pada PT.X. Metode tersebut dapat menurunkan *throughput time* menjadi 25 888 detik, menurunkan pemborosan material dari 61.98kg menjadi 56.2kg, menurunkan resiko bahaya di lingkungan kerja, dan menurunkan penggunaan energi dari 129.48 kWh menjadi 125.11 kWh (Darmawan & Martin, 2022).

Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM) berhasil menganalisis kinerja ekonomi, lingkungan dan social pada Perusahaan *Furniture*. Metode tersebut berhasil menaikkan nilai efisiensi untuk indikator *work in process* sebesar 12,65%, indikator daur ulang limbah meningkat 40,32%, indikator safety rate karyawan meningkat 42,86%, dan indikator training rate karyawan meningkat 78,18% Dengan peningkatan tersebut, 3 indikator berada pada kategori sangat baik dan indikator *work in process* masih dalam kategori kritis, namun nilai efisiensinya mengalami peningkatan yang cukup besar (Halim, Kosasih, & Salomon, 2022).

Waste Assesment Model (WAM) secara efektif mengurangi *waste* yang terjadi pada proses proses pembangunan rumah. Metode WAM yang meliputi WRM dan WAQ berhasil mengidentifikasi. Dari penentuan WAM pada empat proyek rumah murah, jenis *waste Defect* menempati ranking tertinggi dengan *presentase* 21%, diikuti oleh *Motion* yaitu 18%, *Waiting* 16%, *Overproduction* 13%, *Inventory* 12%, Mengolah 11% dan jenis sampah terkecil adalah Pengangkutan yaitu 9%. Prioritas pemborosan yang harus segera dilakukan tindakan pengurangan dalam proses pembangunan adalah pertama *Defect*, kedua *Motion*, terakhir *Transportation* (Nurlaelah, et al., 2020).

Value Stream Mapping Analysis Tools secara efektif dapat mengurangi *waste* pada industri beton. Dari hasil observasi dan wawancara terlihat bahwa *wate* terbesar transportasi yang berlebihan. Hasil pemetaan aktivitas proses menunjukkan bahwa 27,6% dari seluruh aktivitas termasuk dalam aktivitas transportasi. Rekomendasi yang diberikan adalah penambahan alat angkat untuk mengantisipasi keterbatasan jumlah *crane*, 5S, dan tatak letak yang optimal (Septiani et al., 2019).

Waste Assesment Model dan VALSAT berhasil meminimasi *waste loading steel plate*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemborosan dengan nilai tertinggi sampai terendah adalah *Waiting* (26,97%), *Defects* (19,88%), *Motion* (14,83%), *Inventory* (12,88%), *Transportation* (10,36%), *Processing* (9,91%), dan *Overproduction* (5,16%). Faktor yang menyebabkan pemborosan dominan adalah kargo masih dalam proses pendinginan yang

menyebabkan proses *loading steel plate* terhambat. Setelah perbaikan dapat meningkatkan nilai PCE sebesar 21,05% (Febianti, et al., 2022).

Waste Assesment Model dan VALSAT secara efektif dapat minimasi *waste* pada proses produksi the di PT.XYZ. Hasil dari identifikasi *waste* yang paling dominan, yaitu *defect* sebesar 32,54%, *motion* sebesar 13,77% dan *waste waiting* sebesar 13,50%. Rekomendasi yang diberikan adalah pelaksanaan program pelatihan untuk meningkatkan keterampilan operator, memperketat pengawasan kinerja operator, membuat kebijakan 2 mesin satu operator dan 2 worker, membuat penyimpanan bahan baku khusus setiap material, memperbaiki *inventory part* mesin., meningkatkan *preventive maintenance*, melakukan pttf beberapa tempat dan lain-lain (Mu'min & Nurbani, 2022).

Value Stream Mapping dan VALSAT berhasil menganalisis *waste* pada industri peralatan rumah sakit. Berdasarkan hasil VSM *Current State Map* diperoleh total waktu untuk aktivitas nilai tambah adalah 96816 detik dan untuk aktivitas non nilai tambah adalah 80869 detik Berdasarkan analisis WAM, pemborosan tertinggi terjadi pada waktu tunggu dengan indeks sebesar 19,09%. Berdasarkan analisis VALSAT, masukan yang diusulkan dari peneliti adalah memberikan mandat kepada departemen gudang, memantau aliran produk, membuat dan menegakkan SOP, menambah jumlah forklift, dan menganalisis efektivitas transportasi (Harits, Aziz, & Puji, 2021).

Value Stream Mapping dan VALSAT dapat mengidentifikasi *waste* pada proses produksi *Malt Powder* di PT.XYZ. Diketahui bahwa masih adanya *waste* pada proses produksi *malt powder* dengan presentase *waste defect* 17 %, *inventory* 16 % dan *waiting* 15 %. Presentase aktivitas *delay* sebesar 7,09 % dimana aktivitas ini termasuk dalam aktivitas NVA dan hasil analisa *nilai value added ratio* adalah 55,44 %. Hasil analisa dari SCRM area penyimpanan bahan baku sebesar 1, 03, area proses produksi 0,13 dan area penyimpanan barang jadi 0,96. Kemudian waktu untuk memenuhi order pemenuhan *malt powder* adalah 47 hari dengan kumulatif *days physical stock* 2,1 hari (Rosarina, Lestari, & Dinata, 2022).

Value Stream Mapping dan WAM secara efektif dapat minimasi *waste* pada Proses Operasi Crusher di PT Semen Gresik Pabrik Rembang. Metode tersebut dapat mereduksi waktu NVA dari 630 menit / 3 shift dengan menghasilkan jumlah tonase produksi sebesar 13.125 ton menjadi 138 menit / 3 shift dengan jumlah tonase sebesar 25.425 ton. Hal ini mengindikasikan terjadinya peningkatan produktivitas yang telah diharapkan (Ma'ruf, Marlyana, & Sugiono, 2021).

Analytical Hierarchy Process dan VALSAT berhasil mengidentifikasi *waste* pada Proses Produksi Tahu. Hasil dari penelitian menunjukkan dengan metode AHP didapatkan bobot 0,446 pada *waste defect* yang berpengaruh sangat tinggi terhadap proses produksi tahu putih. Pada

VALSAT yang dipilih yaitu *Process Activity Mapping* (PAM) dengan *scor* sebesar 4,31 dan *Quality Filter Mapping* (QFM) dengan *scor* sebesar 4,16. Dua tools tersebut terpilih karena memiliki korelasi tinggi terhadap pemborosan yang terjadi pada proses produksi tahu putih (Febianti, et al., 2023).

Value Stream Mapping berhasil mengidentifikasi *waste* pada Instalasi Rawat Inap Di Rumah Sakit Pembina Kesejahteraan Umat (Pku) Muhammadiyah Gombong. Hasil penelitian menunjukkan perbandingan VA dan NVA proses penerimaan pasien rawat inap BPJS 52%:48%, pasien umum yaitu 49%:51%. Pada proses pemulangan pasien BPJS 20%:80%, dan pasien umum 40%:60%. Hasil observasi menunjukkan adanya *waste waiting, conclusion, defect, transportation* serta *overproccesing*. Rumah sakit perlu menindaklanjuti hasil ini agar pelayanan rawat inap lebih efektif dan efisien (Muyasarroh & Wibowo, 2020).

Tabel 2. 1 Perbandingan Metode Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul	Metode Penelitian				
			Sus-VSM	VSM	VALSAT	WAM	PLI
1	(Djatna & Prasetyo, 2019)	<i>Integration of Sustainable Value Stream Mapping (Sus. VSM) and Life-Cycle Assessment (LCA) to Improve Sustainability Performance</i>	✓				
2	(Hartini, Rumita, & J, 2020)	<i>Sustainable-value stream mapping to improve manufacturing sustainability performance: Case study in a natural dye batik SME's</i>	✓				
3	(Firdaus & Hartini, 2022)	Desain Sus-VSM Untuk Meningkatkan Kinerja Keberlanjutan Perusahaan Cpo (Studi Kasus: Pks Bunut Pt Perkebunan Nusantara Vi)	✓				
4	(Kholil, Sadiyah, Suparno, & Hasan, 2021)	<i>Implementation of Lean Manufacturing and Waste Minimization to Overcome Delay in Metering Regulating System</i>		✓	✓		

<i>Fabrication Process using VSM and VALSAT Method Approach</i>				
5	(Darmawan & Martin, 2022)	<i>Analysis of Sustainable Value Stream Mapping (Sus-Vsm) to Improve Productivity at PT.X</i>	✓	✓
6	(Halim, Kosasih, & Salomon, 2022)	<i>Sustainable Value Stream Mapping: A Case Study on Office Furniture Production Line</i>	✓	
7	(Nurlaelah, et al., 2020)	<i>Assessing Waste Problems of Low Cost Housing Development Process Using Waste Assesment Model (WAM)</i>	✓	
8	(Septiani et al., 2019)	Pengurangan limbah pada proses produksi tiang pancang menggunakan metode VALSAT	✓	
9	(Febianti, et al., 2023)	<i>Implementasi lean service dengan metode WAM dan VALSAT untuk meminimasi waste pada loading steel plate</i>	✓	✓

10	(Mu'min & Nurbani, 2022)	Analisis <i>Lean Manufacturing</i> Menggunakan WAM dan VALSAT untuk Mengurangi <i>Waste</i> Proses Produksi Teh dalam Kemasan 300 ml di PT. XYZ	✓	✓	
11	(Harits, Aziz, & Puji, 2021)	<i>The Analysis of Waste Activities in Supramak Bed Production by Using Value Stream Mapping and Valsat Approaches</i>	✓	✓	
12	(Rosarina, Lestari, & Dinata, 2022)	Eliminasi <i>Waste</i> Pada Proses Produksi <i>Malt Powder</i> Dengan Metode VSM dan VALSAT (Studi Kasus PT. XYZ)	✓	✓	
13	(Ma'ruf, Marlyana, & Sugiono, 2021)	Analisis Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> dengan Metode Valsat untuk Memaksimalkan Produktivitas pada Proses Operasi Crusher (Studi kasus di PT Semen Gresik Pabrik Rembang)	✓	✓	✓
14	(Febianti, et al., 2023)	Minimasi Pemborosan Pada Proses Produksi Tahu dengan Menggunakan Metode AHP dan Valsat			

15 (Muyassaroh & *Value Stream Mapping (Vsm)* Pada
Wibowo, 2020) Instalasi Rawat Inap Di Rumah Sakit
Pembina Kesejahteraan Umat (Pku)
Muhammadiyah Gombong

2.2 Landasan Teori

Landasan teori adalah penalaran yang merupakan seperangkat konsep, definisi, serta proposisi yang disusun secara sistematis mengenai variabel-variabel penelitian (Sugiyono, 2019).

2.2.1 Produktivitas

Produktivitas merupakan rasio antara besaran volume *output* terhadap besaran *input* yang digunakan (Rebecca, 2008). Definisi lain menyatakan hal serupa, perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan keseluruhan sumber daya yang digunakan (*input*) (Umar, 1999). Karena itu, Produktivitas dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

Output adalah hasil akhir dari *input* yang telah diproses dapat berupa produk maupun jasa, sedangkan *input* adalah sumber daya yang dikeluarkan untuk menghasilkan produk yang diinginkan seperti *Man, Material, Machine, Money* dan *Method*. Dalam usaha meningkatkan produktivitas, segala hal yang termasuk kedalam kegiatan ketidakefisien harus dikurangi bahkan dihilangkan (Pujotomo & Rusanti, 2015). Karena ketidak efisienan tersebut akan mempengaruhi jumlah *input* saat produksi sehingga dapat menurunkan indeks produktivitas. Menurut J.Ravianto (1985), Produktivitas dapat dikatakan meningkat apabila:

1. Produktivitas (P) naik apabila *Input* (I) turun, *Output* (O) tetap
2. Produktivitas (P) naik apabila *Input* (I) turun, *Output* (O) naik
3. Produktivitas (P) naik apabila *Input* (I) tetap, *Output* (O) naik
4. Produktivitas (P) naik apabila *Input* (I) naik, *Output* (O) naik tetapi jumlah kenaikan *Output* lebih besar daripada kenaikan *Input*.
5. Produktivitas (P) naik apabila *Input* (I) turun, *Output* (O) turun tetapi jumlah penurunan *Input* lebih kecil daripada turunnya *Output*.

2.2.2 Waste (Pemborosan)

Dalam melakukan peningkatan produktivitas perusahaan harus mengeliminasi *waste* dalam proses produksi. Menurut Gaspersz (2011), *Waste* merupakan segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream*. Terdapat 7 jenis pemborosan *waste* yang dikenal sebagai “MUDA” diantaranya:

1. *Overproduction* (Produksi berlebih)

Overproduction adalah memproduksi produk jauh lebih besar dari permintaan konsumen. *Overproduction* ini akan mengakibatkan berbagai pemborosan seperti pemborosan inventori, kelebihan stock, meningkatkan biaya penanganan dan kualitas produk tidak terjamin. Untuk mengatasi produksi berlebih, dengan cara menjadwalkan dan memproduksi sesuai dengan jumlah yang ditentukan.

2. Menunggu (*Waiting*)

Menunggu dapat diartikan sebagai waktu menunggu bagi karyawan maupun mesin untuk menjalankan proses selanjutnya. Waktu menunggu dalam hal ini misalnya menunggu datangnya material, perlengkapan, peralatan, dan proses lainnya yang dapat berakibat organisasi berhenti beraktivitas sehingga menimbulkan pemborosan. Pemborosan ini disebabkan oleh keterlambatan kedatangan *material*, mesin rusak sehingga menunggu perbaikan, *line* kerja tidak seimbang dan lain lain.

3. Transportasi (*Transporting*)

Pemborosan transportasi biasanya disebabkan oleh kesalahan dalam perencanaan tata letak peralatan dan mesin pada stasiun kerja sehingga memerlukan kegiatan pemindahan barang dari satu tempat ke tempat lainnya. Cara untuk mengatasi pemborosan transportasi pada tipe perusahaan *flow shop* yaitu dengan menyusun *layout* mesin dan peralatan yang efisien sesuai dengan penggunaan dan alur produksinya.

4. Proses berlebih (*Over Processing*)

Dalam proses produksi tidak semua proses memberikan nilai tambah. Proses yang tidak memberikan nilai tambah ini merupakan pemborosan atau proses yang berlebihan. Karena proses yang berlebihan akan menambah *lead time*. *Waste* kategori ini juga merupakan akibat dari beberapa *waste* lainnya, salah satunya adalah *defect*.

5. Persediaan (*Unnecessary Inventory*)

Pemborosan ini terjadi karena *inventory* atau persediaan yang tidak perlu. Pemborosan inventori digudang berhubungan dengan terjadinya *overproduction* dan menurunnya kinerja penjualan dari produk. Karena penimbunan dari Finish Goods, Bahan Mentah, WIP yang berlebih di semua tahap produksi akan membutuhkan tempat penyimpanan dan modal yang besar dan tambahan tenaga pekerja.

6. Gerakan yang tidak perlu (*Unnecessary Movement*)

Unnecessary Movement adalah pemborosan yang terjadi karena adanya pergerakan pekerja atau mesin yang sebenarnya tidak diperlukan atau tidak berkaitan langsung dengan nilai tambah. Pemborosan ini sangat mempengaruhi efisiensi dari *line* produksi itu sendiri. Contoh dari *waste* jenis ini adalah tempat kerja kurang ergonomis, *layout* kurang baik, metode kerja tidak konsisten dan tidak adanya standar kerja yang terdokumentasi dengan baik dan benar.

7. Produk Cacat (*Defect*)

Defect dimaknai sebagai produk yang tidak memenuhi spesifikasi sehingga perlu dilakukan *rework*, *scrap*, dilakukan investigasi dan lain-lain. Pemborosan ini disebabkan oleh pengendalian proses lama, persediaan komponen produksi tidak seimbang, perawatan mesin tidak baik, kurang pelatihan kerja dan sebagainya. Untuk mengatasi hal ini, beberapa perusahaan menerapkan konsep *zero defect*. Karena jika *defect* dapat teratasi, maka penggunaan *warehouse* dapat lebih maksimal. *Warehouse* tidak perlu menyimpan banyak barang cacat produksi.

2.2.3 *Lean Manufacturing*

Konsep *lean* pertama kali dibuat oleh sebuah perusahaan otomotif yang berada di negara Jepang (Lucherini & Rapaccini, 2017). *Lean* memiliki arti sebagai suatu rangkaian aktivitas untuk mengeliminasi *waste*, mereduksi kegiatan *non-value added* (NVA), serta meningkatkan kegiatan *value added* (VA) (Wee & Wu, 2009). Menurut Gaspersz dan Fontana (2011), *Lean* merupakan suatu upaya yang dilakukan secara terus menerus (*continuous improvement effort*) untuk menghilangkan pemborosan (*waste*), dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) suatu produk berupa barang atau jasa, agar memberikan hasil kepada pelanggan (*customer value*).

Lean Manufacturing merupakan suatu sistem yang digunakan untuk mengidentifikasi *waste* dengan melakukan peningkatan secara radikal (*radical continuous improvement*) (Batubara & Halimuddin, 2016). Dalam implementasinya, konsep ini memiliki 5 *tools* yang dapat digunakan diantaranya *kaizen events*, *value stream mapping*, *kanbans*, *pull production*, dan *quick changeover*. Setiap *tools* memiliki fungsi yang berbeda-beda tergantung dengan permasalahannya. Keberhasilan dalam penerapan sistem ini yang mendorong industri manufaktur di Jepang berkembang dengan pesat, bahkan setelah menghadapi kondisi perekonomian yang sulit. Berikut adalah lima prinsip dasar *Lean* menurut (Vincent, 2007):

1. Mengidentifikasi *value* produk (barang dan atau jasa) berdasarkan dengan perspektif pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk berkualitas superior, dengan harga yang kompetitif dan penyerahan dengan tepat waktu.
2. Mengidentifikasi *Value Stream Mapping* (pemetaan proses pada *value stream*) untuk setiap produk (barang dan atau jasa).
3. Menghilangkan *waste* yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang proses *Value Stream Mapping*.
4. Mengorganisasi agar material, informasi, dan produk itu mengalir secara lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* menggunakan *pull system*.
5. Melakukan perbaikan secara terus menerus baik dari Teknik maupun alat (*improvement tools and techniques*) agar mencapai keunggulan.

2.2.4 Work Sampling

Worksampling adalah salah satu metode pendekatan yang bisa digunakan untuk mengukur produktifitas dengan cukup mudah. Metode *work sampling* ini diklasifikasikan merupakan suatu teknik untuk mengadakan sejumlah pengamatan terhadap aktifitas kerja dari mesin, proses atau operator (Nurjanah, 2009). Pengambilan data dengan menggunakan metode ini ambil secara langsung di tempat penelitian. Jika metode *Worksampling* digunakan untuk menetapkan *Allowance* maka satu hal penting yang harus ditetapkan terlebih dahulu yaitu membakukan metode kerja yang digunakan (Wignjosoebrot, 2006). *Allowance* adalah waktu yang dibutuhkan operator unruk melakukan kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa *fatigue* dan aktivitas yang tidak dapat dihindarkan. (tambahkan rumus-rumus / Teknik yang digunakan pada saat ambil / olah data)

2.2.5 Waste Assesment Model (WAM)

Menurut Rawabdeh (2005), *Waste Assesment Model* merupakan suatu model yang dikembangkan untuk menyederhanakan proses pencarian permasalahan terkait *waste* dan mengidentifikasi cara untuk menghilangkan *waste* tersebut.. Dimana dalam model ini digambarkan hubungan antara *seven waste* (O: *Overproduction*, P: *Processing*, I: *Inventory*, T: *Transportation*, D: *Defects*, W: *Waiting*, dan M: *Motion*). Berdasarkan hasil observasi selama 5 bulan, di *Section Cabinet Case UP* menunjukkan bahwa masih terdapat *waste motion*, *defect*, dan *inventory*. Sehingga, melalui metode WAM ini diharapkan dapat mengetahui *waste* apa

saja yang terjadi di *Section Cabinet Case* UP jika dilihat dari perspektif *expert* dilapangan dengan menggunakan kuesioner.

2.2.5.1 *Seven Waste Relationship*

Seven Waste Relationship digunakan untuk mengetahui hubungan yang terjadi antara masing masing jenis *waste*. Dimana semua jenis *waste* bersifat interdependent dan berpengaruh terhadap jenis *waste* lainnya. Tujuh jenis *waste* masukan kedalam tiga kategori utama yang dikaitkan dengan *man*, *machine* dan *material* (Rawabdeh, 2005). Untuk kategori *man* terdiri dari *motion*, *waiting*, dan *overproduction*, kategori *machine* terdiri dari *waste* dan *overproduction*, sedangkan kategori *material* terdiri dari *iventrory*, *transportation* dan *defect*. Keterangan hubungan antar *seven waste* yang ada ditunjukkan pada tabel 2.3-2.9.

Tabel 2. 2 Hubungan *Waste Overproduction*

<i>Overproduction</i>	
Hubungan	Keterangan
O-I	<i>Over-production</i> menyebabkan penggunaan bahan baku yang berlebihan dan memerlukan lebih banyak bahan baku dari yang sebenarnya dibutuhkan. Akibatnya, bahan baku dapat menumpuk, dan banyak produk berada dalam tahap proses (<i>work-in-process/WIP</i>) yang belum selesai. Hal ini menghabiskan ruang di pabrik dan menciptakan inventori sementara yang tidak diminta oleh pelanggan.
O-D	Ketika operator memproduksi berlebih, resiko terhadap hasil dengan kualitas yang rendah juga sangat tinggi.
O-M	<i>Over-production</i> menyebabkan perilaku yang tidak ergonomis dan mengakibatkan metode kerja yang tidak sesuai dengan standar karena pemborosan gerakan yang cukup besar.
O-T	<i>Over-production</i> menyebabkan peningkatan transportasi bahan baku.
O-W	Ketika <i>Over-production</i> , <i>material</i> akan disediakan lebih lama dan dibiarkan menganggur.

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Tabel 2. 3 Hubungan *waste inventory*

<i>Inventory</i>	
Hubungan	Keterangan
I-O	Semakin banyak material yang digunakan, semakin tinggi <i>output</i> yang dihasilkan oleh perusahaan, yang berpotensi menyebabkan <i>Over-production</i> .
I-D	Meningkatkan <i>Inventory</i> dapat meningkatkan risiko terjadinya cacat karena kondisi penyimpanan yang tidak tepat.
I-M	Semakin meningkatnya <i>Inventory</i> maka akan menyebabkan peningkatan waktu dalam aktivitas mencari, memilah, memegang, menjangkau, memindahkan, dan penanganan barang.
I-T	Meningkatnya <i>inventory</i> akan menutupi rantai produksi, sehingga transportasi yang melewati rantai tersebut bisa memakan waktu yang lebih lama.

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Tabel 2. 4 Hubungan *waste defect*

<i>Defects</i>	
Hubungan	Keterangan
D-O	Kegiatan <i>Over-production</i> dapat muncul untuk menutupi produk yang <i>defect</i> .
D-I	Pengerjaan ulang atau <i>rework</i> akan meningkatkan <i>work-in-process</i> (WIP).
D-M	Memproduksi produk yang <i>defect</i> akan meningkatkan waktu pencarian, memilih dan inspeksi.
D-T	Memindahkan produk cacat ke bagian pekerjaan yang melakukan <i>rework</i> akan meningkatkan kegiatan transportasi.
D-W	Dalam proses produksi, bagian yang memerlukan perbaikan akan diutamakan untuk diselesaikan terlebih dahulu sebelum bagian baru diproses, sehingga bagian baru harus menunggu hingga produk dalam <i>rework</i> selesai diproses.

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Tabel 2. 5 Hubungan *waste process*

<i>Process</i>	
Hubungan	Keterangan
P-O	Untuk mengurangi biaya produksi akan menuntut pekerja untuk melakukan tambahan jam kerja dimana akan menghasilkan produksi berlebih.
P-I	Untuk mengurangi Work in Process (WIP), beberapa proses digabungkan dalam satu aliran produksi.
P-D	Jika perawatan mesin tidak dilakukan secara rutin maka akan menyebabkan produk <i>defect</i>
P-M	Kurangnya kemampuan dalam mengelola mesin dapat menyebabkan kesalahan dalam proses produksi.
P-W	Ketika terdapat mesin yang kurang baik maka akan menimbulkan <i>waiting time</i> .

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Tabel 2. 6 Hubungan *waste motion*

<i>Motion</i>	
Hubungan	Keterangan
M-I	Pekerjaan yang tidak di standardisasi akan membuat WIP semakin tinggi.
M-D	Kurangnya pelatihan dan standardisasi akan membuat presentase <i>defect</i> meningkat.
M-P	Ketidaksesuaian dalam pekerjaan dapat menyebabkan timbulnya pemborosan (<i>waste</i>) dalam proses produksi.
M-W	Jika standar tidak ditetapkan, maka waktu yang digunakan untuk mencari, memilih dan memindahkan akan meningkat.

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Tabel 2. 7 Hubungan *waste transportation*

<i>Transportation</i>	
Hubungan	Keterangan

T-O	<i>Overporduction</i> akan menyebabkan kenaikan pada biaya transportasi
T-I	Kurangnya <i>material handling equipment</i> menjadikan <i>inventory</i> yang berlebihan yang mempengaruhi proses lain.
T-D	Transportasi pada saat melakukan MHE akan menyebabkan <i>defect</i> terhadap produk.
T-M	Ketika produk dipindahkan, kemungkinan terjadinya gerakan yang tidak perlu juga meningkat, terutama selama proses pengangkutan.

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Tabel 2. 8 Hubungan *waste waiting*

<i>Waiting</i>	
Hubungan	Keterangan
W-O	Ketika mesin harus menunggu karena <i>supplier</i> lebih melayani perusahaan lain, perusahaan akan terpaksa memproduksi dalam jumlah lebih banyak hanya untuk menjaga mesin tetap beroperasi.
W-I	Menunggu artinya adanya produk yang lebih pada persediaan yang menyebabkan produk itu menunggu.
W-D	Waktu tunggu dapat menyebabkan <i>defect</i> akrena adanya kondisi yang tidak stabil.

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Hubungan masing masing *waste* memiliki bobot nilai yang berbeda. Untuk mengetahui bobot nilai dari *seven waste relationship* melalui kuesioner. Dimana hasil dari kuesioner tersebut berupa nilai sesuai dengan kategori pilihan jawaban dimana memiliki bobot nilai yang berbeda. Untuk setiap pertanyaan diberikan huruf yang pertama dari setiap *waste*, (Rawabdeh, 2005). Pembobotan dari *Seven waste relationship* disajikan pada tabel 2.10.

Tabel 2. 9 Pembobotan dari *Seven waste relationship*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah i mengakibatkan atau menghasilkan j	a. Selalu	4
		b. Kadang-kadang	2
		c. Jarang	0

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
2	Bagaimanakah jenis hubungan antara i dan j	a. Jika i naik, maka j naik	2
		b. Jika i naik, maka j tetap	1
		c. Tidak tentu, tergantung keadaan	0
3	Dampak j dikarenakan i	a. Tampak secara langsung & jelas	4
		b. Butuh waktu untuk terlihat	2
		c. Tidak terlihat	0
4	Menghilangkan akibat i terhadap j dapat dicapai dengan cara	a. Metode engineering	2
		b. Sederhana dan langsung	1
		c. Solusi instruksional	0
5	Dampak j dikarenakan oleh i berpengaruh kepada	a. Kualitas produk	1
		b. Produktivitas sumber daya	1
		c. Lead time	1
		d. Kualitas dan produktivitas	2
		e. Kualitas dan lead time	2
		f. Produktivitas dan lead time	2
		g. Kualitas, produktivitas, dan lead time	4
6	Sebesar apa dampak i terhadap j akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi	4
		b. Sedang	2
		c. Rendah	0

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

2.2.5.2 Waste Relationship Matrix (WRM)

Waste Relationship Matrix (WRM) berfungsi untuk menganalisa pengukuran kinerja hubungan antar *waste* yang terjadi. WRM merupakan matriks yang terdiri dari baris dan kolom yang digunakan untuk menganalisis kriteria pengukuran (Khannan & Haryono, 2015). Setiap baris menunjukan pengaruh tiap *waste* ke tipe *waste* lainnya. Sementara kolom menunjukan *waste* yang dipengaruhi oleh keenam *waste* lainnya. Dimana, diagonal metrics menunjukan nilai hubungan yang tertinggi. Contoh dari *Waste Relationship Matrix* (WRM) dapat dilihat pada gambar 2.1.

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

Gambar 2. 1 *Waste Relationship Matrix*

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Tabel 2. 10 Rentang Skor *Waste Relationship Matrix*

Range	Jenis Hubungan	Simblo
17-20	<i>Absolutely Necessary</i>	A
13-16	<i>Especially Important</i>	E
9-12	<i>Important</i>	I
5-8	<i>Ordinary Closeness</i>	O
1-4	<i>Unimportant</i>	U

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

2.2.6 *Value Stream Analyis Tools (VALSAT)*

Value stream analysis tool merupakan *tools* yang dikembangkan oleh Hines & Rich (1997) untuk mempermudah pemahaman terhadap analisis *value stream mapping* yang ada sebelumnya dan mempermudah dalam membuat perbaikan *waste* yang ada. VALSAT akan mengidentifikasi setiap proses pada kelompok tersebut, kemudian VALSAT akan mengkategorikan setiap proses apakah proses tersebut proses *Value Added Activity* atau *Non Value Added Activity* sehingga akan membantu untuk mencari *waste* yang terjadi. Selanjutnya VALSAT akan menggunakan hasil dari *Seven Waste Relationship Matrix* yang sudah dibuat untuk dilakukan pembobotan dengan menggunakan tabel korelasi VALSAT. Tabel korelasi *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)* ditunjukkan pada tabel 2.12.

Tabel 2. 11 *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)*

<i>Waste/ Structure</i>	<i>Process Activity Mapping</i>	<i>Supply Chain Response Matrix</i>	<i>Production Variety Funnel</i>	<i>Quality Filter Mapping</i>	<i>Demand Amplification Mapping</i>	<i>Decision Point Analysis</i>	<i>Physical Structure</i>
<i>Over production</i>	L	M		L	M	M	
<i>Time Waiting</i>	H	H	L		M	M	
<i>Transport</i>	H						L
<i>Processing</i>	H		M	L		L	
<i>Inventory</i>	M	H	M		H	M	L
<i>Motion</i>	H	L					
<i>Product Defect</i>	L			H			
<i>Overall Structure</i>	L	L	M	L	H	M	H
<i>Origin of Tool</i>	<i>Industrial Engineering</i>	<i>Time compression/ Logistics</i>	<i>Operation Management</i>	<i>New Tool</i>	<i>System Dynamics</i>	<i>Efficient Consumer Response/ Logistics</i>	<i>New Tool</i>

Sumber: (Hines & Rich, 1997)

Keterangan:

L (*Low Correlation and Usefulness*) → Faktor Pengalinya 1

M (*Medium Correlation and Usefulness*) → Faktor Pengalinya 3

H (*High Correlation and Usefulness*) → Faktor Pengalinya 9

Berikut adalah 7 detail mapping tools yang memiliki kemampuan dan manfaat masing-masing untuk memetakan pemborosan (*waste*):

1. *Process Activity Mapping (PAM)*

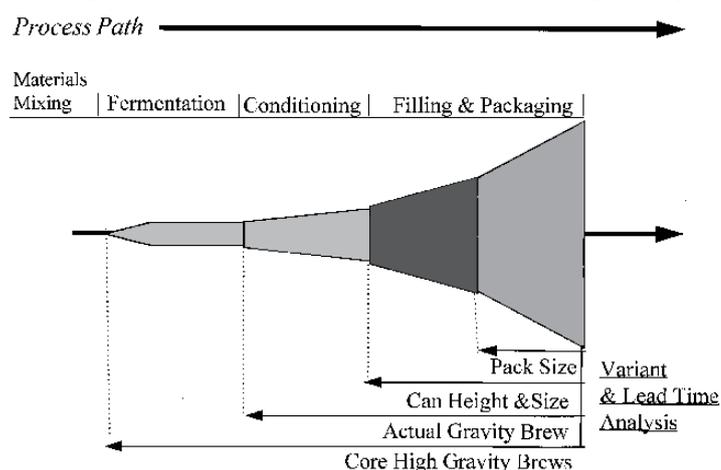
Menurut Hines & Rich (1997), *Process Activity Mapping* merupakan *tools* untuk memetakan keseluruhan aktivitas secara detail guna mengeliminasi *waste*, ketidakkonsistenan, dan keirasionalan dalam proses kerja. Konsep dari *tools* ini adalah memetakan seluruh aktivitas yang terjadi mulai dari operasi, transportasi, inspeksi, *delay*, dan *storage*, kemudian mengelompokkan ke dalam tiap-tiap aktivitas yang ada mulai dari *value adding activities*, *necessary non value adding activities*, serta *non value adding activities*. Melalui pemetaan ini, diharapkan dapat meningkatkan kualitas produk, mempermudah layanan, mempercepat proses produksi, serta mengurangi biaya secara efektif.

2. *Supply Chain Response Matrix (SCRM)*

Dengan menggunakan *Supply Chain Response Matrix*, dapat dilakukan pemantauan mengenai terjadinya peningkatan atau penurunan *lead time* (waktu distribusi) dan jumlah persediaan pada tiap area aliran rantai pasok. Dengan pemetaan tersebut akan mempermudah untuk mengetahui pada area mana aliran distribusi dapat di reduksi baik *lead time* ataupun jumlah persediaanya.

3. *Production Variety Funnel (PVF)*

Production Variety Funnel merupakan sebuah teknik pemetaan visual dengan cara dilakukan pemetaan jumlah variasi produk pada tiap tahapan proses manufaktur. *Tools* ini digunakan untuk menunjukkan area bottleneck pada desain proses untuk merencanakan perbaikan kebijakan *inventori*, selain itu membantu dalam dapat digunakan untuk merencanakan perbaikan kebijakan *inventory* (apakah dalam bentuk bahan baku, produk setengah jadi, atau produk jadi.). *Production Variety Funnel* ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 *Production Variety Funnel*

Sumber: (Hines & Rich, 1997)

4. *Quality Filter Mapping (QFM)*

Pada *Quality Filter Mapping* akan diidentifikasi mengenai letak permasalahan cacat kualitas pada rantai supply yang ada. Dimana pada *tools* ini akan digambarkan tipe-tipe cacat kualitas yang berbeda, diantaranya sebagai berikut:

a. *Product defect*

Adalah product defect yang berhasil lolos dan sampai ke tangan *customer* karena tidak berhasil terdeteksi atau diseleksi selama proses inspeksi.

b. *Scrap defect*

Scrap defect atau yang sering disebut dengan *internal defect* adalah *defect* yang masih berada didalam *internal* perusahaan dan berhasil diseleksi pada saat proses inspeksi.

c. *Service defect*

Service defect ini berhubungan dengan cacat kualitas pelayanan. Seperti halnya ketidaktepatan waktu pengiriman (terlambat atau terlalu cepat). Selain itu dapat disebabkan karena dokumentasi, kesalahan proses packing maupun labelling, kesalahan jumlah (*quantity*), dan permasalahan faktur.

5. *Demand Amplification Mapping (DAM)*

Peta yang digunakan untuk memvisualisasikan perubahan permintaan (*demand*) secara menyeluruh dalam rantai pasokan (*supply chain*). Permintaan yang ditransmisikan melalui rantai pasokan akan mengalami variasi yang semakin meningkat pada setiap tahapan pergerakannya karena pengaruh kebijakan pemesanan (*order*) dan manajemen inventory. Dari informasi tersebut dapat digunakan dalam pengambilan keputusan dan analisa lebih lanjut baik untuk mengantisipasi adanya perubahan permintaan, memanager fluktuasi, serta evaluasi kebijakan *inventory*.

6. *Decision Point Analysis*

Tools ini memberikan berbagai alternatif pilihan sistem produksi yang berbeda, dengan keputusan antara *lead time* masing-masing pilihan dengan tingkat penyimpanan yang diperlukan untuk melakukan *covering* selama proses *lead time*.

7. *Physical Structure (PS)*

Tools ini berfungsi untuk mengetahui fakta-fakta yang terjadi dalam aliran rantai pasok secara menyeluruh dan mengetahui level atau tingkat industri yang terlibat. Hal tersebut diperlukan untuk mengapresiasi seperti apa industri kita sekarang, mengerti bagaimana perusahaan beroperasi, dan dapat memperhatikan secara langsung pada area manaperlu perhatian khusus untuk dikembangkan.

Pada *tools* ini terdapat 2 bagian yaitu struktur volume dan struktur biaya. Pada bagian diagram pertama menunjukkan struktur industrinya antara area pemasok dan distribusi dengan variasi yang bertingkat. Pada bagian diagram kedua dari industri menggambarkan biaya yang dikeluarkan perusahaan dari biaya bahan baku sampai dengan perakitan.

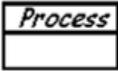
Diagram ini memiliki keterkaitan langsung dengan proses-proses di perusahaan yang memiliki karakteristik value-adding atau penambahan nilai.

2.2.7 Value Stream Mapping

Value Stream Mapping adalah suatu konsep dari *Lean Manufacturing* yang menunjukkan suatu gambar dari seluruh kegiatan atau aktivitas yang dilakukan oleh sebuah perusahaan (Octavia & Prayogo, 2013). *Value Stream Mapping* berfungsi untuk memetakan sistem produksi (mulai memesan bahan baku sampai produk jadi siap distribusi) beserta aliran nilai (*value stream*) yang terdapat pada perusahaan, sehingga akan dipeloreh gambaran mengenai aliran fisik dan informasi dari sistem yang ada, mengidentifikasi lokasi terjadinya pemborosan, dan menggambarkan *lead time* dari masing masing proses. (Witanyo & Intifada, 2012).

Dalam membuat *Value Stream Mapping* diperlukan simbol-simbol yang digunakan sebagai pengganti narasi dalam aliran proses produksi. Simbol-simbol yang terdapat dalam *Value Stream Mapping* (VSM) disajikan pada tabel 2.2.

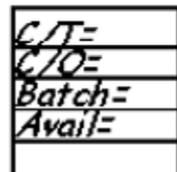
Tabel 2. 12 Simbol-simbol VSM

Simbol Proses didalam <i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	
 Customer/Supplier	<p>Jika simbol ini diletakan dibagian kiri atas maka akan mempresentasikan <i>Supplier</i>, sementara jika diletakan dibagian kanan atas maka akan mempresentasikan <i>Customer</i>,</p>
 Dedicated Process	<p>Simbol ini mempresentasikan aliran material yang di proses, operasi dan mesin pada setiap departemen denagn aliran internal yang berlanjut.</p>
 Shared Process	<p>Simbol ini menyatakan operasi dan proses pada stasiun kerja, dengan menambahkan jumlah operator pada <i>value stream</i> yang dipetakan.</p>
	<p>Simbol ini mempresentasikan pergerakan material dari <i>Supplier</i> hingga ke gudang</p>

 Simbol Proses didalam *Value Stream Mapping* (VSM)



penyimpanan. Atau dapat diartikan mulai dari gudang jadi ke konsumen.



Data Box

Simbol ini adalah tabel informasi yang dibutuhkan sebagai analisis dan pengamatan terhadap sistem produksi. Informasi tersebut berupa CT (*cycle time*), CO (*changeover time*), Batch dan Up Time.



Simbol ini menggambarkan *Inventory* diantara dua proses. Diartikan juga sebagai simbol penyimpanan *raw material* dan *finish good*.



Push Arrow

Simbol ini menunjukkan pergerakan material dari satu proses menuju proses selanjutnya.



Safety Stock

Simbol ini mempresentasikan terdapat *safety stock* untukantisipasi bagi perusahaan ketika terjadi masalah produksi seperti *downtime* maupun pesanan melonjak naik.



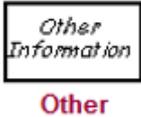
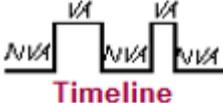
External Shipment

Simbol ini menggambarkan pengiriman, baik pengiriman bahan baku oleh *supplier* atau pengiriman barang jadi kepada *customer*.



Operator

Simbol ini mempresentasikan jumlah operator yang dibutuhkan dalam melakukan sebuah proses.

Simbol Proses didalam <i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	
	Simbol ini menunjukkan informasi tambahan.
	Simbol ini menunjukkan waktu siklus dan waktu tunggu.

Sumber: (Rother & Shook, 1999)

Untuk membuat *value stream mapping* terdapat 4 tahapan, yaitu:

1. Mengidentifikasi dan menentukan produk yang akan diamati
2. Membuat *current state map* untuk produk yang akan diamati
3. Mengembangkan *future state map*, yaitu kondisi yang diinginkan berdasarkan kondisi *existing* dalam usaha pengurangan *waste*.
4. Mengembangkan rencana langkah kerja untuk menciptakan “*value*” yang direncanakan guna mencapai *future state map*.

Konsep produktivitas berhubungan erat dengan efisiensi. Menurut Mardiasmo (2009) Mengukur efisiensi dilakukan dengan cara membandingkan antara *output* yang dihasilkan terhadap *input* yang digunakan (*cost of output*). Proses kegiatan operasional akan tercapai ketika hasil kerja dapat dicapai dengan penggunaan sumber daya dan dana serendah rendahnya. Dengan menerapkan *manufacturing cycle effectiveness* (MCE) maka akan mengefisiensi kan waktu untuk proses produksi, sehingga akan terlihat kegiatan-kegiatan yang bernilai tambah dan kegiatan tak bernilai tambah (Yunita & Ulfa, 2018).

2.2.8 Sustainable Value Stream Mapping

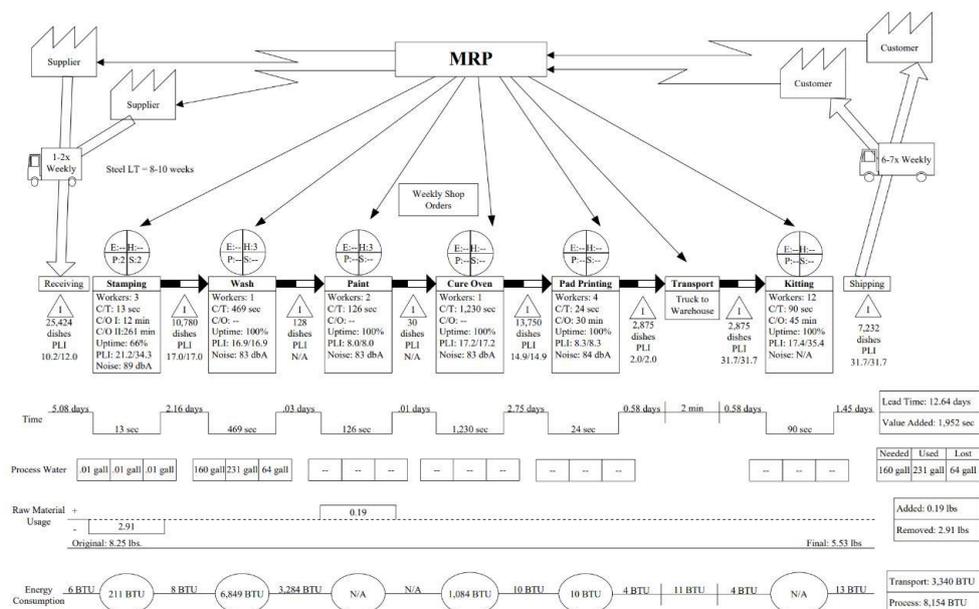
Perkembangan industri saat ini sudah memberikan dampaknya terhadap lingkungan dan aspek social. Implementasi *sustainability* dalam perusahaan sangat penting karena *sustainability* mencakup tiga aspek yaitu ekonomi, lingkungan, dan sosial. Sehingga perusahaan harus berupaya melakukan perbaikan dan peningkatan di ketiga aspek tersebut (ekonomi, lingkungan, dan sosial) agar dapat bersaing dengan perusahaan lain. Tujuan utama perusahaan dalam proses produksi adalah mencapai efektivitas dan efisiensi dengan mengurangi *waste*. Salah satu cara untuk mengurangi *waste* tersebut dengan menggunakan VSM untuk membantu

mengidentifikasi adanya *waste*. Akan tetapi, VSM konvensional tidak mencakup aspek lingkungan dan *social*. Oleh sebab itu, pengembangan VSM telah dilakukan untuk mencakup dan memenuhi aspek ekonomi, lingkungan dan *social*. Metode yang dapat digunakan untuk memenuhi ketiga aspek tersebut adalah *sustainable value stream mapping* (Sus- VSM).

Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM) merupakan pengembangan dari *Value Stream Mapping* konvensional dengan menggabungkan metrik konvensional dengan metrik *Sustainable* yaitu faktor ekonomi, lingkungan dan faktor sosial. Menurut Faulkner & Badurdeen (2014), Sus-VSM diperlukan agar dapat merepresentasikan dan mengidentifikasi secara visual yang berpotensi secara ekonomi, lingkungan dan *social*. Langkah-langkah dalam memetakan seluruh aktivitas yang ada dengan *Sustainable Value Stream Mapping* (Sus VSM) adalah sebagai berikut (Faulkner & Badurdeen, 2014):

1. Mengidentifikasi *sustainable manufacturing metric* yang sesuai dengan tipe industri
2. Mengukur *economic metric* dan memasukan data tentang PPIC, waktu proses produksi, data dari supplier sampai konsumen.
3. Mengukur *environmental metric*
4. Mengukur *social metric*

Pembuatan *mapping* dalam Sus-VSM dimana *economy metric*, *environmental metric*, dan *social metric* diletakan pada posisi yang sejajar. Contoh pembuatan Sus-VSM disajikan dalam gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Sustainable Value Stream Mapping (Sus VSM)

Sumber: (Faulkner & Badurdeen, 2014)

Dalam pembuatan Sus-VSM dibutuhkan 3 metrik utama diantaranya ekonomi, lingkungan dan social. Dalam setiap metrik didalamnya memiliki indikator masing. Indikator-indikator tersebut digunakan untuk mengukur dan menilai berbagai aspek dari keberlanjutan Perusahaan. Tabel indikator setiap metrik pada Sus-VSM di tunjukan pada tabel 2.13 (Faulkner & Badurdeen, 2014).

Tabel 2. 13 Indikator setiap metrik pada Sus-VSM

No	Kategori	Indikator
1	Ekonomi	Waktu Biaya Cacat Produk
2	Lingkungan	Konsumsi Material Konsumsi Energi Konsumsi Air
3	Sosial	Lingkungan Kerja Karyawan Tingkat Resiko Fisik Karyawan

2.2.9 Metrik dalam *Sustainable Value Stream Mapping*

2.2.9.1 Metrik Lingkungan

Menurut Pusavec et.al (2010), Metrik lingkungan merujuk kepada pentingnya penggunaan sumber daya alam dan sumber daya yang tidak terbarukan secara optimal agar memastikan keberlanjutan dan menegaskan kebutuhan. Metrik lingkungan yang akan dimasukkan kedalam Sus-VSM yaitu konsumsi air proses, penggunaan *raw material* dan konsumsi energi.

a. Metrik Konsumsi Air

Pada perusahaan manufaktur biasanya menggunakan air, minyak dan *coolant* dengan kuantitas yang banyak dalam kegiatan produksinya. Dengan penggunaannya yang sangat banyak maka perlu dilakukan *improvement* dalam perspektif *sustainable manufacturing*. Pada metrik konsumsi air ini, akan dilakukan *tracking* mengenai kebutuhan, penggunaan, dan kehilangan air pada setiap prosesnya. Selanjutnya akan dilakukan identifikasi area yang berpotensi dilakukan *improvement*. Fungsi dari metrik ini pada Sus-VSM yaitu untuk

mempresentasikan antara kebutuhan air dengan penggunaannya dalam upaya melihat peluang dalam melakukan *improvement*. Konsumsi air akan divisualisasikan menjadi 3 kolom yaitu *needed*, *used*, dan *lost*. Representasi visual dari konsumsi air pada Sus-VSM disajikan pada gambar 2.4.



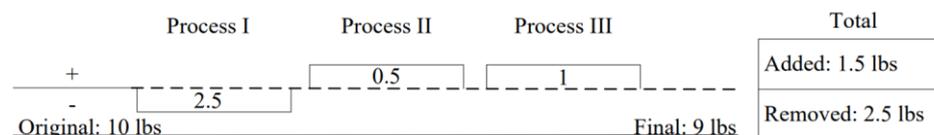
Gambar 2. 4 Pengaplikasian Metrik Konsumsi Air pada Sus-VSM

Sumber: (Faulkner & Badurdeen, 2014)

b. Metrik Penggunaan Bahan Baku

Menurut Sygulla et al. (2011), konsumsi energi dan penggunaan bahan baku untuk menghasilkan suatu produk, menyumbang hamper 50% dari biaya pada bidang manufaktur. Dalam penggunaan bahan baku, biasanya perusahaan mengasilkan limbah dalam jumlah yang besar. Jika tidak mengoptimalkan penggunaan bahan baku dalam proses produksi, maka akan berdampak pada peningkatan sisa material yang tidak terpakai dan perlu didaur ulang maupun di buang di TPA, dimana kegiatan tersebut akan meningkatkan konsumsi energi. Dalam mengolah bahan baku dalam suatu produksi akan memakan waktu dalam prosesnya dan membutuhkan energi dalam pengolahannya, hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat keterkaitan antara metrik lingkungan dengan metrik ekonomi dalam penggunaan bahan baku.

Pemantauan penggunaan bahan baku buka hanya membandingkan massa awal bahan baku dengan massa akhir saat prosuk sudah jadi, tetapi pemantauan penggunaan bahan baku juga dilakukan dengan memantau seluruh penggunaan bahan baku di setiap proses produksinya. Contoh metrik penggunaan bahan baku pada Sus-VSM ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Metrik Penggunaan Bahan Baku

Sumber: (Faulkner & Badurdeen, 2014)

c. Metrik Penggunaan Energi

Penggunaan energi memiliki hubungan langsung dengan kelestarian lingkungan karena penggunaan sumber daya yang tak terbarukan dan emisi gas rumah kaca (GRK). Oleh karena itu, konsumsi energi merupakan metrik penting yang harus dimasukkan kedalam Sus-VSM.

Matrik penggunaan energi bertujuan untuk mengidentifikasi energi yang digunakan oleh setiap proses pada proses produksi serta energi yang digunakan antara proses transportasi atau penyimpanan. Setelah data penggunaan di ukur, maka dengan Sus-VSM akan mengidentifikasi proses mana yang menggunakan energi lebih banyak, kemudian akan diselidiki lebih lanjut dengan analisis yang lebih rinci untuk mengidentifikasi ketidakefisienan dalam penggunaan energi. Namun, secara tidak langsung penggunaan energi meliputi penerangan, pendinginan atau pemanasan gedung, dan energi lain yang digunakan yang tidak terganggu pada jumlah produk tidak dimasukkan kedalam pengukuran Sus-VSM.

Dalam pengembangan metrik penggunaan energi, dibagi menjadi dua kategori. Pertama, penggunaan energi yang berhubungan dengan proses langsung dan dipengaruhi oleh jumlah produk yang dihasilkan. Kedua, penggunaan energi yang dihasilkan oleh proses yang tidak berhubungan dengan proses produksi secara langsung serta penggunaan energi tidak berpengaruh oleh jumlah produksi. Metrik penggunaan energi pada Sus-VSM disajikan pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Representasi visual konsumsi energi pada Sus-VSM.

(Faulkner & Badurdeen, 2014)

2.2.9.2 Metrik Sosial

Pada *Sustainable* membutuhkan pemeriksaan dampak terhadap lingkungan social dengan mempertimbangkan semua pemangku kepentingan yang terlibat selama proses pembuatan produk. Mengingat ruang lingkup kegiatan dinilai menggunakan Sus-VMS, maka pemangku kepentingan yang paling terpengaruh adalah pekerja/operator. Untuk mengevaluasi aspek ini, resiko terhadap Kesehatan dan keselamatan pekerja harus diukur dan dipantau secara berkala.

Dalam metrik social dibagi menjadi dua kategori yaitu metrik untuk menilai kerja fisik dan dan metrik lingkungan kerja.

a) Metrik Kerja Fisik

Metrik kerja fisik berperan dalam mencatat dan memvisualisasikan aspek ergonomi yang terdapat dalam lingkungan kerja. Penilaian *rapid Upper Limb Assessment (RULA)*, *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*, serta *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)* merupakan beberapa contoh alat pengukuran untuk aspek ergonomi. Akan tetapi, metode tersebut dinilai kurang sederhana dalam pembuatan Sus-VSM, sehingga dalam pembuatan Sus-VSM menggunakan metode *Physical Load Index (PLI)*, selain lebih sederhana juga mudah di aplikasikan pada Sus-VSM. Menurut Hollman et al. (1999), *Physical Load Index (PLI)* merupakan salah satu pengukuran sederhana yang digunakan untuk mengukur ataupun memberikan penilaian terhadap beban fisik. Penilaian PLI berkisar antara 0-56 dan penilaian tersebut menggunakan kuesioner dimana memperhitungkan posisi tubuh dan penanganan berbagai beban (Winanti, et al., 2017).

b) Metrik Lingkungan Kerja

Pada metrik lingkungan kerja ini mencakup empat kategori yaitu *Electrical Systems (E)*, *Hazardous Chemicals/Materials Used (H)*, *Pressurized Systems (P)*, and *High-Speed Components (S)*. Kategori-kategori tersebut harus dianalisis agar dapat menghindari kecelakaan kerja dan menciptakan lingkungan kerja yang aman dan nyaman bagi pekerja.

Dalam menentukan resiko, harus dilakukan penentuan peringkat mengenai dampak yang ditimbulkan dengan frekuensi kejadian yang dapat terjadi. Dengan peringkat tersebut, maka bisa dilakukan investigasi lebih lanjut mengenai resiko mana yang perlu ditindak lanjuti terlebih dahulu, dan dapat mengetahui resiko-resiko yang dapat mengancam keselamatan para pekerja.

Selain keempat kategori tersebut, tingkat kebisingan juga dimasukkan. Tingkat kebisingan pada lingkungan manufaktur akan menimbulkan masalah lain bagi operator. Sedangkan setiap kebisingan diatas 80 dBA akan membahayakan operator dan durasi paparan tingkat kebisingan tersebut juga sangat menentukan dampaknya terhadap operator. (OSHA Standard 1910.95, 2008) Jadi tingkat kebisingan tersebut perlu dicatat pada Sus-VSM agar pengguna bisa memeriksa aspek lain dari kesehatan dan keselamatan karyawan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek dan Subjek Penelitian

Objek penelitian ini berfokus untuk minimasi pemborosan (*waste*) dan meningkatkan produktifitas pada *Section Cabinet Case* UP departemen *Wood Working*, PT Yamaha Indonesia. PT Yamaha Indonesia berlokasi di Kawasan Industri *Jakarta Industrial Estate Pulogadung* (JIEP), di jalan Rawagelam1/5, Jakarta Timur, 1390.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini menggunakan dua jenis data, diantaranya:

3.2.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung di lapangan oleh peneliti baik melalui kuesioner, survei wawancara maupun observasi. Metode yang digunakan dalam memperoleh data primer yaitu:

1. Observasi

Observasi dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung pada proses yang terjadi di *Section Cabinet Case* UP untuk mengetahui kondisi actual yang terjadi di *line production*. Dimana data yang diperoleh berupa *Standar Time*, *Inventory*, Alur proses dan sebagainya.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan kepada pihak pihak terkait pada permasalahan penelitian ini seperti mentor, manajer, *foreman*, ketua kelompok, operator serta pihak lain yang masih memiliki keterkaitan dengan tujuan untuk memperkuat informasi pada permasalahan ini.

3. Kuesioner

Kuesioner dalam penelitian ini berupa pengisian kuisisioner *Waste Assesment Model* (WAM) dan *Waste Assesment Quitionare* (WAQ) kepada ketua kelompok dengan tujuan untuk mengetahui berbagai *waste* yang terjadi pada *Section Cabinet Case* UP.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data data yang digunakan sebagai pendukung dalam penelitian ini, dimana berupa dokumen-dokumen milik perusahaan yang berhubungan dengan penelitian ini dan kajian pustaka. Data Perusahaan yang digunakan yaitu data *schedule*, produktivitas, data pengeluaran energi, dan data produksi Perusahaan. Sedangkan untuk kajian pustaka yang digunakan dalam penelitian ini berupa artikel, jurnal serta materi yang berhubungan dengan topik penelitian ini.

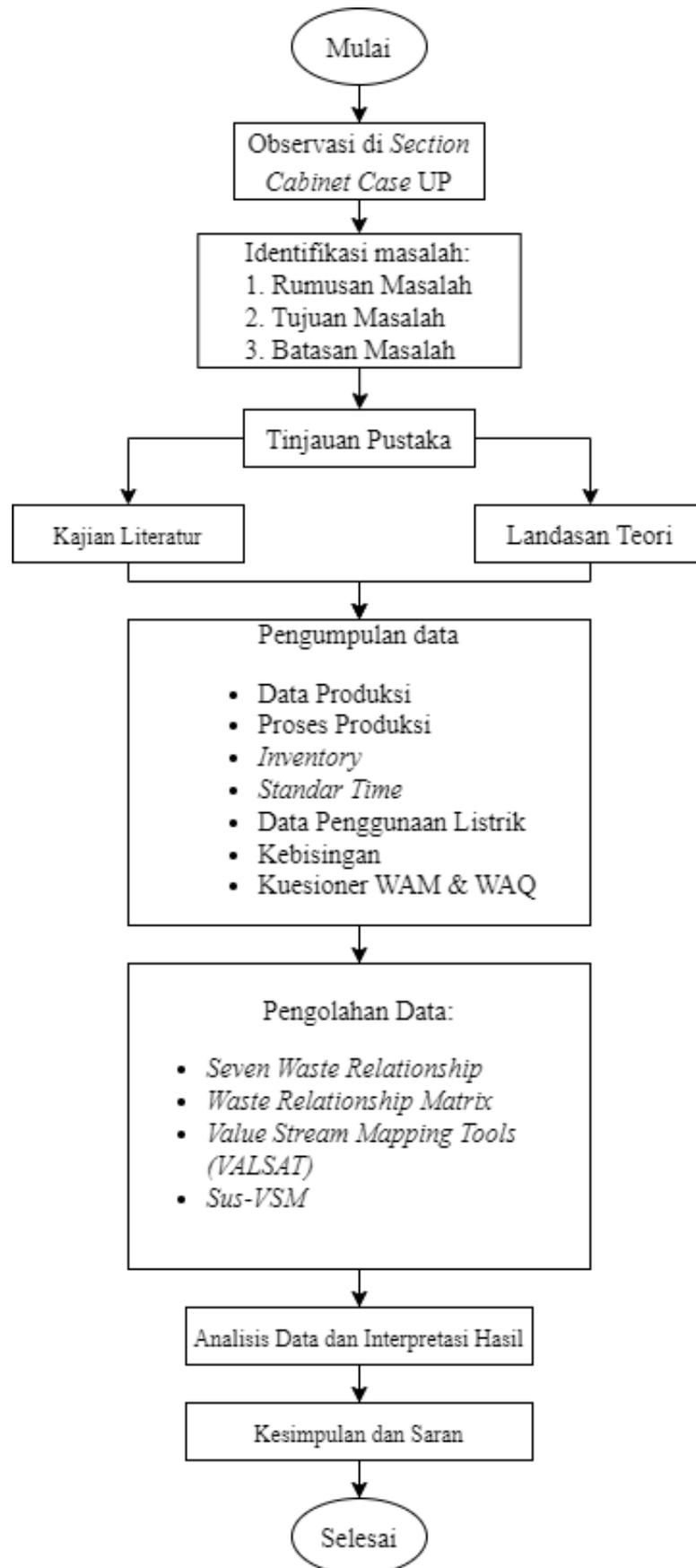
3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada saat penelitian ini berfungsi untuk pengambilan data, pengolahan data serta pencarian materi yang berhubungan dengan penelitian ini. Berikut merupakan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, diantaranya:

1. *Handphone*
2. Buku
3. Pulpen
4. Kuesioner
5. Sound Level Meter
6. Laptop

3.4 Alur Penelitian

Alur penelitian merupakan langkah-langkah yang dilalui selama penelitian dilakukan dengan gambar diagram alir. Diagram alir penelitian disajikan dalam gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Alur penelitian

Berdasarkan gambar 3.1 berikut merupakan penjelasan mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini:

1. Mulai

2. Observasi

Observasi dilakukan pada *Section Cabinet Case UP* dengan tujuan untuk mengetahui alur proses produksi pada *Section Cabinet Case UP*.

3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah adalah langkah dalam mengidentifikasi masalah yang terjadi pada *Section Cabinet Case UP*. Setelah mengetahui permasalahan yang ada dan metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, selanjutnya akan membuat rumusan masalah serta tujuan penelitian secara rinci agar bisa mengetahui pokok dari penelitian ini. Kemudian, agar masalah dapat diselesaikan dengan baik sesuai dengan pembahasan yang dilakukan dan terfokus oleh karena itu dibuatlah batasan masalah.

4. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka ini berisi tentang teori-teori atau pendapat ahli yang berkaitan dengan topik penelitian. Pada tinjauan pustaka terbagi menjadi dua, yaitu:

- a. Kajian Literatur

Pada kajian literatur berisi tentang jurnal-jurnal penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dan jurnal yang akan digunakan berisikan penelitian mengenai *seven waste*.

- b. Landasan Teori

Landasan teori memuat penjelasan mengenai dasar-dasar dan metode yang digunakan dalam penelitian ini, dimana teori tersebut akan digunakan sebagai kerangka teori peneliti dalam menyelesaikan penelitian ini.

5. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data-data dan informasi yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian diantaranya alur proses produksi, data produksi, jumlah *inventory*, jumlah dan pekerjaan operator, data kebisingan, data penggunaan energi listrik serta data hasil kuesioner *waste assessment model* (WAM). Data-data tersebut didapatkan dengan cara observasi, wawancara serta pembagian kuesioner kepada beberapa pihak seperti operator, ketua kelompok, mentor dan pihak lainnya.

6. Pengolahan Data

Berdasarkan data yang telah didapatkan, selanjutnya peneliti melakukan pengolahan data menggunakan metode yang sudah ditentukan. Dalam penelitian ini peneliti akan menganalisis pemborosan dengan pendekatan *Lean Manufacturing*. Dimana data tersebut akan diolah menggunakan metode VALSAT ataupun pendekatan Sus-VSM.

7. Analisis Hasil dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis dan pembahasan dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Selain itu, pada tahap ini juga memuat rekomendasi yang bisa diberikan berdasarkan hasil dari pembahasan.

8. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini peneliti akan menarik kesimpulan terhadap hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Selain itu, peneliti memberikan saran rekomendasi kepada pihak perusahaan dan peneliti selanjutnya dengan harapan dapat memberikan perbaikan yang berkelanjutan sehingga dapat bermanfaat bagi perusahaan terkait.

9. Selesai

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil Perusahaan

Berikut ini merupakan profil sejarah dari PT. Yamaha Indonesia:

4.1.1.1 Sejarah Perusahaan

PT Yamaha Indonesia (PT. YI) berdiri pada tanggal 27 Juni 1974 dengan produksi awal berupa berbagai alat musik seperti piano, elektronik, pianika dan alat musik lainnya. Namun, pada bulan Oktober 1998 PT YI mulai fokus untuk memproduksi alat musik piano saja. PT YI berdiri pada lahan seluas 15.711 m² di Kawasan Industri yaitu Jakarta Industrial Estate Pulogadung (JIEP) Jakarta Timur.

PT YI juga telah memperoleh penghargaan ISO 9001 dan 14001 sebagai bukti bahwa PT YI sangat memperhatikan mengenai kualitas sistem produksi terbaik yang sejalan juga dengan kesehatan keamanan lingkungan. Dalam menciptakan piano yang berkualitas tinggi, proses produksi PT YI melalui berbagai proses mendetail dari proses pengolahan kayu, pengecatan, perakitan, penjagaan suhu, pengaturan suara dan nada hingga proses inspeksi kualitasnya.

PT YI melalui Yamaha Productivity Management melakukan berbagai kegiatan seperti YMP Kaizen, *Value Stream Mapping*, 5S dan K3. Kegiatan tersebut berkaitan langsung dengan produktivitas dan efisiensi untuk mengembangkan kualitas produk, waktu pengiriman dan produksi, biaya, serta keselamatan dan kelestarian lingkungan kerja. Selain itu, PT YI mengadakan Sekolah Menengah Atas Yamaha Indonesia (STYI), olahraga dan kursus bahasa asing dengan tujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan setiap karyawan.

4.1.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

PT. Yamaha Indonesia mempunyai visi “menciptakan berbagai produk dan pelayanan yang mampu memuaskan berbagai macam kebutuhan dan keinginan dari berbagai pelanggan Yamaha di seluruh dunia, berupa produk dan layanan Yamaha di bidang akustik, rancangan, teknologi, karya cipta, dan pelayanan yang selalu mengutamakan pelanggan”

Guna mencapai visi yang telah ditetapkan, PT. Yamaha Indonesia menetapkan sejumlah misi yang mencakup:

- a. Mempromosikan dan mendukung popularisasi pendidikan musik.
- b. Operasi dan manajemen yang berorientasi pada pelanggan.
- c. Kesempurnaan dalam produk dan pelayanan.
- d. Usaha yang berkesinambungan untuk mengembangkan dan menciptakan pasar.
- e. Peningkatan dalam bidang penelitian dan pengembangan secara berkala serta globalisasi dari bisnis Yamaha.
- f. Secara terus menerus mengembangkan pertumbuhan bisnis yang positif melalui diversifikasi produk.

4.1.1.3 Logo Perusahaan

Satu tahun setelah berdirinya Nippon Gakki Co., Ltd. pada tahun 1898, pendiri Yamaha Corporation memutuskan untuk mengadopsi tiga garpu tala sebagai logo merek Yamaha. Gambar 4.1 berikut ini menunjukkan logo PT. Yamaha Indonesia:

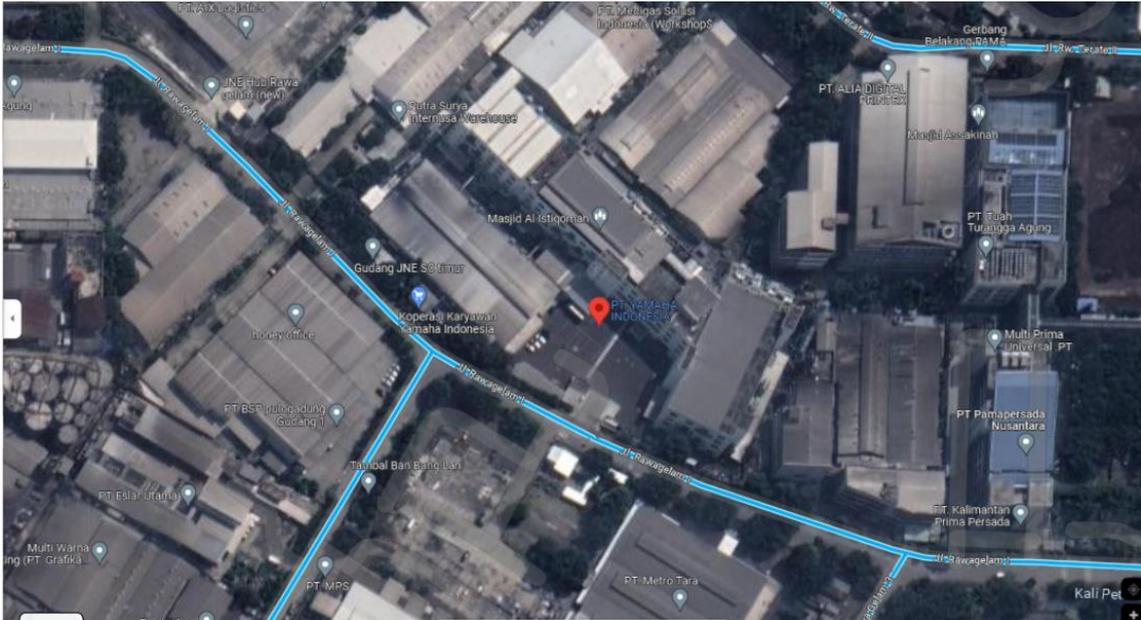


Gambar 4. 1 Logo PT.Yamaha Indonesia

Tiga gambar garputala pada logo PT. Yamaha Indonesia mencerminkan kerjasama yang menghubungkan tiga pilar bisnis PT. Yamaha Indonesia, yaitu teknologi, produksi, dan penjualan. Selain itu, garputala ini juga mengingatkan pada kekuatan energi suara dan musik di seluruh dunia, dengan wilayahnya ditandai oleh lingkaran tertutup. Logo ini juga melambangkan tiga elemen penting dalam musik: melodi, harmoni, dan irama.

4.1.1.4 Lokasi Perusahaan

PT. Yamaha Indonesia berada di Kawasan Industri Pulo Gadung, Jakarta Timur dengan alamat Jalan Rawa Gelam 1 No. 5, Pulo Gadung, Cakung, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13930. Gambar 4.2 berikut ini menunjukkan lokasi PT. Yamaha Indonesia.



Gambar 4. 2 Lokasi PT.Yamaha Indonesia

4.1.1.5 Produk Perusahaan

PT Yamaha Indonesia memproduksi dua jenis piano, diantaranya *Upright Piano* (UP) dan *Grand Piano* (GP). Kedua jenis piano tersebut memiliki model yang berbeda, proses produksi yang berbeda, serta perencanaan produksi yang berbeda. Selain memproduksi piano, PT YI juga memproduksi berbagai *part* piano yang di ekspor ke negara lain untuk dilakukan Assembly (perakitan). Pada umumnya piano yang di produksi di PT.YI terdapat empat warna yaitu Eolished ebony (PE) yang berwarna hitam, *Polished Walnut* (PW) yang berwarna coklat muda kemerahan dengan serat kayu, *Polished Mahogany* (PM) yang berwarna coklat tua dan memiliki serat kayu seperti warna PW, dan *Polished White* (PWH) yang berwarna putih. Selain itu, kedua jenis piano tersebut memiliki tipe yang bervariasi seperti pada *Grand Piano* terdapat tipe DKV, GN1, GN2 dan GB1. Sedangkan pada *Upright Piano* (UP) terdapat tipe seperti B1, B2, B3, P116, P118, P121, P22, K121, U1J dan piano *silent*. Piano silent merupakan piano yang dilengkapi teknologi untuk meredam suara yang keluar tanpa mengurangi kualitas suara dari piano tersebut.



Gambar 4. 3 *Grand Piano* (GB PE)



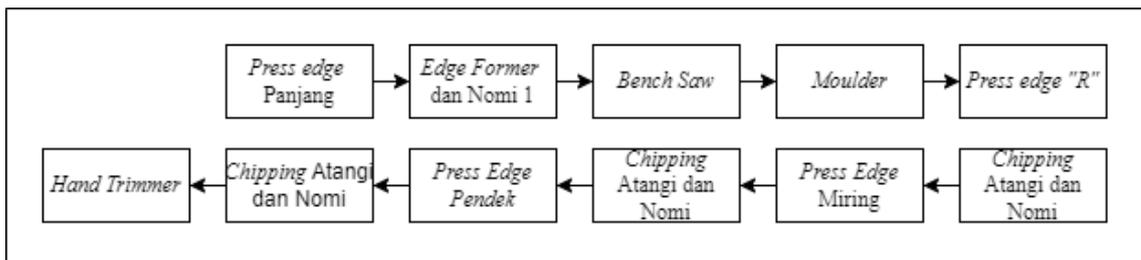
Gambar 4. 4 *Upright Piano*

Perbedaan antara *Upright Piano* dan *Grand Piano* adalah ukuran *Grand Piano* sebesar 1,5 dan 1,6 meter, dimana semakin besar ukuran dari *Grand Piano* maka senar yang digunakan juga semakin panjang. Selain itu, grand piano mempertahankan bentuk piano forte asli dimana senar dipasang secara horizontal dan memiliki potensi ekspresi yang lebih besar. Sedangkan *Upright Piano* memiliki ukuran lebih kecil dari *Grand Piano*, selain itu senar dipasang secara vertikal agar instrumen lebih ringkas serta pilihan yang tepat untuk ruangan yang tidak terlalu besar.

4.1.2 Proses Produksi

Proses produksi kabinet dalam kelompok cabinet case UP umumnya dimulai dari *section cutting sizer*. Setelah itu, kabinet akan melewati proses press bersama dengan *backer sheet*

menggunakan mesin *rotary*. Kemudian, sisa *backer sheet* yang masih menempel akan dipotong dengan mesin *edge former* sebelum masuk ke dalam tahap *quality control (QC)* di departemen *Wood Working*. Setelah melewati QC, kabinet-kabinet ini akan dikirimkan ke departemen *painting*. Gambar 4.5 menunjukkan alur dan rincian *sub proses* pada *Section Cabinet Case UP*:



Gambar 4. 5 Proses Produksi *Keyslip*

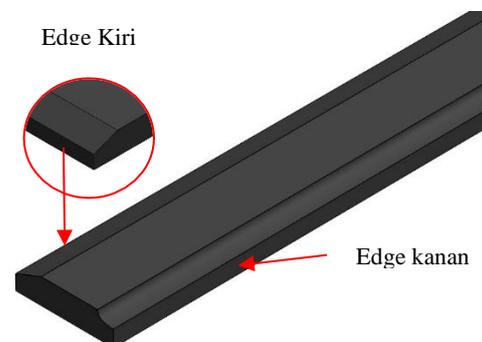
Berikut adalah penjelasan dari masing masing proses:

1. *Press Edge Panjang*

Pada proses ini dilakukan pengepresan bagian panjang dari kabinet panel dengan *sheet backer*. Tahapan dari proses ini adalah *sheet backer* diambil dari rak dan di cek kualitasnya oleh operator sebelum digunakan, kemudian diberikan lem pada mesin *glue spreader* yang telah diisi lem, selanjutnya kabinet yang sudah diletakan di meja press dipasangkan *sheet backer* tersebut. Proses pengepresan akan dimulai setelah menekan tombol *press* dan memasang jig dengan rapat. Durasi waktu yang diperlukan untuk satu kali pengepresan pada satu meja adalah 4 menit. Mesin *Rotary press* yang digunakan dalam proses ini memiliki empat meja *press*. Proses *press edge* panjang dapat dilihat pada gambar 4.6 dan 4.7 dibawah ini.



Gambar 4. 6 Proses *Press Edge Panjang*



Gambar 4. 7 Bagian *Edge Panjang*

2. *Edge Former* dan Nomi (Panjang)

Proses ini dilakukan untuk menghilangkan sisa-sisa *backer sheet* yang masih menempel pada sisi bahan setelah proses pengepresan. Dimana proses ini sesuai berapa kali proses *press*. Proses *edge former* panjang dapat dilihat pada gambar 4.8 dibawah ini.



Gambar 4. 8 Proses *Edge Former*

3. *Bench Saw*

Pada proses ini dilakukan proses pemotongan dan coak rata. Proses pada mesin *benchsaw* dan hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.9 dan 4.10 dibawah ini.



Gambar 4. 9 Proses *Bench Saw*



Gambar 4. 10 Hasil proses *Bench Saw*

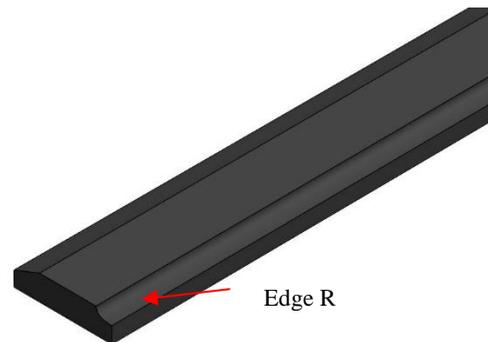
4. *Moulder*

Pada proses hampir sama seperti proses di mesin *bechsaw*, akan tetapi yang membedakan adalah di mesin *moulder* dilakukan proses pemotongan dan coak yang sedikit cekung. Proses pada mesin *moulder* dan hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.11 dan 4.12 dibawah ini.

Gambar 4. 11 Proses *Moulder*Gambar 4. 12 Hasil proses *Moulder*

5. *Press Edge* “R”

Proses produksi yang dilakukan pada proses ini sama persis seperti proses pada *Press Edge* “Panjang” akan tetapi bagian yang di press adalah bagian “R”. Proses pada mesin *Press Edge* “R” dapat dilihat pada gambar 4.13 dan 4.14 dibawah ini

Gambar 4. 13 Proses *Press Edge R*Gambar 4. 14 Bagian *Edge R*

6. *Chipping* Atangi dan Nomi (R)

Proses ini dilakukan untuk menghilangkan sisa-sisa *backer sheet* yang masih menempel pada sisi bahan setelah proses pengepresan dengan cara manual yaitu menggunakan alat nomi. Proses *Chipping* Atangi dan Nomi (R) dapat dilihat pada gambar 4.15 dan 4.16 dibawah ini



Gambar 4. 15 Proses *Chipping* Atangi dan Nomi “R”



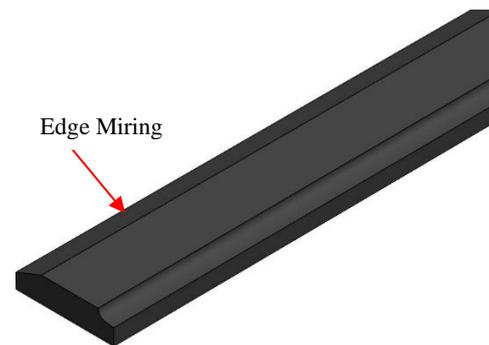
Gambar 4. 16 Alat Nomi

7. *Press Edge* Miring

Proses produksi yang dilakukan pada proses ini sama persis seperti proses pada *Press Edge* “Miring” akan tetapi bagian yang di *press* adalah bagian “Miring”. Proses pada mesin *Press Edge* Miring dapat dilihat pada gambar 4.13 dan 4.14 dibawah ini



Gambar 4. 17 Proses *Press Edge* Miring



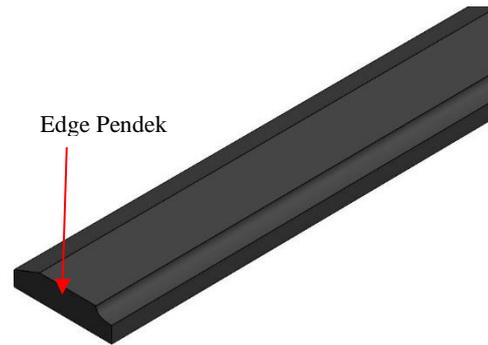
Gambar 4. 18 Bagian *Edge* Miring

8. *Chipping* Atangi dan Nomi (Miring)

Pada proses ini dilakukan sama persis dengan *Chipping* Atangi dan Nomi “R”.

9. *Press Edge* Pendek

Proses produksi yang dilakukan pada proses ini sama persis seperti proses pada *Press Edge* “Miring” akan tetapi bagian yang di *press* adalah bagian “Pendek/kanan-kiri”. Proses pada mesin *Press Edge* Pendek dapat dilihat pada gambar 4.19 dan 4.20 dibawah ini.

Gambar 4. 19 Proses *Press Edge Pendek*Gambar 4. 20 Bagian *Edge Pendek*

10. *Chipping* Atangi dan Nomi (Pendek)

Pada proses ini dilakukan sama persis dengan *Chipping* Atangi dan Nomi Pendek. Proses pada mesin *Chipping* Atangi dan Nomi Pendek dilihat pada gambar 4.21 dibawah ini.

Gambar 4. 21 Proses *Chipping* Atangi dan Nomi (Pendek)

11. *Hand Trimmer*

Pada proses ini dilakukan proses pembuatan R atau penumpulan pada sisi tajam bahan. Proses pada mesin *Hand Trimmer* dilihat pada gambar 4.22 dibawah ini.

Gambar 4. 22 Proses *Hand Trimmer*

4.1.3 Data Produksi

Data produksi merupakan *plan production* yang digunakan untuk mengetahui target produksi masing-masing *section* perharinya. Penelitian ini menggunakan data produksi *Upright Piano*

(UP) mulai dari bulan september-juli. Data produksi PT. Yamaha Indonesia ditunjukkan pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Data Produksi *Cabinet Case UP*

Bulan	Produksi
September	115
Oktober	115
November	115
Desember	115
Januari	115
Februari	115
Maret	115
April	85
Mei	85
Juni	85
Juli	70

4.1.4 Operator dan Waktu Kerja

Pada *Section Cabinet Case UP*, Departemen *Wood Working*, PT.Yamaha Indonesia dalam pembagian elemen kerjanya dikelompokkan berdasarkan proses yang dikerjakan pada *section* tersebut, tabel menunjukkan elemen kerja *Section Cabinet Case UP*. Tabel 4.2 berikut ini merupakan data mesin dan operator pada *Cabinet Case UP*.

Tabel 4. 2 Data Mesin dan Operator *Cabinet Case UP*

No	Proses	Nama Operator
1	<i>Rotary 1</i>	Operator 12
2	<i>Rotary 2</i>	Operator 13
3	<i>Rotary 3</i>	Operator 7
4	<i>Rotary 4</i>	Operator 11
5	<i>Rotary 5</i>	Operator 13, Operator 6
6	<i>Rotary 6</i>	Operator 8
7	<i>Rotary 7</i>	Operator 3
8	<i>Rotary 8</i>	Operator 14

No	Proses	Nama Operator
9	<i>Rotary 9</i>	Operator 5, Operator 9
10	<i>Rotary 10</i>	Operator 5
11	<i>Rotary 11</i>	Operator 9
12	<i>Rotary 12</i>	Operator 9
13	<i>Edge Former</i>	Operator 10
14	<i>Hand Trimmer/Nomi</i>	Operator 2, Operator 4
15	<i>Router Table</i>	Operator 14, Operator 9
16	<i>Bench Saw</i>	Operator 9, Operator 1
17	<i>Hand Trimmer</i>	Operator 1, Operator 6
18	<i>Bore</i>	Operator 4
19	<i>Moulder</i>	Operator 1
20	<i>Cross Cut</i>	Operator 1

Pada *Section Cabinet Case UP* terdapat delapan proses utama yaitu Rotary Press, Edge Former, Hand Trimmer, Router Table, Benchsaw, Bore, Moulder dan Cross Cut. Sedangkan untuk jumlah operator pada bulan September sebanyak 14 operator.

Selain itu, waktu kerja di PT Yamaha Indonesia beberapa *section* masih menjalankan dua *shift* kerja, sementara yang lainnya sudah menjalankan hanya satu *shift* saja. Pada *Section Cabinet Case UP* ketika plan produksi sebesar 115 masih beroperasi dalam dua *shift*, dengan *shift* pertama berlangsung selama 480 menit dan *shift* kedua berlangsung selama 420 menit. Tabel 4.3 berikut ini menunjukkan waktu kerja di PT.Yamaha Indonesia:

Tabel 4. 3 Waktu Kerja PTYamaha Indonesia

Hari	Jam kerja		Sesi	Jam Istirahat (Shift 1)	Jam Istirahat (Shift 2)
Senin s/d kamis	Shift 1	Shift 2	1	11.30-12.20	18.00-18.50
	(07.00- 16.00)	(16.00- 23.55)	2	12.00-12.50	
			3	12.30-13.20	
Jumat	Shift 1	Shift 2	1	11.30-12.50	18.00-18.50
	(07.00- 16.30)	(16.30- 00.25)	2	11.40-13.00	
			3	11.50-13.10	

Sistem pembagian istirahat di PT Yamaha Indonesia terdiri dari tiga sesi, dimana dari ketiga sesi tersebut terdiri dari beberapa departemen diantaranya:

1. *Painting, Office* WHC, PC, dan GA
2. WW dan Assy GP
3. Assy UP, PE dan *Maintenance*

4.1.5 Rekap Kuesioner Waste

Sebelum melakukan penyebaran kuesioner *seven waste relationship* kepada para ahli lapangan (*Expert*), peneliti melakukan sesi diskusi bersama dengan beberapa individu yang memiliki pemahaman lebih mendalam mengenai *Section Cabinet Case UP*. Dimana diskusi tersebut dilakukan untuk mendefinisikan *waste-waste* yang terjadi di *Section Cabinet Case UP*.

Proses identifikasi *waste* yang dilakukan melibatkan pengenalan dan analisis terhadap tujuh jenis *waste* yang ada di *Section Cabinet Case UP*, dengan menggunakan konsep *Lean Manufacturing system* yang di perkenalkan oleh *Toyota Production System*. Dalam pemilihan *expert*, terdapat sejumlah kriteria yang digunakan sebagai panduan yaitu:

1. Memiliki pemahaman menyeluruh tentang seluruh tahap proses dari awal hingga akhir di *Section Cabinet Case UP*.
2. Memegang jabatan fungsional di dalam area produksi
3. Memiliki pengetahuan yang mendalam tentang setiap situasi yang mungkin terjadi dalam proses produksi di kelompok Hot Press Panel

Pada penelitian wawancara dilakukan bersama ketua kelompok dan foreman yang memenuhi kriteria yang telah disebutkan. Setelah itu, dilakukan diskusi serta pembagian kuesioner *Waste Assesment Model (WAM)* dan *Waste Assesment Quitionare (WAQ)* kepada *expert* tersebut. Di bawah ini adalah ringkasan dari hasil kuisisioner yang telah diolah dan direkapitulasi.

a. *Seven Waste Relationship*

Kuesioner *Seven Waste Relationship* meuat pertanyaan yang berfokus pada hubungan antara 7 *waste*. Dalam kuesioner ini, terdapat enam pertanyaan yang berbeda untuk setiap hubungan antar *waste*, yang kemudian digunakan untuk menghasilkan skor dan menentukan jenis hubungannya. Tabel 4.4 menunjukkan hasil rekapitan kuesioner WAM:

Tabel 4. 4 Rekapitulasi kuesioner WAM

No	Hubungan	Skor	Hubungan
1	O-I	17	A

No	Hubungan	Skor	Hubungan
2	O-D	20	A
3	O-M	17	A
4	O-T	8	O
5	O-W	13	E
6	I-O	13	E
7	I-D	12	I
8	I-M	18	A
9	I-T	18	A
10	D-O	20	A
11	D-I	18	A
12	D-M	20	A
13	D-T	18	A
14	D-W	16	E
15	M-I	18	A
16	M-D	6	O
17	M-W	16	E
18	M-P	16	E
19	T-O	13	E
20	T-I	5	O
21	T-D	8	O
22	T-M	18	A
23	T-W	18	A
24	P-O	13	E
25	P-I	18	A
26	P-D	6	O
27	P-M	20	A
28	P-W	18	A
29	W-O	10	I
30	W-I	18	A
31	W-D	8	O

Berdasarkan tabel 4.4 memuat hubungan antar masing-masing *waste*, dimana setiap hubungan tersebut memiliki skor yang akan dikonversi dalam bentuk huruf. Proses konversi ini dapat dilihat dengan lebih jelas dalam tabel 4.5 di bawah ini:

Tabel 4. 5 Konversi Rentang Skor ke Simbol Huruf WRM

Rentang Skor	Jenis Hubungan	Simbol
17-20	<i>Absolutely Necessary</i>	A
13-16	<i>Expecially Important</i>	E
9-12	<i>Important</i>	I
5-8	<i>Ordinary Closeness</i>	O

Rentang Skor	Jenis Hubungan	Simbol
1-4	<i>Unimportant</i>	U

b. *Waste Assessment Questionnaire*

Dalam *Waste Assessment Questionnaire* memuat 68 pertanyaan, dengan mendefinisikan hubungan antara man, material, machine dan method dengan 7 waste yang ada pada *Section Cabinet Case UP*. Tabel 4.6 berikut ini menunjukkan hasil rekap *waste assessment questionnaire*.

Tabel 4. 6 Rekap Kuesioner WAQ

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

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

Tabel 4.6 berisi ringkasan dari kuesioner *Waste Assessment Questionnaire*, yang mencakup kategori pertanyaan dan nilai skor. Dibawah ini merupakan penjelasan mengenai pembobotan dan kategori pertanyaan yaitu:

- a. Pada kategori A, jika jawaban *expert* adalah “iya” maka bobot skor 1 yang menandakan adanya pemborosan, jika jawaban *expert* adalah “sedang” maka bobot

skor 0,5 yang menandakan adanya pemborosan dengan skala kecil, dan jika jawaban *expert* adalah “tidak” maka bobot skor 0 yang menandakan tidak adanya pemborosan.

- b. Pada kategori B, jika jawaban *expert* adalah “iya” maka bobot skor 0 yang menandakan tidak adanya pemborosan, jika jawaban *expert* adalah “sedang” maka bobot skor 0,5 yang menandakan adanya pemborosan dengan skala kecil, dan jika jawaban *expert* adalah “tidak” maka bobot skor 1 yang menandakan adanya pemborosan.

4.1.6 Penentuan Produk

Section Cabinet Case UP bertanggung jawab untuk memproses Sebagian besar dari *part-part* piano yang di produksi di PT.Yamaha Indonesia. *Section Cabinet Case UP* berfokus pada cabinet-cabinet piano, yang merupakan elemen eksternal piano. Jenis piano yang di produksi oleh *Section Cabinet Case UP* adalah *Upright Piano*. *Upright Piano* adalah jenis piano yang paling banyak diproduksi di PT. Yamaha Indonesia, oleh karena itu peneliti akan meneliti jenis *Upright Piano*.

4.1.7 Data Elemen Kerja/Aktivitas Produksi

Dalam tahap ini, data model *Upright Piano* yang di kerjakan di *Section Cabinet Case UP* akan diberikan label aktivitas untuk setiap prosesnya. Tabel 4.7 menunjukkan data elemen kerja pada *Section Cabinet Case UP*:

Tabel 4. 7 Data Elemen Kerja

No	Proses	Model	Kode Aktivitas
1	Press Panjang	B1 PE/PWH	A1
		B1 PM/PW	A2
		B2 PE/PWH	A3
		B2 PM/PW	A4
		B3 PE/PWH	A5
		B3 PM/PW	A6
		U1J PE/PWH	A7
		U1J PM	A8
		P116 PE/PWH &P118 GC	A9
		PE	
		P121 PE/PWH & P121 GC	A11
		PE	
2		B1 PE/PWH	B1

No	Proses	Model	Kode Aktivitas
		B1 PM/PW	B2
		B2 PE/PWH	B3
		B2 PM/PW	B4
		B3 PE/PWH	B5
		B3 PM/PW	B6
	Press Pendek	U1J PE/PWH	B7
		U1J PM	B8
		P116 PE/PWH & P118 GC PE	B9
		P121 PE/PWH & P121 GC PE	B12
		PART	B13
		B1 PE/PWH	C1
3	Press Miring	B1 PM/PW & B2 PM/PW	C2
		B2 PE/PWH	C3
		B3 PE/PWH	C4
		B3 PM/PW	C5
4	Press R	B1 PM/PW	D1
		B2 PM/PW & B3 PM/PW	D2
		B1 PE/PWH	E1
		B1 PM/PW	E2
		B2 PE/PWH	E3
		B2 PM/PW & B3 PM/PW	E4
		B3 PE/PWH	E5
5	Edge Former Panjang	U1J PE/PWH	E6
		U1J PM	E7
		P116 PE/PWH & P118 GC PE	E8
		P121 PE/PWH & P121 GC PE	E9
		PART	E10
		B1 PE/PWH	F1
		B1 PM/PW	F2
		B2 PE/PWH	F3
		B2 PM/PW	F4
		B3 PE/PWH	F5
		B3 PM/PW	F6
6	Edge Former Pendek	U1J PE/PWH	F7
		U1J PM	F8
		P116 PE/PWH & P118 GC PE	F9
		P121 PE/PWH & P121 GC PE	F10
		PART	F11
		B1 PE/PWH	G1
7	Chipping Router Table Miring	B1 PM/PW, B2 PM/PW, B3 PM/PW	G2
		B2 PE/PWH	G3
		B3 PE/PWH	G5
8		B1 PM/PW	H1

No	Proses	Model	Kode Aktivitas
	Chipping Router Table R	B2 PM/PW & B3 PM/PW	H2
	Bench	B1,B2,B3 PE/PWH	I1
9	Saw Coak Miring	B1,B2,B3 PM/PW PART	I2 I3
		B1 PE/PWH & B1 PM/PW	J105
		B2 PE/PWH & B2 PM/PW	J107
	Bench	B3 PE/PWH & B3 PM/PW	J109
10	Saw Coak Alur	U1J PE/PWH & U1J PM P121 PE/PWH & P121 GC PE PART	J111 J115 J117
	Bench Saw Coak R	B1 PE/PWH & B1 PM/PW	K118
		B2 PE/PWH & B2 PM/PW	L1
		B3 PE/PWH & B3 PM/PW	L2
12	Moulder R	U1J PM B1 PM/PW, P116 PE/PWH & P118 GC PE	L3 L4
		B1,B2,B3 PM/PW	M2
		B2,B3 PE/PWH,U1J PM	M3
13	Cross Cut	P116 PE/PWH & P118 GC PE B1 PE/PWH, P121 PE/PWH &P121 GC PE	M4 M5
		B1 PE/PWH	N1
		B1 PM/PW	N2
		B2 PE/PWH	N3
		B2 PM/PW	N4
		B3 PE/PWH	N5
14	Hand Trimmer	B3 PM/PW U1J PE/PWH U1J PM P116 PE/PWH &P118 GC PE PART	N6 N7 N8 N9 N10
		B2,B3 PE/PWH, B2,B3 PM/PW, U1J PE/PWH, U1J PM	O1
15	Bore		
16	Router	PART	P1
		B1,B2,B3 PE/PWH	Q1
		B1 PM/PW	Q2
		B2,B3 PM/PW & U1J PM	Q3
17	Sanding	U1J PE/PWH P116 PE/PWH P118 GC PE P121 GC PE	Q4 Q1 Q2 Q3
18	Aquaproof	B1 PE/PWH	R1

No	Proses	Model	Kode Aktivitas
		B1 PM/PW	R2

4.2 Pengolahan Data

Berikut ini merupakan pengolahan data pada penelitian ini:

4.2.1 Rata-Rata Waktu Produksi

Rata-rata waktu produksi untuk setiap model Upright Piano (UP) dalam berbagai tahap produksi di *Section Cabinet Case* UP diukur dengan cara mengamati langsung proses produksi di lapangan. Selama pengamatan, video juga diambil untuk merekam detail proses produksi. Data yang diperoleh dari pengamatan ini kemudian digunakan untuk menyusun ringkasan rata-rata waktu yang diperlukan untuk setiap model *Upright Piano* (UP) dalam setiap tahap produksi yang dilakukan oleh kelompok *Section Cabinet Case* UP. Setiap model dilakukan pengambilan video sebanyak 3 kali. Tabel 4.8 berikut ini menunjukkan rata-rata produksi setiap model di *Section Cabinet Case* UP.

Tabel 4. 8 Rata-Rata Waktu Produksi

No	Proses	Model	Kode Aktivitas	Rata-Rata Waktu Produksi		
1	Press Panjang	B1 PE/PWH	A1	11,225		
		B1 PM/PW	A2	1,789		
		B2 PE/PWH	A3	10,099		
		B2 PM/PW	A4	14,825		
		B3 PE/PWH	A5	10,057		
		B3 PM/PW	A6	14,662		
		U1J PE/PWH	A7	7,761		
		U1J PM	A8	12,253		
		P116 PE/PWH & P118 GC PE	A9	7,251		
		P121 PE/PWH & P121 GC PE	A11	7,804		
		PART	A13	1,828		
		2	Press Pendek	B1 PE/PWH	B1	7,668

No	Proses	Model	Kode Aktivitas	Rata-Rata Waktu Produksi
		B1 PM/PW	B2	10,522
		B2 PE/PWH	B3	7,289
		B2 PM/PW	B4	11,543
		B3 PE/PWH	B5	7,091
		B3 PM/PW	B6	10,850
		U1J PE/PWH	B7	7,487
		U1J PM	B8	10,700
		P116 PE/PWH & P118 GC PE	B9	4,749
		P121 PE/PWH & P121 GC PE	B12	3,490
		PART	B13	0,700
		B1 PE/PWH	C14	3,169
3	Press Miring	B1 PM/PW & B2 PM/PW	C15	3,386
		B2 PE/PWH	C16	1,944
		B3 PE/PWH	C18	1,320
		B3 PM/PW	C19	3,125
4	Press R	B1 PM/PW	D1	2,146
		B2 PM/PW & B3 PM/PW	D2	3,588
		B1 PE/PWH	E1	8,001
		B1 PM/PW	E2	12,759
		B2 PE/PWH	E3	7,198
5	Edge Former Panjang	B2 PM/PW & B3 PM/PW	E4	16,322
		B3 PE/PWH	E5	7,376
		U1J PE/PWH	E6	6,363
		U1J PM	E7	10,763
		P116 PE/PWH & P118 GC PE	E8	9,068
		P121 PE/PWH & P121 GC PE	E9	9,102

No	Proses	Model	Kode Aktivitas	Rata-Rata Waktu Produksi
		PART	E10	2,336
6	Edge Former Pendek	B1 PE/PWH	F1	2,662
		B1 PM/PW	F2	6,348
		B2 PE/PWH	F3	2,832
		B2 PM/PW	F4	8,888
		B3 PE/PWH	F5	2,640
		B3 PM/PW	F6	8,209
		U1J PE/PWH	F7	1,734
		U1J PM	F8	5,840
		P116 PE/PWH & P118 GC PE	F9	1,549
		P121 PE/PWH & P121 GC PE	F10	0,948
		PART	F11	0,330
7	Chipping Router Table Miring	B1 PE/PWH	G1	1,045
		B1 PM/PW, B2 PM/PW, B3 PM/PW	G2	8,287
		B2 PE/PWH	G3	4,152
		B3 PE/PWH	G5	0,665
8	Chipping Router Table R	B1 PM/PW	H1	1,820
		B2 PM/PW & B3 PM/PW	H2	3,079
9	Bench Saw Coak Miring	B1,B2,B3 PE/PWH	I1	0,328
		B1,B2,B3 PM/PW	I2	0,328
		PART	I3	0,835
10	Bench Saw Coak Alur	B1 PE/PWH & B1 PM/PW	J105	0,327
		B2 PE/PWH & B2 PM/PW	J107	0,639
		B3 PE/PWH & B3 PM/PW	J109	0,316
		U1J PE/PWH & U1J PM	J111	1,556
		P121 PE/PWH & P121 GC PE	J115	1,237
		PART	J117	1,386
11	Bench Saw Coak R	B1 PE/PWH & B1 PM/PW	K118	0,318
12	Moulder R	B2 PE/PWH & B2 PM/PW	L1	0,911

No	Proses	Model	Kode Aktivitas	Rata-Rata Waktu Produksi
		B3 PE/PWH & B3 PM/PW	L2	1,830
		U1J PM	L3	0,915
		B1 PM/PW, P116 PE/PWH & P118 GC PE	L4	0,459
		B1,B2,B3 PM/PW	M2	0,876
		B2,B3 PE/PWH,U1J PM	M3	0,440
13	Cross Cut	P116 PE/PWH & P118 GC PE	M4	1,603
		B1 PE/PWH, P121 PE/PWH & P121 GC PE	M5	1,160
		B1 PE/PWH	N1	4,950
		B1 PM/PW	N2	6,751
		B2 PE/PWH	N3	5,693
	Hand Trimmer	B2 PM/PW	N4	7,884
14		B3 PE/PWH	N5	5,121
		B3 PM/PW	N6	6,891
		U1J PE/PWH	N7	4,611
		U1J PM	N8	5,961
		P116 PE/PWH & P118 GC PE	N9	0,526
		PART	N10	0,570
15	Bore	B2,B3 PE/PWH, B2,B3 PM/PW, U1J PE/PWH, U1J PM	O1	0,539
16	Router	PART	P1	0,536
		B1,B2,B3 PE/PWH	Q1	0,261
		B1 PM/PW	Q2	0,261
		B2,B3 PM/PW & U1J PM	Q3	1,555
17	Sanding	U1J PE/PWH	Q4	0,261
		P116 PE/PWH	Q1	0,261
		P118 GC PE	Q2	0,261
		P121 GC PE	Q3	0,261

No	Proses	Model	Kode Aktivitas	Rata-Rata Waktu Produksi
18	Aquapro of	B1 PE/PWH	R1	1,099
		B1 PM/PW	R2	1,099

4.2.2 Uji Kecukupan Data

Dalam penelitian ini perlu dilakukan uji kecukupan data untuk memastikan apakah data yang didapatkan dapat dilanjutkan ke tahap pemetaan, selain itu juga untuk mengetahui apakah data yang diambil sudah mewakili populasinya. Uji kecukupan data pada penelitian ini menggunakan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95%, yang artinya bahwa kemungkinan 95% dari waktu random pengamatan akan menunjukkan kenyataan dan 5% nya kemungkinan kesalahan. Berikut ini adalah rumus dan hasil dari pengujian kecukupan data dengan menggunakan perhitungan dalam Microsoft excel:

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

Diketahui:

k = Tingkat Keyakinan (95%)

s = Derajat Ketelitian

N = Jumlah Data Pengamatan

N' = Jumlah Data Teoritis

x = Data Pengamatan

Hasil uji kecukupan data disajikan pada tabel 4.9 berikut ini:

Tabel 4. 9 Hasil Uji Kecukupan Data

Kode Aktivitas	k/s	X-bar	$\sum xi^2$	$(\sum x)^2$	N	N'	Hasil
A1	40,00	11,225	378,02	1134,06	3,00	0,002	Cukup
A2	40,00	1,789	9,61	28,81	3,00	0,034	Cukup
A3	40,00	10,099	305,98	917,94	3,00	0,001	Cukup
A4	40,00	14,825	659,35	1978,06	3,00	0,001	Cukup
A5	40,00	10,057	303,46	910,36	3,00	0,013	Cukup

Kode Aktivitas	k/s	X-bar	Σxi^2	$(\Sigma x)^2$	N	N'	Hasil
A6	40,00	14,662	644,88	1934,65	3,00	0,002	Cukup
A7	40,00	7,761	180,72	542,08	3,00	0,259	Cukup
A8	40,00	12,253	450,41	1351,24	3,00	0,005	Cukup
A9	40,00	7,251	157,74	473,22	3,00	0,018	Cukup
A11	40,00	7,804	182,71	548,13	3,00	0,011	Cukup
A13	40,00	1,828	10,03	30,08	3,00	0,209	Cukup
B1	40,00	7,668	176,38	529,12	3,00	0,023	Cukup
B2	40,00	10,522	332,16	996,48	3,00	0,006	Cukup
B3	40,00	7,289	159,41	478,22	3,00	0,008	Cukup
B4	40,00	11,543	399,72	1199,14	3,00	0,010	Cukup
B5	40,00	7,091	150,84	452,51	3,00	0,053	Cukup
B6	40,00	10,850	353,19	1059,56	3,00	0,014	Cukup
B7	40,00	7,487	168,15	504,45	3,00	0,023	Cukup
B8	40,00	10,700	343,48	1030,42	3,00	0,008	Cukup
B9	40,00	4,749	67,66	202,97	3,00	0,043	Cukup
B12	40,00	3,490	36,54	109,62	3,00	0,079	Cukup
B13	40,00	0,700	1,47	4,41	3,00	1,959	Cukup
C14	40,00	3,169	30,12	90,36	3,00	0,043	Cukup
C15	40,00	3,386	34,40	103,20	3,00	0,114	Cukup
C16	40,00	1,944	11,34	34,02	3,00	0,346	Cukup
C18	40,00	1,320	5,23	15,67	3,00	0,245	Cukup
C19	40,00	3,125	29,30	87,89	3,00	0,134	Cukup
D1	40,00	2,146	13,82	41,45	3,00	0,285	Cukup
D2	40,00	3,588	38,63	115,86	3,00	0,170	Cukup
E1	40,00	8,001	192,06	576,16	3,00	0,015	Cukup

Kode Aktivitas	k/s	X-bar	Σxi^2	$(\Sigma x)^2$	N	N'	Hasil
E2	40,00	12,759	488,38	1465,12	3,00	0,006	Cukup
E3	40,00	7,198	155,42	466,26	3,00	0,019	Cukup
E4	40,00	16,322	799,20	2397,57	3,00	0,012	Cukup
E5	40,00	7,376	163,22	489,66	3,00	0,024	Cukup
E6	40,00	6,363	121,46	364,38	3,00	0,017	Cukup
E7	40,00	10,763	347,51	1042,54	3,00	0,006	Cukup
E8	40,00	9,068	246,70	740,08	3,00	0,027	Cukup
E9	40,00	9,102	248,57	745,70	3,00	0,008	Cukup
E10	40,00	2,336	16,38	49,13	3,00	0,592	Cukup
F1	40,00	2,662	21,26	63,77	3,00	0,407	Cukup
F2	40,00	6,348	120,89	362,66	3,00	0,054	Cukup
F3	40,00	2,832	24,07	72,21	3,00	0,086	Cukup
F4	40,00	8,888	236,98	710,93	3,00	0,017	Cukup
F5	40,00	2,640	20,91	62,72	3,00	0,475	Cukup
F6	40,00	8,209	202,14	606,42	3,00	0,014	Cukup
F7	40,00	1,734	9,03	27,07	3,00	0,719	Cukup
F8	40,00	5,840	102,32	306,95	3,00	0,050	Cukup
F9	40,00	1,549	7,20	21,59	3,00	1,114	Cukup
F10	40,00	0,948	2,70	8,08	3,00	1,480	Cukup
F11	40,00	0,330	0,33	0,98	3,00	0,979	Cukup
G1	40,00	1,045	3,28	9,84	3,00	1,977	Cukup
G2	40,00	8,287	206,03	618,07	3,00	0,032	Cukup
G3	40,00	4,152	51,72	155,14	3,00	0,078	Cukup
G5	40,00	0,665	1,33	3,99	3,00	0,543	Cukup
H1	40,00	1,820	9,94	29,81	3,00	0,290	Cukup
H2	40,00	3,079	28,46	85,34	3,00	0,405	Cukup
I1	40,00	0,328	0,32	0,97	3,00	2,536	Cukup
I2	40,00	0,328	0,32	0,97	3,00	2,536	Cukup
I3	40,00	0,835	2,09	6,28	3,00	0,956	Cukup
J105	40,00	0,327	0,32	0,96	3,00	2,323	Cukup

Kode Aktivitas	k/s	X-bar	Σxi^2	$(\Sigma x)^2$	N	N'	Hasil
J107	40,00	0,639	1,23	3,68	3,00	1,780	Cukup
J109	40,00	0,316	0,30	0,90	3,00	2,443	Cukup
J111	40,00	1,556	7,27	21,79	3,00	0,541	Cukup
J115	40,00	1,237	4,59	13,76	3,00	0,860	Cukup
J117	40,00	1,386	5,77	17,30	3,00	0,683	Cukup
K118	40,00	0,318	0,30	0,91	3,00	2,598	Cukup
L1	40,00	0,911	2,49	7,47	3,00	0,520	Cukup
L2	40,00	1,830	10,05	30,13	3,00	0,287	Cukup
L3	40,00	0,915	2,51	7,54	3,00	0,796	Cukup
L4	40,00	0,459	0,63	1,90	3,00	2,041	Cukup
M2	40,00	0,876	2,30	6,90	3,00	0,871	Cukup
M3	40,00	0,440	0,58	1,74	3,00	2,213	Cukup
M4	40,00	1,603	7,71	23,12	3,00	0,265	Cukup
M5	40,00	1,160	4,04	12,11	3,00	0,713	Cukup
N1	40,00	4,950	73,52	220,54	3,00	0,109	Cukup
N2	40,00	6,751	136,74	410,21	3,00	0,038	Cukup
N3	40,00	5,693	97,23	291,70	3,00	0,041	Cukup
N4	40,00	7,884	186,47	559,38	3,00	0,111	Cukup
N5	40,00	5,121	78,67	235,99	3,00	0,065	Cukup
N6	40,00	6,891	142,45	427,33	3,00	0,081	Cukup
N7	40,00	4,611	63,80	191,38	3,00	0,181	Cukup
N8	40,00	5,961	106,62	319,84	3,00	0,108	Cukup
N9	40,00	0,526	0,83	2,49	3,00	2,811	Cukup
N10	40,00	0,570	0,98	2,93	3,00	2,952	Cukup
O1	40,00	0,539	0,87	2,62	3,00	1,469	Cukup

Kode Aktivitas	k/s	X-bar	Σxi^2	$(\Sigma x)^2$	N	N'	Hasil
P1	40,00	0,536	0,86	2,58	3,00	2,328	Cukup
Q1	40,00	0,261	0,20	0,61	3,00	1,601	Cukup
Q2	40,00	0,261	0,20	0,61	3,00	1,601	Cukup
Q3	40,00	1,555	7,26	21,76	3,00	0,540	Cukup
Q4	40,00	0,261	0,20	0,61	3,00	1,601	Cukup
Q1	40,00	0,261	0,20	0,61	3,00	1,601	Cukup
Q2	40,00	0,261	0,20	0,61	3,00	1,601	Cukup
Q3	40,00	0,261	0,20	0,61	3,00	1,601	Cukup
R1	40,00	1,099	3,62	10,87	3,00	0,357	Cukup
R2	40,00	1,099	3,62	10,87	3,00	0,357	Cukup

Syarat dari uji kecukupan data yaitu Jika $N' \leq N$ maka data dianggap cukup, jika $N' > N$ maka data dianggap tidak cukup (kurang) dan perlu dilakukan penambahan data. Berdasarkan hasil uji kecukupan data seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.9, keseluruhan data yang digunakan pada penelitian ini sudah dikatakan cukup dan bisa digunakan dalam penelitian ini.

4.2.3 Uji Keseragaman Data

Dalam penelitian ini, perlu dilakukan pengujian keseragaman data untuk mengetahui apakah data yang diukur telah seragam dan tidak melebihi dari batas control atas (BKA) dan batas control bawah (BKB) yang telah ditentukan. Berikut ini merupakan rumus untuk mencari BKA dan BKB.

$$BKA = X + k\sigma$$

$$BKA = X + k \sqrt{\frac{\Sigma(X-\bar{X})^2}{N-1}}$$

$$BKB = X - k\sigma$$

$$BKB = X - k \sqrt{\frac{\Sigma(X-\bar{X})^2}{N-1}}$$

Keterangan:

BKA = Batas Kontrol Atas

BKB = Batas Kontrol Bawah

\bar{X} = Rata-Rata Data Pengamatan

k = Tingkat Keyakinan (95%)

σ = Standar Deviasi

Dengan menggunakan rumus diatas, didapatkan hasil data uji keseragaman data seperti yang disajikan pada tabel 4.10 dibawah ini:

Tabel 4. 10 Uji Keseragaman Data

No	Proses	Model	Kode Aktivitas	Rata-Rata Waktu (Menit)	Standar Deviasi	BKA	BKB	Hasil		
1	Press Panjang	B1 PE/PWH	A1	11,23	0,02	11,26	11,20	Seragam		
		B1 PM/PW	A2	1,79	0,01	1,81	1,77	Seragam		
		B2 PE/PWH	A3	10,10	0,01	10,12	10,08	Seragam		
		B2 PM/PW	A4	14,83	0,02	14,86	14,80	Seragam		
		B3 PE/PWH	A5	10,06	0,04	10,13	9,99	Seragam		
		B3 PM/PW	A6	14,66	0,02	14,70	14,62	Seragam		
		U1J PE/PWH	A7	7,76	0,12	8,00	7,52	Seragam		
		U1J PM P116 PE/PWH & P118 GC PE P121 PE/PWH & P121 GC PE PART	A8	12,25	0,03	12,30	12,20	Seragam		
			A9	7,25	0,03	7,31	7,19	Seragam		
			A11	7,80	0,03	7,85	7,75	Seragam		
			A13	1,83	0,03	1,88	1,78	Seragam		
		2	Press Pendek	B1 PE/PWH	B1	7,67	0,04	7,74	7,60	Seragam
				B1 PM/PW	B2	10,52	0,03	10,57	10,47	Seragam
B2 PE/PWH	B3			7,29	0,02	7,33	7,25	Seragam		
B2 PM/PW	B4			11,54	0,04	11,61	11,47	Seragam		
B3 PE/PWH	B5			7,09	0,05	7,19	6,99	Seragam		

No	Proses	Model	Kode Aktivitas	Rata-Rata Waktu (Menit)	Standar Deviasi	BKA	BKB	Hasil
		B3 PM/PW	B6	10,85	0,04	10,93	10,77	Seragam
		U1J PE/PWH	B7	7,49	0,04	7,56	7,42	Seragam
		U1J PM P116 PE/PWH &P118 GC	B8	10,70	0,03	10,76	10,64	Seragam
		PE P121 PE/PWH & P121 GC PE	B9	4,75	0,03	4,81	4,69	Seragam
		PART	B12	3,49	0,03	3,55	3,43	Seragam
			B13	0,70	0,03	0,76	0,64	Seragam
		B1 PE/PWH B1 PM/PW & B2 PM/PW	C14	3,17	0,02	3,21	3,13	Seragam
3	Press Miring	B2 PE/PWH	C15	3,39	0,04	3,46	3,32	Seragam
		B3 PE/PWH	C16	1,94	0,04	2,01	1,87	Seragam
		B3 PE/PWH	C18	1,32	0,02	1,36	1,28	Seragam
		B3 PM/PW	C19	3,12	0,04	3,19	3,05	Seragam
		B1 PM/PW B2 PM/PW & B3 PM/PW	D1	2,15	0,04	2,22	2,08	Seragam
4	Press R		D2	3,59	0,05	3,68	3,50	Seragam
		B1 PE/PWH	E1	8,00	0,03	8,06	7,94	Seragam
		B1 PM/PW	E2	12,76	0,03	12,82	12,70	Seragam
		B2 PE/PWH	E3	7,20	0,03	7,26	7,14	Seragam
		B2 PM/PW & B3 PM/PW	E4	16,32	0,06	16,43	16,21	Seragam
		B3 PE/PWH	E5	7,38	0,04	7,45	7,31	Seragam
5	Edge Former Panjang	U1J PE/PWH	E6	6,36	0,03	6,41	6,31	Seragam
		U1J PM P116 PE/PWH &P118 GC	E7	10,76	0,03	10,81	10,71	Seragam
		PE P121 PE/PWH & P121 GC PE	E8	9,07	0,05	9,16	8,98	Seragam
		PART	E9	9,10	0,03	9,15	9,05	Seragam
			E10	2,34	0,06	2,45	2,23	Seragam

No	Proses	Model	Kode Aktivitas	Rata-Rata Waktu (Menit)	Standar Deviasi	BKA	BKB	Hasil
6	Edge Former Pendek	B1 PE/PWH	F1	2,66	0,05	2,77	2,56	Seragam
		B1 PM/PW	F2	6,35	0,05	6,44	6,26	Seragam
		B2 PE/PWH	F3	2,83	0,03	2,88	2,78	Seragam
		B2 PM/PW	F4	8,89	0,04	8,96	8,82	Seragam
		B3 PE/PWH	F5	2,64	0,06	2,75	2,53	Seragam
		B3 PM/PW	F6	8,21	0,03	8,27	8,15	Seragam
		U1J PE/PWH	F7	1,73	0,05	1,82	1,64	Seragam
		U1J PM	F8	5,84	0,04	5,92	5,76	Seragam
		P116 PE/PWH & P118 GC PE	F9	1,55	0,05	1,65	1,45	Seragam
		P121 PE/PWH & P121 GC PE	F10	0,95	0,04	1,02	0,88	Seragam
		PART	F11	0,33	0,01	0,35	0,31	Seragam
7	Chipping Router Table Miring	B1 PE/PWH	G1	1,05	0,05	1,14	0,96	Seragam
		B1 PM/PW, B2 PM/PW, B3 PM/PW	G2	8,29	0,05	8,38	8,20	Seragam
		B2 PE/PWH	G3	4,15	0,04	4,22	4,08	Seragam
		B3 PE/PWH	G5	0,67	0,02	0,70	0,64	Seragam
		B1 PM/PW B2 PM/PW & B3 PM/PW	H1	1,82	0,03	1,88	1,76	Seragam
8	Chipping Router Table R	B1 PM/PW B2 PM/PW & B3 PM/PW	H2	3,08	0,06	3,20	2,96	Seragam
		B1,B2,B3 PE/PWH	I1	0,33	0,02	0,36	0,30	Seragam
9	Bench Saw Coak Miring	B1,B2,B3 PM/PW	I2	0,33	0,02	0,36	0,30	Seragam
		PART	I3	0,84	0,03	0,89	0,79	Seragam
		B1 PE/PWH & B1 PM/PW	J105	0,33	0,02	0,36	0,30	Seragam
10	Bench Saw Coak Alur	B2 PE/PWH & B2 PM/PW	J107	0,64	0,03	0,69	0,59	Seragam
		B3 PE/PWH & B3 PM/PW	J109	0,32	0,02	0,35	0,29	Seragam
		U1J PE/PWH & U1J PM	J111	1,56	0,04	1,63	1,49	Seragam
		P121 PE/PWH & P121 GC PE	J115	1,24	0,04	1,31	1,17	Seragam
		PART	J117	1,39	0,04	1,46	1,32	Seragam

No	Proses	Model	Kode Aktivitas	Rata-Rata Waktu (Menit)	Standar Deviasi	BKA	BKB	Hasil
11	Bench Saw Coaker	B1 PE/PWH & B1 PM/PW	K118	0,32	0,02	0,35	0,29	Seragam
12	Moulder R	B2 PE/PWH & B2 PM/PW	L1	0,91	0,02	0,95	0,87	Seragam
		B3 PE/PWH & B3 PM/PW	L2	1,83	0,03	1,89	1,77	Seragam
		U1J PM	L3	0,92	0,03	0,97	0,87	Seragam
		B1 PM/PW, P116 PE/PWH & P118 GC PE	L4	0,46	0,02	0,50	0,42	Seragam
13	Cross Cut	B1,B2,B3 PM/PW	M2	0,88	0,03	0,93	0,83	Seragam
		B2,B3 PE/PWH,U1J PM	M3	0,44	0,02	0,48	0,40	Seragam
		P116 PE/PWH & P118 GC PE	M4	1,60	0,03	1,65	1,55	Seragam
		B1 PE/PWH, P121 PE/PWH & P121 GC PE	M5	1,16	0,03	1,22	1,10	Seragam
		B1 PE/PWH	N1	4,95	0,05	5,05	4,85	Seragam
14	Hand Trimmer	B1 PM/PW	N2	6,75	0,04	6,83	6,67	Seragam
		B2 PE/PWH	N3	5,69	0,04	5,76	5,62	Seragam
		B2 PM/PW	N4	7,88	0,08	8,04	7,72	Seragam
		B3 PE/PWH	N5	5,12	0,04	5,20	5,04	Seragam
		B3 PM/PW	N6	6,89	0,06	7,01	6,77	Seragam
		U1J PE/PWH	N7	4,61	0,06	4,73	4,49	Seragam
		U1J PM	N8	5,96	0,06	6,08	5,84	Seragam
		P116 PE/PWH & P118 GC PE	N9	0,51	0,02	0,56	0,46	Seragam
		PART	N10	0,56	0,04	0,63	0,49	Seragam
		15	Bore	B2,B3 PE/PWH, B2,B3 PM/PW, U1J PE/PWH, U1J PM	N11	0,54	0,02	0,58

No	Proses	Model	Kode Aktivitas	Rata-Rata Waktu (Menit)	Standar Deviasi	BKA	BKB	Hasil
16	Router	PART	O1	0,54	0,04	0,61	0,47	Seragam
17	Sanding	B1,B2,B3 PE/PWH	P1	0,26	0,04	0,33	0,19	Seragam
		B1 PM/PW B2,B3 PM/PW & U1J PM	P2	0,26	0,04	0,33	0,19	Seragam
		U1J PE/PWH	P3	1,56	0,04	1,63	1,49	Seragam
		P116 PE/PWH	P4	0,26	0,03	0,31	0,21	Seragam
		P118 GC PE	P5	0,26	0,04	0,33	0,19	Seragam
		P121 GC PE	P6	0,26	0,04	0,33	0,19	Seragam
			P7	0,26	0,04	0,33	0,19	Seragam
18	Aquaproof	B1 PE/PWH	Q1	1,10	0,02	1,14	1,06	Seragam
		B1 PM/PW	Q2	1,10	0,02	1,14	1,06	Seragam

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada tabel 4.10, didapatkan bahwa data yang digunakan pada penelitian ini sudah seragam dan berada di antara kedua batas kendali.

4.2.4 Identifikasi Waste

Berdasarkan hasil dari *Waste Assessment Questionnaire* dapat diketahui hasil *waste* paling tinggi pada proses produksi di *Section Cabinet Case UP*, yang diklasifikasikan sesuai dengan metode *seven waste*. Identifikasi *waste* dalam penelitian ini dilakukan dengan cara menganalisa secara deskriptif yang didukung dengan hasil *brainstorming* dengan ketua kelompok *Cabinet Case UP*, dan hasil observasi lapangan selama kurang lebih 6 bulan.

4.2.5 Pembobotan Waste Relationship Matrix (WRM)

Setelah mengetahui skor *relationship* untuk setiap pertanyaan, selanjutnya yaitu membuat *Waste Relationship Matrix* (WRM). Dimana skor yang telah dikonversi kedalam bentuk simbol di WRM, selanjutnya dimasukan kedalam baris dan kolom WRM seperti pada tabel

Tabel 4. 11 Perbandingan Metriks WRM

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

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

Pada tabel 4.11 diatas diketahui hubungan setiap waste yang terjadi di Section *Cabinet Case* UP yang direpresentasikan dengan huruf A, E, I, O, U, dan X yang didapatkan dari hasil konversi kuesioner. Selanjutnya yaitu mengkonversikan huruf WRM tersebut kedalam bentuk bobot angka sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan yaitu yang direpresentasikan dengan huruf-huruf A, E, I, O, U, dan X. Konversi huruf WRM kedalam bentuk bobot angkat ditunjukkan pada tabel 4.12 dibawah ini:

Tabel 4. 12 Konversi *Waste Relationship Matrix*

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	10	10	10	10	4	0	8
I	8	10	6	10	10	0	0
D	10	10	10	10	10	0	8
M	0	10	4	10	0	8	8
T	8	4	4	10	10	0	10
P	8	10	4	10	0	10	10
W	6	10	4	0	0	0	10
Total	50	64	42	60	34	18	54

Kemudian dilakukan perhitungan nilai skor dengan cara menjumlahkan nilai bobot dari masing-masing *waste*. Berikut ini contoh perhitungan skor baris *Overproduction* yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Overproduction (O)} &= 10 + 10 + 10 + 10 + 4 + 0 + 8 \\ &= 52 \end{aligned}$$

Setelah skor dari masing masing diketahui, selanjutnya dilakukan perhitungan presentase dari setiap *waste*. Berikut ini adalah contoh dari perhitungan presentase baris *overproduction*:

$$\begin{aligned} \text{Overproduction (O)} &= \frac{\text{Nilai Skor}}{\text{Total Skor}} \times 100 \\ &= \frac{52}{322} \times 100 = 16,15\% \end{aligned}$$

Tabel 4. 13 Konversi *Waste Assessment Matrix*

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Total	Presentase
O	10	10	10	10	4	0	8	52	16,15%
I	8	10	6	10	10	0	0	44	13,66%
D	10	10	10	10	10	0	8	58	18,01%
M	0	10	4	10	0	8	8	40	12,42%
T	8	4	4	10	10	0	10	46	14,29%
P	8	10	4	10	0	10	10	52	16,15%
W	6	10	4	0	0	0	10	30	9,32%
Total	50	64	42	60	34	18	54	322	
Presentase	15,53%	19,88%	13,04%	18,63%	10,56%	5,59%	16,77%		

Berdasarkan tabel 4.13 setelah dilakukan konversi, diketahui nilai *from* tertinggi yaitu *Inventory* dengan presentase sebesar 19,88%, sedangkan nilai *to* tertinggi yaitu *Defect* dengan presentase sebesar 18,01%. Dimana, nilai *from* menunjukkan bahwa *waste* yang terjadi di *Section Cabinet Case UP* berasal dari *Inventory*, sedangkan nilai *to* menunjukkan bahwa pengaruh paling besar dari *waste* yang terjadi akan mengakibatkan *waste Defect*.

4.2.6 Waste Assessmeny Questionnaire (WAQ)

Setelah diketahui hasil pembobotan pada *waste Relationship Matrix* (WRM), langkah berikutnya adalah melakukan penilaian terhadap setiap jenis *waste* dengan menggunakan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). Kuisisioner WAQ ini digunakan untuk mengidentifikasi *waste* yang dianggap kritis dalam metode WAM. Kuesisioner WAQ terdiri dari 68 jenis pertanyaan berbeda dan dibagi menjadi dua jenis pertanyaan yaitu "*from*" dan "*to*". Dimana untuk pertanyaan "*from*" memiliki arti bahwa *waste* tersebut dapat mempengaruhi munculnya jenis *waste* lainnya. Sedangkan pertanyaan "*to*" memiliki arti bahwa *waste* tersebut terjadi karena di pengaruhi oleh *waste* lainnya. Berikut ini merupakan langkah-langkah perhitungan dalam meraangking dan mencari skor *waste* yaitu:

- Melakukan pengelompokan dan perhitungan jumlah pertanyaan dalam kuesioner berdasarkan asal "*from*" dan "*to*" untuk setiap jenis *waste*. Tabel 4.14 menunjukkan hasil pengelompokan dan perhitungan jenis pertanyaan.

Tabel 4. 14 Kelompok Pertanyaan

Pertanyaan	Pertanyaan	Ni
1	<i>From Overproduction</i>	3
2	<i>From Inventory</i>	6
3	<i>From Defect</i>	9
4	<i>From Motion</i>	11
5	<i>From Transportation</i>	4
6	<i>From Process</i>	7
7	<i>From Waiting</i>	8
8	<i>To Defect</i>	4
9	<i>To Motion</i>	9
10	<i>To Transportation</i>	3
11	<i>To Waiting</i>	4
	Total	68

- b. Melakukan pembobotan untuk setiap jenis *waste* yang berasal dari konversi tabel WRM pada tabel 4.13 kedalam WAQ. Tabel 4.15 berikut ini menunjukkan hasil pembobotannya:

Tabel 4. 15 Pembobotan Awal WAQ

Kategori	Pertanyaan	Ni	O	I	D	M	T	P	W
<i>Man</i>									
<i>To Motion</i>	1	9	10	10	10	10	10	10	0
<i>From Motion</i>	2	11	0	10	4	10	0	8	8
<i>From Defect</i>	3	9	10	10	10	10	10	0	8
<i>From Motion</i>	4	11	0	10	4	10	0	8	8
<i>From Motion</i>	5	11	0	10	4	10	0	8	8
<i>From Defect</i>	6	9	10	10	10	10	10	0	8
<i>From Process</i>	7	7	8	10	4	10	0	10	10
<i>Material</i>									
<i>To Waiting</i>	8	4	8	0	8	8	10	10	10
<i>From Waiting</i>	9	8	6	10	4	0	0	0	10
<i>From Transportation</i>	10	4	8	4	4	10	10	0	10
<i>From Inventory</i>	11	6	8	10	6	10	10	0	0
<i>From Inventory</i>	12	6	8	10	6	10	10	0	0
<i>From Defect</i>	13	9	10	10	10	10	10	0	8
<i>From Inventory</i>	14	6	8	10	6	10	10	0	0
<i>From Waiting</i>	15	8	6	10	4	0	0	0	10
<i>To Defect</i>	16	4	10	6	10	4	4	4	4
<i>From Defect</i>	17	9	10	10	10	10	10	0	8
<i>From Transportation</i>	18	4	8	4	4	10	10	0	10

Kategori	Pertanyaan	Ni	O	I	D	M	T	P	W
<i>To Motion</i>	19	9	10	10	10	10	10	10	0
<i>From Waiting</i>	20	8	6	10	4	0	0	0	10
<i>From Motion</i>	21	11	0	10	4	10	0	8	8
<i>From Transportation</i>	22	4	8	4	4	10	10	0	10
<i>From Defect</i>	23	9	10	10	10	10	10	0	8
<i>From Motion</i>	24	11	0	10	4	10	0	8	8
<i>From Inventory</i>	25	6	8	10	6	10	10	0	0
<i>From Inventory</i>	26	6	8	10	6	10	10	0	0
<i>To Waiting</i>	27	4	8	0	8	8	10	10	10
<i>From Defect</i>	28	9	10	10	10	10	10	0	8
<i>From Waiting</i>	29	8	6	10	4	0	0	0	10
<i>From Overproduction</i>	30	3	10	10	10	10	4	0	8
<i>To Motion</i>	31	9	10	10	10	10	10	10	0
Machine									
<i>From Process</i>	32	7	8	10	4	10	0	10	10
<i>To Waiting</i>	33	4	8	0	8	8	10	10	10
<i>From Process</i>	34	7	8	10	4	10	0	10	10
<i>From Transportation</i>	35	4	8	4	4	10	10	0	10
<i>To Motion</i>	36	9	10	10	10	10	10	10	0
<i>From Overproduction</i>	37	3	10	10	10	10	4	0	8
<i>From Waiting</i>	38	8	6	10	4	0	0	0	10
<i>From Waiting</i>	39	8	6	10	4	0	0	0	10
<i>To Defect</i>	40	4	10	10	10	10	10	0	8
<i>From Waiting</i>	41	8	6	10	4	0	0	0	10
<i>To Motion</i>	42	9	10	10	10	10	10	10	0
<i>From Process</i>	43	7	8	10	4	10	0	10	10
Method									
<i>To Transportation</i>	44	3	4	10	10	0	10	0	0
<i>From Motion</i>	45	11	0	10	4	10	0	8	8
<i>From Waiting</i>	46	8	6	10	4	0	0	0	10
<i>To Motion</i>	47	9	10	10	10	10	10	10	0
<i>From Defect</i>	48	9	10	10	10	10	10	0	8
<i>To Defect</i>	49	4	10	6	10	4	4	4	4
<i>From Motion</i>	50	11	0	10	4	10	0	8	8
<i>From Defect</i>	51	9	10	10	10	10	10	0	8
<i>From Motion</i>	52	11	0	10	4	10	0	8	8
<i>To Waiting</i>	53	4	8	0	8	8	10	10	10
<i>From Process</i>	54	7	8	10	4	10	0	10	10
<i>From Process</i>	55	7	8	10	4	10	0	10	10
<i>To Defect</i>	56	4	10	6	10	4	4	4	4
<i>From Inventory</i>	57	6	8	10	6	10	10	0	0
<i>To Transportation</i>	58	3	4	10	10	0	10	0	0
<i>To Motion</i>	59	9	10	10	10	10	10	10	0

Kategori	Pertanyaan	Ni	O	I	D	M	T	P	W
<i>To Transportation</i>	60	3	4	10	10	0	10	0	0
<i>To Motion</i>	61	9	10	10	10	10	10	10	0
<i>To Motion</i>	62	9	10	10	10	10	10	10	0
<i>From Motion</i>	63	11	0	10	4	10	0	8	8
<i>From Motion</i>	64	11	0	10	4	10	0	8	8
<i>From Motion</i>	65	11	0	10	4	10	0	8	8
<i>From Overproduction</i>	66	3	10	10	10	10	4	0	8
<i>From Process</i>	67	7	8	10	4	10	0	10	10
<i>From Defect</i>	68	9	10	10	10	10	10	0	8
<i>Score</i>		478	604	468	544	384	300	434	478

- c. Proses pembobotan dilakukan dengan membagi nilai bobot awal oleh nilai Ni, yang berperan dalam mengurangi variasi pada setiap pertanyaan. Ini akan menghasilkan jumlah skor (Sj) dan frekuensi (Fj) pada masing-masing jenis *waste*. Tabel 4.16 dibawah ini menunjukkan hasil pembagian pembobotan awal dengan Ni:

Tabel 4. 16 Pembagian Pembobotan Awal dengan Ni

Kategori	Ni	Bobot	Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
Man									
<i>To Motion</i>	9	0	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	0,00
<i>From Motion</i>	11	0	0,00	0,91	0,36	0,91	0,00	0,73	0,73
<i>From Defect</i>	9	0	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	0,00	0,89
<i>From Motion</i>	11	0	0,00	0,91	0,36	0,91	0,00	0,73	0,73
<i>From Motion</i>	11	0	0,00	0,91	0,36	0,91	0,00	0,73	0,73
<i>From Defect</i>	9	0,5	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	0,00	0,89
<i>From Process</i>	7	0,5	1,14	1,43	0,57	1,43	0,00	1,43	1,43
Material									
<i>To Waiting</i>	4	0	2,00	0,00	2,00	2,00	2,50	2,50	2,50
<i>From Waiting</i>	8	0	0,75	1,25	0,50	0,00	0,00	0,00	1,25
<i>From Transportation</i>	4	1	2,00	1,00	1,00	2,50	2,50	0,00	2,50
<i>From Inventory</i>	6	0	1,33	1,67	1,00	1,67	1,67	0,00	0,00
<i>From Inventory</i>	6	0	1,33	1,67	1,00	1,67	1,67	0,00	0,00
<i>From Defect</i>	9	1	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	0,00	0,89
<i>From Inventory</i>	6	0	1,33	1,67	1,00	1,67	1,67	0,00	0,00
<i>From Waiting</i>	8	0	0,75	1,25	0,50	0,00	0,00	0,00	1,25
<i>To Defect</i>	4	0	2,50	1,50	2,50	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>From Defect</i>	9	0	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	0,00	0,89
<i>From Transportation</i>	4	0	2,00	1,00	1,00	2,50	2,50	0,00	2,50
<i>To Motion</i>	9	0,5	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	0,00
<i>From Waiting</i>	8	0,5	0,75	1,25	0,50	0,00	0,00	0,00	1,25
<i>From Motion</i>	11	1	0,00	0,91	0,36	0,91	0,00	0,73	0,73
<i>From Transportation</i>	4	0	2,00	1,00	1,00	2,50	2,50	0,00	2,50

Kategori	Ni	Bobot	Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
<i>From Defect</i>	9	0	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	0,00	0,89
<i>From Motion</i>	11	0	0,00	0,91	0,36	0,91	0,00	0,73	0,73
<i>From Inventory</i>	6	0	1,33	1,67	1,00	1,67	1,67	0,00	0,00
<i>From Inventory</i>	6	0	1,33	1,67	1,00	1,67	1,67	0,00	0,00
<i>To Waiting</i>	4	1	2,00	0,00	2,00	2,00	2,50	2,50	2,50
<i>From Defect</i>	9	1	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	0,00	0,89
<i>From Waiting</i>	8	0,5	0,75	1,25	0,50	0,00	0,00	0,00	1,25
<i>From</i>	3	0,5	3,33	3,33	3,33	3,33	1,33	0,00	2,67
<i>Overproduction</i>	3	0,5	3,33	3,33	3,33	3,33	1,33	0,00	2,67
<i>To Motion</i>	9	0	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	0,00
Machine									
<i>From Process</i>	7	0	1,14	1,43	0,57	1,43	0,00	1,43	1,43
<i>To Waiting</i>	4	0	2,00	0,00	2,00	2,00	2,50	2,50	2,50
<i>From Process</i>	7	0	1,14	1,43	0,57	1,43	0,00	1,43	1,43
<i>From</i>	4	0	2,00	1,00	1,00	2,50	2,50	0,00	2,50
<i>Transportation</i>	4	0	2,00	1,00	1,00	2,50	2,50	0,00	2,50
<i>To Motion</i>	9	0	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	0,00
<i>From</i>	3	0	3,33	3,33	3,33	3,33	1,33	0,00	2,67
<i>Overproduction</i>	3	0	3,33	3,33	3,33	3,33	1,33	0,00	2,67
<i>From Waiting</i>	8	0	0,75	1,25	0,50	0,00	0,00	0,00	1,25
<i>From Waiting</i>	8	0	0,75	1,25	0,50	0,00	0,00	0,00	1,25
<i>To Defect</i>	4	0	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	0,00	2,00
<i>From Waiting</i>	8	1	0,75	1,25	0,50	0,00	0,00	0,00	1,25
<i>To Motion</i>	9	0	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	0,00
<i>From Process</i>	7	0	1,14	1,43	0,57	1,43	0,00	1,43	1,43
Method									
<i>To</i>	3	0	1,33	3,33	3,33	0,00	3,33	0,00	0,00
<i>Transportation</i>	3	0	1,33	3,33	3,33	0,00	3,33	0,00	0,00
<i>From Motion</i>	11	0	0,00	0,91	0,36	0,91	0,00	0,73	0,73
<i>From Waiting</i>	8	0	0,75	1,25	0,50	0,00	0,00	0,00	1,25
<i>To Motion</i>	9	0	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	0,00
<i>From Defect</i>	9	0	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	0,00	0,89
<i>To Defect</i>	4	0,5	2,50	1,50	2,50	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>From Motion</i>	11	0	0,00	0,91	0,36	0,91	0,00	0,73	0,73
<i>From Defect</i>	9	0	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	0,00	0,89
<i>From Motion</i>	11	0	0,00	0,91	0,36	0,91	0,00	0,73	0,73
<i>To Waiting</i>	4	0	2,00	0,00	2,00	2,00	2,50	2,50	2,50
<i>From Process</i>	7	0	1,14	1,43	0,57	1,43	0,00	1,43	1,43
<i>From Process</i>	7	0	1,14	1,43	0,57	1,43	0,00	1,43	1,43
<i>To Defect</i>	4	0	2,50	1,50	2,50	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>From Inventory</i>	6	1	1,33	1,67	1,00	1,67	1,67	0,00	0,00
<i>To</i>	3	0	1,33	3,33	3,33	0,00	3,33	0,00	0,00
<i>Transportation</i>	3	0	1,33	3,33	3,33	0,00	3,33	0,00	0,00
<i>To Motion</i>	9	0	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	0,00
<i>To</i>	3	0	1,33	3,33	3,33	0,00	3,33	0,00	0,00
<i>Transportation</i>	3	0	1,33	3,33	3,33	0,00	3,33	0,00	0,00
<i>To Motion</i>	9	0	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	0,00
<i>To Motion</i>	9	0	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	0,00
<i>From Motion</i>	11	1	0,00	0,91	0,36	0,91	0,00	0,73	0,73
<i>From Motion</i>	11	0	0,00	0,91	0,36	0,91	0,00	0,73	0,73
<i>From Motion</i>	11	0	0,00	0,91	0,36	0,91	0,00	0,73	0,73

No	Kategori	Bobot	Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
61	<i>To Motion</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62	<i>To Motion</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
63	<i>From Motion</i>	1	0,00	0,91	0,36	0,91	0,00	0,73	0,73
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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
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>	0,5	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,00	0,44
Skor (sj)			11,06	12,34	11,15	13,09	11,06	5,72	12,84
Frekuensi (fj)			11,00	14,00	15,00	12,00	9,00	6,00	13,00

Berikut merupakan contoh perhitungan dalam menentukan nilai skor (Sj) dan frekuensi (Fj) pada kategori *man* yang berhubungan dengan *defect* untuk *waste overproduction*:

$$\text{Bobot awal} = 0,56$$

$$\text{Bobot Jawaban} = 0,5$$

$$\text{Nilai} = \text{Bobot } W_{o,k} \times \text{Bobot Jawaban} = 1,11 \times 0,5 = 0,56$$

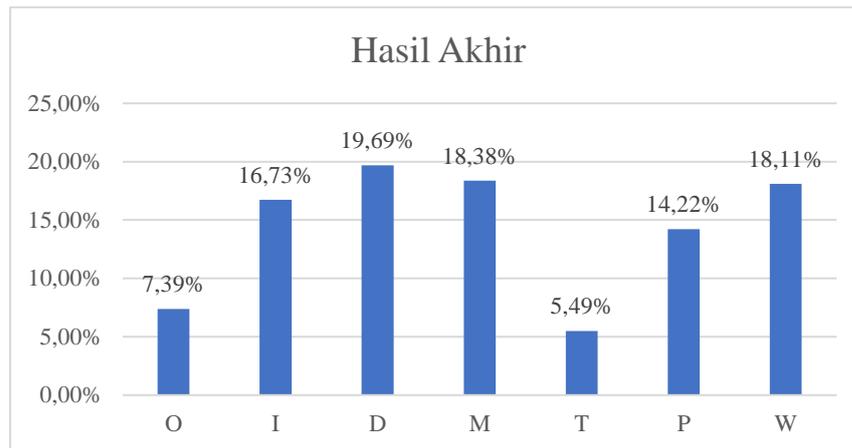
$$\begin{aligned} \text{Sj} &= N_1 + N_2 + N_3 \dots N_n \\ &= 0,00 + 0,56 + 0,57 \dots + 0,00 = 11,06 \end{aligned}$$

$$\text{Fj} = 11$$

- e. Setelah nilai sj dan fj diketahui, langkah berikutnya adalah melakukan perhitungan untuk mendapatkan skor Yj, Pj Faktor, dan Yj Final. Setelah perhitungan tersebut selesai, dapat menentukan urutan *waste* kritis berdasarkan persentase yang diperoleh. Penentuan *waste* kritis tersebut ditunjukkan oleh tabel 4.18 dibawah ini.

Tabel 4. 18 Menetapkan *Waste* Kritis

	Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
Nilai <i>From</i>	10,41	7,10	10,03	7,50	2,17	9,21	7,17
Nilai <i>To</i>	1,31	3,81	3,06	3,56	3,56	3,00	2,50
Penentuan <i>Waste</i>	O	I	D	M	T	P	W
Kritis							
Score Yj	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,05
Pj	13,59	27,01	30,65	26,67	7,71	27,63	17,92
Y Final	0,35	0,80	0,94	0,88	0,26	0,68	0,87
%	7,39%	16,73%	19,69%	18,38%	5,49%	14,22%	18,11%
Rangking	6	4	1	2	7	5	3



Gambar 4. 23 Grafik Hasil Akhir

Setelah menghitung skor Yj dan Pj untuk mendapatkan Yj Final dan presentase *waste* paling tinggi. Yj adalah factor indikasi awal untuk setiap *waste*. Berikut contoh perhitungan Yj Final pada *waste Overproduction* (O).

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} = \frac{11,06}{82} \times \frac{11}{57} = 0,03$$

Selain itu, Pj adalah factor probabilitas pengaruh antar jenis *waste*, yang diperoleh dengan mengalikan presentase “from” dengan “to” pada WRM value sesuai jenis *waste*. Berikut contoh perhitungan Yj Final pada *waste Overproduction* (O).

$$\begin{aligned} P_j &= \text{Nilai from Overproduction} \times \text{Nilai To Overproduction} \\ &= 10,41 \times 1,31 = 13,59 \end{aligned}$$

Setelah nilai Yj dan Pj diketahui, selanjutnya melakukan perkalian antara Yj dan Pj untuk mendapatkan nilai Yfinal. Berikut contoh perhitungan Yfinal pada *waste overproduction*

$$\begin{aligned} Y_{\text{final}} &= Y_j \text{ Overproduction} \times P_j \text{ Overproduction} \\ &= 0,03 \times 13,59 = 0,35 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Final Result} &= \frac{Y_{\text{Final}}}{Y_{\text{Total}}} \times 100\% \\ &= \frac{0,35}{4,79} \times 100\% = 7,39\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, dapat dilihat pada grafik 4.3 menunjukkan bahwa *waste* tertinggi yang terjadi di *Section Cabinet Case UP* disebabkan oleh *waste*

defect dengan presesntase sebesar 19,69%. Selanjutnya setelah diketahui jenis *waste* yang paling kritis, selanjutnya menganalisa *waste* dengan *Value Stream Mapping Tools* (VALSAT) untuk mengidentifikasi lebih lanjut.

4.2.7 *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

Setelah menyelesaikan proses identifikasi pemborosan dengan menggunakan *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ), langkah berikutnya adalah memilih alat pemetaan rinci dengan menggunakan matriks VALSAT bertujuan untuk identifikasi lebih lanjut *waste* yang terjadi pada aktifitas produksi. Untuk detail *mapping tools* disajikan pada Table 4.19 dibawah ini:

Tabel 4. 19 Hasil perhitungan VALSAT

<i>Waste/Stucture</i>	<i>Process Activity Mapping</i>	<i>Supply Chain Responce Matrix</i>	<i>Product Variety Funnel</i>	<i>Quality Filter Mapping</i>	<i>Demand Amplification Mapping</i>	<i>Decision Point Analysis</i>	<i>Physical Structure</i>
<i>Transportation</i>	2,37						0,26
<i>Waiting Over</i>	7,80	7,80	0,87		2,60	2,60	
<i>Production Defect</i>	0,35	1,06		0,35	1,06	1,06	
<i>Inventory Motion</i>	0,94			8,48			
	2,40	7,21	2,40		7,21	2,40	0,80
	7,92	0,88					
<i>Processing</i>	6,13		2,40	0,68		0,68	
Total	27,91	16,95	5,67	9,52	10,87	6,74	1,06

Keterangan :

L (*Low Correlation and Usefulness*) = Skor 1

M (*Medium Correlation and Usefulness*) = Skor 3

H (*Hight Correlation and Usefulness*) = Skor 9

Berdasarkan tabel 4.19 diketahui bahwa *mapping tools* yang mendapatkan nilai tertinggi adalah *Process Activity Mapping* (PAM) dengan skor sebesar 27,91, sehingga *tools* yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu *Process Activity Mapping* (PAM).

4.2.8 Process Activity Mapping (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) merupakan *tools* yang digunakan untuk menghilangkan pemborosan yang terjadi di lingkungan kerja. Konsep yang diterapkan dalam PAM adalah menggambarkan secara detail dan menyeluruh proses produksi, di mana setiap langkah dalam proses tersebut diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu kegiatan yang memberikan nilai tambah (*Value-Added/VA*), kegiatan yang tidak diperlukan tetapi masih memberikan nilai tambah (*Non-Value-Added but Necessary/NNVA*), dan yang terakhir adalah kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (*Non-Value-Added/NVA*). Tabel 4.20 menunjukkan *Process Activity Mapping* pada *Section Cabinet Case UP*.

Tabel 4. 20 *Proses Activity Mapping*

Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Waste	Alat	Operator	Aktivitas				VA/NNVA/NVA
						O	T	I	S D	
Press Atas Bawah (Sisi Panjang)	Menekan tombol on dan pengatur suhu pada elbartrans	0,13	Motion	Kayu	1	O				NNVA
	Sanding bagian kabinet yang akan dipress	0,17	-	Abrasive	1	O				VA
	Ambil kabinet dari rak dan letakkan kabinet di mesin press	0,05	-		1	O				NNVA
	Proses Glue Spreader	0,53	-		1	O				VA
	Pasang backer & setting meja rotarry	0,63	-		1	O				VA
	Menunggu Proses Press	4,00	-		1				D	NVA
	Mengambil kabinet dari mesin dan menyimpan di rak	0,12	-		1			S		NNVA
	Menekan tombol off elbartrans	0,13	Motion	Kayu	1	O				NNVA
	Mengantar ke edge former kabinet small	0,17	-	Rak	1		T			NNVA
EDGE FORMER & nomi	Menekan tombol on dust collector	0,05	Motion		1	O				NNVA
	Ambil kabinet dari rak dan menaruh kabinet pada meja kerja	0,07	-		1	O				NNVA
	Proses edge former 1	0,57	-	Edge Former	1	O				VA
	Membalik kabinet ke sisi lainnya	0,10	-		1	O				NNVA
	Proses edge former 2	0,58	-	Edge Former	1	O				VA
	Melakukan nomi pada sisa backer dan lem di kabinet	1,04	-	Nomi	1	O				VA
	Membersihkan dan mengecek kabinet	0,13	Motion	Air gun kompressor	1	O				NNVA
	Menyimpan kabinet di rak	0,08	-		1			S		NNVA

Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Waste	Alat	Operator	Aktivitas				VA/NNVA/NVA
						O	T	I	S D	
	Membersihkan serbuk kayu hasil edge former	0,83	Motion	Sapu	1	O				NNVA
	Menekan tombol off dust collector	0,05	Motion		1	O				NNVA
	Kirim bahan ke bench saw	0,15	-	Rak	1		T			NNVA
Bench Saw (Coak Miring)	Menekan tombol on dust collector	0,06	Motion		1	O				NNVA
	Ambil bahan	0,07	-		1	O				NNVA
	Proses Bench Saw	0,33	-		1	O				VA
	Simpan bahan di rak	0,07	-		1			S		NNVA
	Menekan tombol off dust collector	0,05	Motion		1	O				NNVA
	Kirim bahan ke rotary press	0,10	-	Rak	1		T			NNVA
Moulder (Pembentukan R)	Menekan tombol on dust collector	0,05	Motion		1	O				NNVA
	Ambil bahan	0,07	-		1	O				NNVA
	Proses Moulder	0,46	-		1	O				VA
	Simpan bahan di rak	0,05	-		1			S		NNVA
	Menekan tombol off dust collector	0,05	Motion		1	O				NNVA
	Kirim bahan ke rotary press	0,17	-	Rak	1		T			NNVA
Rotary Press (Press Edge Miring)	Menekan tombol on dan pengatur suhu pada elbartrans	0,15		Kayu						
	Sanding bagian kabinet yang akan dipress	0,23	Motion	Abrasive	1	O				NNVA
	Ambil kabinet dari rak dan letakkan kabinet di mesin press	0,08	-		1	O				NNVA
	Proses Glue Spreader	0,55	-		1	O				VA
	Pasang backer & setting meja rotarry	0,67	-		1	O				VA

Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Waste	Alat	Operator	Aktivitas				VA/NNVA/NVA
						O	T	I	S	
	Menunggu Proses Press	4,00	-		1				D	NVA
	Mengambil kabinet dari mesin dan menyimpan di rak	0,13	-		1			S		NNVA
	Menekan tombol off pada elbartrans	0,15	Motion	Kayu	1	O				NNVA
	Mengantar kabinet ke hand trimer kabinet small	0,20	-	Rak	1		T			NNVA
Chipping Press Miring Rotary Press (Press Edge R)	Mengetok sisa baker hasil press R	4,15	Process		1	O				VA
	Menekan tombol on dan pengatur suhu pada elbartrans	0,15	Motion	Kayu	1	O				NNVA
	Sanding bagian kabinet yang akan dipress	0,23	-	Abrasive	1	O				VA
	Ambil kabinet dari rak dan letakkan kabinet di mesin press	0,05	-		1	O				NNVA
	Proses Glue Spreader	0,55	-		1	O				VA
	Pasang backer & setting meja rotarry	0,67	-		1	O				VA
	Menunggu Proses Press	4,00	-		1				D	NVA
	Mengambil kabinet dari mesin dan menyimpan di rak	0,15	-		1			S		NNVA
	Menekan tombol off pada elbartrans	0,15	Motion	Kayu	1	O				NNVA
	Mengantar kabinet ke hand trimer kabinet small	0,18	-	Rak	1		T			NNVA
Chipping Press R	Mengetok sisa baker hasil press R	1,26	-		1	O				VA
	Mengecek hasil Chipping	0,12	-		1		I			NNVA
Rotary Press (press Edge Pendek)	Menekan tombol on dan pengatur suhu pada elbartrans	0,15	Motion	Kayu	1	O				NNVA
	Sanding bagian kabinet yang akan dipress	0,18	-	Abrasive	1	O				VA

Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Waste	Alat	Operator	Aktivitas				VA/NNVA/NVA
						O	T	I	S D	
	Ambil kabinet dari rak dan letakkan kabinet di mesin press	0,08	-		1	O				NNVA
	Proses Glue Spreader	0,25	-		1	O				VA
	Pasang backer & setting meja rotarry	0,47	-		1	O				VA
	Menunggu Proses Press	4,00	-		1				D	NVA
	Mengambil kabinet dari mesin dan menyimpan di rak	0,04	-		1			S		NNVA
	Menekan tombol off pada elbartrans	0,12	Motion	Kayu	1	O				NNVA
	Mengantar ke edge former kabinet small	0,22	-	Rak	1		T			NNVA
Chipping										
Press Pendek	Mengetok sisa baker hasil press Pendek	0,60	-		1	O				NNVA
Hand Trimmer (Mentory)										
	Ambil kabinet dari rak dan simpan dimeja kerja	0,03	-		1	O				NNVA
	Mengetok sisa baker hasil press	0,27	-		1	O				VA
	Ambil alat hand trimmer	0,02	-		1	O				NNVA
	Membuat R pada sudut kabinet	0,14	-		1	O				VA
	Membalik kabinet pada sisi lain	0,05	-		1	O				NNVA
	Membuat R pada sudut kabinet	0,45	-		1	O				VA
	Menyimpat alat hand trimmer pada tempatnya	0,02	-		1	O				NNVA
	Menyimpan kabinet pada rak	0,08	-		1			S		NNVA
	Mengantar kabinet ke QC	0,17	-	Rak	1		T			NNVA
Router Table										
	Menekan tombol on dust collector	0,05	Motion		1	O				NNVA
	Ambil bahan	0,04	-		1	O				NNVA
	Proses Router Table	0,54	-		1	O				VA
	Simpan bahan di rak	0,05	-		1			S		NNVA
	Menekan tombol off dust collector	0,05	Motion		1	O				NNVA

Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Waste	Alat	Operator	Aktivitas					VA/NNVA/NVA
						O	T	I	S	D	
	Bersihkan sisa debu	0,25	Motion		1	O					NNVA

Keterangan:

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

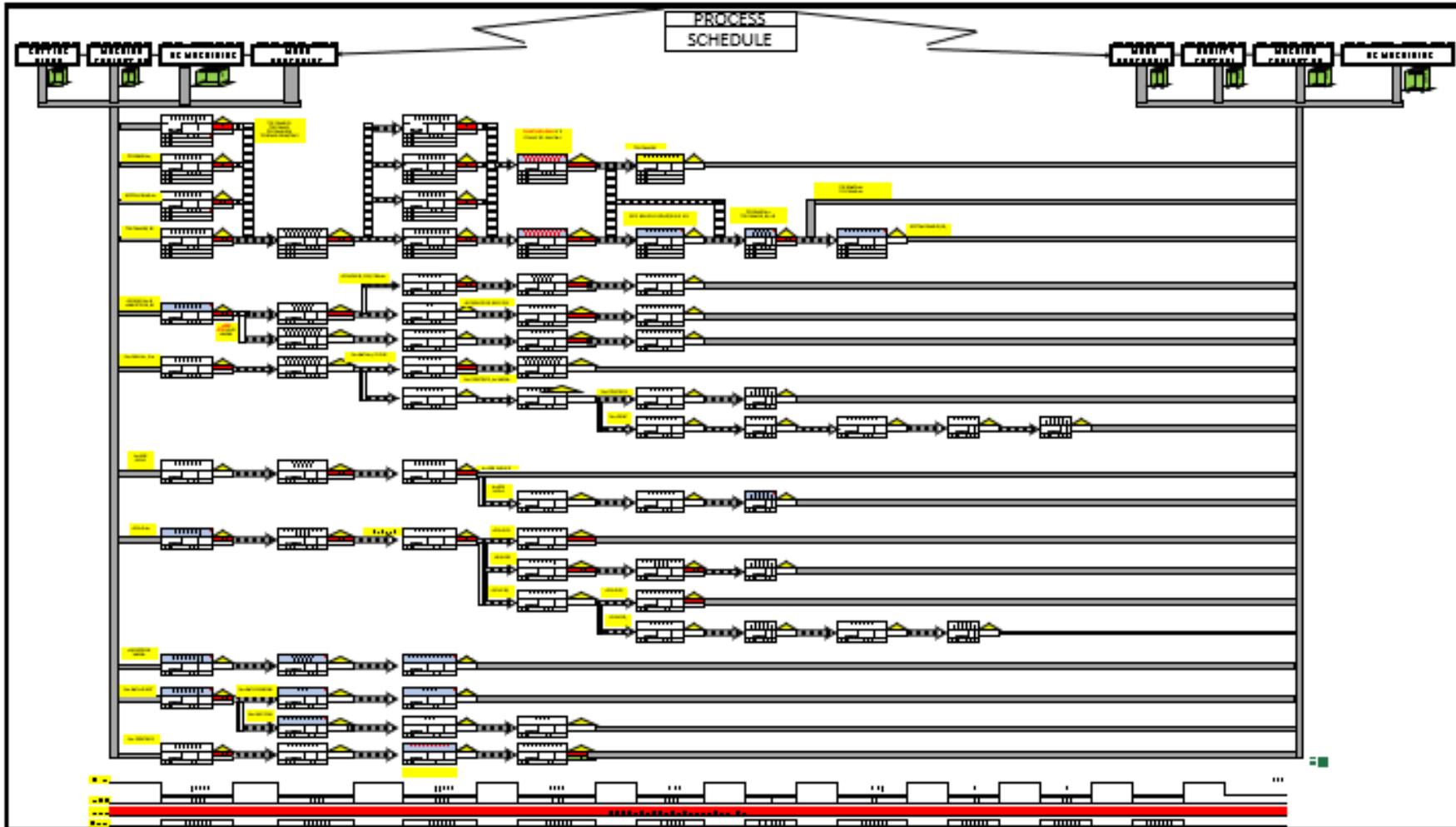
Pada tabel 4.20 diatas merupakan *Process Activity Mapping* (PAM) yang memuat informasi tentang aktivitas yang dilakukan dalam *Section Cabinet Case UP*. Dimana masing-masing proses akan dicatat mengenai waktu, alat, dan jumlah operator, kemudian akan dikelompokan berdasarkan aktivitasnya (O, T, I, S, dan D), serta menentukan apakah aktivitas tersebut termasuk kedalam kategori yang memberikan nilai tambah atau tidak (VA, NNVA dan NVA). Tabel 4.21 ini menunjukkan hasil rekapitulasi waktu aktivitas dari *Process Activity Mapping* (PAM):

Tabel 4. 21 Rekapitulasi PAM

Aktifitas	Jumlah	Waktu (Menit)	Persentase
Operation (O)	56	19,00	72%
Transportation (T)	8	1,35	2%
Inspection (I)	1	0,12	0%
Storage (S)	9	0,77	1%
Delay (D)	4	16,00	21%
Total	78	37,24	
VA	23	14,92	29%
NNVA	51	6,33	65%
NVA	4	16,00	5%
Total	78	37,24	

Berdasarkan Tabel 4.21 menunjukkan hasil dari PAM dimana terdapat 78 aktivitas yang ada di *Section Cabinet Case UP* dengan total waktu yang dibutuhkan sebesar 37,24 menit. Dari seluruh aktivitas tersebut, terdiri dari *Value Added Activity* (VA) sebesar 29% dengan total waktu 14,92 menit, *Necessary but Non-Value Added Activity* (NNVA) sebesar 65% menit dengan total waktu 6,33 menit dan *Non-Value Added Activity* (NVA) sebesar 5% dengan total waktu 16,00 menit. Jadi, *Non Value Activity* (NVA) merupakan waktu tertinggi yang menunjukkan bahwa terdapat aktivitas yang tidak perlu dan dapat menimbulkan kerugian yang besar jika *waste* tersebut tidak segera dieliminasi.

4.2.9 Current State Mapping

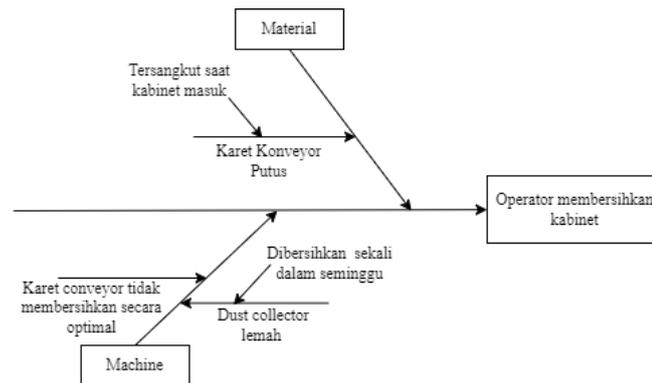


Dari peta *Sustainable Value Stream Mapping* (Sus-VSM) pada Gambar di atas, kita dapat memahami urutan proses produksi di *Section Cabinet Case*, mulai dari tahap awal penggunaan bahan mentah hingga tahap akhir di mana produk siap untuk dikirim kepada konsumen. Peta ini juga dilengkapi dengan berbagai data, termasuk informasi waktu tunggu (*lead time*), tenaga kerja yang terlibat, shift kerja, serta data bahan konsumsi, energi, dan indeks beban fisik (*physical load index/PLI*).

Data-data tersebut diperoleh melalui pengamatan langsung, perhitungan, dan referensi pada data sekunder yang telah disediakan oleh perusahaan. Pengukuran *cycle time* diperoleh dengan mengawasi secara langsung dan mencatat waktu yang diperlukan untuk setiap tahap proses yang sedang berlangsung. Sedangkan data yang didapat dari perusahaan seperti data energi listrik, bahan baku. Berdasarkan Sus-VSM diketahui bahwa total *inventory* sebesar 720 pcs dengan *lead time* produksi sebesar 2,89 hari. Dengan penggunaan energi listrik sebesar 147,3 Kwh/hari, serta total *defect* sebanyak 296 Pcs dari rentang waktu bulan Agustus-Desember 2022. Selain itu, pada area kerja *Section Cabinet Case UP* memiliki kebisingan melebihi NAB.

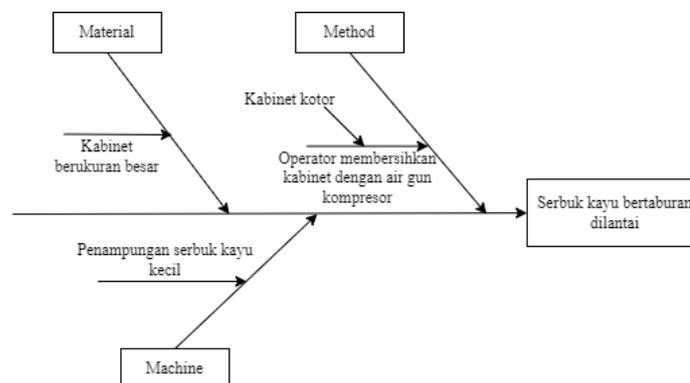
4.2.10 Fishbone Diagram

Fishbone diagram atau diagram sebab dan akibat digunakan untuk mengilustrasikan hubungan antara sebab dan akibat dari suatu masalah atau pemborosan (*waste*). Pada tahap ini akan dilakukan analisis mendalam terhadap pemborosan yang terdeteksi dalam proses PAM yang terjadi dalam *Section Cabinet Case UP*. Analisis ini akan mempertimbangkan enam faktor utama, yaitu manusia (*man*), material, metode (*method*), pengukuran (*measurement*), mesin (*machine*), dan lingkungan (*environment*). Berikut adalah representasi *Fishbone diagram* yang menggambarkan pemborosan yang terjadi pada *Section Cabinet Case UP*.



Gambar 4. 24 *Fishbone Waste* membersihkan Kabinet

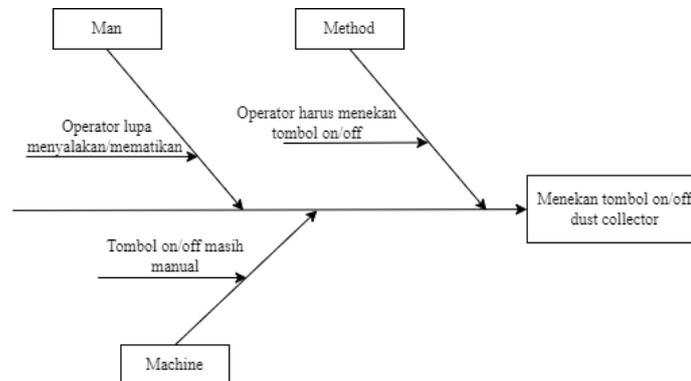
Gambar 4.24 menunjukkan *waste* dimana operator membersihkan kabinet ketika selesai dari proses *edge former*, dimana *waste* tersebut termasuk kategori *waste motion*. *Waste* ini terjadi karena 2 faktor yaitu faktor *material* dan *machine*. Untuk faktor *material* yang menyebabkan terjadinya *waste* yaitu karet konveyor pada mesin *edge former* putus karena karet tersebut tersangkut oleh kabinet itu sendiri. Sedangkan faktor *machine* yang menyebabkan terjadinya *waste* yaitu *dust collector* pada *edge former* sedikit lemah karena dibersihkan dalam seminggu sekali, dan dari karet konveyor sendiri tidak dapat membersihkan debu kabinet secara optimal sehingga masih terdapat sisa debu pada kabinet.



Gambar 4. 25 *Fishbone waste* serbuk kayu bertaburan

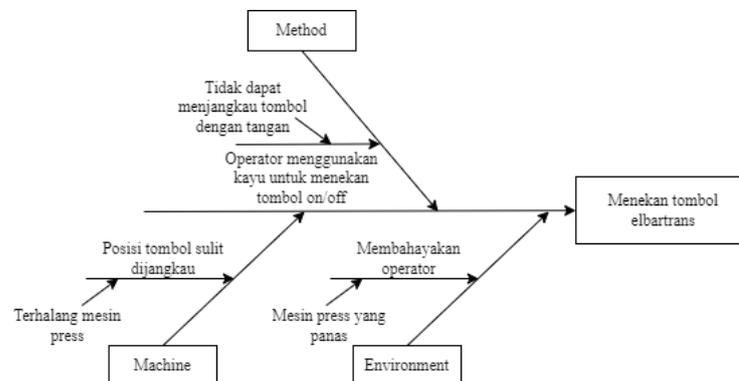
Gambar 4.25 menunjukkan *waste* dimana operator membersihkan serbuk kayu bertaburan dilantai pada proses *Edge Former* yang termasuk dalam kategori *waste motion*. *Waste* ini terjadi karena 3 faktor yaitu faktor *method*, *material* dan *machine*. Pada faktor *method* yang menyebabkan terjadinya *waste* yaitu operator membersihkan kabinet yang masih terdapat serbuk kayu dengan air gun kompresor sehingga serbuk kayu tersebut bertebaran dilantai, sedangkan pada faktor *material* yang menyebabkan *waste* yaitu kabinet tersebut berukuran

besar, dan terakhir pada faktor *machine* yang menyebabkan *waste* yaitu belum penampungan untuk serbuk kayu berukuran kecil.



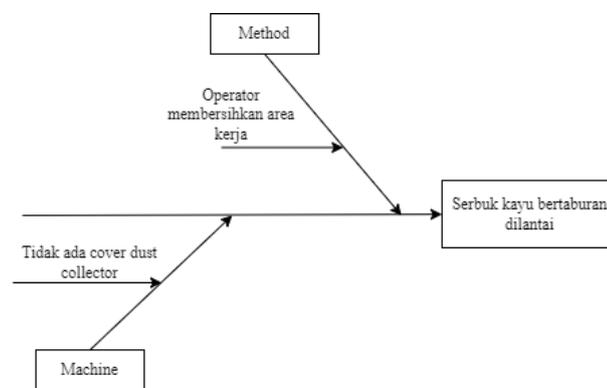
Gambar 4. 26 *Fishbone Waste Menekan tombol on/off dust collector*

Gambar 4.26 menunjukkan *waste* yang terjadi adalah operator harus menekan tombol *on/off dust collector* yang termasuk kedalam *waste motion* yang disebabkan oleh 3 faktor diantaranya *method*, *man*, dan *machine*. Pada faktor *method* yang menyebabkan terjadinya *waste* yaitu operator harus menekan tombol *on* pada *dust collector* ketika ingin menggunakan mesin dan harus menekan tombol *off* ketika selesai digunakan. Pada faktor *man* yang menyebabkan terjadinya *waste* yaitu jika operator lupa untuk menekan tombol *on* maka serbuk kayu sisa proses pemotongan akan berhamburan dilantai dan jika operator lupa untuk menekan tombol *off* ketika proses telah selesai maka *dust collector* tersebut akan terus menyela dana menyebabkan pemborosan energi listrik. Dan terakhir, faktor *machine* yang menyebabkan terjadinya *waste* yaitu untuk menyalakan/mematikan *dust collector* masih manual.



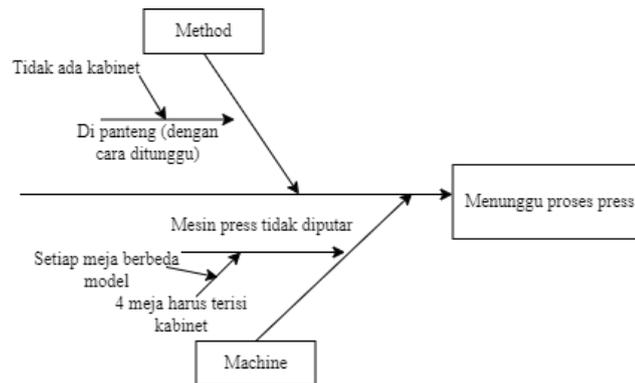
Gambar 4. 27 *Fishbone waste menekan tombol elbartrans*

Gambar 4.27 menunjukkan *waste* yang terjadi adalah operator kesulitan menekan tombol elbartrans yang termasuk kedalam kategori *waste motion*. *Waste* ini disebabkan oleh 3 faktor diantaranya faktor *method*, *environment*, *machine*. Pada faktor *method* yang menyebabkan terjadinya *waste* yaitu operator harus menggunakan kayu untuk menekan tombol *on/off* elbartrans karena tidak dapat dijangkau dengan tangan. Pada faktor *environment* yang menyebabkan terjadinya *waste* yaitu ketika operator menekan tombol elbartrans dengan tangan langsung dapat membahayakan operator karena beresiko terkena mesin press yang panas. Dan terakhir pada faktor *machine* yang menyebabkan terjadinya *waste* yaitu posisi tombol sulit untuk dijangkau karena terhalang/terhimpit mesin *press*.



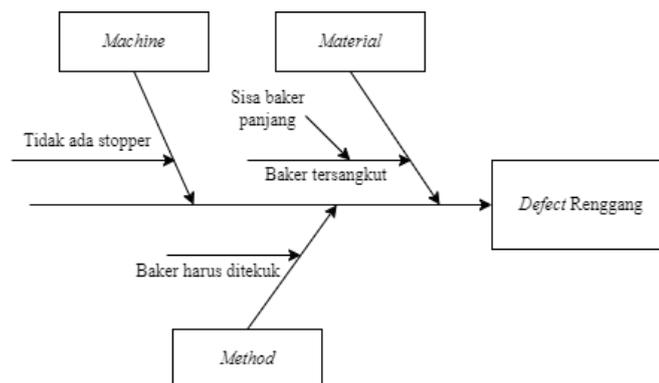
Gambar 4. 28 Fishbone *Waste* Serbuk kayu bertaburan dilantai

Gambar 4.28 menunjukkan *waste* yang terjadi adalah serbuk kayu bertaburan dilantai pada proses *router table* yang termasuk kedalam kategori *waste motion*. *Waste* ini disebabkan oleh 2 faktor diantaranya faktor *method* dan *machine*. Pada faktor *method* yang menyebabkan terjadinya *waste* yaitu operator harus membersihkan area kerja setelah selesai melakukan proses *router table* karena serbuk kayu yang bertaburan dilantai. Sedangkan pada faktor *machine* yang menyebabkan terjadinya *waste* yaitu tidak adanya *cover dust collector* sehingga serbuk kayu bertaburan dilantai pada saat proses *router table* dilakukan.



Gambar 4. 29 Menunggu Proses *Press*

Gambar 4.29 menunjukkan *waste* yang terjadi adalah operator menunggu proses *press* yang termasuk kedalam kategori *waiting*. *Waste* ini disebabkan oleh dua faktor yaitu *method* dan *machine*. Pada faktor *method* yang menyebabkan terjadinya *waste* menunggu proses *press* yaitu Operator melakukan proses *press* dengan cara di tunggu, hal tersebut dikarenakan tidak adanya *stock* kabinet untuk di *press* pada sisi meja lainnya. Sedangkan pada faktor *machine* yang menyebabkan terjadinya *waste* ini adalah mesin *press* tidak diputar dikarenakan dalam mesin *press* terdiri dari 4 meja untuk 4 jenis kabinet berbeda. Sedangkan mesin *press* tersebut dapat diputar jika semua meja di isi full kabinet. Jadi jika keempat meja tidak terisi semua maka operator akan melakukan proses *press* dengan cara ditunggu.



Gambar 4. 30 *Defect Renggang*

Gambar 4.30 menunjukkan *waste* yang terjadi adalah kabinet NG (*Not Good*) Renggang yang termasuk kedalam kategori *waste*. *Waste* ini disebabkan oleh tiga faktor yaitu *Material*, *Machine*, *Method*. Pada faktor *Material* yang menyebabkan terjadinya *waste* NG Renggang

yaitu baker pada saat selesai proses press edge tersangkut hal tersebut disebabkan oleh sisa baker yang Panjang. Sedangkan pada faktor *Machine* yang menyebabkan terjadinya terjadinya *waste* ini adalah tidak adanya stopper. Faktor terakhir yang menyebabkan terjadinya *waste defect* Renggang adalah *Method*, dimana baker harus ditekuk dan dibuatkan *stopper* sehingga baker tidak terlalu panjang dan menyebabkan renggang.

4.2.11 Usulan *Process Activity Mapping*

Pada tahap PAM ini, akan diajukan rekomendasi dengan cara menghapus proses-proses yang telah diidentifikasi sebagai tidak memberikan nilai tambah selama analisis PAM. Proses-proses yang tidak memberikan nilai tambah ini akan dihilangkan melalui penerapan prinsip Kaizen. Selain menghilangkan proses yang tidak memberikan nilai tambah, pada tahap ini juga akan diidentifikasi beberapa aktivitas yang dapat meminimalkan waktu prosesnya melalui penerapan Kaizen. Tabel 4.22 berikut ini menunjukkan usulan *Process Activity Mapping*.

Tabel 4. 22 Usulan *Process Activity Mapping*

Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Waste	Alat	Operator	Aktivitas					VA/NNVA/NVA
						O	T	I	S	D	
Press Atas Bawah (Sisi Panjang)	Menekan tombol on dan pengatur suhu pada elbartrans										
	Sanding bagian kabinet yang akan dipress	0,17	-	Abrasive	1	O					VA
	Ambil kabinet dari rak dan letakkan kabinet di mesin press	0,05	-		1	O					NNVA
	Proses Glue Spreader	0,53	-		1	O					VA
	Pasang backer & setting meja rotarry	0,63	-		1	O					VA
	Menunggu Proses Press										
	Mengambil kabinet dari mesin dan menyimpan di rak	0,12	-			1			S		NNVA
	Menekan tombol off elbartrans										
	Mengantar ke edge former kabinet small	0,17	-	Rak	1		T				NNVA
	EDGE FORMER & nomi	Menekan tombol on dust collector									
Ambil kabinet dari rak dan menaruh kabinet pada meja kerja		0,07	-		1	O					NNVA
Proses edge former 1		0,57	-	Edge Former	1	O					VA
Membalik kabinet ke sisi lainnya		0,10	-		1	O					NNVA
Proses edge former 2		0,58	-	Edge Former	1	O					VA
Melakukan nomi pada sisa backer dan lem di kabinet		1,04	-	Nomi	1	O					VA
Membersihkan dan mengecek kabinet											
Menyimpan kabinet di rak		0,08	-			1			S		NNVA
Membersihkan serbuk kayu hasil edge former											
Menekan tombol off dust collector											

	Kirim bahan ke bench saw	0,15	-	Rak	1	T	NNVA
	Menekan tombol on dust collector						
Bench Saw (Coak Miring)	Ambil bahan	0,07	-		1	O	NNVA
	Proses Bench Saw	0,33	-		1	O	VA
	Simpan bahan di rak	0,07	-		1	S	NNVA
	Menekan tombol off dust collector						
	Kirim bahan ke rotary press	0,10	-	Rak	1	T	NNVA
	Menekan tombol on dust collector						
Moulder (Pembentukan R)	Ambil bahan	0,07	-		1	O	NNVA
	Proses Moulder	0,46	-		1	O	VA
	Simpan bahan di rak	0,05	-		1	S	NNVA
	Menekan tombol off dust collector						
	Kirim bahan ke rotary press	0,17	-	Rak	1	T	NNVA
	Menekan tombol on dan pengatur suhu pada elbartrans						
Rotary Press (Press Edge Miring)	Sanding bagian kabinet yang akan dipress	0,23	-	Abrasive	1	O	VA
	Ambil kabinet dari rak dan letakkan kabinet di mesin press	0,08	-		1	O	NNVA
	Proses Glue Spreader	0,55	-		1	O	VA
	Pasang backer & setting meja rotarry	0,67	-		1	O	VA
	Menunggu Proses Press						
	Mengambil kabinet dari mesin dan menyimpan di rak	0,13	-		1	S	NNVA
	Menekan tombol off pada elbartrans						
	Mengantar kabinet ke hand trimer kabinet small	0,20	-	Rak	1	T	NNVA
Chipping Press Miring	Mengetok sisa baker hasil press R						
Rotary Press (Press Edge R)	Menekan tombol on dan pengatur suhu pada elbartrans						
	Sanding bagian kabinet yang akan dipress	0,23	-	Abrasive	1	O	VA

	Ambil kabinet dari rak dan letakkan kabinet di mesin press	0,05	-		1	O		NNVA
	Proses Glue Spreader	0,55	-		1	O		VA
	Pasang backer & setting meja rotarry	0,67	-		1	O		VA
Menunggu Proses Press								
	Mengambil kabinet dari mesin dan menyimpan di rak	0,15	-		1		S	NNVA
Menekan tombol off pada elbartrans								
	Mengantar kabinet ke hand trimer kabinet small	0,18	-	Rak	1		T	NNVA
Chipping Press R	Mengetok sisa baker hasil press R	1,26	-		1	O		VA
	Mengecek hasil Chipping	0,12	-		1		I	NNVA
Menekan tombol on dan pengatur suhu pada elbartrans								
	Sanding bagian kabinet yang akan dipress	0,18	-	Abrasive	1	O		VA
Rotary Press (press Edge Pendek)	Ambil kabinet dari rak dan letakkan kabinet di mesin press	0,08	-		1	O		NNVA
	Proses Glue Spreader	0,25	-		1	O		VA
	Pasang backer & setting meja rotarry	0,47	-		1	O		VA
	Menunggu Proses Press							
	Mengambil kabinet dari mesin dan menyimpan di rak	0,04	-		1		S	NNVA
Menekan tombol off pada elbartrans								
	Mengantar ke edge former kabinet small	0,22	-	Rak	1		T	NNVA
Chipping Press Pendek	Mengetok sisa baker hasil press Pendek	0,60	-		1	O		NVA
	Ambil kabinet dari rak dan simpan dimeja kerja	0,03	-		1	O		NNVA
Hand Trimmer (Mentory)	Mengetok sisa baker hasil press	0,27	-		1	O		VA
	Ambil alat hand trimmer	0,02	-		1	O		NNVA
	Membuat R pada sudut kabinet	0,14	-		1	O		VA
	Membalik kabinet pada sisi lain	0,05	-		1	O		NNVA

	Membuat R pada sudut kabinet	0,45	-		1	O		VA
	Menyimpat alat hand trimmer pada tempatnya	0,02	-		1	O		NNVA
	Menyimpan kabinet pada rak	0,08	-		1		S	NNVA
	Mengantar kabinet ke QC	0,17	-	Rak	1	T		NNVA
	Menekan tombol on dust collector							
	Ambil bahan	0,04	-		1	O		NNVA
Router Table	Proses Router Table	0,54	-		1	O		VA
	Simpan bahan di rak	0,05	-		1		S	NNVA
	Menekan tombol off dust collector							
	Bersihkan sisa debu							

Keterangan:

 : Eliminasi Proses  : *Kaizen Improvement*

Tabel 4.22 diatas menggambarkan rekomendasi perbaikan yang berasal dari PAM dengan menerapkan prinsip kaizen. Dimana warna kuning menandakan aktivitas yang di eliminasi sedangkan warna hijau menandakan aktivitas yang dapat dilakukan perbaikan (*kaizen improvement*) meningkatkan efisiensi dalam proses produksi. Tabel 4.23 dibawah ini menunjukkan hasil rekapitulasi *future* PAM.

Tabel 4. 23 Rekapitulasi *Future* PAM

Aktifitas	Jumlah	Waktu (Menit)	Persentase
Operation (O)	36	12,10	67%
Transportation (T)	8	1,36	15%
Inspection (I)	1	0,12	2%
Storage (S)	9	0,77	17%
Delay (D)	0	0,00	0%
Total	54	14,34	
VA	22	10,77	41%
NNVA	31	2,97	57%
NVA	1	0,60	2%
Total	54	14,34	

4.2.12 Produk Defect

PT. Yamaha Indonesia sangat berusaha untuk menghindari produk *defect*, termasuk pada *Section Cabinet Case UP*. Ketika produk *defect* muncul dalam *Section Cabinet Case UP*, maka akan menjadi hambatan dalam melanjutkan proses pembuatan piano. Dalam penelitian ini, produk *defect* yang diteliti yaitu *uki edge*. *Defect* ini terjadi karena *backer sheet* tidak melekat secara sempurna pada kabinet, sehingga ketika memasuki proses *painting*, terbentuk rongga antara kabinet dan *backer sheet*. Gambar 4.31 dan gambar 4.32 dibawah ini menunjukkan contoh *uki edge* pada kabinet *Key Slip* dan *Key Block*.



Gambar 4. 31 *Uki Edge* Pada Kabinet *Key Slip*



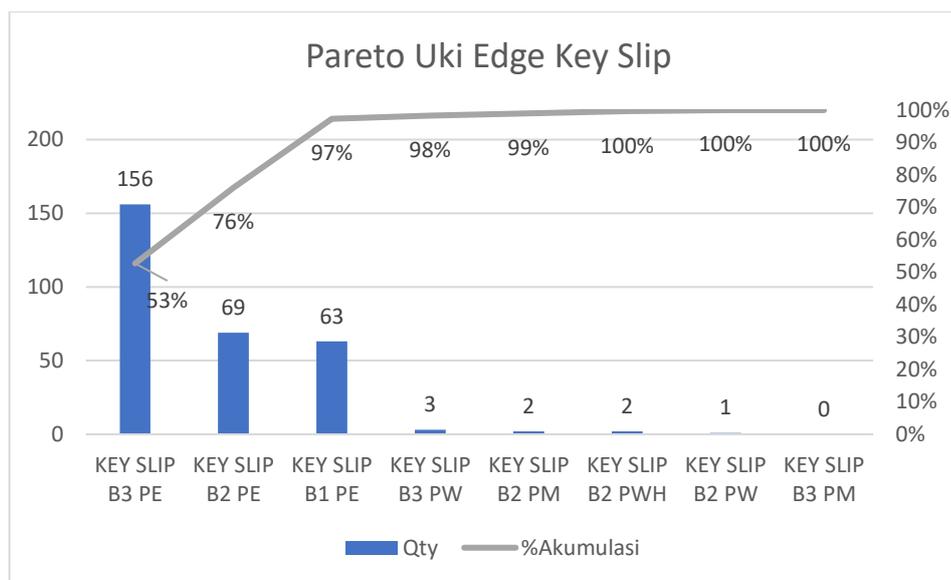
Gambar 4. 32 *Uki Edge* Pada Kabinet *Key Block*

Jenis defect uki edge ini memang sulit dilihat dengan penglihatan secara langsung, tetapi saat operator menyentuh kabinet ketika melakukan proses *sanding*, maka akan merasakan perbedaan antara *cabinet* yang mengalami *uki edge* dan tidak. Pada *Section Cabinet Case UP*, terdapat lima *cabinet* yang memiliki nilai presentase tertinggi yaitu *cabinet Side Board*, *Key Block*, *Top Frame B1*, dan *Key Slip*. Tabel 4.24 berisi informasi tentang kabinet yang telah diurutkan berdasarkan nilai persentase tertinggi.

Tabel 4. 24 Empat Kabinet dengan Presentase Tertinggi

No	Nama Cabinet	Agust'22	Sept'22	Okt'22	Nov'22	Dec'22	Total
1	Side Board	38	32	92	19	7	188
2	Key Block	18	45	25	29	9	126
3	Top Frame B1	2	11	6	26	9	54
4	Key Slip	17	44	95	82	58	296

Dalam tabel 4.24 diketahui kabinet *key slip all model* merupakan kabinet dengan total *defect* tertinggi sebesar 296. Oleh karena itu, ini kabinet *key slip* menjadi fokus permasalahan yang akan di bahas untuk mengetahui akar penyebab terjadinya *uki edge*, perbaikan yang dilakukan dan dampak dari *defect* tersebut.

Gambar 4. 33 Diagram pareto *uki edge* Key Slip

Berdasarkan gambar 4.33 diagram pareto *uki edge key slip* pada bulan Agustus 2022-Desember 2023 di sajikan menggunakan diagram *pareto*, maka didapatkan hasil bahwa jenis *defect uki edge* pada kabinet *Key Slip B3 PE* merupakan kabinet dengan total defect terbanyak sebesar 156 pcs atau 53%. Sehingga, jenis *defect uki edge* ini harus segera dilakukan Tindakan perbaikan agar total *defect* dapat berkurang.

4.2.13 Metrik Lingkungan

a. Metrik Penggunaan *Raw Material*

Pada metrik penggunaan *raw material* akan dilakukan pengukuran terhadap *raw material* yang digunakan dengan tujuan untuk menilai sejauh mana efisiensi dalam penggunaan *material* tersebut. Dimana akan dilakukan perbandingan antara jumlah *material* sebelum dan setelah proses akhir dalam *Section Cabinet Case UP*. Dalam penelitian ini, akan mengamati dan melakukan pengukuran penggunaan material untuk proses pembuatan kabinet *KeySlip B2 PM*. Oleh karena itu, dapat diketahui persentase material yang digunakan dan persentase material yang terbuang akibat proses tersebut. Tabel 4.1 berikut ini menunjukkan penggunaan material pada proses pembuatan *keyslip* khususnya proses *press edge*.

Tabel 4. 25 Penggunaan Material Baker

Proses	Ukuran Raw Material	Raw Material (mm ²)	Ukuran Kabinet	Material tidak terpakai (Panjang)	Material tidak terpakai (Lebar)	Luas Material tidak terpakai (mm ²)	Presentase Lost Sub Proses
Press Edge (Panjang Kanan)	1550X27	41850	1392,5x11,6	157,5	15,4	2425,5	6%
Press Edge (Panjang Kiri)	1550X27	41850	1392,5x12,6	157,5	14,4	2268	5%
Press Edge (Pendek)	560X27	15120	75x19,6	110	7,4	814	5%
Press Edge (Miring)	1443X35	50505	1392,5x21,36	50,5	13,64	688,82	1%
Press Edge (R)	1443X35	50505	1392,5x15	50,5	20	1010	2%
Total							20%

Berdasarkan tabel 4.25 diketahui bahwa dalam proses pembuatan kabinet Key Slip B2 PM melalui empat tahap pengepresan yaitu press Panjang, press pendek, press miring dan press R. Pada proses tersebut menggunakan material *Backer 1550 X 27 X 0.6*, *Backer*

560 X 27 X 0.6, dan *Backer* 1443 X 35 X 0,6. Dimana luas material yang tidak terpakai untuk membuat kabinet *Key Slip* B2 PM sebesar 20%. Presentase tersebut didapatkan dari material tidak terpakai dibandingkan dengan material yang dipakai pada proses tersebut.

b. Metrik Penggunaan Energi

Penggunaan Energi pada *Section Cabinet Case* UP dapat dilihat pada tabel 4.26 dibawah ini.

Tabel 4. 26 Pengeluaran Listrik

Mesin	Qty	WY T	WYD ESTIMAT E	WYD (Jam)	KwH	Rupiah	
Rotary 1	1,0	480,0	16,95	0,28	0,4	Rp	379
Rotary 2	1,0	480,0	31,66	0,53	0,7	Rp	707
Rotary 3	1,0	480,0	19,88	0,33	0,4	Rp	444
Rotary 4	1,0	480,0	31,56	0,53	0,7	Rp	705
Rotary 5	1,0	480,0	9,39	0,16	0,2	Rp	210
Rotary 6	1,0	480,0	17,38	0,29	0,4	Rp	388
Rotary 7	1,0	480,0	10,24	0,17	0,2	Rp	229
Rotary 8	1,0	480,0	7,55	0,13	0,2	Rp	169
Rotary 9	1,0	480,0	0,85	0,01	0,0	Rp	19
Rotary 10	1,0	480,0	28,91	0,48	0,6	Rp	646
Rotary 11	1,0	480,0	0,05	0,00	0,0	Rp	1
Rotary 12	1,0	480,0	4,09	0,07	0,1	Rp	91
Elbar Press	1,0	480,0	263,00	4,38	56,7	Rp	58.768
Mini Glue Spreader 1	1,0	480,0	470,00	7,83	0,6	Rp	613
Mini Glue Spreader 2	1,0	480,0	470,00	7,83	0,6	Rp	613
Mini Glue Spreader 3	1,0	480,0	470,00	7,83	0,6	Rp	613
Mini Glue Spreader 4	1,0	480,0	470,00	7,83	0,6	Rp	613
Mini Glue Spreader 5	1,0	480,0	470,00	7,83	0,6	Rp	613
Mini Glue Spreader 6	1,0	480,0	470,00	7,83	0,6	Rp	613
Edge Former One Way	1,0	480,0	211,38	3,52	35,9	Rp	37.142
Edge Former 2	1,0	480,0	446,49	7,44	7,4	Rp	7.709
Hand Trimer 1	1,0	480,0	313,68	5,23	0,2	Rp	240
Hand Trimer 2	1,0	480,0	269,29	4,49	0,2	Rp	206

Router Table	1,0	480,0	197,81	3,30	6,6	Rp	6.831
Bench Saw	1,0	480,0	100,48	1,67	6,0	Rp	6.225
Single Bore	1,0	480,0	47,30	0,79	0,7	Rp	769
Moulder R	1,0	480,0	67,12	1,12	6,7	Rp	6.953
Cross Cut	1,0	480,0	94,70	1,58	4,1	Rp	4.232
Setrika repair	1,0	480,0	15,25	0,25416666	7	Rp	150
Lampu	78,0	480,0	480	8	2,8	Rp	2.943
Kipas	8,0	480,0	480	8	3,0	Rp	3.109
Total / Day					137,8	Rp	142.942,71
Total / Month					2.756,62	Rp	2.858.854,29

Berdasarkan tabel 4.26 diketahui biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan selama proses produksi dalam satu hari adalah sebesar Rp. 142.942,71.

4.2.14 Metrik Sosial

a. Metrik Kerja Fisik

Metrik kerja fisik bertujuan untuk mencatat dan memvisualisasikan aspek ergonomic yang terdapat dalam lingkungan kerja id *Section Cabinet Case UP*. Pada *Section Cabinet Case UP* memiliki 12 mesin *rotary press*. Saat peneliti melakukan observasi menemukan beberapa mesin *press* yang memiliki ukuran berbeda diantaranya mesin *rotary press 11*, *rotary press 07* dan *rotary press 09*. Ketiga mesin tersebut memiliki ukuran lebih pendek dari mesin *rotary press* lainnya. Jika mesin tersebut kurang ergonomis untuk operator maka akan mempengaruhi kesehatan operator itu sendiri. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*.

Perhitungan score REBA dilakukan pada operator di *mesin rotary 11*. Perhitungan ini didasarkan pada gambar posisi operator saat melakukan proses *press*. Posisi operator pada proses *press* dapat dilihat pada gambar 5.1.



Gambar 4. 34 Foto Pekerjaan REBA

Tabel 4. 27 Data Postur Kerja

No	Segmen Tubuh	Sudut yang Terbentuk (°)
1.	Punggung	27,23
2.	Leher	19,13
3.	Lengan Atas	31,75
4.	Lengan Bawah	158,67
5.	Pergelangan Tangan	5,57
6.	Kaki	Kaki tertopang

b. Metrik Lingkungan Kerja

Metrik lingkungan kerja mencakup kondisi lingkungan kerja di *Section Cabinet Case UP*. Dalam metrik ini, kita akan mempertimbangkan faktor-faktor seperti tingkat kebisingan yang dapat mencerminkan kondisi lingkungan kerja di *Section Cabinet Case UP*. Tabel 4.28 dibawah ini menunjukkan tingkat kebisingan di area *Section Cabinet Case UP*.

Tabel 4. 28 Kebisingan *Section Cabinet Case UP*

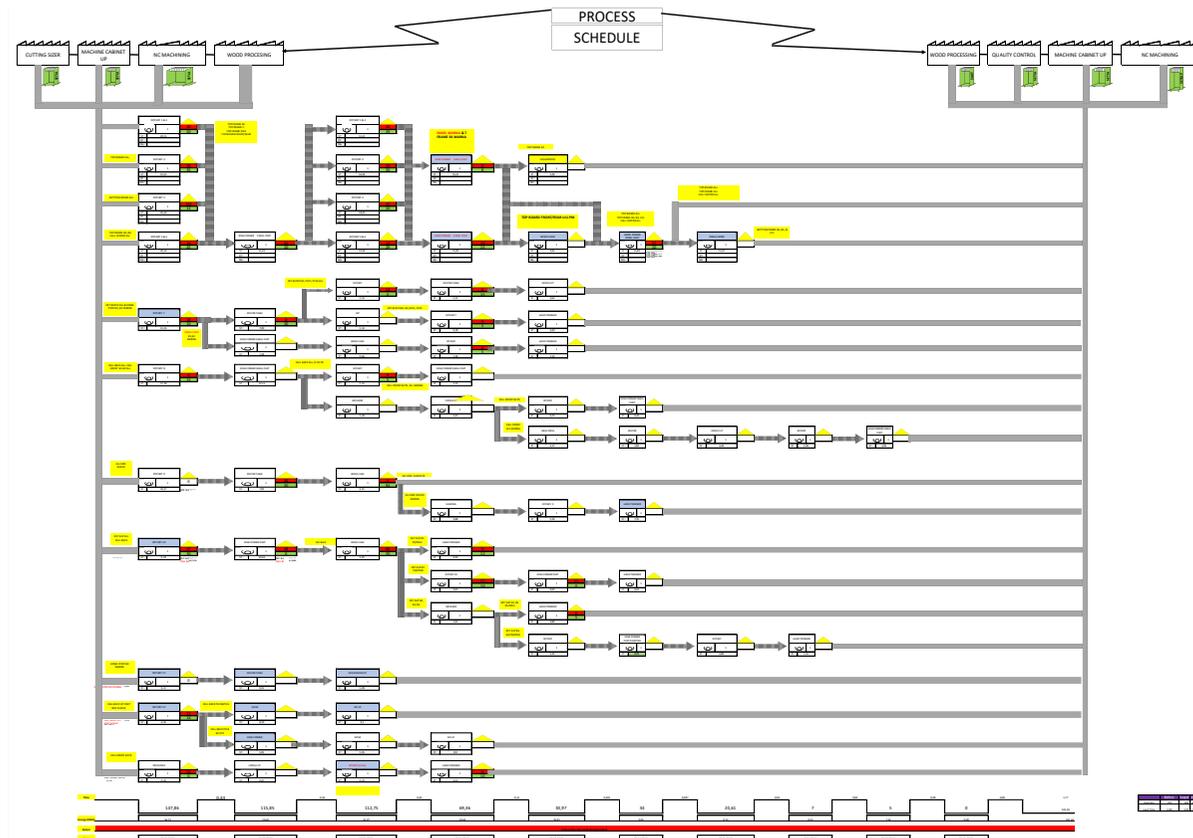
Area	Per-1 menit	Satuan	NAB	Alat
Hand Trimmer 1	95,58	dB(A)	85	

Area	Per-1 menit	Satuan	NAB	Alat
Edge Former part	101,01	dB(A)	85	Sound Level Meter
Edge Former Small	92,50	dB(A)	85	
Rotarry 1 & 2	89,84	dB(A)	85	
Rotarry 3 & 4	91,49	dB(A)	85	
Rotarry 5 & 6	91,93	dB(A)	85	
Rotarry 7 & 8	91,55	dB(A)	85	
Rotarry 9 & 10	89,86	dB(A)	85	
Rotarry 11 & 12	89,76	dB(A)	85	
Moulder	93,24	dB(A)	85	
Cross Cut	91,88	dB(A)	85	
Bench Saw	94,15	dB(A)	85	
Router Table	88,87	dB(A)	85	

Berdasarkan tabel 4.28 diatas dapat dilihat tingkat kebisingan yang terjadi pada *Section Cabinet Case UP*. Dimana tingkat kebisingan tiap-tiap area kerja melebihi nilai ambang batas kebisingan yaitu 85 dB(A). Intensitas kebisingan tertinggi terjadi pada area kerja *Edge Former Part* sebesar 101,08 dB(A).

4.2.15 Future State Mapping

Future state mapping merupakan hasil dari analisis usulan yang berasal dari PAM. Setelah dilakukan analisis dan mengidentifikasi usulan-usulan, langkah selanjutnya adalah membuat pemetaan keadaan masa depan atau *future state mapping*. Berikut ini adalah gambaran pemetaan keadaan masa depan dari *Section Cabinet Case UP* yang ditunjukkan pada gambar 4.35



Gambar 4. 35 *Future state mapping*

Tabel 4.29 dibawah ini menjelaskan mengenai perbedaan antara *Current State Value Stream Mapping* dengan *Future State Value Stream Mapping* pada *Section Cabinet Case UP* yang meliputi nilai *inventory*, *lead time*, *standar time*, *energy*, *defect* dan *noise*.

Tabel 4. 29 Perbedaan *Current State Value Stream Mapping* dengan *Future State Value Stream Mapping*

	<i>Current State Value Stream Mapping</i>	<i>Future State Value Stream Mapping</i>
<i>Inventory</i>	720 pcs	603 pcs
<i>Lead Time</i>	2,89/ hari	1,77/hari
<i>Standar Time</i>	543,94 Menit	539,80 Menit
<i>Energy (KWh)</i>	147,34/Kwh	147,34 Kwh
<i>Defect</i>	296 pcs	0 (Zero)
<i>Noise</i>	Max 101,08 dB(A)	Max 93,08 dB(A)

BAB V PEMBAHASAN

5.1 Analisis Waste dan Klasifikasi Kegiatan

Analisis *waste* dan klasifikasi aktivitas dilakukan untuk menyajikan hasil analisis dari setiap pemborosan yang terjadi dan mengkategorikan aktivitas pada *Section Cabinet Case UP* berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya, berikut adalah ringkasan hasil analisis dan klasifikasi kegiatan dari penelitian ini.

5.1.1 Analisis Waste

Waste yang diamati dalam penelitian ini terbagi menjadi 7 jenis *waste* yaitu *overproduction*, *transportation*, *inventory*, *motion*, *processing*, *defect*, dan *waiting*. Dalam mendefinisikan *waste* yang ada di *Section Cabinet Case UP*, peneliti mendiskusikan terlebih dahulu dengan para *expert* dilapangan sebelum membagikan kuesioner agar antara peneliti dan para *expert* sepakat serta memiliki pandangan yang sama mengenai jenis *waste* yang terjadi di *Section Cabinet Case UP*. Langkah selanjutnya adalah memberikan kuesioner kepada para *expert* lapangan untuk mengetahui hubungan antara jenis *waste* yang terjadi dalam *Section Cabinet Case UP* menggunakan tools *Waste Assessment Model (WAM)*.

Proses pengidentifikasian *waste* telah dilakukan menggunakan tools *Waste Assessment Model (WAM)* yang terdiri dari 3 tahapan diantaranya *Seven Waste Relationship (SWR)*, *Waste Relationship Matrix (WRM)* dan *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)*. Langkah pertama adalah *Seven Waste Relationship (SWR)*, dimana akan dilakukan identifikasi hubungan antar jenis *waste* yang terjadi dalam *Section Cabinet Case UP*, serta pada tahap ini juga akan dilakukan pembobotan awal dalam tahapan *WAM*. Langkah kedua adalah *Waste Relationship Matrix (WRM)*, dimana hubungan *seven waste* akan diubah menjadi pembobotan baru dengan mengkonversi huruf menjadi angka. Dalam tahap ini *waste from* tertinggi adalah *defect* sebesar 18,01% dan *waste to* tertinggi adalah *waste inventory* sebesar 19,88%. Langkah terakhir adalah *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)*, yang merupakan tahap yang menggabungkan hasil konversi dari tahap sebelumnya dengan masukan pandangan dari *expert*. Hasil dari *WAQ* menunjukkan bahwa *waste* yang paling signifikan dalam *Section Cabinet Case UP* adalah *waste defect* dengan persentase sebesar 19,69%.

Waste defect tersebut selanjutnya akan dianalisis lebih lanjut karena *waste* tersebut akan merugikan Perusahaan. Aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*Non Value Added*) sudah seharusnya dihilangkan atau paling tidak diminimumkan. Dengan minimasi *waste* proses produksi di *Cabinet Case* UP lebih cepat dan lancar sehingga dapat mencapai target yang sudah ditetapkan oleh Perusahaan.

5.1.2 Analisis Klasifikasi Kegiatan

Pada tahap ini berisi aktivitas yang telah dikelompokkan melalui tahapan *Process Activity Mapping* (PAM). Setiap aktivitas yang tercatat dikelompokkan menjadi 5 jenis aktivitas yaitu *operation*, *transport*, *inspection*, *delay*, dan *storage*. Pengelompokan ini digunakan untuk menentukan aktivitas yang termasuk ke dalam *value added* (VA), *necessary but non value added* (NNVA), atau *non-value added* (NVA).

Berdasarkan hasil dari *Process Activity Mapping* (PAM), diketahui bahwa terdapat 12 proses diantaranya *Press Atas Bawah* (Sisi Panjang), *Edge Former & nomi*, *Bench Saw* (Coak Miring), *Moulder* (Pembentukan R), *Rotary Press* (*Press Edge* Miring), *Chipping Press* Miring, *Rotary Press* (*Press Edge* R), *Chipping Press* R, *Rotary Press* (Pendek), *Chipping Press* Pendek, *Hand Trimmer* (Mentory) dan *Router Table*. Dari masing-masing proses tersebut, jika dirincikan maka terdapat 78 aktivitas dengan aktivitas *Value Added* (VA) sebanyak 23 dengan total waktu 14,92 menit, aktivitas *Necessary but Non Value Added* (NNVA) sebanyak 47 dengan total waktu 4,51 menit dan aktivitas *Non Value Added* (NVA) sebanyak 8 dengan total waktu 17,82 menit.

Jika dilihat dari presentase akhir untuk setiap aktivitas yang dilakukan, presentase aktivitas yang dibutuhkan tetapi tidak memiliki nilai tambah (NNVA) sangat tinggi sebesar 60%, dan presentase aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (NVA) cukup tinggi sebesar 10%. Dimana kedua aktivitas tersebut sangat merugikan Perusahaan. Oleh karena itu, salah satu metode untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan jenis aktivitas ini adalah melalui penerapan konsep *kaizen* agar pekerjaan menjadi lebih efisien.

5.2 Analisis Fishbone

Pada tahap ini dilakukan analisis terjadinya *waste* menggunakan *fishbone diagram*, Di bawah ini merupakan hasil analisis setiap jenis *waste* yang ditemukan melalui *fishbone diagram*.

1. Operator membersihkan kabinet kategori *waste motion*

Waste membersihkan kabinet dapat dianalisis dengan melihat faktor penyebabnya dalam *fishbone diagram* yang terdapat pada gambar 4.24 yang terdiri dari 2 faktor penyebab yaitu *material* dan *machine*. Berikut ini merupakan analisis dari *fishbone* tersebut.

a) *Material*

Material menjadi salah satu faktor yang menyebabkan *waste* operator membersihkan kabinet, karena pada mesin *edge former* terdapat konveyor yang berasal dari bahan karet. Akibat dari sisi kabinet yang tajam, membuat kabinet mudah tersangkut saat berada diatas konveyor sehingga mengakibatkan karet konveyor putus. Dimana tujuan dari karet tersebut dapat membantu *dust collector* dalam membersihkan debu sisa serbuk kayu, pada aktualnya karet konveyor tidak dapat membantu membersihkan kabinet tersebut.

b) *Machine*

Faktor lain yang menyebabkan *waste* operator membersihkan kabinet adalah faktor *machine*, dimana *dust collector* pada mesin *edge former* sedikit lemah karena dibersihkan seminggu sekali. Akibatnya daya hisap dari *dust collector* itu sendiri kurang optimal dalam membersihkan debu pada saat proses pemotongan sisa baker. Selain itu bahan dari karet konveyor tidak dapat membersihkan kabinet dari sisa serbuk kayu

2. Serbuk kayu bertebaran kategori *waste motion*

Waste serbuk kayu bertebaran di proses *edge former* dapat dianalisis dengan melihat faktor penyebabnya dalam *fishbone diagram* yang terdapat pada gambar 4.25 yang terdiri dari 3 faktor penyebab yaitu *method*, *material* dan *machine*. Berikut ini merupakan analisis dari *fishbone* tersebut.

a) *Method*

Method menjadi salah satu faktor yang menyebabkan *waste* serbuk kayu bertebaran di area mesin *edge former*. Hal tersebut disebabkan pada saat proses *edge former* selesai, operator membersihkan kabinet yang masih terdapat sisa serbuk kayu dengan air gun sehingga serbuk kayu tersebut berjatuhan kelantai. Sehingga mengotori lantai dan operator harus membersihkan lantai tersebut yang termasuk kedalam aktivitas *Non Value Adedd (NVA)*.

b) *Material*

Faktor lain yang menyebabkan *waste* serbuk kayu bertebaran adalah *material*. Dimana kabinet yang di proses pada mesin *edge former* merupakan kabinet besar. Sedangkan

tempat penampungan serbuk kayu sendiri berukuran kecil, tidak sesuai dengan ukuran kabinet yang berukuran besar. Hal ini menyebabkan serbuk kayu hasil pemotongan *edge former* tidak masuk kedalam penampungan serbuk kayu yang berada dibawah mesin *edge former*.

c) *Machine*

Faktor terakhir yang menyebabkan *waste* serbuk kayu adalah *machine*. Dimana tempat penampungan serbuk kayu berukuran kecil, sedangkan ukuran dari kabinet yang di proses di *edge former* merupakan kabinet yang berukuran besar. Sehingga serbuk kayu hasil dari pemotongan tidak masuk kedalam penampungan tersebut serta membuat serbuk kayu bertebaran dilantai.

3. Menekan tombol *on/off dust collector* kategori *waste motion*

Waste menekan tombol *on/off* dapat dianalisis dengan melihat faktor penyebabnya dalam *fishbone diagram* yang terdapat pada gambar 4.26 yang terdiri dari 3 faktor penyebab yaitu *method*, *man* dan *machine*. Berikut ini merupakan analisis dari fishbone tersebut.

a) *Method*

Method menjadi salah satu faktor yang menyebabkan *waste* menekan tombol *on/off dust collector*. Dimana *Dust Collector* terdapat pada mesin *cross cut*, *bench saw*, *edge former*, *single bore*, *moulder*, dan *router table*. Ketika operator ingin menyalakan mesin tersebut, operator harus menekan juga tombol *on* pada *dust collector*, dan ketika operator ingin mematikan mesin maka operator juga harus menekan tombol *off* pada *dust collector*. Jika ini dilakukan oleh beberapa operator dan dilakukan berkali kali, maka akan menjadi *waste* karena mengakibatkan *waste motion*.

b) *Man*

Faktor lain yang menyebabkan *waste* menekan tombol *on/off dust collector* adalah faktor *man*. Jika operator lupa untuk menekan tombol *on* pada *dust collector* maka serbuk kayu sisa proses pemotongan di *cross cut*, *bench saw*, *edge former*, *single bore*, *moulder*, dan *router table* akan berhamburan di area kerja, dan jika operator lupa untuk menekan tombol *off* ketika proses selesai maka *dust collector* tersebut terus menyala dan menyebabkan pemborosan energi listrik.

c) *Machine*

Faktor terakhir yang menyebabkan *waste* menekan tombol *on/off dust collector* adalah faktor *machine*. Dimana untuk menyalakan dan mematikan *dust collector* tersebut operator harus menekan tombol *on/off dust collector* terlebih dahulu.

4. Menekan tombol elbartrans kategori *waste motion*

Waste menekan tombol elbartrans dapat dianalisis dengan melihat faktor penyebabnya dalam *fishbone diagram* yang terdapat pada gambar 4.27 yang terdiri dari 3 faktor penyebab yaitu *method*, *environment*, dan *machine*. Berikut ini merupakan analisis dari fishbone tersebut.

a) *Method*

Method menjadi salah satu faktor yang menyebabkan *waste* menekan tombol elbartrans ini. Karena ketika operator ingin menekan tombol *on/off* pada elbartrans, operator perlu menggunakan kayu untuk menekannya sebab tombol tersebut tidak dapat dijangkau langsung dengan tangan. Selain itu ketika *plan* produksi sedang turun, biasanya operator tidak memutar mesin *rotary* melainkan dipanteng(ditunggu). Misalkan kabinet panel memiliki target 40 dalam sehari, jika operator melakukan proses press dengan cara dipanteng maka operator harus menekan tombol *on* sebanyak 80 kali dengan 40 kali untuk press setengah jadi dan 40 kali untuk press barang jadi. Dengan total menekan tombol sebanyak itu, ditambah dengan menggunakan kayu maka proses produksi masih belum efektif. Begitupun, ketika ingin mengatur suhu pada elbartrans.

b) *Environment*

Faktor lain yang menyebabkan *waste* ini adalah faktor *environment*. Dimana ketika operator menekan tombol pada elbartrans langsung dengan tangan dapat membahayakan operator. Kondisi membahayakan karena ujung plat pada mesin press yang tajam dan panas, sehingga berisiko melukai operator.

c) *Machine*

Faktor terakhir yang menyebabkan *waste* ini adalah faktor *machine*. Dimana posisi tombol elbartrans pada 10 dari 12 proses press sulit untuk dijangkau karena terhalang/terhimpit oleh mesin press.

5. Serbuk kayu bertebaran dilantai kategori *waste motion*

Waste serbuk kayu bertebaran dilantai dapat dianalisis dengan melihat faktor penyebabnya dalam *fishbone diagram* yang terdapat pada gambar 4.28 yang terdiri dari 2 faktor penyebab yaitu *method* dan *machine*. Berikut ini merupakan analisis dari fishbone tersebut.

a) *Method*

Method menjadi salah satu faktor yang menyebabkan *waste* serbuk kayu bertebaran di lantai bagian area kerja *router table*. Dimana setiap operator selesai melakukan proses

router table, operator tersebut juga harus membersihkan area kerja karena sisa serbuk kayu dari proses *router table* bertaburan dilantai.

b) *Machine*

Faktor terakhir yang menyebabkan *waste motion* ini adalah faktor *machine*. Dimana pada *area cutter* mesin *router table* belum adanya *cover dust collector* sehingga serbuk kayu dari hasil pemotongan di *router table* berhamburan hingga mengotori lantai area kerja.

6. Menunggu proses *Press*

Waste menunggu proses *press* dapat dianalisis dengan melihat faktor penyebabnya dalam *fishbone diagram* yang terdapat pada gambar 4.29 yang terdiri dari 2 faktor penyebab yaitu *method* dan *machine*. Berikut ini merupakan analisis dari *fishbone* tersebut.

a) *Method*

Method menjadi salah satu faktor yang menyebabkan *waste* menunggu proses *press*. Dimana metode yang digunakan oleh operator jika semua meja dalam kabinet tidak terisi yaitu dengan cara dipanteng/ditunggu. Hal tersebut dikarenakan tidak adanya *stock* kabinet untuk di *press* pada sisi meja lainnya. Metode ini juga terjadi karena adanya penurunan *plan* produksi.

b) *Machine*

Faktor lain yang menyebabkan *waste waiting* ini adalah faktor *machine*. Dalam mesin *press* terdapat 4 sisi meja seperti yang ditunjukkan gambar 5.3 dibawah ini.



Gambar 5. 1 Mesin Rotarry Press

Masing-masing meja tersebut memiliki jig yang berbeda dan untuk kabinet yang berbeda. Misalkan meja 1 untuk kabinet *Top Frame B2*, meja 2 untuk *Top Frame B3*, meja 3 untuk *Top Board B3*, dan meja ke 4 untuk *Top Board B2*. Jika dua dari kabinet

tersebut tidak ada maka dua meja tersebut tidak terisi kabinet. Sedangkan jika meja press itu diputar maka ada energi panas yang mengalir kemasing-masing meja. Kalau tetap dipaksa untuk diputar saat ada meja yang kosong maka panas tersebut akan merusak plat atau jig pada meja yang kosong tersebut dikarenakan tidak adanya kabinet. Selain itu juga akan ada energi panas yang terbuang sia-sia. Oleh karena itu, jika meja tersebut tidak terisi full maka operator mengerjakan proses press dengan cara di Panteng.

7. *Waste defect* renggang

Waste defect renggang dapat dianalisis dengan melihat faktor penyebabnya dalam *fishbone* diagram yang terdapat pada gambar 4.30 yang terdiri dari 3 faktor penyebab yaitu *material*, *machine* dan *method*. Berikut ini merupakan analisis dari *fishbone* tersebut.

a) *Material*

Material menjadi salah satu faktor yang menyebabkan *waste Defect Renggang*. Dimana ketika selesai proses pengepresan, kabinet yang ingin diangkat tersangkut oleh mesin press yang disebabkan oleh sisa baker panjang. Tersangkutnya kabinet pada mesin press dapat menyebabkan terjadinya *defect* renggang.

c) *Machine*

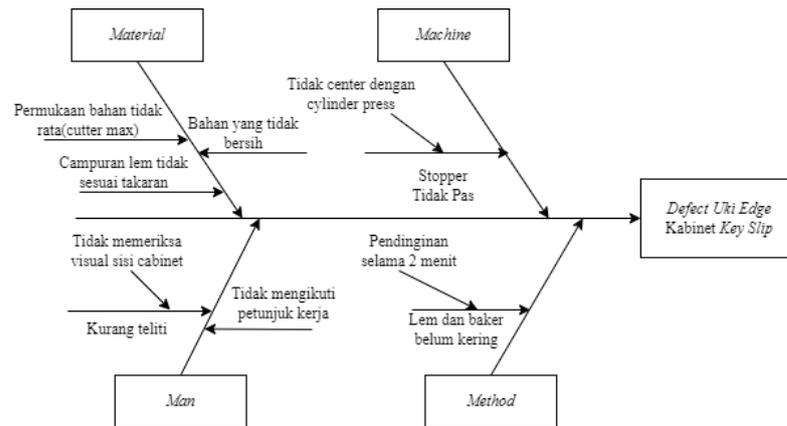
Faktor lain yang menyebabkan *waste defect* ini adalah faktor *machine*. Dimana sisa baker yang panjang ini disebabkan oleh tidak adanya stopper.

d) *Method*

Faktor terakhir yang menyebabkan *waste defect* renggang yaitu faktor *method*. Faktor ini dipengaruhi oleh posisi baker yang terlalu Panjang maka diperlukan stopper sehingga baker tersebut harus ditekuk.

5.3 Analisis *Waste Defect*

Berdasarkan hasil pengolahan data *defect* p tabel 4.24 didapatkan hasil bahwa jenis temuan tertinggi adalah *defect uki edge* pada kabinet *Key Slip*. Setelah melakukan identifikasi *defect* yang harus diprioritaskan, berikut merupakan hasil analisis akar penyebab masalah tersebut.



Gambar 4. 36

Penyebab *defect* dapat dianalisis dengan melihat faktor penyebabnya dalam *fishbone diagram* yang terdapat pada gambar 4.18 yang terdiri dari 4 faktor penyebab yaitu *method*, *machine*, *man* dan *material*. Berikut ini merupakan analisis dari *fishbone* tersebut.

a) *Machine*

Machine menjadi salah satu faktor yang menyebabkan *waste uki edge keyslip*. Dimana terlalu banyak proses pada mesin rotary dapat menyebabkan kesalahan pada saat *setting jig*, sehingga tekanan *press* kurang maksimal. Selain itu, kondisi *stopper* kurang pas atau kurang *center* dengan *cylinder press*.

b) *Material*

Faktor lain yang menyebabkan *waste uki edge keyslip* adalah *material*. Pertama, lem perlu dicampur dengan hardener untuk memungkinkan pengeringan cepat dan perekatan yang baik pada bahan saat ditekan. Namun, jika proporsi campuran dan komposisi tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, seperti terlalu banyak hardener, maka lem bisa mengering terlalu cepat sebelum diproses dalam mesin *press*. Di sisi lain, jika terlalu banyak lem digunakan, maka lem akan mengering terlalu lambat, dan saat diproses pada mesin pengamplasan, bisa menyebabkan lapisan lem terkelupas karena mesin sanding yang memiliki suhu tinggi sehingga mengakibatkan uki dan renggang. Kedua, Terkadang kebersihan terhadap bahan yang dikirim oleh *supplier* tidak terlalu diperhatikan, atau ketika sampai di *Section Cabinet Case UP* namun terkena serbuk kayu/debu yang berada di lingkungan *Section Cabinet Case UP*. Akibatnya, bisa terjadi cacat seperti benjol edge saat proses pengepresan, karena lapisan baker tidak dapat melekat dengan baik pada bahan tersebut. Ketiga, Bahan yang dipotong pada mesin *cutting sizer* tidak rata disebabkan karena *cutter* yang sudah tidak tajam, sehingga mengakibatkan sisi pinggir bahan (hasil potong) yang tidak rata.

c) *Method*

Selain itu, faktor *method* juga menjadi salah satu faktor yang dapat menyebabkan *uki*.

Dimana, setelah *press edge Key Slip* masuk proses *chipping* dan setelah itu masuk ke proses coak dan belah miring. Karena proses coak di mesin *moulder* dengan ukuran lebar 12 mm dan dalam coakan 7 mm dan belah miring key slip pada mesin *Bench Saw* dengan lebar 16 mm dan 19 mm sehingga terjadi benturan dengan *cutter* dan terdapat potensi *backer edge* tertarik sehingga menjadi *uki*. Hal tersebut disebabkan karena pendinginan yang terlalu singkat sehingga masih ada indikasi lem pada *backer* masih belum benar-benar stabil 100% dingin.

d) *Man*

Faktor terakhir yang menyebabkan *defect uki* adalah faktor *man*. Pertama, operator terkadang lupa terhadap proses kerja namun tidak melihat petunjuk kerja yang disediakan, atau operator yang sengaja tidak mengikuti petunjuk kerja yang ada dapat mengakibatkan *defect* pada kabinet yang sedang dikerjakan. Kedua, Jika posisi baker meleset dari bahan, yang disebabkan karena kurang telitinya operator pada saat melekatkan baker dapat menyebabkan bahan meleset dan tidak tertutup seluruhnya dengan baker sehingga menyebabkan *defect*, selain juga operator juga tidak memeriksa secara teliti akan visul sisi kabinet yang akan di *press*.

5.4 Analisis *Kaizen Improvement*

Dalam mengatasi *waste* yang terjadi pada proses produksi di *Section Cabinet Case UP* dapat dilakukan dengan *kaizen improvement*. Dalam analisis *kaizen improvement* ini dibagi menjadi tiga aspek, yakni ekonomi, lingkungan dan sosial.

5.4.1 Analisis *Kaizen Improvement* Ekonomi

1. Modifikasi karet pada *Conveyor*

Karet conveyor yang sebelumnya berfungsi untuk membersihkan kabinet dan rentan putus karena tersangkut kabinet yang tajam saat masuk dilakukan modifikasi menjadi sapu agar dalam membersihkan kabinet lebih maksimal dan tidak mudah tersangkut lagi. Harapan dilakukan modifikasi karet pada *conveyor* ini agar operator tidak perlu membersihkan kabinet lagi sehingga mengurangi kegiatan *Non Value Added (NVA)*. Gambar 5.4 dan 5.5 dibawah ini menunjukkan *waste* dan *kaizen* yang dilakukan.



Gambar 5. 2 Karet Conveyor



Gambar 5. 3 Sapu Pembersih Debu

2. Modifikasi tempat penampungan serbuk kayu

Serbuk kayu bertaburan pada area kerja *mesin edge former* salah satunya disebabkan karena penampungan serbuk kayu yang berukuran kecil sedangkan kabinetnya sendiri berukuran besar. Sehingga dilakukan modifikasi tempat penampungan tersebut agar sisa serbuk kayu dari mesin *edge former* masuk kedalam penampungan tersebut dan tidak berhamburan dilantai. *Kaizen* ini mengurangi aktivitas operator untuk membersihkan sisa serbuk kayu. Gambar 5.6 dan 5.7 dibawah ini menunjukkan *waste* dan *kaizen* yang dilakukan.



Gambar 5. 4 Penampungan serbuk kecil



4

Gambar 5. 5 Modifikasi penampungan serbuk

3. Otomatisasi *dust collector*

Operator pada proses *cross cut, bench saw, edge former, single bore, moulder, dan router table* harus menekan tombol *on/off* pada *dust collector* ketika ingin dan selesai menggunakan. Sehingga menjadi *waste* karena menambah waktu operator saat ingin mengoperasikan mesin dan *dust collector*. Oleh karena itu dilakukan otomatisasi *dust*

collector sehingga ketika operator menyalakan mesin maka *dust collector* juga aktif. Begitupun juga ketika mesin dimatikan maka *dust collector* juga berhenti. Sehingga otomatisasi ini selain untuk mengurangi *motion* juga sebagai *saving energy*. Gambar 5.8 dan 5.9 dibawah ini menunjukkan *waste* dan kaizen yang dilakukan.



Gambar 5. 6 *Dust Collector Manual*



Gambar 5. 7 Otomatisasi Dust Collector

4. Memindahkan tombol *elbartrans*

Pada saat operator menekan tombol *on/off* pada *elbartrans* harus menggunakan kayu untuk menekannya sebab tombol tersebut tidak dapat dijangkau langsung dengan tangan. Posisi tombol *elbartrans* pada 10 proses *press edge* terhalang atau terhimpit mesin *press* sehingga perlu dilakukan kaizen. Kaizen yang dilakukan adalah memindahkan tombol *elbartrans* ke tempat yang mudah dijangkau oleh operator. Sehingga operator tidak perlu menggunakan kayu ketika menekan tombol tersebut. Berikut merupakan referensi contoh kaizen pemindahan tombol pada mesin lain. Gambar 5.10 dan 5.11 dibawah ini menunjukkan *waste* dan kaizen yang dilakukan.



Gambar 5. 8 Referensi pemindahan tombol



Gambar 5. 9 Posisi mesin elbartrans

5. Membuat Cover penghisap debu

Pada area kerja *router table* terdapat sisa serbuk kayu yang bertebaran di lantai, hal tersebut disebabkan karena pada bagian *cutter* tidak adanya *cover dust collector* sehingga pada saat pemotongan sisa serbuk kayu tersebut berhamburan. Akibatnya operator harus membersihkan sisa serbuk kayu tersebut, yang dimana termasuk kedalam aktivitas *Non Value Added (NVA)*. Oleh karena itu, dibuat *cover* penghisap debu agar daya hisap dari *dust collector* lebih maksimal dan tidak berhamburan di lantai. Gambar 5.12 dan 5.13 dibawah ini menunjukkan *waste* dan *kaizen* yang dilakukan.

Gambar 5. 10 Proses *Router Table*Gambar 5. 11 *Cover dust collector*

6. *Kaizen* untuk menunggu proses *press*

Setiap operator pada proses *press edge* memegang lebih dari satu *mesin rotary press* seperti gambar 5.14 dibawah ini.



Gambar 5. 12 Proses *Press Edge*

Ketika operator sedang menunggu proses *press* pada mesin *Rotarry 1*, maka operator biasanya melakukan proses *sanding* untuk kabinet yang selanjutnya akan dipress. Selain proses *sanding*, bisanya operator juga melakukan proses *press* pada mesin *Rotarry 2*, sehingga tidak adanya *waste waiting* yang terjadi.

7. *Kaizen* untuk mengeliminasi *defect* renggang.

Dalam mengeliminasi *waste defect* renggang dapat dikaizen dengan menambahkan *stopper*, agar sisa baker dari proses pengepresan dapat menekuk dengan sendirinya sehingga operator tidak perlu meakukan proses *chipping*. Jadi, hasil dari penambahan *stopper* ini tidak hanya mengeliminasi *defect* renggang tetapi juga dapat mengeliminasi proses *chipping* R.

5.4.1.1 Analisis Usulan Process Activity Mapping (PAM)

Dari hasil perhitungan akhir menggunakan tools PAM dapat diketahui rekomendasi yang akan diberikan, diantaranya berupa mengeliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (NVA), dan juga aktivitas yang dibutuhkan tetapi tidak memberikan nilai tambah (NNVA) di *Section Cabinet Case UP*.

Pada *Process Activity Mapping* (PAM) terbagi menjadi 5 kategori aktivitas, diantaranya 56 aktivitas *Operation* dengan total waktu 19,07 menit, 8 aktivitas *Transportation* dengan total waktu 1,35 menit, 1 aktivitas *inspection* dengan total waktu 0,12 menit, 9 aktivitas *storage* dengan total waktu 0,85 menit, dan 4 aktivitas *delay* dengan total waktu 16,00 menit.

Selain itu, aktivitas pada PAM dikelompokkan kedalam 3 kategori diantaranya 23 aktivitas yang memberikan nilai tambah (VA) dengan total waktu 14,98 menit, 47 aktivitas yang dibutuhkan tetapi tidak memberikan nilai tambah (NNVA) dengan total waktu 4,59 menit, dan 8 aktivitas NVA yang tidak memberikan nilai tambah (NVA) dengan total waktu 17,82 menit. Dimana dalam tahap ini, akan diberikan usulan perbaikan baik untuk mengurangi atau menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Tabel 5.4 berikut ini merupakan perbandingan sebelum dan setelah diberikan usulan.

Tabel 5. 1 Perbandingan PAM

Aktifitas	Before			After		Selisih Waktu	
	Jumlah	Waktu (Menit)	Persentase	Jumlah	Waktu (Menit) Persentase		
Operation (O)	56	19,00	72%	36	12,1	67%	6,90
Transportation (T)	8	1,35	2%	8	1,4	15%	0,00
Inspection (I)	1	0,12	0%	1	0,1	2%	0,00
Storage (S)	9	0,77	1%	9	0,8	17%	0,00
Delay (D)	4	16,00	21%	0	0,0	0%	16,00
Total	78	37,24		54	14,3		22,9
VA	23	14,92	29%	22	10,8	41%	4,14
NNVA	47	4,51	60%	31	3,0	57%	1,54
NVA	8	17,82	10%	1	0,6	2%	17,22
Total	78	37,24		54	14,3		22,90

Berdasarkan tabel 5.4 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan antara *before* dan *after* setelah diberikan usulan. Dimana sangat terlihat perbedaannya pada aktivitas *Operation* sebelum dilakukan perbaikan berjumlah 56 aktivitas dengan total waktu 19,00 dan setelah dilakukan *kaizen* menjadi 36 aktivitas dengan total waktu 12,10 menit, sehingga aktivitas *Operation* berkurang 6,90 menit. Sedangkan pada aktivitas *Delay* sebelum dilakukan perbaikan berjumlah 4 dengan waktu 16,00 menit. Aktivitas yang dieliminasi berdasarkan PAM termasuk dalam aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (NVA). Dengan adanya *Kaizen* yang mengeliminasi aktivitas tersebut sehingga mengurangi waktu proses di *Section Cabinet Case UP*

5.4.1.2 Analisis Kaizen Produk Defect

Proses produksi pada *Section Cabinet Case UP* terdapat produk NG/ *defect*, jenis *defect* yang dibahas dalam penelitian ini adalah kabinet *Key Slip* model B3 PE karena model tersebut merupakan *defect key slip* tertinggi. Dimana data yang didapatkan data *defect key slip* B3 PE

dari bulan Agustus 2022- Desember 2023 dengan total *defect* sebanyak 156 kabinet. Berikut merupakan estimasi kerugian dari *defect* tersebut:

1. *Material Cost*

Dalam melakukan proses *repair uki edge*, *material* yang digunakan adalah lem Adhesive Koyobond Kr – 134, dan Hardener Aj-1(0.15). Untuk perhitungan biaya yang dikeluarkan dapat dilihat pada tabel 5.5 dibawah ini:

Tabel 5. 2 *Material Cost*

Jenis Lem	Campuran Lem	
	ADHESIVE KOYOBOND KR - 134	HARDENER AJ-1(0.15)
1pcs/kg	0,0194	0,0029
price/kg	2,4	9,75
Price (\$)	0,04656	0,028275
Rupiah	Rp732	Rp444
Rupiah x Total Cacat	Rp114.158	Rp69.326
Total	Rp183.484	

2. *Man Power Cost*

Dalam melakuka proses *repair uki edge*, dilakukan pada beberapa proses. Dimana dalam proses tersebut dilakukan oleh beberapa operator. Untuk perhitungan yang dikeluarkan dapat dilihat pada tabel 5.6 dibawah ini:

Tabel 5. 3 *Man Power Cost*

Gaji Operator	Hari Kerja	Jam Kerja	Upah/menit	Upah/jam	Upah/hari
Rp5.200.000	21	480	Rp516	Rp30.952	Rp247.619

3. *Energy Cost*

Dalam melakukan proses *repair*, dimana harus melakukan beberapa proses, dalam proses tersebut menggunakan mesin yang membutuhkan energi listrik untuk menjalankannya. Untuk perhitungan yang dikeluarkan dapat dilihat pada tabel 5.7 dibawah ini:

Tabel 5. 4 *Energy Cost*

Proses Repair	ST	Biaya Listrik
Buka Backer (setrika)	2,50	Rp 125

Press edge	1,63	Rp	36
Chipping Edge	3,06	Rp	538
Hand Trimmer	1,20	Rp	1
Total	8,39	Rp	701
Biaya 156 defect		Rp	109.304

Berdasarkan tabel 5.5-5.7 diatas, diketahui bahwa biaya *material* sebesar Rp183.484, biaya *man power* sebesar Rp247.619 dan biaya *energy* sebesar 109.304. Sehingga total kerugian yang disebabkan oleh *defect uki edge key slip* B3 PE ini sebesar Rp968.137 atau \$61,60.

Defect tersebut dapat merugikan Perusahaan terus menerus jika tidak segera dilakukan perbaikan. Oleh karena itu untuk mengatasi *defect uki edge key slip* tersebut dilakukan perbaikan seperti berikut:

- Operator harus memeriksa secara visual sisi kabinet yang akan *dipress*.
- Merubah waktu pendinginan dari 2 menit menjadi 60 menit terkait mutu kabinet agar lem pada baker sudah benar benar stabil 100% dingin.
- Section Cutting Sizer*, tidak dikirim bahan NG ke *Section Cabinet Case UP*, serta memastikan *cutter* dan kecepatan putaran *Speader* di Mesin Moulding-*section Cutting Sizer* sesuai *standar*.
- Perbaikan *stopper* agar tidak siku.

5.4.2 Analisis Kaizen Improvement Lingkungan

a. Metrik penggunaan *Material*

Pada metrik penggunaan *material*, yang akan dilakukan perhitungan yaitu material untuk membuat kabinet *key slip* khususnya pada proses *press edge*. Dimana masing masing *press* tersebut menggunakan ukuran baker yang berbeda sesuai dengan ukuran dari kabinet *key slip* itu sendiri. Tabel 5.5 dibawah ini menunjukkan hasil dari perhitngan *material* yang tidak digunakan jika dikonversi menjadi bentuk kerugian materi.

Tabel 5. 5 *Lost Material Cost*

Proses	Ukuran Raw Material	Ukuran Kabinet	Presesntase Lost Sub Proses	Harga Baker Terbuang
Press Edge	1550X27	1392,5x11,6	6%	Rp128

Proses	Ukuran Raw Material	Ukuran Kabinet	Presesntase Lost Sub Proses	Harga Baker Terbuang
(Panjang Kanan)				
Press Edge (Panjang Kiri)	1550X27	1392,5x12,6	5%	Rp119
Press Edge (Pendek)	560X27	75x19,6	5%	Rp102
Press Edge (Miring)	1443X35	1392,5x21,36	1%	Rp34
Press Edge (R)	1443X35	1392,5x15	2%	Rp50
	Total		20%	Rp433/pcs
			Rp49.783/115 pcs	

Berdasarkan tabel 5.5 diatas menunjukkan bahwa dalam melakukan proses press untuk 1 kabinet *key slip* membutuhkan 2 baker berukuran 1550X27 untuk press Panjang sisi kanan-kiri, 1 baker berukuran 560X27 untuk press pendek sisi kanan-kiri, dan 2 baker berukuran 1443X35 untuk press miring dan R. Sehingga presentase material yang terbuang untuk memproduksi 1 kabinet keyslip sebesar 20% dengan jumlah *lost material* sebesar RP.433/pcs. Jika dalam satu hari *Section Cabinet Case UP* memproduksi kabinet *key slip* sebanyak 115 pcs, maka jumlah biaya *lost material* untuk kabinet *key slip* sebesar Rp.49.783.

Kerugian tersebut perlu menjadi perhatian bagi Perusahaan dalam penggunaan *material*. Selain itu, *material* tidak terpakai termasuk kedalam limbah padat b3 karena dalam proses pembuatannya tidak terlepas dari penambahan bahan kimia didalamnya yang dapat mencemari lingkungan. Dalam menjaga keberlanjutan lingkungan hidup, pengelolaan limbah ini menjadi hal yang penting dimana proses pengolahan limbah melibatkan 5 pihak terkait diantaranya penghasil, pengangkut, pengumpul, pengolah, dan penimbun limbah B3. Sehingga, limbah yang dihasilkan dari proses produksi harus dikelola oleh perusahaan pengelola limbah b3 yang telah memiliki izin dari pemerintah untuk berperan sebagai 3 diantara 5 pihak terkait yakni sebagai pengangkut, pengumpul, dan pengolah limbah B3. Dan juga Perusahaan selalu mematuhi peraturan yang telah ditetapkan oleh pemerintah serta menjalankan prosedur terbaik dalam pengelolaan limbah untuk mencapai tujuan keberlanjutan.

b. Metrik Penggunaan Energi

Pada metrik ini akan dilakukan perhitungan penggunaan energi listrik, karena pada *Section Cabinet Case UP* terdapat 28 mesin, 78 lampu serta 8 kipas sehingga jika tidak digunakan dengan optimal maka akan mengakibatkan pemborosan listrik dan kerugian materi. Total energi yang dikeluarkan perharinya pada *section Cabinet Case UP* yaitu sebesar 140,3 Kwh dengan biaya Rp142.792,71. Sehingga dalam sebulan energi yang dikeluarkan sebesar 2,806,16 Kwh dengan biaya Rp2.907.177,40. Perhitungan energy tersebut sesuai dengan plan pada saat itu yaitu plan 70. Serta total hari kerja diatas belum termasuk saat berlangsungnya kegiatan *stock taking* yang dilakukan setiap akhir bulan. Dimana pada saat *stock taking* proses produksi berhenti dan tidak menggunakan energi kecuali lampu dan kipas.

Pada *Section Cabinet Case UP* sudah melakukan langkah untuk meminimalisasi penggunaan energi, dimana pada saat jam istirahat semua mesin, listrik dan lampu dimatikan. Selain itu, ketika plan produksi menurun dan kabinet pada mesin rotary tidak ada maka operator melakukan proses *press edge* dengan cara ditunggu dan tidak diputar sehingga hal tersebut mencegah terjadinya pemborosan energi.

5.4.3 Analisis *Kaizen Improvement Sosial*

1. Metrik Kerja Fisik

Setelah mengambil foto operator saat bekerja, kemudian menentukan sudut yang terbentuk pada postur tubuh operator dari pekerjaan tersebut, lalu dilakukan perhitungan skor poster tubuh dengan metode *Rapid Entire Body Assesment (REBA)* menggunakan *software ErgoFellow*. Gambar berikut ini menunjukkan hasil perhitungan dari *software ErgoFellow*.

Tabel 5. 6 Result

The screenshot shows the REBA software interface. At the top, there are radio buttons for 'Neck, trunk and legs', 'Load', 'Upper arm, lower arm and wrist', 'Coupling', and 'Activity'. Below this, the 'RESULT' section displays a 'SCORE: 7'. A table below the score lists risk levels for different score ranges. The '4 to 7' range is highlighted in yellow, indicating a 'Medium risk, further investigation, change soon'. To the right of the table are buttons for 'RESULT', 'SAVE', 'DATABASE', 'CONTROL', and 'INFORMATION'.

SCORE	RISK
1	Negligible risk
2 or 3	Low risk, change may be needed
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon
8 to 10	High risk, investigate and implement change
11 or more	Very high risk, implement change

Berdasarkan postur kerja ketika melakukan proses *press edge*, pada punggung membentuk sudut $27,23^\circ$ dengan posisi operator membungkuk, serta pada lengan atas sudut dihasilkan sebesar $31,75^\circ$ terhadap garis normal, dan lengan bawah sudut yang dihasilkan sebesar $158,67^\circ$. Pada pergelangan tangan sudut yang dihasilkan sebesar $22,38^\circ$, dan leher sudut yang dihasilkan sebesar $19,13^\circ$, serta postur kerja saat melakukan proses *press edge*, kedua kaki tertopang dan bobot tersebar merata. Hasil perhitungan yang telah dilakukan menggunakan *software ErgoFellow* menghasilkan skor REBA sebesar 7, yang termasuk ke dalam level resiko tinggi karena ada di rentang 4-7, yang artinya perlu segera dilakukan tindakan perbaikan kerja berdasarkan ergonomi.

Dari hasil tersebut, direkomendasikan perbaikan berupa modifikasi mesin *press* nomor 11,7 dan 9 agar ketinggian sama dengan mesin *press* lainnya sehingga ketika operator melakukan proses *press*, posisi badan tidak membungkuk. Kemudian, untuk mesin *press* nomor 11,7 dan 9 juga ketika operator ingin memutar mesin *press* tersebut harus di dorong sehingga terdapat resiko membahayakan jika tidak berpengalaman. Oleh karena itu direkomendasikan otomatisasi mesin *rotary* seperti pada mesin *rotary press* nomor 1,2 dan 4.

Rekomendasi ini juga dibuktikan dengan hasil perhitungan REBA pada *rotary press* nomor 4 dengan hasil skor sebesar 4, dimana telah terjadi penurunan level resiko jika dilakukan tindakan perbaikan tersebut.

2. Metrik Lingkungan Kerja

Pada metrik lingkungan kerja akan dibahas mengenai pengaruh lingkungan kerja terhadap kenyamanan tingkat pekerjaanya. Dan pada metrik ini akan dibahas mengenai tingkat kebisingan. Menurut Kepmenaker No. per-51/ MEN/ 1999, ACGIH, 2008 dan SNI 16-

7063-2004 nilai Ambang Batas Kebisingan (NAB) adalah 85 dB(A) untuk yang sedang bekerja selama 8 jam perhari atau 40 jam perminggu. Sedangkan Hasil dari pengukuran kebisingan menunjukkan bahwa tingkat kebisingan pada area kerja *Section Cabinet Case UP* rata-rata melampaui nilai ambang batas kebisingan Dimana tingkat kebisingan tertinggi pada area kerja edge former part sebesar 101,08 dB(A). Kebisingan tersebut ditimbulkan oleh mesin edge former, hingga menimbulkan kebisingan pada area kerja lainnya. Hal ini dikarenakan, kemiringan cutter . Selain itu, tidak adanya peredam bising pada mesin edge former sehingga menyebabkan dampak negative untuk kesehatan dan kenyamanan operator.

Dampak dari kebisingan tersebut dapat menyebabkan gangguan Auditory seperti gangguan terhadap pendengaran dan gangguan non-Auditory seperti gangguan komunikasi, setres, ancaman bahaya kesehatan, turunnya performance kerja serta kelelahan (Nasution, 2019). Oleh karena itu rekomendasi yang diberikan adalah memberikan peredam pada mesin *edge former* seperti gambar di bawah ini:



Gambar 5. 13 Box peredam suara

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Setelah melalui proses pengolahan dan analisis data maka dapat disimpulkan berdasarkan tujuan dari penelitian antara lain sebagai berikut:

1. Waste tertinggi yang terjadi pada *Section Cabinet Case UP* adalah *waste defect* dengan presentase sebesar 19,69%. Dimana *defect* tertinggi pada *section cabinet case* adalah *defect uki edge* kabinet keyslip mengakibatkan kerugian sebesar \$61,60. Pada metrik lingkungan, kerugian yang dialami Perusahaan akibat *lost material* kabinet *keyslip* sebesar Rp.49.783/115 pcs. Sedangkan penggunaan energi listrik pada *section Cabinet Case UP* tidak terjadi *waste*. Mengenai metrik kerja fisik difokuskan terhadap tingkat kebisingan pada *Section Cabinet Case UP* dimana semua proses di *Cabinet Case UP* dipengaruhi oleh kebisingan yang ditimbulkan mesin *edge former* dengan tingkat kebisingan sebesar 101,08 dB(A). Pada metrik lingkungan kerja fisik difokuskan terhadap postur kerja pada mesin rotarry menggunakan metode *Rapid Entire Body Assesment (REBA)*. Hasil perhitungan menggunakan *software ErgoFellow* didapatkan skor REBA sebesar 7, yang termasuk ke dalam level resiko tinggi karena ada di rentang 4-7, yang artinya perlu segera dilakukan tindakan perbaikan kerja berdasarkan ergonomi.
2. Usulan untuk minimasi *waste* dapat dikategorikan menjadi 3, yaitu ekonomi, lingkungan, dan *social*. Usulan pada faktor ekonomi adalah Modifikasi karet pada *Conveyor*, Modifikasi tempat penampungan serbuk kayu, Otomatisasi dust *collector*, Memindahkan tombol elbartrans, Membuat Cover penghisap debu serta membuat stopper pada proses *press edge "R"*. Usulan pada faktor *social* untuk metrik kerja fisik, rekomendasi yang diberikan adalah modifikasi/otomatisasi mesin rotary *press 11,7* dan *9*. Sedangkan untuk metrik lingkungan kerja fisik rekomendasi yang diberikan adalah membuat box peredam pada mesin *edge former* dan harus dilakukan pemantauan penggunaan APD pada *Section Cabinet Case UP* karena masih terdapat operator yang belum memakai *earplug*.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan kepada *Section Cabinet Case UP* adalah.

1. Selalu menerapkan 5s pada area kerja.
2. Selalu menggunakan APD demi kenyamanan dan keselamatan pekerja.
3. Mengimplementasikan usulan perbaikan yang sudah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- firdaus, M. C., & Hartini, S. (2022). Desain Sustainable Value Stream Mapping Untuk Meningkatkan Kinerja Keberlanjutan Perusahaan Cpo (Studi Kasus: Pks Bunut Pt Perkebunan Nusantara Vi). *Industrial Engineering Online Journal*.
- Atoillah, F., & Hartini, S. (2020). Design Of Sustainable Value Stream Mapping To Improve The Sustainability Indicator: Case In Mdf Company. *International Conference On Engineering, Technology, And Industrial Application*.
- Batubara, S. R., & Halimuddin, R. A. (2016). Penerapan *Lean Manufacturing* Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi Dengan Cara Mengurangi Manufacturing Lead Time Studi Kasus: Pt. Oriental Manufacturing Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lemlit Usakti*.
- Costa, T., Silva, F., & Ferreira, L. P. (2017). Improve The Extrusion Process In Tire Production Using Six Sigma Methodology. *Procedia Manufacturing*, 1104-1111.
- Daonil, T, Y., & M, Z. (2021). Implementasi *Lean Manufacturing* Untuk Eliminasi Waste Pada Lini Produksi Machining Cast Wheel Dengan Menggunakan Metode Wam Dan Valsat. *Journal Of Industrial And Engineering System (Jies)*, 56-62.
- Darmawan, M. A., & Martin, R. F. (2022). Analysis Of Sustainable Value Stream Mapping (Sus-Vsm) To Improve Productivity At Pt X. *Mechanical & Biosystem Engineering* .
- Djatna, T., & Prasetyo, D. (2019). Integration Of Sustainable Value Stream Mapping (Sus. Vsm) And Life-Cycle Assessment (Lca) To Improve Sustainability Performance. *International Journal On Advanced Science Engineering And Information Technology*.
- Dornfeld, D. A. (2013). *Green Manufacturing : Fundamentals And Applications*. New York: Springer Science+Business Media New York.
- Elbadiansyah. (2019). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Malang: Irdh.
- Faulkner, W., & Badurdeen, F. (2014). Sustainable Value Stream Mapping Sustainable Value Stream Mapping (Sus-Vsm): Methodology To Visualize And Assess Manufacturing Sustainability Performance. *Journal Of Cleaner Production*, 8-18.
- Febianti, E., Kulsum, Pratama, A. R., Herlina, L., Kurniawan, B., Ilhami, M. A., . . . Wulandari, A. (2022). Implementasi Lean Service Dengan Metode Wam Dan Valsat Untuk Meminimasi Waste Pada Loading Steel Plate. *Journal Of System Engineering And Management*, 15-22.
- Febianti, E., Muharni, Y., Prameswari, L. D., Anggraeni, S. K., Ekawati, R., & Wahyuni, N. (2023). Minimasi Pemborosan Pada Proses Produksi Tahu Dengan Menggunakan Metode Ahp Dan Valsat. *Journal Of Systems Engineering And Management*, 89-95.

- Firdaus, M., & Hartini, S. (2022). Desain Sustainable Value Stream Mapping Untuk Meningkatkan Kinerja Keberlanjutan Perusahaan Cpo. *Industrial Engineering Online Journal*.
- Fransiscus, H., Cynthia, P. J., & Isabella, S. A. (2014). Implementasi Metode Six Sigma Dmaic Untuk Mengurangi Paint Bucket Cacat Di Pt X. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 3(2), 53-63.
- Gaspersz, V. (2011). *Total Quality Management (Tqm), Untuk Praktisi Bisnis Dan Industri*. Jakarta: Vinchrsto Publication.
- Gaspersz, V., & Fontana, A. (2011). *Lean Six Sigma For Manufacturing And Service Industries, Waste Elimination And Continous Cost Reduction*. Bogor: Vinchrsto Publication.
- Gasperz, V., & Fontana, A. (2011). *Lean Six Sigma For Manufacturing And Service Industries*. . Bogor: Vinchrsto Publication.
- Ghiffari Ibrahim, A. H. (2013, Juli). Analisis Six Sigma Untuk Mengurangi Jumlah Cacat Di Stasiun Kerja Sablon (Studi Kasus: Cv. Miracle). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 1.
- Haekal, J. (2022). The Integration Of *Lean Manufacturing* And Promodel Simulation In The Shampoo Production Process With The Valsat And Vsm Method Approach. *International Journal Of Multidisciplinary Research And Publications*, 36-41.
- Halim, V. V., Kosasih, W., & Salomon, L. L. (2022). Sustainable Value Stream Mapping: A Case Study On Office Furniture Production Line. *International Conference On Industrial Engineering And Operations Management*. Turkey: Ieom Society International.
- Harits, D., Aziz, I. M., & Puji, A. A. (2021). The Analysis Of *Waste* Activities In Supramak Bed Production By Using Value Stream Mapping And Valsat Approaches. *Journal Of Industrial Engineering Management*.
- Hart, S. G. (2006). Nasa-Task Load Index (Nasa-Tlx) ; 20 Years Later. *Sage Journals*.
- Hartini, S., Rumita, R., & J. M. (2020). Sustainable-Value Stream Mapping To Improve Manufacturing Sustainability Performance: Case Study In A Natural Dye Batik Sme's. *Iop Conf. Series: Materials Science And Engineering*.
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The Seven Value Stream Mapping Tools. *International Journal Of Operations & Production Management*.
- Hollmann, S., Klimmer, F., Schmidt, K. H., & Kylian, H. (1999). Validation Of A Questionnaire For Assessing Physical Work Load. *Scandinavian Journal Of Work, Environment & Health*, 105-114.
- Ibrahim, G., Harsono, A., & Bakar, A. (2013, Juli). Analisis Six Sigma Untuk Mengurangi Jumlah Cacat Di Stasiun Kerja Sablon (Studi Kasus: Cv. Miracle). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 1.

- Indrawati Sri, M. R. (2015). Manufacturing Continuous Improvement Using Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application. *Procedia Manufacturing*, 528-534.
- Indrawati, S., & Ridwansyah, M. (2015). Manufacturing Continuous Improvement Using Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application. *Procedia Manufacturing*, 528-534.
- J, R. (1985). *Produktivitas Dan Manajemen*. Yogyakarta: Ugm Press.
- Khannan, M., & Haryono. (2015). Analisis Penerapan *Lean Manufacturing* Untuk Menghilangkan Pemborosan Di Lini Produksi Pt. Adi Satria Abadi. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, Vol. 4, No. 1.
- Kholil, M., Sadiyah, F., Suparno, A., & Hasan, S. H. (2021). Implementation Of *Lean Manufacturing* And Waste Minimization To Overcome Delay In Metering Regulating System Fabrication Process Using Value Stream Mapping And Valsat Method Approach (Case Study: Company Ys). *International Journal Of Advanced Technology In Mechanical, Mechatronics And Materials (Ijatec)*, 22-34.
- Koesomowidjojo, S. M. (2017). *Analisis Beban Kerja*. Jakarta: Raih Asa Sukses.
- Kussuma, & Fendy, M. (2014). Analisis Kualitas Produk Pakan Ternak Dengan Metode Six Sigma Di Pt. Charoen Pokphand Indonesia (Tbk). *Jtm*, 54-62.
- Larasati, P. D., & Laksono, P. W. (2022). Implementasi *Lean Manufacturing* Untuk Mempersingkat Lead Time Di Pt Xyz Dengan Metode Value Stream Mapping . *Seminar Dan Konferensi Nasional Idec* .
- Lucherini, F., & Rapaccini, M. (2017). Exploring The Impact Of Lean. Manufacturing On Flexibility In Smes. *Journal Of Industrial Engineering And Management*.
- Mardiasmo. (2009). *Akuntansi Sektor Publik*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Ma'ruf, Z., Marlyana, N., & Sugiono, A. (2021). Analisis Penerapan *Lean Manufacturing* Dengan Metode Valsat Untuk Memaksimalkan Produktivitas Pada Proses Operasi Crusher (Studi Kasus Di Pt Semen Gresik Pabrik Rembang). *Konstelasi Ilmiah Mahasiswa Unissula 5 (Kimu 5)*.
- Mu'min, M. A., & Nurbani, S. N. (2022). Analisis *Lean Manufacturing* Menggunakan Wam Dan Valsat Untuk Mengurangi Waste Proses Produksi Teh Dalam Kemasan 300 Ml Di Pt. Xyz. *Jurnal Rekayasa Industri Dan Mesin (Retims)*.
- Muyassaroh, T. I., & Wibowo, M. (2020). Value Stream Mapping (Vsm) Pada Instalasi Rawat Inap Di Rumah Sakit Pembina Kesejahteraan Umat (Pku) Muhammadiyah Gombong. *Iakmi Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*.
- Nurjanah, P. (2009). Penentuan Jumlah Tenaga Kerja Berdasarkan Waktu Standar Dengan Metodework Sampling Dibagian Packing Pada Pt.Sinar Oleochemical International. *Universitas Sumatera Utara*.

- Nurlaelah, Gustiana, D., Tunafiah, H., Thantawi, A. M., Jayady, A., Hatmoko, J. U., & Ha, R. (2020). Assessing *Waste* Problems Of Low Cost Housing Development Process Using *Waste* Assesment Model (Wam). *International Conference On Lnnovation In \$Ciemce, Health, And Technology* (.
- Octavia, T., & Prayogo, T. (2013). Dentifikasi *Waste* Dengan Menggunakan Value. Stream Mapping Di Gudang Pt. Xyz. *Jurnal Tirta*, 8.
- Osha Standard 1910.95. (2008). *Paparan Kebisingan Di Tempat Kerja*. Amerika Serikat: Tenaga Kerja Amerika.
- Pattiaapon, M. L., Maitimu, E. N., & Magdalena, I. (2020). Enerapan *Lean Manufacturing* Guna Meminimasi *Waste* Pada Lantai Produksi (Studi Kasus: Ud. Filkin). *Arika*.
- Pristianingrum, N. (2017). *Peningkatan Efisiensi Dan Produktivitas Perusahaan Manufaktur Dengan Sistem Just In Time*. Jember: Jurnal Ilmiah Akuntansi Keuangan Dan Pajak.
- Pujotomo, D., & Rusanti, N. D. (2015). Usulan Perbaikan untuk Meningkatkan Produktivitas Fillingplant Dengan Pendekatan *Lean Manufacturing* Pada Pt Smart Tbk Surabaya. *Jurnal Teknik Industri*, 123-132.
- Pusavec, F., Krajnik, P., & Kopac, J. (2010). Transitioning To Sustainable Production – Part I: Application On Machining Technologies. *Journal Of Cleaner Production*, 174-184.
- Putri, & Fatma, C. (2010). Upaya Menurunkan Jumlah Cacat Produk Shuttlecock Dengan Metode Six Sigma. *Widya Teknika*, 18(2), 14-23.
- Putri, C. F. (2010). Upaya Menurunkan Jumlah Cacat Produk Shuttlecock Dengan Metode Six Sigma. *Widya Teknika*, 18(2), 14-23.
- R, S., A, B., & U, G. (2011). Material Flow Cost Accounting – Proposals For Improving The Evaluation Of Monetary Effects Of Resource Saving Process Designs. : *Proceedings Of The 44th Cirp Conference On Manufacturing Systems*.
- Rawabdeh, I. (2005). A Model For The Assessment Of *Waste* In Job Shop Environments. *International Journal Of Operations & Production Management*, 800-822.
- Rebecca, F. (2008). Labour Productivity Indicators: Comparison Of Two Database Productivity Differentials & The Balssa-Samuelson Effect. *Oecd; Organisation For Economic Co-Operation And Development*.
- Restuningtias, G., Sudri, N. M., & Widianty, Y. (2020). Peningkatan Efisiensi Proses Produksi Benang Dengan Pendekatan *Lean Manufacturing* Menggunakan Metode Wam Dan Valsat Di Pt.Xyz. *Jurnal Iptek*, 27-32.
- Rosarina, D., Lestari, S., & Dinata, J. C. (2022). Eliminasi *Waste* Pada Proses Produksi Malt Powder Dengan Metode Vsm Dan Valsat (Studi Kasus Pt. Xyz). *Jurnal Teknik (Jt)*, 43-52.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). Learning To See: Value Stream Mapping To Create Value And Eliminate Muda. *Lean Enterprise Institut*.

- Setiawan, I., & Rahman, A. (2021). Penerapan *Lean Manufacturing* Untuk Meminimalkan *Waste* Dengan Menggunakan Metode Vsm Dan Wam Pada Pt Xyz. *Prosiding Semnaslit Lppm Umj 2022*. Jakarta Selatan.
- Setiawardani, M., & Hedyanti, R. (2018). Pengaruh Pelaksanaan Program Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan. *Jurnal Riset Bisnis Dan Investasi*, 12-23.
- Shingo, S. (1990). *A Study Of The Toyota Production System*. Usa: Andrew P. Dillon Productivitypress.
- Sucipto, Sulistyowati, D. P., & Anggarini, S. (2017). Pengendalian Kualitas Pengalengan Jamur Dengan Metode Six Sigma Di Pt Y,Pasuruan, Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 1-7.
- Sugiyono. (2019). *Metodelogi Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tan, H. T. (2012). Metode Dmaic Sebagai Solusi Pengendalian Kualitas Produksi Sepatu Tambang:Studi Kasus Pt Mangul Jaya-Bekasi. *Comtech*, 3, 509-523.
- Umar, H. (1999). *Riset Sumber Daya Manusia Dalam Organisasi*. Jakarta: Pt Gramedia Pustaka Agama.
- Vento, M. O., Alcaraz, J. L., Rivera, L., & Manotas, F. D. (2015). Effects Of Management Commitment And Organization Of Work Teams On The Benefits Of Kaizen: Planning Stage. *Dyna*, 76-84.
- Vincent, G. (2007). *Lean Six Sigma For Manufacturing And Services Industries*. Jakarta: Pt Gramedia Pustaka Utama.
- Vitho, I., Ginting, E., & Anizar. (2013). Aplikasi Six Sigma Untuk Menganalisis Faktor-Faktor Penyebab Kecacatan Produk Crumb Rubber Sir 20 Pada Pt. Xyz. *E-Jurnal Teknik Industri Ft Usu Vol 3, No. 4*, 23-28.
- Wee, H., & Wu, S. (2009). Lean Supply Chain And Its Effect On Product Cost And Quality: A Case Study On Ford Motor Company. *Supply Chain Management*, 335-341.
- Wignjosobrot, S. (2006). *Pengantar Teknik Dan Manajemen Industri*. Surabaya: Guna Widya.
- Winanti, Dwi, F., Anugerah, Rizki, A., Purnaman, & Adi, D. (2017). Desain Lean Production Dengan Aspek Sustainability Dan Logika Fuzzy Pada Value Stream Analysis Tools. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*.
- Wisnubroto, P., & Rukmana, A. (2015). Pengendalian Kualitas Produk Dengan Pendekatan Six Sigma Dan Analisis Kaizen Serta New Seven Tools Sebagai Usaha Pengurangan Kecacatan Produk. *Jurnal Teknologi*, 65-74.
- Witanty, & Intifada, G. S. (2012). Minimasi *Waste* (Pemborosan) Menggunakan Value Stream Analysis Tool Untuk Meningkatkan Efisiensi Waktu Produksi. *Jurnal Teknik Pomits*.

- Yuliana, Nasution, Y. N., & Wasono. (2017). Penggunaan Metode Kaizen Pada Tahap Improve Dalam Six Sigma (Studi Kasus: Perusahaan Air Minum Dalam Kemasan(Amdk) Merk Rama Produksi Pt Ranam Mahakam Indonesia). *Jurnal Eksponensial*.
- Yunita, N. A., & Ulfa, C. N. (2018). Analisis Manufacturing Cycle Effectiveness (Mce) Untuk Meningkatkan Cost Effective Dan mengurangi Non Value Added (Studi Kasus Pada Pt. Ima Montaz Sejahtera- Lhokseumawe). *Jurnal Akuntansi Dan Keuangan*, 49-58.

LAMPIRAN

A. Kuesioner WAM

D. Motion
Hubungan Motion dengan Waiting (M-W)

Deskripsi :			
Keterangan : M : Motion W : Waiting			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Motion menghasilkan Waiting ?	A B C	Selalu Kadang-kadang Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Waiting ?	A B	Jika Motion bertambah, maka Waiting bertambah Jika Motion bertambah, maka Waiting konstan
3	Dampak Motion dikarenakan Waiting	A B C	Tidak tentu tergantung Tampak secara langsung Butuh waktu untuk Tidak sering muncul
4	Menghilangkan dampak Motion terhadap Waiting dapat dicapai dengan cara	A B C	Metode Engineering Sederhana dan secara Solusi instruksional
5	Dampak Motion terhadap Waiting terutama mempengaruhi	A B C D E F G	Kualitas produk Produktivitas sumberdaya Lead time Kualitas dan Kualitas dan Lead time Produktivitas dan Lead time Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Motion terhadap Waiting	A B C	Sangat tinggi Sedang Rendah

F. Extra Processing
Hubungan antara Extra Processing dengan Over-production (P-O)

Deskripsi :			
Keterangan : P : Extra Processing O : Over-production			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Extra Processing menghasilkan Over-production ?	A B C	Selalu Kadang-kadang Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Extra Processing dan Over-production ?	A B	Jika Extra Processing bertambah, maka Over-production bertambah Jika Extra Processing bertambah, maka Over-production konstan
3	Dampak Extra Processing dikarenakan Over-production	A B C	Tidak tentu tergantung Tampak secara langsung dan jelas Butuh waktu untuk muncul Tidak sering muncul
4	Menghilangkan dampak Extra Processing terhadap Over-production dapat dicapai dengan cara	A B C	Metode Engineering Sederhana dan secara Solusi instruksional
5	Dampak Extra Processing terhadap Over-production terutama mempengaruhi	A B C D E F G	Kualitas produk Produktivitas sumberdaya Lead time Kualitas dan produktivitas Kualitas dan Lead time Produktivitas dan Lead time Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Extra Processing terhadap Over-production	A B C	Sangat tinggi Sedang Rendah

G. Waiting
Hubungan Waiting dengan Inventory (W-I)

Deskripsi :			
Keterangan : W : Waiting I : Inventory			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Waiting menghasilkan Inventory ?	A B C	Selalu Kadang-kadang Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Waiting dan Inventory ?	A B	Jika Waiting bertambah, maka Inventory bertambah Jika Waiting bertambah, maka Inventory konstan
3	Dampak Waiting dikarenakan Inventory	A B C	Tidak tentu tergantung Tampak secara langsung Butuh waktu untuk Tidak sering muncul
4	Menghilangkan dampak Waiting terhadap Inventory dapat dicapai dengan cara	A B C	Metode Engineering Sederhana dan secara Solusi instruksional
5	Dampak Waiting terhadap Inventory terutama mempengaruhi	A B C D E F G	Kualitas produk Produktivitas sumberdaya Lead time Kualitas dan Kualitas dan Lead time Produktivitas dan Lead time Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Waiting terhadap Inventory	A B C	Sangat tinggi Sedang Rendah

LEBARAN
WAKTU
MENCARI

G. Waiting
Hubungan Waiting dengan Defect Product (W-D)

Deskripsi :			
Keterangan : W : Waiting D : Defect Product			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Waiting menghasilkan Defect Product ?	A B C	Selalu Kadang-kadang Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Waiting dan Defect Product ?	A B	Jika Waiting bertambah, maka Defect Product bertambah Jika Waiting bertambah, maka Defect Product konstan
3	Dampak Waiting dikarenakan Defect Product	A B C	Tidak tentu tergantung Tampak secara langsung Butuh waktu untuk Tidak sering muncul
4	Menghilangkan dampak Waiting terhadap Defect Product dapat dicapai dengan cara	A B C	Metode Engineering Sederhana dan secara Solusi instruksional
5	Dampak Waiting terhadap Defect Product terutama mempengaruhi	A B C D E F G	Kualitas produk Produktivitas sumberdaya Lead time Kualitas dan Kualitas dan Lead time Produktivitas dan Lead time Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Waiting terhadap Defect Product	A B C	Sangat tinggi Sedang Rendah

LEBARAN
WAKTU
MENCARI

LEBARAN
WAKTU
MENCARI

G. Waiting

Hubungan Waiting dengan Over-production (W-O)

Deskripsi :	Jika mesin dalam keadaan menunggu disebabkan supplier yang sedang menanganai customer lain maka mesin ini kemungkinan akan dipakai untuk memproduksi lebih agar mesin ini terus berjalan		
Keterangan :	W : Waiting O : Over-production		
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Waiting menghasilkan Over-production ?	A B C	Selalu Kadang-kadang Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Waiting dan Over-production ?	A B C	Jika Waiting bertambah, maka Over-production bertambah Jika Waiting bertambah, maka Over-production konstan Tidak tentu tergantung
3	Dampak Waiting dikarenakan Over-production	A B C	Dampak secara langsung Butuh waktu untuk Tidak sering muncul
4	Menghilangkan dampak Waiting terhadap Over-production dapat dicapai dengan cara	A B C	Metode Engineering Seferhana dan secara Solusi instruksional
5	Dampak Waiting terhadap Over-production terutama mempengaruhi	A B C D E F G	Kualitas produk Produktivitas sumberdaya Lead time Kualitas dan Kualitas dan Lead time Produktivitas dan Lead time Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Waiting terhadap Over-production	A B C	Sangat tinggi Sedang Rendah

F. Extra Processing

Hubungan Extra Processing dengan Inventory (P-I)

Deskripsi :	Gabungan beberapa operasi dalam satu sel akan memberikan hasil pengurangan jumlah work-in-process (WIP) dikarenakan dapat mengeliminasi buffer / persediaan antara proses yang bersangkutan dalam satu operasi		
Keterangan :	P : Extra Processing I : Inventory		
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Extra Processing menghasilkan Inventory ?	A B C	Selalu Kadang-kadang Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Extra Processing dan Inventory ?	A B C	Jika Extra Processing bertambah, maka Inventory bertambah Jika Extra Processing bertambah, maka Inventory konstan Tidak tentu tergantung
3	Dampak Extra Processing dikarenakan Inventory	A B C	Dampak secara langsung Butuh waktu untuk Tidak sering muncul
4	Menghilangkan dampak Extra Processing terhadap Inventory dapat dicapai dengan cara	A B C	Metode Engineering Seferhana dan secara Solusi instruksional
5	Dampak Extra Processing terhadap Inventory terutama mempengaruhi	A B C D E F G	Kualitas produk Produktivitas sumberdaya Lead time Kualitas dan Kualitas dan Lead time Produktivitas dan Lead time Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Extra Processing terhadap Inventory	A B C	Sangat tinggi Sedang Rendah

F. Extra Processing

Hubungan Extra Processing dengan Defect Product (P-D)

Deskripsi :	Jika mesin tidak di maintain secara berkala, maka akan menyebabkan terjadinya produk cacat		
Keterangan :	P : Extra Processing D : Defect Product		
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Extra Processing menghasilkan Defect Product ?	A B C	Selalu Kadang-kadang Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Extra Processing dan Defect Product ?	A B C	Jika Extra Processing bertambah, maka Defect Product bertambah Jika Extra Processing bertambah, maka Defect Product konstan Tidak tentu tergantung
3	Dampak Extra Processing dikarenakan Defect Product	A B C	Dampak secara langsung Butuh waktu untuk Tidak sering muncul
4	Menghilangkan dampak Extra Processing terhadap Defect Product dapat dicapai dengan cara	A B C	Metode Engineering Seferhana dan secara Solusi instruksional
5	Dampak Extra Processing terhadap Defect Product terutama mempengaruhi	A B C D E F G	Kualitas produk Produktivitas sumberdaya Lead time Kualitas dan Kualitas dan Lead time Produktivitas dan Lead time Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Extra Processing terhadap Defect Product	A B C	Sangat tinggi Sedang Rendah

F. Extra Processing

Hubungan Extra Processing dengan Waiting (P-W)

Deskripsi :	Jika teknologi yang digunakan tidak sesuai, waktu setup dan downtime yang berulang akan menyebabkan peningkatan waktu tunggu		
Keterangan :	P : Extra Processing W : Waiting		
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Extra Processing menghasilkan Waiting ?	A B C	Selalu Kadang-kadang Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Extra Processing dan Waiting ?	A B C	Jika Extra Processing bertambah, maka Waiting bertambah Jika Extra Processing bertambah, maka Waiting konstan Tidak tentu tergantung
3	Dampak Extra Processing dikarenakan Waiting	A B C	Dampak secara langsung Butuh waktu untuk Tidak sering muncul
4	Menghilangkan dampak Extra Processing terhadap Waiting dapat dicapai dengan cara	A B C	Metode Engineering Seferhana dan secara Solusi instruksional
5	Dampak Extra Processing terhadap Waiting terutama mempengaruhi	A B C D E F G	Kualitas produk Produktivitas sumberdaya Lead time Kualitas dan Kualitas dan Lead time Produktivitas dan Lead time Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Extra Processing terhadap Waiting	A B C	Sangat tinggi Sedang Rendah

F. Extra Processing
 Hubungan Extra Processing dengan Motion (F-M)

Deskripsi : Kurangnya <i>training</i> mengenai proses dengan teknologi terbaru akan menyebabkan <i>human motion waste</i> (pemborosan gerakan).			
Keterangan : P : Extra Processing M : Motion			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Extra Processing menghasilkan Motion ?	A) Selalu B) Kadang-kadang C) Jarang	
2	Bagaimana jenis hubungan antara Extra Processing dan Motion ?	A) Jika Extra Processing bertambah, maka Motion bertambah B) Jika Extra Processing bertambah, maka Motion konstan C) Tidak tentu tergantung D) Tampak secara langsung E) Butuh waktu untuk muncul	
3	Dampak Extra Processing dikarenakan Motion	A) Metode <i>Engineering</i> B) Sederhana dan secara C) Solusi instruksional	
4	Menghilangkan dampak Extra Processing terhadap Motion dapat dicapai dengan cara	A) Kualitas produk B) Produktivitas sumberdaya C) <i>Lead time</i> D) Kualitas dan E) Kualitas dan <i>Lead time</i> F) Produktivitas dan <i>Lead</i>	
5	Dampak Extra Processing terhadap Motion terutama mempengaruhi	A) Kualitas, Produktivitas, dan <i>Lead time</i> B) Sangat tinggi C) Sedang D) Rendah	
6	Sebesar apa dampak Extra Processing terhadap Motion	A) Sangat tinggi B) Sedang C) Rendah	

E. Transportation
 Hubungan Transportation dengan Waiting (T-W)

Deskripsi : Ketika item ditransportasikan kemungkinan terjadi pemborosan gerakan dapat terjadi sebagai contoh adalah <i>double handling</i> (pengangkatan ganda) dan aktivitas mencari			
Keterangan : T : Transportation W : Waiting			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Transportation menghasilkan Waiting ?	A) Selalu B) Kadang-kadang C) Jarang	
2	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Waiting ?	A) Jika Transportation bertambah, maka Waiting bertambah B) Jika Transportation bertambah, maka Waiting konstan C) Tidak tentu tergantung D) Tampak secara langsung E) Butuh waktu untuk muncul	
3	Dampak Transportation dikarenakan Waiting	A) Metode <i>Engineering</i> B) Sederhana dan secara C) Solusi instruksional	
4	Menghilangkan dampak Transportation terhadap Waiting dapat dicapai dengan cara	A) Kualitas produk B) Produktivitas sumberdaya C) <i>Lead time</i> D) Kualitas dan E) Kualitas dan <i>Lead time</i> F) Produktivitas dan <i>Lead</i>	
5	Dampak Transportation terhadap Waiting terutama mempengaruhi	A) Kualitas, Produktivitas, dan <i>Lead time</i> B) Sangat tinggi C) Sedang D) Rendah	
6	Sebesar apa dampak Transportation terhadap Waiting	A) Sangat tinggi B) Sedang C) Rendah	

E. Transportation
 Hubungan Transportation dengan Over-production (T-O)

Deskripsi : Barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan berdasarkan kapasitas penanganan sistem akan meningkatkan intensitas pemindahan			
Keterangan : T : Transportation O : Over-production			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Transportation menghasilkan Over-production ?	A) Selalu B) Kadang-kadang C) Jarang	
2	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Over-production ?	A) Jika Transportation bertambah, maka Over-production bertambah B) Jika Transportation bertambah, maka Over-production konstan C) Tidak tentu tergantung D) Tampak secara langsung E) Butuh waktu untuk muncul	
3	Dampak Transportation dikarenakan Over-production	A) Metode <i>Engineering</i> B) Sederhana dan secara C) Solusi instruksional	
4	Menghilangkan dampak Transportation terhadap Over-production dapat dicapai dengan cara	A) Kualitas produk B) Produktivitas sumberdaya C) <i>Lead time</i> D) Kualitas dan E) Kualitas dan <i>Lead time</i> F) Produktivitas dan <i>Lead</i>	
5	Dampak Transportation terhadap Over-production terutama mempengaruhi	A) Kualitas, Produktivitas, dan <i>Lead time</i> B) Sangat tinggi C) Sedang D) Rendah	
6	Sebesar apa dampak Transportation terhadap Over-production	A) Sangat tinggi B) Sedang C) Rendah	

E. Transportation
 Hubungan Transportation dengan Inventory (T-I)

Deskripsi : Jumlah alat <i>handling</i> (MHE) yang tidak mencukupi akan menyebabkan peningkatan inventori yang dapat mempengaruhi proses lainnya			
Keterangan : T : Transportation I : Inventory			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Transportation menghasilkan Inventory ?	A) Selalu B) Kadang-kadang C) Jarang	
2	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Inventory ?	A) Jika Transportation bertambah, maka Inventory bertambah B) Jika Transportation bertambah, maka Inventory konstan C) Tidak tentu tergantung D) Tampak secara langsung E) Butuh waktu untuk muncul	
3	Dampak Transportation dikarenakan Inventory	A) Metode <i>Engineering</i> B) Sederhana dan secara C) Solusi instruksional	
4	Menghilangkan dampak Transportation terhadap Inventory dapat dicapai dengan cara	A) Kualitas produk B) Produktivitas sumberdaya C) <i>Lead time</i> D) Kualitas dan E) Kualitas dan <i>Lead time</i> F) Produktivitas dan <i>Lead</i>	
5	Dampak Transportation terhadap Inventory terutama mempengaruhi	A) Kualitas, Produktivitas, dan <i>Lead time</i> B) Sangat tinggi C) Sedang D) Rendah	
6	Sebesar apa dampak Transportation terhadap Inventory	A) Sangat tinggi B) Sedang C) Rendah	

E. Transportation
Hubungan Transportation dengan Defect Product (T-D)

Deskripsi : Alat <i>material handling</i> (MHE) memiliki peran penting dalam pemrosesan transportasi. MHE yang tidak cocok akan merusak produk yang menyebabkan adanya produk cacat			
Keterangan : T : Transportation D : Defect Product			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Transportation menghasilkan Defect Product?	A B C	Selalu Kadang-kadang Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Defect Product?	A B C	Jika Transportation bertambah, maka Defect Product bertambah Jika Transportation bertambah, maka Defect Product konstan Tidak tentu tergantung
3	Dampak Transportation dikarenakan Defect Product	A B C	Tampak secara Butuh waktu untuk Tidak sering muncul
4	Menghilangkan dampak Transportation terhadap Defect Product dapat dicapai dengan cara	A B C	Metode <i>Engineering</i> Sederhana dan secara Solusi instruksional
5	Dampak Transportation terhadap Defect Product terutama mempengaruhi	A B C D E F G	Kualitas produk Produktivitas sumberdaya Lead time Kualitas dan Kualitas dan Lead time Produktivitas dan Lead time Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Transportation terhadap Defect Product	A B C	Sangat tinggi Sedang Rendah

E. Transportation
Hubungan Transportation dengan Motion (T-M)

Deskripsi : Ketika item ditransportasikan kemungkinan terjadi pemrosesan gerakan dapat terjadi sebagai contoh adalah <i>double handling</i> (penanganan ganda) dan aktivitas mencari			
Keterangan : T : Transportation M : Motion			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Transportation menghasilkan Motion?	A B C	Selalu Kadang-kadang Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Motion?	A B	Jika Transportation bertambah, maka Motion bertambah Jika Transportation bertambah, maka Motion konstan
3	Dampak Transportation dikarenakan Motion	A B C	Tidak tentu tergantung Tampak secara Butuh waktu untuk Tidak sering muncul
4	Menghilangkan dampak Transportation terhadap Motion dapat dicapai dengan cara	A B C	Metode <i>Engineering</i> Sederhana dan secara Solusi instruksional
5	Dampak Transportation terhadap Motion terutama mempengaruhi	A B C D E F G	Kualitas produk Produktivitas sumberdaya Lead time Kualitas dan Kualitas dan Lead time Produktivitas dan Lead time Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Transportation terhadap Motion	A B C	Sangat tinggi Sedang Rendah

D. Motion
Hubungan Motion dengan Extra Processing (M-P) *EXTRA PROCESSING -> RUMAH DUBUKU?*

Deskripsi : Ketika pekerjaan tidak di standarisasi, pemrosesan proses akan meningkat dikarenakan kurangnya pemahaman terkait kapasitas ketersediaan teknologi			
Keterangan : M : Motion P : Extra Processing			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Motion menghasilkan Extra Processing?	A B C	Selalu Kadang-kadang Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Extra Processing?	A B	Jika Motion bertambah, maka Extra Processing bertambah Jika Motion bertambah, maka Extra Processing konstan
3	Dampak Motion dikarenakan Extra Processing	A B C	Tidak tentu tergantung Tampak secara Butuh waktu untuk Tidak sering muncul
4	Menghilangkan dampak Motion terhadap Extra Processing dapat dicapai dengan cara	A B C	Metode <i>Engineering</i> Sederhana dan secara Solusi instruksional
5	Dampak Motion terhadap Extra Processing terutama mempengaruhi	A B C D E F G	Kualitas produk Produktivitas sumberdaya Lead time Kualitas dan Kualitas dan Lead time Produktivitas dan Lead time Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Motion terhadap Extra Processing	A B C	Sangat tinggi Sedang Rendah

D. Motion
Hubungan Motion dengan Defect Product (M-D)

Deskripsi : Kurangnya training dan standarisasi menyebabkan persentase produk cacat dapat meningkat			
Keterangan : M : Motion D : Defect Product			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Motion menghasilkan Defect Product?	A B C	Selalu Kadang-kadang Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Defect Product?	A B C	Jika Motion bertambah, maka Defect Product bertambah Jika Motion bertambah, maka Defect Product konstan Tidak tentu tergantung
3	Dampak Motion dikarenakan Defect Product	A B C	Tampak secara Butuh waktu untuk Tidak sering muncul
4	Menghilangkan dampak Motion terhadap Defect Product dapat dicapai dengan cara	A B C	Metode <i>Engineering</i> Sederhana dan secara Solusi instruksional
5	Dampak Motion terhadap Defect Product terutama mempengaruhi	A B C D E F G	Kualitas produk Produktivitas sumberdaya Lead time Kualitas dan Kualitas dan Lead time Produktivitas dan Lead time Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Motion terhadap Defect Product	A B C	Sangat tinggi Sedang Rendah

D. Motion

Hubungan Motion dengan Inventory (M-I)

Deskripsi : Metode kerja yang tidak sesuai standar akan meningkatkan jumlah work-in-process (WIP)			
Keterangan : M : Motion I : Inventory			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Motion menghasilkan Inventory ?	<input checked="" type="radio"/> A	Selalu
		<input type="radio"/> B	Kadang-kadang
		<input type="radio"/> C	Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Inventory ?	<input checked="" type="radio"/> A	Jika Motion bertambah, maka Inventory bertambah
		<input type="radio"/> B	Jika Motion bertambah, maka Inventory konstan
		<input type="radio"/> C	Tidak tentu tergantung
		<input type="radio"/> D	Tampak secara
3	Dampak Motion dikarenakan Inventory	<input checked="" type="radio"/> A	Butuh waktu untuk
		<input type="radio"/> B	Tidak sering muncul
		<input type="radio"/> C	Metode Engineering
4	Menghilangkan dampak Motion terhadap Inventory dapat dicapai dengan cara	<input checked="" type="radio"/> A	Sederhana dan secara
		<input type="radio"/> B	Solusi instruksional
		<input type="radio"/> C	Kualitas produk
5	Dampak Motion terhadap Inventory terutama mempengaruhi	<input type="radio"/> A	Produktivitas sumberdaya
		<input checked="" type="radio"/> B	Lead time
		<input type="radio"/> C	Kualitas dan
		<input type="radio"/> D	Kualitas dan Lead time
		<input type="radio"/> E	Produktivitas dan Lead
		<input type="radio"/> F	Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
		<input type="radio"/> G	Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Motion terhadap Inventory	<input checked="" type="radio"/> A	Sangat tinggi
		<input type="radio"/> B	Sedang
		<input type="radio"/> C	Rendah

C. Defect Product

Hubungan Defect Product dengan Transportation (D-T)

Deskripsi : Memindahkan produk cacat ke stasiun tempat pembuatan ulang akan meningkatkan intensitas transportasi (back streams) yang juga disebut pemborosan aktivitas transportasi			
Keterangan : D : Defect Product T : Transportation			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Defect Product menghasilkan Transportation ?	<input checked="" type="radio"/> A	Selalu
		<input type="radio"/> B	Kadang-kadang
		<input type="radio"/> C	Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Defect Product dan Transportation ?	<input checked="" type="radio"/> A	Jika Defect Product bertambah maka Transportation bertambah
		<input type="radio"/> B	Jika Defect Product bertambah maka Transportation konstan
		<input type="radio"/> C	Tidak tentu tergantung
		<input type="radio"/> D	Tampak secara
3	Dampak Defect Product dikarenakan Transportation	<input checked="" type="radio"/> A	Butuh waktu untuk
		<input type="radio"/> B	Tidak sering muncul
		<input type="radio"/> C	Metode Engineering
4	Menghilangkan dampak Defect Product terhadap Transportation dapat dicapai dengan cara	<input checked="" type="radio"/> A	Sederhana dan secara
		<input type="radio"/> B	Solusi instruksional
		<input type="radio"/> C	Kualitas produk
5	Dampak Defect Product terhadap Transportation terutama mempengaruhi	<input type="radio"/> A	Kualitas produk
		<input type="radio"/> B	Produktivitas sumberdaya
		<input type="radio"/> C	Lead time
		<input type="radio"/> D	Kualitas dan
		<input type="radio"/> E	Kualitas dan Lead time
		<input type="radio"/> F	Produktivitas dan Lead
		<input type="radio"/> G	Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Defect Product terhadap Transportation	<input checked="" type="radio"/> A	Sangat tinggi
		<input type="radio"/> B	Sedang
		<input type="radio"/> C	Rendah

C. Defect Product

Hubungan Defect Product dengan Waiting (D-W)

Deskripsi : Pengejaian kembali memerlukan pengambilan ke stasiun kerja sebelumnya yang memerlukan part baru perlu menunggu untuk diproses			
Keterangan : D : Defect Product W : Waiting			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Defect Product menghasilkan Waiting ?	<input checked="" type="radio"/> A	Selalu
		<input type="radio"/> B	Kadang-kadang
		<input type="radio"/> C	Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Defect Product dan Waiting ?	<input checked="" type="radio"/> A	Jika Defect Product bertambah maka Waiting bertambah
		<input type="radio"/> B	Jika Defect Product bertambah maka Waiting konstan
		<input type="radio"/> C	Tidak tentu tergantung
		<input type="radio"/> D	Tampak secara
3	Dampak Defect Product dikarenakan Waiting	<input checked="" type="radio"/> A	Butuh waktu untuk
		<input type="radio"/> B	Tidak sering muncul
		<input type="radio"/> C	Metode Engineering
4	Menghilangkan dampak Defect Product terhadap Waiting dapat dicapai dengan cara	<input checked="" type="radio"/> A	Sederhana dan secara
		<input type="radio"/> B	Solusi instruksional
		<input type="radio"/> C	Kualitas produk
5	Dampak Defect Product terhadap Waiting terutama mempengaruhi	<input type="radio"/> A	Produktivitas sumberdaya
		<input type="radio"/> B	Lead time
		<input type="radio"/> C	Kualitas dan
		<input type="radio"/> D	Kualitas dan Lead time
		<input type="radio"/> E	Produktivitas dan Lead
		<input type="radio"/> F	Kualitas, Produktivitas, dan Lead
		<input type="radio"/> G	Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Defect Product terhadap Waiting	<input checked="" type="radio"/> A	Sangat tinggi
		<input type="radio"/> B	Sedang
		<input type="radio"/> C	Rendah

C. Defect Product

Hubungan Defect Product dengan Motion (D-M)

Deskripsi : Memproduksi suatu produk cacat akan meningkatkan waktu mencari, memilih, dan inspeksi produk serta pengejaian kembali yang memerlukan kemampuan operator yang handal			
Keterangan : D : Defect Product M : Motion			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Defect Product menghasilkan Motion ?	<input checked="" type="radio"/> A	Selalu
		<input type="radio"/> B	Kadang-kadang
		<input type="radio"/> C	Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Defect Product dan Motion ?	<input checked="" type="radio"/> A	Jika Defect Product bertambah maka Motion bertambah
		<input type="radio"/> B	Jika Defect Product bertambah maka Motion konstan
		<input type="radio"/> C	Tidak tentu tergantung
		<input type="radio"/> D	Tampak secara
3	Dampak Defect Product dikarenakan Motion	<input checked="" type="radio"/> A	Butuh waktu untuk
		<input type="radio"/> B	Tidak sering muncul
		<input type="radio"/> C	Metode Engineering
4	Menghilangkan dampak Defect Product terhadap Motion dapat dicapai dengan cara	<input checked="" type="radio"/> A	Sederhana dan secara
		<input type="radio"/> B	Solusi instruksional
		<input type="radio"/> C	Kualitas produk
5	Dampak Defect Product terhadap Motion terutama mempengaruhi	<input type="radio"/> A	Kualitas produk
		<input type="radio"/> B	Produktivitas sumberdaya
		<input type="radio"/> C	Lead time
		<input type="radio"/> D	Kualitas dan
		<input type="radio"/> E	Kualitas dan Lead time
		<input type="radio"/> F	Produktivitas dan Lead
		<input type="radio"/> G	Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Defect Product terhadap Motion	<input checked="" type="radio"/> A	Sangat tinggi
		<input type="radio"/> B	Sedang
		<input type="radio"/> C	Rendah

C. Defect Product
 Hubungan Defect Product dengan Inventory (D-I)

Deskripsi :	Mengerjakan ulang produk cacat dapat menyebabkan peningkatan jumlah produk work-in-process (WIP) yang ada dalam bentuk inventori		
Keterangan :	D : Defect Product I : Inventory		
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Defect Product menghasilkan Inventory ?	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Selalu Kadang-kadang Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Defect Product dan Inventory ?	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Jika Defect Product bertambah maka Inventory bertambah Jika Defect Product bertambah maka Inventory konstan Tidak tentu tergantung
3	Dampak Defect Product dikernakan Inventory	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Tampak secara langsung Butuh waktu untuk Tidak sering muncul
4	Menghilangkan dampak Defect Product terhadap Inventory dapat dicapai dengan cara	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Metode Engineering Sederhana dan secara Solusi instruksional
5	Dampak Defect Product terhadap Inventory terutama mempengaruhi	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C <input type="radio"/> D <input type="radio"/> E <input type="radio"/> F <input type="radio"/> G	Kualitas produk Produktivitas sumberdaya Lead time Kualitas dan Kualitas dan Lead time Produktivitas dan Lead time Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Defect Product terhadap Inventory	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Sangat tinggi Sedang Rendah

C. Defect Product
 Hubungan Defect Product dengan Over-production (D-O)

Deskripsi :	Produksi berlebihan muncul karena kurangnya part yang tersedia akibat adanya produk-produk cacat		
Keterangan :	D : Defect Product O : Over-production		
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Defect Product menghasilkan Over-production ?	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Selalu Kadang-kadang Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Defect Product dan Over-production ?	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Jika Defect Product bertambah maka Over-production bertambah Jika Defect Product bertambah maka Over-production konstan Tidak tentu tergantung
3	Dampak Defect Product dikernakan Over-production	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Tampak secara langsung Butuh waktu untuk Tidak sering muncul
4	Menghilangkan dampak Defect Product terhadap Over-production dapat dicapai dengan cara	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Metode Engineering Sederhana dan secara Solusi instruksional
5	Dampak Defect Product terhadap Over-production terutama mempengaruhi	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C <input type="radio"/> D <input type="radio"/> E <input type="radio"/> F <input type="radio"/> G	Kualitas produk Produktivitas sumberdaya Lead time Kualitas dan Kualitas dan Lead time Produktivitas dan Lead time Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Defect Product terhadap Over-production	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Sangat tinggi Sedang Rendah

B. Inventory
 Hubungan Inventory dengan Defect Product (I-D)

Deskripsi :	Meningkatkan inventory akan meningkatkan kemungkinan terjadinya cacat karena kurangnya perhatian operator terhadap produk dan kondisi penyimpanan yang tidak sesuai.		
Keterangan :	I : Inventory D : Defect Product		
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Inventory menghasilkan Defect Product ?	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Selalu Kadang-kadang Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Inventory dan Defect Product ?	<input type="radio"/> A <input checked="" type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Jika Inventory bertambah maka Defect Product bertambah Jika Over-production bertambah maka Defect Product konstan Tidak tentu tergantung
3	Dampak Inventory dikernakan Defect Product	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Tampak secara langsung Butuh waktu untuk muncul Tidak sering muncul
4	Menghilangkan dampak Inventory terhadap Defect Product dapat dicapai dengan cara	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Metode Engineering Sederhana dan secara Solusi instruksional
5	Dampak Inventory terhadap Defect Product terutama mempengaruhi	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C <input type="radio"/> D <input type="radio"/> E <input type="radio"/> F <input type="radio"/> G	Kualitas produk Produktivitas sumberdaya Lead time Kualitas dan produktivitas Kualitas dan Lead time Produktivitas dan Lead time Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Inventory terhadap Defect Product akan meningkatkan lead time	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Sangat tinggi Sedang Rendah

B. Inventory
 Hubungan Inventory dengan Motion (I-M)

Deskripsi :	Meningkatkan inventory akan meningkatkan waktu dalam aktivitas mencari, memilih, memegang, menjangkau, memindahkan, dan handling.		
Keterangan :	I : Inventory M : Motion		
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Inventory menghasilkan Motion ?	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Selalu Kadang-kadang Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Inventory dan Motion ?	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Jika Inventory bertambah maka Motion bertambah Jika Inventory bertambah maka Motion konstan Tidak tentu tergantung
3	Dampak Inventory dikernakan Motion	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Tampak secara langsung Butuh waktu untuk muncul Tidak sering muncul
4	Menghilangkan dampak Inventory terhadap Motion dapat dicapai dengan cara	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Metode Engineering Sederhana dan secara Solusi instruksional
5	Dampak Inventory terhadap Motion terutama mempengaruhi	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C <input type="radio"/> D <input type="radio"/> E <input type="radio"/> F <input type="radio"/> G	Kualitas produk Produktivitas sumberdaya Lead time Kualitas dan Kualitas dan Lead time Produktivitas dan Lead time Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Inventory terhadap Motion	<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C	Sangat tinggi Sedang Rendah

B. Inventory

Hubungan Inventory dengan Transportation (I-T)

Deskripsi : Meningkatkan inventory akan menghambat jalan yang tersedia saat aktivitas transportasi di la			
Keterangan : I : Inventory T : Transportation			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Inventory menghasilkan Transportation ?	A) Selalu B) Kadang-kadang C) Jarang	
2	Bagaimana jenis hubungan antara Inventory dan Transportation ?	A) Jika Inventory bertambah maka Transportation bertambah B) Jika Inventory bertambah maka Transportation konstan C) Tidak tentu tergantung keadaan D) Tampak secara langsung E) Butuh waktu untuk muncul	
3	Dampak Inventory dikarenakan Transportation	A) Metode Engineering B) Sederhana dan secara langsung C) Solusi instruksional	
4	Menghilangkan dampak Inventory terhadap Transportation dapat dicapai dengan cara	A) Kualitas produk B) Produktivitas sumberdaya C) Lead time D) Kualitas dan produktivitas sumberdaya E) Kualitas dan Lead time F) Produktivitas dan Lead time	
5	Dampak Inventory terhadap Transportation terutama mempengaruhi	A) Sangat tinggi B) Sedang C) Rendah	
6	Sebesar apa dampak Inventory terhadap Transportation		

KUESIONER WASTE ASSESSMENT MODEL

NAMA :
JABATAN :
TANGGAL :

A. Overproduction
Hubungan Overproduction dengan Defect Product (O-D)

Deskripsi : Ketika operator memproduksi produk berlebih akan menyebabkan penurunan performansi terhadap kualitas produk, karena beranggapan bahwa masih banyak material yang tersedia untuk mengaktifkan produk yang cepat			
Keterangan : O : Over-production D : Defect Product			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Over-production menghasilkan Defect Product ?	A) Selalu B) Kadang-kadang C) Jarang	
2	Bagaimana jenis hubungan antara Over-production dan Defect Product ?	A) Jika Over-production bertambah maka Defect Product bertambah B) Jika Over-production bertambah maka Defect Product konstan C) Tidak tentu tergantung keadaan D) Tampak secara langsung E) Butuh waktu untuk muncul	
3	Dampak Over-production dikarenakan Defect Product	A) Metode Engineering B) Sederhana dan secara langsung C) Solusi instruksional	
4	Menghilangkan dampak Over-production terhadap Defect Product dapat dicapai dengan cara	A) Kualitas produk B) Produktivitas sumberdaya C) Lead time D) Kualitas dan produktivitas sumberdaya E) Kualitas dan Lead time F) Produktivitas dan Lead time	
5	Dampak Over-production terhadap Defect Product terutama mempengaruhi	A) Sangat tinggi B) Sedang C) Rendah	
6	Sebesar apa dampak Over-production terhadap Defect Product akan meningkatkan		

Deskripsi : Over-production menghabiskan dan membutuhkan jumlah bahan baku yang besar serta dapat menyebabkan penumpukan bahan baku, banyak produk work-in-process (WIP), menghabiskan ruang, dan dianggap sebagai bentuk inersia sementara yang tidak dipesan oleh pelanggan.			
Keterangan : O : Over-production I : Inventory			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Over-production menghasilkan Inventory ?	A) Selalu B) Kadang-kadang C) Jarang	
2	Bagaimana jenis hubungan antara Over-production dan Inventory ?	A) Jika Over-production bertambah maka Inventory bertambah B) Jika Over-production bertambah maka Inventory konstan C) Tidak tentu tergantung keadaan D) Tampak secara langsung E) Butuh waktu untuk muncul	
3	Dampak Over-production dikarenakan Inventory	A) Metode Engineering B) Sederhana dan secara langsung C) Solusi instruksional	
4	Menghilangkan dampak Over-production terhadap Inventory dapat dicapai dengan cara	A) Kualitas produk B) Produktivitas sumberdaya C) Lead time D) Kualitas dan produktivitas sumberdaya E) Kualitas dan Lead time F) Produktivitas dan Lead time	
5	Dampak Over-production terhadap Inventory terutama mempengaruhi	A) Sangat tinggi B) Sedang C) Rendah	
6	Sebesar apa dampak Over-production terhadap Inventory akan meningkatkan lead time		

A. Overproduction
Hubungan Overproduction dengan Motion (O-M)

Deskripsi : Over-production menyebabkan perilaku yang tidak ergonomis dan mengakibatkan metode kerja yang tidak sesuai dengan standar karena pemborosan gerakan yang cukup besar			
Keterangan : O : Over-production M : Motion			
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Keterangan
1	Apakah Over-production menghasilkan Motion ?	A) Selalu B) Kadang-kadang C) Jarang	
2	Bagaimana jenis hubungan antara Over-production dan Motion ?	A) Jika Over-production bertambah maka Motion bertambah B) Jika Over-production bertambah maka Motion konstan C) Tidak tentu tergantung keadaan D) Tampak secara langsung E) Butuh waktu untuk muncul	
3	Dampak Over-production dikarenakan Motion	A) Metode Engineering B) Sederhana dan secara langsung C) Solusi instruksional	
4	Menghilangkan dampak Over-production terhadap Motion dapat dicapai dengan cara	A) Kualitas produk B) Produktivitas sumberdaya C) Lead time D) Kualitas dan produktivitas sumberdaya E) Kualitas dan Lead time F) Produktivitas dan Lead time	
5	Dampak Over-production terhadap Motion terutama mempengaruhi	A) Sangat tinggi B) Sedang C) Rendah	
6	Sebesar apa dampak Over-production terhadap Motion akan meningkatkan lead time		

A. Overproduction
Hubungan Overproduction dengan Waiting (O-W)

Keterangan : D : Over-production W : Waiting		Pilihan	Keterangan
No	Pertanyaan		
1	Apakah Over-production menghasilkan Waiting ?	A B C	Selalu Kadang-kadang Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Over-production dan Waiting ?	A B C	Jika Over-production bertambah maka Waiting bertambah Jika Over-production bertambah maka Waiting konstan Tidak tentu tergantung
3	Dampak Over-production dikarenakan Waiting	A B C	Tampak secara langsung Berkas waktu singkat Tidak sering muncul
4	Menghilangkan dampak Over-production terhadap Waiting dapat dicapai dengan cara	A B C	Metode Engineering Sederhana dan secara Solusi instruksional
5	Dampak Over-production terhadap Waiting terutama mempengaruhi	A B C D E F G	Kualitas produk Produktivitas sumberdaya Lead time Kualitas dan Lead time Produktivitas dan Lead time Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Over-production terhadap Waiting akan meningkatkan lead time	A B C	Sangat tinggi Sedang Rendah

A. Overproduction
Hubungan Overproduction dengan Transportation (O-T)

Keterangan : D : Over-production T : Transportation		Pilihan	Keterangan
Deskripsi : Over-production menyebabkan usaha mentransportasikan produk atau material lebih tinggi untuk mengikuti aliran material yang berlebih.			
No	Pertanyaan		
1	Apakah Over-production menghasilkan Transportation ?	A B C	Selalu Kadang-kadang Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Over-production dan Transportation ?	A B C	Jika Over-production bertambah maka Transportation bertambah Jika Over-production bertambah maka Transportation konstan Tidak tentu tergantung
3	Dampak Over-production dikarenakan Transportation	A B C	Tampak secara langsung dan Berkas waktu singkat muncul Tidak sering muncul
4	Menghilangkan dampak Over-production terhadap Transportation dapat dicapai dengan cara	A B C	Metode Engineering Sederhana dan secara Solusi instruksional
5	Dampak Over-production terhadap Transportation terutama mempengaruhi	A B C D E F G	Kualitas produk Produktivitas sumberdaya Lead time Kualitas dan produktivitas Kualitas dan Lead time Produktivitas dan Lead time Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Over-production terhadap Transportation akan meningkatkan lead time	A B C	Sangat tinggi Sedang Rendah

4. Cara di terapkan, prosesnya (1) mengenai schedule

F. Extra Processing
Hubungan Extra Processing dengan Over-production (FO)

Keterangan : P : Extra Processing O : Over-production		Pilihan Jawaban	Keterangan
Deskripsi : Biasanya untuk menghemat biaya operasi per mesin, mesin diperoperasikan secara full time shift, yang dapat menyebabkan produksi berlebihan.			
No	Pertanyaan		
1	Apakah Extra Processing menghasilkan Over-production ?	A B C	Selalu Kadang-kadang Jarang
2	Bagaimana jenis hubungan antara Extra Processing dan Over-production ?	A B C	Jika Extra Processing bertambah, maka Over-production bertambah Jika Extra Processing bertambah, maka Over-production konstan Tidak tentu tergantung
3	Dampak Extra Processing dikarenakan Over-production	A B C	Tampak secara langsung Berkas waktu singkat Tidak sering muncul
4	Menghilangkan dampak Extra Processing terhadap Over-production dapat dicapai dengan cara	A B C	Metode Engineering Sederhana dan secara Solusi instruksional
5	Dampak Extra Processing terhadap Over-production terutama mempengaruhi	A B C D E F G	Kualitas produk Produktivitas sumberdaya Lead time Kualitas dan Lead time Kualitas dan Lead time Produktivitas dan Lead time Kualitas, Produktivitas, dan Lead time
6	Sebesar apa dampak Extra Processing terhadap Over-production	A B C	Sangat tinggi Sedang Rendah

B. Test Kebisingan



C. Kuesioner WAQ

No	Daftar Pertanyaan	Ya	Sedang	Tidak
METHOD				
54	Apakah ada pengaturan jadwal untuk kebutuhan tiap jenis material sehingga tidak perlu ada pengulangan setting mesin?	<input checked="" type="checkbox"/>		
55	Apakah memungkinkan untuk menggabungkan langkah-langkah proses pengerjaan menjadi lebih sederhana?	<input checked="" type="checkbox"/>		
56	Apakah ada prosedur untuk pemeliharaan atau inspeksi terhadap material yang dikembalikan customer? → <i>di bagian handling</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		
57	Apakah arsip penulisan material digunakan untuk menentukan pembelian material/pengajuan pembelian? → <i>di bagian handling</i>			<input checked="" type="checkbox"/>
58	Apakah area diantara penumpukan material selalu dibersihkan dan dipaparkan dengan baik?	<input checked="" type="checkbox"/>		
59	Apakah area penyimpanan material diberi tanda dibagian-bagian tertentu?	<input checked="" type="checkbox"/>		
60	Apakah area diantara penumpukan material cukup untuk pergerakan bebas alat-alat? (<i>di bagian handling</i>)	<input checked="" type="checkbox"/>		
61	Apakah terjadi penumpukan material yang tidak seharusnya disimpan di area penumpukan material?			<input checked="" type="checkbox"/>
62	Apakah ada jadwal rutin untuk membersihkan area penumpukan material secara keseluruhan?	<input checked="" type="checkbox"/>		
63	Apakah aliran proses mengalir satu arah?	<input checked="" type="checkbox"/>		
64	Apakah ada suatu kelompok yang bertugas menerima material, memeriksa dan hal lainnya yang merupakan bentuk lain dari standarisasi? → <i>di bagian handling</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		
65	Apakah standar kerja mempunyai tujuan yang jelas dan spesifik?	<input checked="" type="checkbox"/>		
66	Apakah ketidakseimbangan kerja dapat di prediksi?	<input checked="" type="checkbox"/>		
67	Apakah prosedur kerja yang sudah ada mampu memisahkan pekerjaan yang tidak perlu atau berlebihan? → <i>di bagian handling</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		
68	Apakah hasil <i>quality control</i> , uji produk dan evaluasi dilakukan dengan ilmu ke teknik-an?	<input checked="" type="checkbox"/>		

Contoh = 1. buat foto rotary Ag kelas

No	Daftar Pertanyaan	Ya	Sedang	Tidak
MACHINE				
32	Apakah ada pengujian terhadap efisiensi mesin dan pengujian standar spesifikasi sudah dilakukan secara berkala?	<input checked="" type="checkbox"/>		
33	Apakah operator mengalami kesulitan administrasi sehingga harus menunggu dalam waktu yang cukup lama? → <i>di bagian handling</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		
34	Apakah semua prosedur kerja sudah di standarisasi, direview dan di improve oleh team kerja secara teratur?	<input checked="" type="checkbox"/>		
35	Apakah kapasitas peralatan material handling sudah cukup untuk membawa material yang paling berat?	<input checked="" type="checkbox"/>		
36	Jika peralatan material handling digunakan apakah jumlah yang dibawa sudah cukup?	<input checked="" type="checkbox"/>		
37	Apakah ada kebijakan manajemen untuk memesan material lebih dari yang dibutuhkan dalam rangka memaksimalkan kapasitas dan penggunaan mesin? → <i>di bagian handling</i>			<input checked="" type="checkbox"/>
38	Apakah mesin sering berhenti karena gangguan mekanis?			<input checked="" type="checkbox"/>
39	Apakah peralatan yang diperlukan sudah tersedia dan cukup untuk tiap proses?	<input checked="" type="checkbox"/>		
40	Apakah peralatan material handling beresiko terhadap kerusakan material?			<input checked="" type="checkbox"/>
41	Apakah waktu set up yang lama dapat menyebabkan penundaan terhadap aliran operasi?	<input checked="" type="checkbox"/>		
42	Apakah masih terdapat peralatan yang sudah rusak dan tidak terpakai di area kerja?			<input checked="" type="checkbox"/>
43	Apakah ada pertimbangan untuk mengurangi penumpukan material yang tidak terpakai dengan menyesuaikan penjadwalan pemesanan?	<input checked="" type="checkbox"/>		
METHOD				
44	Apakah luas area penyimpanan sudah cukup, agar tidak terjadi overflow capacity?	<input checked="" type="checkbox"/>		
45	Apakah ada pemomoran atau pelabelan dalam pengambilan material agar memudahkan dalam mengambil dan menyimpan material?	<input checked="" type="checkbox"/>		
46	Apakah tempat penyimpanan digunakan secara efektif untuk menyimpan dengan bantuan mesin?	<input checked="" type="checkbox"/>		
47	Apakah ada pembagian area penumpukan material, area shift untuk order yang paling sering dan area cadangan untuk order lainnya?	<input checked="" type="checkbox"/>		
48	Apakah penjadwalan pemesanan kembali disesuaikan dengan jumlah kebutuhan dan permintaan customer?	<input checked="" type="checkbox"/>		
49	Apakah jadwal pengoperasian dikomunikasikan ke semua bagian, sehingga ts jadwal dipahami secara luas?	<input checked="" type="checkbox"/>		
50	Apakah ada pembuatan standar produksi atau SOP penggunaan mesin dalam melakukan pemindahan?	<input checked="" type="checkbox"/>		
51	Apakah sudah diterapkan <i>Quality Control</i> di tiap bagian?	<input checked="" type="checkbox"/>		
52	Apakah ada waktu standar yang ditetapkan untuk setiap operasi atau pekerjaan?	<input checked="" type="checkbox"/>		
53	Jika terjadi delay atau keterlambatan, apakah delay tersebut dikomunikasikan ke semua bagian?	<input checked="" type="checkbox"/>		

No	Daftar Pertanyaan	Ya	Sedang	Tidak
MATERIAL				
11	Apakah pihak manajemen rutin memberikan pertimbangan atau laporan mengenai aktivitas penyimpanan material? → <i>di bagian handling</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		
12	Apakah ada pemberitahuan kepada pekerja jika terdapat perubahan rencana simpanan material? → <i>di bagian handling</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		
13	Apakah terdapat akumulasi material yang berlebih yang menunggu untuk diperbaiki, atau dikembalikan (retur) dari customer?	<input checked="" type="checkbox"/>		
14	Apakah terdapat tumpukan material yang tidak diperlukan di sekitar area kerja?			<input checked="" type="checkbox"/>
15	Apakah tenaga kerja harus menunggu di area untuk menunggu kedatangan material?			<input checked="" type="checkbox"/>
16	Apakah material sering dipindahkan karena tata letak yang kurang jelas? → <i>di bagian handling</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		
17	Apakah sering terjadi kerusakan material atau dokumen ketika proses pemindahan atau transportasi?	<input checked="" type="checkbox"/>		
18	Apakah material yang membutuhkan perlakuan khusus sering tercampur dengan material lainnya sehingga diperlukan pemindahan material?	<input checked="" type="checkbox"/>		
19	Apakah bongkar muat material ditangani secara manual?	<input checked="" type="checkbox"/>		
20	Apakah digunakan wadah tertentu untuk mempermudah proses perhitungan jumlah dan memudahkan untuk penghitungan material? → <i>di bagian handling</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		
21	Apakah material yang sejenis disimpan dalam satu area? → <i>di bagian handling</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		
22	Apakah tersedia wadah besar yang mudah dibawa untuk menghindari perulangan pemindahan material dengan wadah yang kecil? → <i>di bagian handling</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		
23	Apakah ada pengecekan material yang diterima untuk mengetahui kesesuaian standar kualitas dan kuantitas material?	<input checked="" type="checkbox"/>		
24	Apakah material diberi label untuk mempermudah identifikasi?	<input checked="" type="checkbox"/>		
25	Apakah operator menyimpan material tidak pada tempat yang seharusnya?			<input checked="" type="checkbox"/>
26	Apakah dilakukan pemesanan material dan menyimpan di area penumpukan material, meskipun tidak diperlukan segera?			<input checked="" type="checkbox"/>
27	Apakah ada kelonggaran waktu untuk material yang belum dipakai dan di simpan lama di area penumpukan material? → <i>di bagian handling</i>			<input checked="" type="checkbox"/>
28	Apakah ada proses pencarian atau pengambilan ulang material karena kesalahan ukuran/bentuk/warna produk yang tidak sesuai?	<input checked="" type="checkbox"/>		
29	Apakah material tiba tepat waktu ketika dibutuhkan?	<input checked="" type="checkbox"/>		
30	Apakah terdapat penumpukan material di gudang penyimpanan yang tidak memiliki customer yang dijadwalkan?	<input checked="" type="checkbox"/>		
31	Apakah material dan peralatan disimpan dengan baik?	<input checked="" type="checkbox"/>		

Foto Foto

WASTE ASSESSMENT QUESTIONNAIRE (WAQ)

Berikut adalah kuesioner WAQ yang bertujuan untuk mengalokasikan tiap pemborosan atau wasteway yang terjadi berdasarkan tipe pemborosan secara spesifik. Setiap butir pertanyaan menggambarkan aktivitas, kondisi dan kebiasaan yang terjadi di perusahaan.

Instruksi Pengisian:

Terdapat 68 pertanyaan untuk semua kategori pemborosan. Isikan jawaban anda pada kolom yang tersedia dengan memberikan tanda silang (X) pada Ya/Sedang/Tidak dengan pilihan jawaban yang sesuai dengan kondisi yang terjadi.

Contoh Pengisian Kuesioner:

No	Daftar Pertanyaan	Ya	Sedang	Tidak
1	Apakah pihak manajemen sering melakukan pemindahan operator untuk semua pekerjaan sehingga satu jenis pekerjaan bisa dilakukan oleh semua operator?			<input checked="" type="checkbox"/>
2	Apakah supervisor menetapkan standar untuk jumlah waktu dan kualitas produk yang ditargetkan?			<input checked="" type="checkbox"/>
3	Apakah ada pengawasan kualitas pekerjaan pada saat lembur?			<input checked="" type="checkbox"/>

KUESIONER WASTE ASSESSMENT QUESTIONNAIRE

Nama :
Jabatan :
Tanggal :

No	Daftar Pertanyaan	Ya	Sedang	Tidak
MAN				
1	Apakah pihak manajemen sering melakukan pemindahan operator untuk semua pekerjaan sehingga satu jenis pekerjaan bisa dilakukan oleh semua operator? → <i>di bagian handling</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		
2	Apakah supervisor menetapkan standar untuk jumlah waktu dan kualitas produk yang ditargetkan? → <i>di bagian handling</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	Apakah ada pengawasan kualitas pekerjaan pada saat lembur?	<input checked="" type="checkbox"/>		
4	Apakah ada aktivitas atau kegiatan untuk meningkatkan semangat kerja? → <i>di bagian handling</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	Apakah ada program pelatihan kerja untuk karyawan baru?	<input checked="" type="checkbox"/>		
6	Apakah pekerja memantapkan rasa tanggung jawab terhadap pekerjaannya? → <i>di bagian handling</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		
7	Apakah ada pertimbangan keselamatan kerja sudah dimanfaatkan di area kerja? → <i>di bagian handling</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		
MATERIAL				
8	Apakah leadtime dari supplier diterapkan untuk penjadwalan pemesanan kembali material?	<input checked="" type="checkbox"/>		
9	Apakah sudah terdapat pengecekan jadwal untuk ketersediaan material? → <i>di bagian handling</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		
10	Apakah material diterima dalam sekali proses pengambilan?	<input checked="" type="checkbox"/>		

Wesing Per dan ..