ANALISIS PEMBOROSAN DALAM PROSES PRODUKSI PADA KELOMPOK *NUMERICAL CONTROL MACHINING* DAN *TOP BOARD* MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING*

(STUDI KASUS: PT. YAMAHA INDONESIA)

TUGAS AKHIR

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

Nama : Jantung Hilmy Qowwiy Al Jundi

No. Mahasiswa : 21522276

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2025

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, 28 Juli 2025



(Jantung Hilmy Qowwiy Al Jundi)

21522276

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. : 49/YI/PKL/II/2025

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

Nama	: Jantung Hilmy Qowwiy Al Jundi
Nomor Induk Mahasiswa	: 21522276
Jurusan	: Teknik Industri
Fakultas	: Teknologi Industri
Alamat	: UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA

Telah melakukan penelitian dan pengamatan untuk penyusunan Tugas Akhir dengan Judul *"Optimalisasi Efisiensi Produksi pada kelompok NC Machining dan Top Board melalui Waste Assessment Model (WAM) dan Value Stream Analysis Tools (VALSAT) (Studi Kasus: PT. Yamaha Indonesia)"*.
Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 2 September 2024 sampai dengan 28 Februari 2025.
Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 28 Februari 2025

HRD Department

PT. YAMAHA INDONESIA

P.T. YAMAHA INDONESIA
MAIN OFFICE JAKARTA

Muhammad Isnaini
Manager HRD

CC: - Arsip

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS PEMBOROSAN DALAM PROSES PRODUKSI PADA KELOMPOK *NUMERICAL CONTROL MACHINING* DAN *TOP BOARD* MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING* (STUDI KASUS: PT. YAMAHA INDONESIA)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Jantung Hilmy Qowwiy Al Jundi

No. Mahasiswa : 21522276

Yogyakarta, 28 Juli 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

ANALISIS PEMBOROSAN DALAM PROSES PRODUKSI PADA KELOMPOK *NUMERICAL CONTROL MACHINING* DAN *TOP BOARD* MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING*

(STUDI KASUS: PT. YAMAHA INDONESIA)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Jantung Hilmy Qowwiy Al Jundi

No. Mahasiswa : 21522276

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, 28 Juli 2025

Tim Penguji

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

Ketua

Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc.

Anggota 1

Mohammad Syah Fatahillah

Anggota 2

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

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

NIK. 01522010

HALAMAN PERSEMBAHAN

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

MOTTO

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya."
(Al-Quran, Surat Al-Baqarah: 286)

"Dan Bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar."
(Al-Quran, Surat Ar-Ruum: 60)

"Barangsiapa bersungguh-sungguh, maka ia akan berhasil."
(Hadis Riwayat Muslim)

"Lets your dreams be bigger than your fears"
(Me)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT dengan rahmat, hidayah dan karunia-Nya Penulis dapat melaksanakan Tugas Akhir di PT. Yamaha Indonesia, Cakung, Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik–baiknya. Sholawat dan salam Penulis sampaikan kepada Rasulullah Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, sahabatnya, dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Penulis sangat mengharapkan dengan penulisan Tugas Akhir di PT. Yamaha Indonesia dengan judul "ANALISIS PEMBOROSAN DALAM PROSES PRODUKSI PADA KELOMPOK *NUMERICAL CONTROL MACHINING* DAN *TOP BOARD* MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING* (STUDI KASUS: PT. YAMAHA INDONESIA)". Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bantuan Allah SWT dan bimbingan serta dorongan dari semua pihak, maka penulisan laporan koversi mata kuliah pilihan ini tidak akan lancar. Semoga dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya, dan umumnya bagi pembaca, pihak Universitas Islam Indonesia Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, maupun bagi PT. Yamaha Indonesia Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta.

Tugas Akhir ini disusun sebagai bagian dari persyaratan wajib untuk memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Universitas Islam Indonesia. Dalam perjalanan penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mengalami beberapa kesulitan dan hambatan. Namun berkat kerja keras dan bantuan, bimbingan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Maka dari itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih dan rasa hormat kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. Selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muchamad Sugarindra, S.T., M.T.I., IPM. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan serta bimbingan Tugas Akhir dan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.

4. Segenap Dosen Teknik Industri Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan keilmuan melalui pengajaran yang dapat diimplementasikan pada dunia praktik.
5. Bapak Samsudin, S.T., M.T. selaku Wakil Presiden PT. Yamaha Indonesia yang telah memberikan izin dilaksanakannya magang untuk konversi mata kuliah ini.
6. Bapak Mohammad Syah Fatahillah dan Bapak Faisal Romdani serta Bapak Ahmad Chondro Sunaryo dan semua mentor selaku pembimbing lapangan kami selama berada di PT. Yamaha Indonesia.
7. Bapak Walyadi selaku *Forman* kelompok *Numerical Control Machining* dan Bapak Arseto Nugroho selaku *Leader,* serta seluruh operator pada kelompok *Numerical Control Machining* di PT. Yamaha Indonesia.
8. Seluruh rekan Magang Batch XIX pada departemen *Production Engineering* serta teman-teman saya baik *Non* Jurusan dan Jurusan Teknik Industri Angkatan 2021 yang sama sama berjuang dan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
9. Orang Tua penulis yang selalu mendoakan, mendukung, serta memberikan semangat dalam menyelesaikan penjalanan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlimpah, rahmat, dan karunianya kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan dan juga doa kepada penulis Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini banyak kekurangan, untuk itu penulis memohon kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun dari pembaca agar penulisan yang lebih baik dimasa yang akan datang. Akhir kata, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua baik bagi penulis maupun pembaca, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Jakarta, 18 Juli 2025



(Jantung Hilmy Qowwiy Al Jundi)

NIM 21522276

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan dalam proses produksi di kelompok NC *Machining* dan *Top Board* PT Yamaha Indonesia guna meningkatkan produktivitas menggunakan pendekatan *lean manufacturing*. Metode yang digunakan adalah *Waste* Assessment Model (WAM)) dan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM). Data dikumpulkan melalui pengamatan langsung, kuesioner, dan analisis data produksi. Hasil analisis menunjukkan bahwa pemborosan paling dominan adalah *motion* (22,17%) dan *defect* (21,92%). Pemborosan ini memberikan dapat memberi kontribusi terhadap kenaikan produktivitas di kelompok NC *Machining* dan *Top Board*. VALSAT digunakan untuk menentukan alat yang paling efektif dalam mengurangi pemborosan ini. Berdasarkan perhitungan VALSAT, ditemukan bahwa *Process Activity Mapping* (PAM) merupakan alat yang paling tepat untuk diimplementasikan, dengan total skor tertinggi sebesar 200,95%. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar aktivitas dalam proses produksi termasuk dalam kategori *Value Added* (VA) terdapat 43 aktivitas dengan presentase 79,6% dan jumlah waktu sebesar 81,54 menit, yang memerlukan fokus perbaikan lebih pada proses produksi. Proses perbaikan dilakukan melalui pendekatan Kaizen, seperti perbaikan proses kerja, standarisasi alat, pengaturan material NG, serta kalibrasi ulang mesin. implementasi dari perbaikan yang disarankan melalui pendekatan Kaizen diharapkan mampu mengatasi pemborosan pada proses berbasis mesin dengan tingkat presisi tinggi.

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

DAFTAR ISI

SURAT BUKTI PENELITIAN ..... **iii**
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING ..... **iv**
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI ..... **ii**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **iii**
MOTTO ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
ABSTRAK ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang **1**
1.2 Rumusan Masalah **6**
1.3 Tujuan Penelitian **6**
1.4 Manfaat Penlitian **6**
1.4.1 Bagi Penulis 6
1.4.2 Bagi Perusahaan 7
1.4.3 Bagi Pembaca 7
1.5 Batasan Penelitian **8**
2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA **9**
2.1 Kajian Literatur **9**
2.2 Landasan Teori **18**
2.2.1 *Lean Manufacturing* 18
2.2.2 Produktivitas 19
2.2.3 *Kaizen* 20
2.2.4 *Waste* (Pemborosan) 20
2.2.5 *Value Stream Mapping* (VSM) 22
2.2.6 *Waste Assessment Model* (WAM) 23
2.2.7 *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) 30
2.2.8 *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) 31
2.2.9 *Fishbone Diagram* 34

2.2.10 Budaya Kerja 5S 35
3 BAB III METODE PENELITIAN 37
3.1 Subjek Penelitian 37
3.2 Objek Penelitian 37
3.3 Sumber Data 37
3.3.1 Data primer 37
3.3.2 Data sekunder 37
3.4 Metode Pengumpulan Data 38
3.4.1 Observasi 38
3.4.2 Wawancara 38
3.4.3 Kuesioner 38
3.4.4 Studi Literatur 38
3.5 Alur Penelitian 39
4 BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 43
4.1 Profil Perusahaan 43
4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan 43
4.1.2 Filosofi PT. Yamaha Indonesia 44
4.1.3 Logo Perusahaan PT. Yamaha Indonesia 45
4.1.4 Lokasi Perusahaan 46
4.1.5 Struktur Organisasi Perusahaan 48
4.1.6 Proses Produksi 50
4.1.7 Hasil Produksi 51
4.1.8 *NC Machining* dan *Top Board* 52
4.1.9 Tata Letak Produksi NC *Machining* dan *Top Board* 54
4.2 Pengumpulan Data 54
4.2.1 Data Pekerja 54
4.2.2 Data Waktu Pekerja 55
4.2.3 Data Produksi 56
4.2.4 Data Waktu Standar 57
4.2.5 Data *Inventory* (Persediaan) 59
4.2.6 Data Identifikasi *Waste* 61
4.2.7 Data Kuesioner *Waste Assessment Model* (WAM) 65

4.2.8 Data Kuesioner *Waste Assessment Questionnare* (WAQ) 70
4.3 Pengolahan Data 79
4.3.1 *Value Stream Mapping* (VSM) 79
4.3.2 Identifikasi *Waste* yang Terjadi 83
4.3.3 Pembobotan *Waste Assessment Model* (WAM) 85
4.3.4 Pembobotan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) 88
4.3.5 Perhitungan Awal *Waste Assessment Questionnaire* Berdasarkan Ni 91
4.3.6 Perhitungan Akhir *Waste Assessment Questionnaire* Berdasarkan Ni 94
4.3.7 Penilaian *Waste* 97
4.3.8 Diagram *Pareto* 98
4.3.9 *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) 99
4.3.10 *Process Activity Mapping* (PAM) 100
4.3.11 *Fishbone* Diagram 116
4.3.12 *Kaizen* 117
5 BAB V PEMBAHASAN 127
5.1 Peningkatan Produktivitas di NC *Machining* dan *Top Board* 127
5.2 Analisis Hasil Identifikasi *Waste* 128
5.2.1 Analisis *Current Value Stream Mapping* 128
5.2.2 Analisis *Waste Assessment Model* 131
5.3 Analisis *Value Stream Analysis Tools* 132
5.3.1 Analisis *Tools* VALSAT 132
5.3.2 Analisis *Process Activity Mapping* (PAM) 133
5.4 Analisis *Fishbone Diagram* 134
5.4.1 *Motion* 134
5.4.2 *Defect* 135
5.5 Analisis *Kaizen* dan Produktivitas 136
5.5.1 Analisis *Kaizen* 136
5.5.2 Analisis Produktivitas 138
5.6 *Future State Value Stream Mapping* 139
6 BAB VI PENUTUP 143
6.1 Kesimpulan 143
6.2 Saran 144

7 DAFTAR PUSTAKA 145
7.1 Lampiran..... 150
7.1.1 Dokumentasi Mesin *Numerical Control* 150
7.1.2 Kuesioner *Waste Assessment Model* (WAM) 151
7.1.3 Dokumentasi Pengamatan Langsung 157

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Literatur 15
Tabel 2. 2 Hubungan Antar *Waste* 24
Tabel 2. 3 Kriteria Pembobotan Kekuatan *Waste Relationship* 27
Tabel 2. 4 *Waste Relationship Matrix* 29
Tabel 2. 5 Nilai Konversi pada *WRM* 29
Tabel 2. 6 Hubungan *Waste* dan VALSAT 32
Tabel 4. 1 Kondisi Geografis PT. Yamaha Indonesia 43
Tabel 4. 2 Data Pekerja kelompok NC *Machining* dan *Top Board* 54
Tabel 4. 3 Data Waktu Pekerja 56
Tabel 4. 4 Data Produksi (Unit) 56
Tabel 4. 5 Waktu Standar proses Mesin *Numerical Control* 57
Tabel 4. 6 Waktu Standar proses mesin *Top Board* 58
Tabel 4. 7 Waktu Standar proses mesin lainnya pada kelompok *Top Board* 59
Tabel 4. 8 Data *Inventory* Proses NC *Machining* 60
Tabel 4. 9 Data *Inventory* Proses *Top Board* 60
Tabel 4. 10 Perbandingan Metode *Waste Assessment* Model dan Metode Lain 64
Tabel 4. 11 Data Kuesioner Seven *Waste* Relationship 66
Tabel 4. 12 Panduan Kuesioner *Seven Waste Relationship* 68
Tabel 4. 13 Acuan Konversi Nilai Keterkaitan antar *Waste* 69
Tabel 4. 14 Simbol Konversi Berdasarkan Rentang Skor 69
Tabel 4. 15 Data *Waste Relationship Matrix* 70
Tabel 4. 16 Pertanyaan Kuesioner *Waste Assessment Questionnare* (WAQ) 71
Tabel 4. 17 Data Kuesioner *Waste Assessment Questionnare* (WAQ) 76
Tabel 4. 18 Identifikasi *Waste* yang Terjadi 83
Tabel 4. 19 Pembobotan Kuesioner *Seven Waste Relationship* 85
Tabel 4. 20 *Waste Relationship Matrix* 87
Tabel 4. 21 Keterangan Simbol Awal *Waste* 88
Tabel 4. 22 Pembobotan Awal *Waste Assessment Questionnaire* 88
Tabel 4. 23 Pembobotan Awal *Waste Assessment Questionnaire* 91
Tabel 4. 24 Pembobotan Akhir *Waste Assessment Questionnaire* 95

Tabel 4. 25 Nilai Akhir *Waste Assessment Model* 98
Tabel 4. 26 Pemilihan *Tools VALSAT* 100
Tabel 4. 27 *Process Activity Mapping* kelompok NC *Machining* dan *Top Board* 102
Tabel 4. 28 Rekapitulasi *Process Activity Mapping* (PAM) 115
Tabel 5. 1 Hasil *Current Value Stream Mapping* 131
Tabel 5. 2 Hasil Akhir *Waste Assessment Model* 131
Tabel 5. 3 Hasil Total Skor *Tools VALSAT* 132
Tabel 5. 4 *Process Activity Mapping* 133
Tabel 5. 5 Kontribusi *Kaizen* terhadap Produktivitas 136
Tabel 5. 6 Hasil Akhir *Future State Value Stream Mapping* 141

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Tata Letak Proses Produksi Kelompok NC *Machining* dan *Top Board* 2
Gambar 1. 2 Data Produktivitas Awal Observasi 4
Gambar 2. 1 Simbol-simbol *Value Stream Mapping* 23
Gambar 2. 2 *Seven Waste Relationship* 24
Gambar 3. 1 Alur Penelitian Tahap 1 39
Gambar 3. 2 Alur Penelitian Tahap 2 40
Gambar 4. 1 Logo PT. Yamaha Indonesia 46
Gambar 4. 2 Kantor PT. Yamaha Indonesia 47
Gambar 4. 3 Peta Lokasi PT. Yamaha Indonesia 47
Gambar 4. 4 Struktur Organisasi PT. Yamaha Indonesia 48
Gambar 4. 5 Proses Produksi 50
Gambar 4. 6 *Grand* piano 51
Gambar 4. 7 *Upright* Piano 52
Gambar 4. 8 Proses Produksi kelompok NC *Machining* dan *Top Board* 53
Gambar 4. 9 *Layout* kelompok NC *Machining* dan *Top Board* 54
Gambar 4. 10 *Value Stream Mapping* kelompok *NC Machining* 81
Gambar 4. 11 *Value Stream Mapping* kelompok *Top Board* 82
Gambar 4. 12 Hasil Kumulatif *Waste* 99
Gambar 4. 13 *Fishbone Diagram Waste motion* 116
Gambar 4. 14 *Fishbone Diagram Waste Defect* 117
Gambar 4. 15 *Kaizen* 1 Modifikasi Meja menjadi Meja Putar Proses Serut *Top Board* 118
Gambar 4. 16 *Kaizen* 2 Pengeleman dengan *Roller* Lem 118
Gambar 4. 17 *Kaizen* 3 Pengeleman menggunakan *Roller* Lem pada Area *Top Board* 119
Gambar 4. 18 *Kaizen* 4 Perbaikan Proses Penambahan Label Nama untuk Tempat Penyimpanan Jig 120
Gambar 4. 19 *Kaizen* 5 Perbaikan Proses Pengadaan *Handlift* 120
Gambar 4. 20 *Kaizen* 6 Perbaikan Proses Pengadaan *Handlift* 121
Gambar 4. 21 *Kaizen* 7 Perbaikan Proses Pembuatan Tempat Penyimpanan *Tools* 121
Gambar 4. 22 *Kaizen* 8 Perbaikan Proses Penambahan Label Nama Tempat Alat. 122
Gambar 4. 23 *Kaizen* 9 Perbaikan Proses Pembuatan Meja Penampung Debu *Scraf* 122

Gambar 4. 24 *Kaizen* 10 Perbaikan proses *setting* Sumbu Z *Spindle* 123
Gambar 4. 25 *Kaizen* 11 Perbaikan Proses pada *Section Cutting Sizer* agar Hasil Potong Sisi Material Keybed Sesuai *Standard*..... 123
Gambar 4. 26 *Kaizen* 12 Perbaikan Proses Pengukuran Manual yang Memakan Waktu Karena Ketelitian Operator. 124
Gambar 4. 27 *Kaizen* 13 Perbaikan Proses *Section Cutting Sizer* agar Hasil Potong Sisi Material Keybed Sesuai *Standard* 124
Gambar 4. 28 *Kaizen* 14 Pergantian Bahan *Stopper* Mesin *Rotary Press* dari Karet menjadi Silikon. 125
Gambar 4. 29 *Kaizen* 15 Perbaikan Proses *Cutting Sizer* pada Proses *Press Veneer*. 125
Gambar 4. 30 *Current Value Stream Mapping* kelompok *NC Machining*..... 130
Gambar 5. 1 Identifikasi Faktor Peningkatan Produktivitas..... 127
Gambar 5. 2 Analisa Produktivitas Kelompok NC *Machining* dan *Top Board*..... 139
Gambar 5. 3 *Future State Value Stream Mapping* NC *Machining*..... 141
Gambar 7. 1 Mesin NC Anderson 1 150
Gambar 7. 2 Mesin NC Anderson 2 150
Gambar 7. 3 Mesin NC Anderson 3 150
Gambar 7. 4 Mesin NC Anderson 4 150
Gambar 7. 5 Mesin NC Anderson 5 150
Gambar 7. 6 Mesin NC Anderson 6 150
Gambar 7. 7 Mesin NC Anderson 7 150
Gambar 7. 8 Mesin NC Rulong..... 150
Gambar 7. 9 Mesin NC Heian..... 151

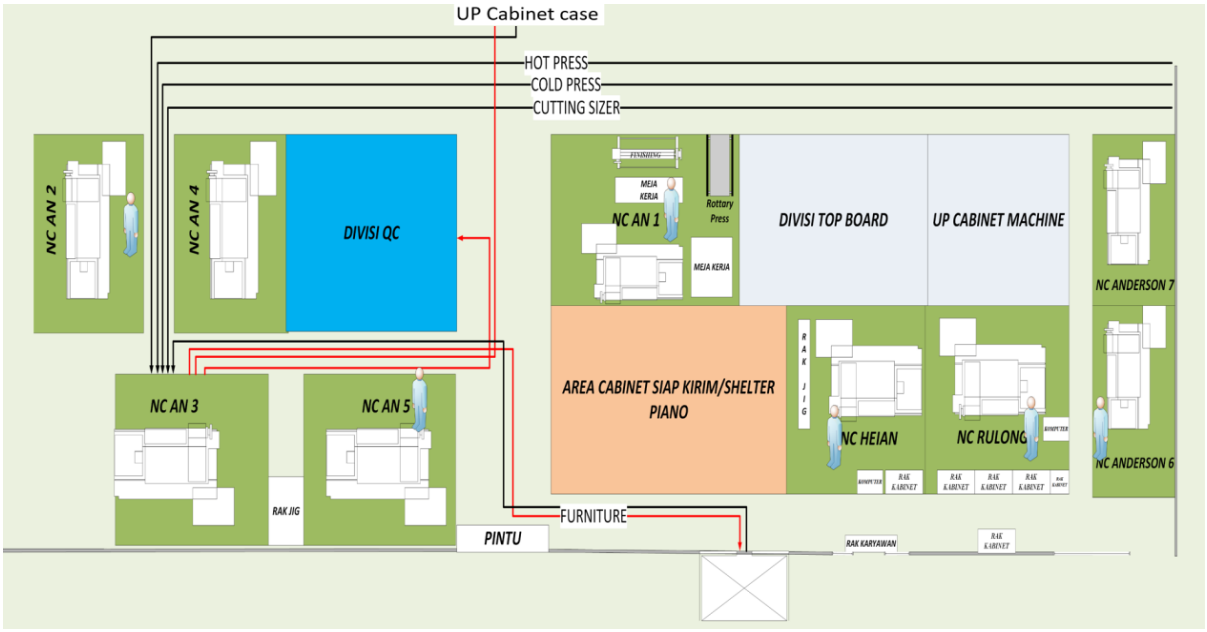
BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era persaingan industri global yang semakin ketat, perusahaan dituntut untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi dengan biaya efisien guna mempertahankan daya saing (Khawka, 2024). Tantangan ini diperparah oleh tuntutan konsumen akan produk yang cepat, murah, dan ramah lingkungan, mendorong perusahaan untuk terus meningkatkan kinerja operasionalnya. Namun, banyak perusahaan khususnya di sektor manufaktur masih menghadapi inefisiensi sistemik, seperti kelebihan jumlah mesin dalam proses produksi, pemborosan sumber daya, keterlambatan jadwal pengiriman material antar kelompok, dan rendahnya keterlibatan karyawan dalam pengambilan keputusan perusahaan (Putri, 2024). Studi terdahulu menunjukkan bahwa prinsip *lean* seperti *just-in-time* dan *kaizen* mampu mengurangi *waste* hingga 30% pada perusahaan besar (Matindana, 2025). Menurut laporan dari *International Federation of Robotics* (2023), penggunaan teknologi otomatisasi di sektor manufaktur meningkat lebih dari 25% dalam 5 tahun terakhir, menandakan urgensi efisiensi dan optimalisasi proses produksi. Namun, implementasi ini seringkali terbatas pada perusahaan manufaktur berskala besar dengan infrastruktur matang, sementara perusahaan berskala kecil menengah yang menyumbang 60% perekonomian nasional masih kesulitan mengadopsinya akibat keterbatasan sumber daya dan kapasitas pelatihan (Siska, 2025). Maka fenomena ini tidak hanya mengurangi profitabilitas, tetapi juga menghambat inovasi jangka panjang. Berbagai solusi telah diusulkan untuk mengatasi masalah ini, salah satunya melalui penerapan *lean manufacturing* yang berfokus pada penghapusan aktivitas tidak bernilai tambah (*non-value added activities*) (Badhotiya, 2024). Seperti metode *waste assessment model* (WAM) dan *value stream analysis tools (VALSAT)* telah banyak diaplikasikan di industri manufaktur tetapi pada penelitian terdahulu cenderung fokus penelitian kepada skala makro atau konteks umum, dan penerapan metode ini masih memiliki keterbatasan terutama pada lingkungan produksi berbasis mesin *Numerical Control* (NC). Dalam penelitian sebelumnya menemukan adanya kesenjangan dalam metode kuantitatif untuk mengukur efektivitas *lean manufacturing* dalam lingkungan produksi yang kompleks (Ns. I Wayan Septa Wijaya, 2024), sedangkan penelitian kedua menyoroti tantangan dalam mengintegrasikan metode *lean* dengan

sistem produksi peralatan mesin CNC karena terbatasnya alat analisis yang dapat mengukur efisiensi secara objektif (Herdiana, 2023). Berdasarkan gap tersebut, hingga saat ini belum terdapat model integratif yang mengombinasikan metode WAM dan metode *value stream analysis tools* (VALSAT) dalam penerapan prinsip *lean* di lingkungan mesin NC, khususnya pada perusahaan berskala besar. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model integrasi berbasis *lean manufacturing* yang memadukan analisis pemborosan secara kuantitatif, optimasi aliran nilai produksi, serta adaptasi teknologi rendah biaya dalam mesin NC.

PT. Yamaha Indonesia (YI) adalah perusahaan manufaktur berskala menengah ke atas dengan fokus dalam produksi alat musik piano, terutama model *Upright* Piano (UP) dan *Grand* Piano (GP), yang sebagian besar hasil produk dipasarkan ke luar negeri. Proses produksi PT.YI melibatkan 3 departemen utama antara lain: *Wood working (WW), Painting,* dan *Assembling.* departemen WW bertanggung jawab mengolah bahan baku kayu mentah menjadi bagian kabinet piano, sementara departemen *Painting* melanjutkan proses tersebut dengan *sanding*, *spray*, dan *buffing*. Terakhir, departemen *Assembling* menyatukan semua bagian menjadi piano utuh hingga proses *packing*. Kelompok NC *Machining* dan *Top Board* adalah bagian penting dalam departemen *Wood working* (WW) yang bertugas memproses komponen kayu kabinet piano dengan melibatkan berbagai operasi proses produksi, seperti pengeboran (*boring*), pemotongan pola (*routing*), pencoakan (*grooving*), pengeleman, pengepresan, dan pengamplasan untuk produk piano model UP dan GP.



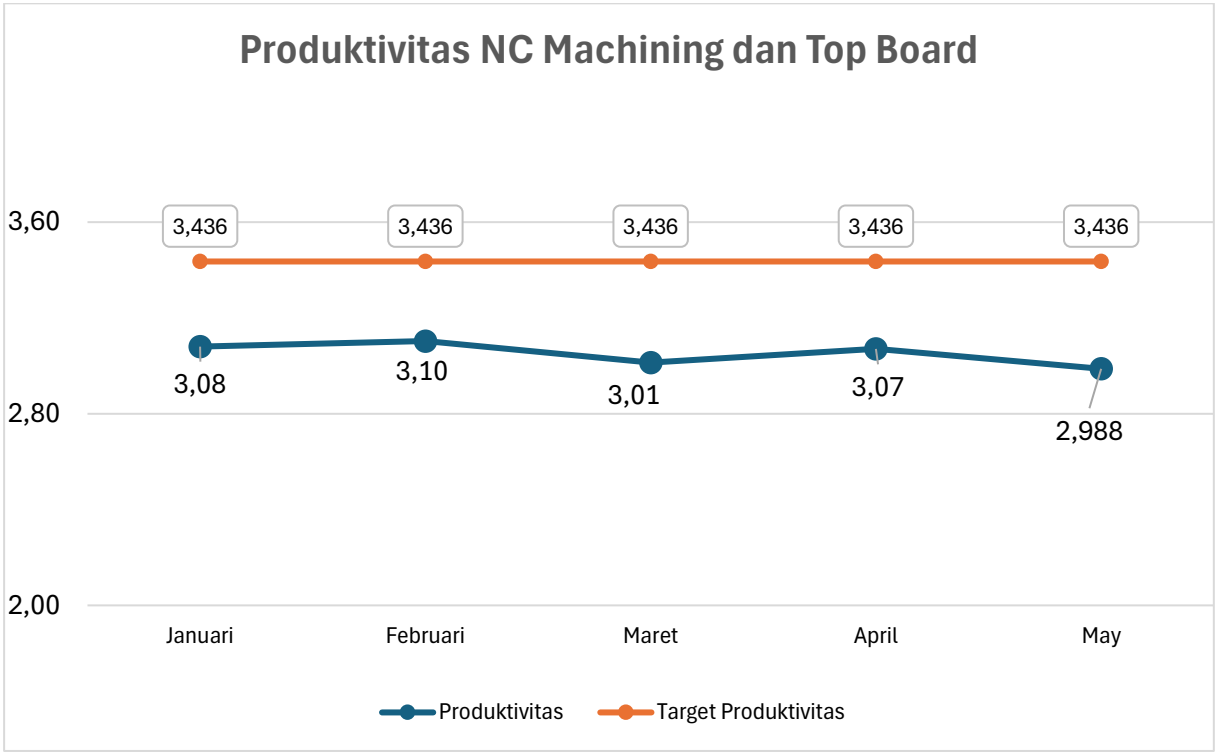
Gambar 1. 1 Tata Letak Proses Produksi Kelompok NC *Machining* dan *Top Board*

Berdasarkan gambar1.1. Kelompok NC *Machining* dan *Top Board* mempunyai sistem produksi kelompok ini berbasis *job order*, tidak *flowshop*. Artinya sangat bergantung pada koordinasi pasokan material dari kelompok sebelumnya seperti kelompok *UP Cabinet Case, Hot Press, Cold Press,Cutting Sizer, Satin Furniture* yang men-*supply* produksi kelompok NC *Machining* & *Top Board*. Ketergantungan ini menjadikan kelompok NC sebagai titik krusial karena posisinya sebagai proses akhir sebelum masuk ke tahap *Quality Control (*QC) dan dikirim ke Departemen *Assembling*. Hal ini menciptakan potensi terjadinya aktivitas *non-value added* (tidak memberikan nilai tambah), sehingga perlu diidentifikasi dan di analisis bagaimana hal ini tidak dapat menjadi masalah.

Sebagaimana terlihat pada Tata Letak Proses Produksi yang begitu kompleks, Kelompok ini mengoperasikan 21 proses utama dalam produksi untuk bagian NC dan Top Board dengan proses utama seperti pengeboran, pemotongan, pencoakan, pengeleman, pengepresan, hingga pengamplasan. Menariknya, setiap mesin memiliki fungsi dan waktu *setting* yang berbeda, sementara pada model kabinet piano yang diproses sangat bervariasi yang dapat menyebabkan munculnya potensi *idle time*, keterlambatan *supply* material, dan pemborosan lainnya. Berdasarkan kondisi tersebut, perlunya dilakukan analisis untuk mengurangi pemborosan yang ada, sekaligus meningkatkan produktivitas. Oleh karena itu, optimalisasi melalui pendekatan *lean manufacturing* menjadi penting untuk mengatasi pemborosan secara menyeluruh dan membantu target produktivitas di PT. Yamaha Indonesia. Pendekatan ini tidak hanya akan meningkatkan produktivitas, tetapi juga memastikan bahwa setiap langkah dalam proses produksi memberikan nilai tambah yang maksimal.

PT. YI selalu berupaya meningkatkan produktivitas melalui analisis efisiensi, sehingga tantangan yang muncul adalah peningkatan produktivitas pada lini produksi secara berkala dalam waktu tertentu. Salah satu target yang ditetapkan PT. YI adalah peningkatan produktivitas setiap kelompok kerja secara berkala yang mencerminkan kemampuan perusahaan dalam mengoptimalkan hasil produksi dengan memanfaatkan sumber daya yang ada. Namun, observasi dan diskusi dengan *Manager* perusahaan dan ketua kelompok terkait menunjukkan bahwa kelompok NC *Machining* dan *Top Board* ditetapkan adanya target produktivitas dikarenakan mengalami penurunan produktivitas, Salah satu faktor penyebab penurunan produktivitas yaitu adanya pemborosan dalam penggunaan sumber daya. Sejak penetapan target peningkatan produktivitas sebesar 15%, kelompok NC *Machining* dan *Top Board* telah melakukan observasi secara langsung untuk mengidentifikasi masalah, dengan

rata-rata produktivitas aktual yang tercatat dari bulan Januari hingga bulan Mei 2024 dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Data Produktivitas Awal Observasi

Seperti Gambar 1.1, data produktivitas awal pada kelompok kerja NC *Machining* dan *Top Board*, terlihat bahwa meskipun perusahaan telah menetapkan target peningkatan produktivitas sebesar 15% (*unit/man hours*), performa harian kelompok ini masih belum mencapai target yang diharapkan hingga Mei 2024. Penurunan produktivitas ini tidak hanya disebabkan oleh pemborosan proses (*waste*), tetapi juga disebabkan oleh ketidakseimbangan antara jumlah output produksi, jumlah operator, dan kapasitas aktual mesin yang tersedia. Secara khusus, terdapat ketidaksesuaian antara beban produksi dengan kondisi mesin NC yang belum optimal, serta jumlah operator yang masih terlalu banyak untuk tingkat utilisasi saat ini. Di sisi lain, pasokan material ke NC dari proses sebelumnya tidak selalu tepat waktu, sehingga menyebabkan akumulasi inventaris dan waktu tunggu yang tinggi di awal proses NC. Kondisi ini menunjukkan bahwa masalah produktivitas perlu dikaji lebih dalam, tidak hanya dari sisi proses internal (*waste motion* atau *defect*), tetapi juga dari sistem aliran material antar proses. Oleh karena itu, kelompok NC *Machining* sudah menyusun solusi strategis yang direncakan dengan mengintegrasikan aliran proses dari hulu hingga ke NC, mengurangi jumlah tenaga kerja secara bertahap melalui optimasi beban kerja, serta memperbaiki sistem penjadwalan dan pengiriman

material agar proses masuk ke NC dapat berjalan tepat waktu dan tanpa interupsi secara bertahap. Setelah rencana perbaikan ini mulai berjalan secara bertahap, peneliti melakukan evaluasi terhadap pemborosan melalui kuesioner berbasis *Waste Assessment Model* (WAM), yang menunjukkan bahwa *waste* paling dominan dapat berkontribusi signifikan terhadap keterlambatan produktivitas. Dengan mengatasi 3 hambatan utama yaitu optimalisasi skill operator, stabilisasi mesin, dan peningkatan kapasitas di lini NC serta mengeliminasi *waste* yang paling berpengaruh menggunakan metode VALSAT dan PAM, diharapkan dapat meningkatkan efektivitas kerja dan mendekati target produktivitas yang ditetapkan perusahaan.

Maka hal ini penulis melakukan observasi lebih lanjut untuk memahami dan menutup kesenjangan antara kondisi aktual dan target perusahaan. Dari hasil observasi dan diskusi dengan *leader* lapangan, ditemukan beberapa pemborosan signifikan yang menghambat kinerja, teridentifikasi bahwa terdapat pemborosan yang berasal berasal dari 7 kategori dan dikumpulkan menjadi 3 kategori terbesar yaitu *waste motion, waste defect,* dan *waste waiting*. Pemborosan ini berdampak langsung terhadap penurunan produktivitas, bahkan menyebabkan potensi kerugian perusahaan. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis terhadap *waste* yang ada dan berupaya untuk mengurangi atau menghilangkannya. Pemborosan di lini produksi dapat menyebabkan penurunan produktivitas dan profitabilitas perusahaan (Baharudin et al., 2021). Dengan demikian, identifikasi *waste* dalam kelompok NC *Machining* dan *Top Board* yang melibatkan banyak mesin otomatis menjadi langkah penting dalam mendukung tercapainya target produksi perusahaan. Salah satu metode yang digunakan penulis dan terbukti efektif untuk mengidentifikasi dan meminimalkan *waste* adalah melalui pendekatan *lean manufacturing*.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kombinasi metode *Waste Assessment Model* (WAM) dan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) terbukti efektif dalam mengungkap pemborosan dan aktivitas *non-value added*, seperti yang dibuktikan Fitriadi & Wijayanti (2024) di industri kerajinan dengan pencapaian yang mengesankan berupa peningkatan aktivitas bernilai tambah (VA) hingga 75,9% dan efisiensi siklus proses (PCE) mencapai 73%. Dalam konteks NC *Machining* dan *Top Board*, proses produksi dipetakan menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM), disertai pengisian kuesioner *Seven Waste Relationship* dan WAQ untuk mengidentifikasi jenis dan penyebab pemborosan sesuai teori Rawabdeh (2005). Selanjutnya, dilakukan pembobotan untuk pemilihan alat VALSAT yang paling relevan, serta analisis akar masalah melalui *fishbone diagram*. Rekomendasi perbaikan kemudian disusun dengan pendekatan *kaizen*, guna mendorong pengurangan pemborosan, peningkatan produktivitas, dan

profitabilitas secara berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah yang akan menjadi fokus pada penelitian ini adalah minimasi *waste* guna meningkatkan produktivitas pada kelompok *NC Machining* dan *Top Board*. Dengan upaya peneliti untuk mengurangi *waste* diharapkan dapat meningkatkan produktivitas di kelompok *NC Machining* dan *Top Board*. Dari rumusan masalah, pertanyaan penelitian yang dirumuskan adalah :

1. Apa saja jenis pemborosan yang paling sering terjadi di kelompok NC *Machining* dan *Top Boa*rd, dan bagaimana cara mengelompokkannya menurut prinsip *Lean Manufacturing*?
2. Apa solusi yang tepat untuk mengurangi pemborosan utama di lini produksi kelompok NC Machining dan Top Board agar kerja menjadi lebih efektif?
3. Apa pengaruh dari perbaikan yang dilakukan terhadap pencapaian target produktivitas di kelompok NC *Machining* dan *Top Board*?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Menemukan jenis pemborosan yang paling sering terjadi dan mengelompokkan semua aktivitas produksi di kelompok NC *Machining* dan *Top Board* ke dalam kategori yang jelas: aktivitas yang memberikan nilai tambah, aktivitas yang diperlukan tetapi tidak memberikan nilai tambah, dan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah produksi.
2. Menyusun solusi untuk mengatasi pemborosan utama yang telah ditemukan, terutama agar proses kerja di kelompok NC Machining dan Top Board menjadi lebih baik.
3. Menganalisis bagaimana perbaikan yang dilakukan dapat menghilangkan pemborosan dan berkontribusi dalam produktivitas di kelompok NC *Machining* dan *Top Board* dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah perbaikan.

1.4 Manfaat Penlitian

Dibawah ini adalah manfaat penilitian yang diperoleh mahasiswa, perguruan tinggi, dan perusahaan:

1.4.1 Bagi Penulis

Penelitian ini memberikan kesempatan bagi penulis untuk meningkatkan pemahaman praktis tentang penerapan *lean manufacturing* di perusahaan. Penulis dapat secara langsung mengidentifikasi dan meminimalkan pemborosan yang ada di perusahaan, tidak hanya

memperkaya pengetahuan teoretis tetapi juga memberikan pengalaman praktis yang berharga, seperti:

a. Menambah pengetahuan dan pengalaman mahasiswa di dalam dunia kerja yang sesungguhnya.
b. Mengenal dan merasakan sikap profesional yang dibutuhkan di industri.
c. Sebagai studi perbandingan antara teori dan praktek yang didapatkan mahasiswa di perkuliahan dengan kenyataan yang sebenarnya di lapangan (dunia kerja).
d. Mengetahui secara lebih jelas mengenai kegiatan perusahaan khususnya yang berkaitan dengan dunia industri dan bisa mendapatkan pengalaman kerja serta dapat berinteraksi dalam sebuah teamwork.
e. Dapat mengukur kemampuan atau ketrampilan yang dimiliki serta mendapatkan pengalaman atau keterampilan baru.

1.4.2 Bagi Perusahaan

Hasil analisis dan penelitian yang dilakukan dapat memberikan masukan berharga bagi perusahaan. Temuan penelitian dapat digunakan untuk mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan dan memberikan dasar untuk pengambilan keputusan yang lebih baik. Penelitian ini juga membantu perusahaan dalam merencanakan strategi masa depan, terutama di bidang teknologi informasi dan industri. Implementasi *lean manufacturing* dapat meningkatkan efisiensi operasional dan daya saing perusahaan. Berikut poin manfaat bagi perusahaan:

a. Membantu memecahkan permasalahan–permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan.
b. Mendapatkan masukan baru untuk menunjang pengembangan industri yang dijalankan mahasiswa melalui mata kuliah ini, membangun hubungan kerja dengan institusi Pendidikan, khususnya Fakultas Teknologi Industri Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia.
c. Bagi PT. Yamaha Indonesia: Membantu menyelesaikan masalah yang dihadapi perusahaan. Dan mendapatkan masukan baru untuk mendukung pengembangan industri yang dilakukan mahasiswa melalui Tugas Akhir ini, serta membangun kerja sama dengan institusi pendidikan, khususnya Fakultas Teknologi Industri Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia.

1.4.3 Bagi Pembaca

Penelitian ini dapat berfungsi sebagai referensi bagi pembaca yang ingin menambah pengetahuan tentang *lean manufacturing*. Selain itu, penelitian ini dapat digunakan sebagai

bahan pembanding untuk studi lebih lanjut, membantu pembaca mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam dan menemukan peluang untuk penelitian lanjutan di bidang ini.

a. Menjadi referensi bagi mereka yang ingin memahami lebih lanjut tentang konsep *lean manufacturing* dan *waste*.
b. Menyediakan pemahaman tentang prinsip *waste* dan implementasi *kaizen* guna mengoptimalkan produktivitas dalam konteks industri manufaktur.

1.5 Batasan Penelitian

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

a. Penelitian ini dilakukan di PT. Yamaha Indonesia dengan data yang digunakan pada bulan Januari 2024 hingga Desember 2024.
b. Penelitian ini dilakukan di Kelompok NC *Machining* dan *Top Board*, Departemen Woodworking.
c. Penelitian ini menggunakan metode Waste Assessment Model (WAM) untuk mengidentifikasi jenis dan tingkat pemborosan, serta metode Value Stream Mapping (VSM) dan VALSAT untuk memetakan dan menganalisis aktivitas bernilai tambah dan tidak bernilai tambah.
d. Fokus pembahasan terbatas pada tujuh jenis pemborosan, yaitu: motion, defect, waiting, transportation, overproduction, dan excess process yang diidentifikasi berdasarkan observasi langsung dan hasil kuesioner Seven Waste Relationship (SWR) serta Waste Assessment Questionnaire (WAQ).

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur adalah proses mencari dan menyelidiki berbagai sumber literatur, seperti jurnal, buku, dan publikasi lain yang relevan dengan topik penelitian. Tujuan utama kajian literatur untuk menghasilkan tulisan yang terperinci tentang topik atau masalah tertentu. Proses ini mencakup kegiatan membaca, menganalisis, dan mensintesis informasi dari berbagai sumber untuk mendapatkan pemahaman yang menyeluruh dan terkini mengenai topik yang sedang dibahas. Dengan demikian, evaluasi literatur mengidentifikasi kesenjangan penelitian, mengembangkan kerangka kerja teoretis, dan memberikan konteks dan landasan untuk studi di masa depan.

Penelitian pertama menggunakan pendekatan *lean manufacturing* yang diterapkan melalui metode *Operation Process Chart* (OPC), *Value Stream Mapping* (VSM), *Waste Assessment Model* (WAM), dan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) berfungsi untuk mengidentifikasi jenis pemborosan dan mengevaluasi efisiensi aktivitas dalam proses produksi. Melalui analisis WAM, ditemukan pemborosan dominan berupa *transportation* (13,5%), *motion* (13,01%), dan *waiting* (10,7%), sementara pemetaan aktivitas menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM) mengungkap ketidakseimbangan antara aktivitas bernilai tambah dan aktivitas perlu tetapi tidak bernilai tambah. Dengan dukungan analisis akar masalah menggunakan 5 *Whys Root Cause Analysis* (RCA), serta simulasi perbaikan menggunakan ProModel, penelitian ini berhasil meningkatkan output produksi menjadi 2.621 botol polysilane dalam runtime 1.440 menit, menunjukkan bahwa integrasi metode lean dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi operasional perusahaan (Haekal, 2022). Hasil ini relevan dengan topik minimasi *Waste* melalui pendekatan *lean manufacturing*, khususnya dalam konteks meningkatkan produktivitas pada kelompok NC *Machining* dan *Top Board*, dalam kasus PT. Yamaha Indonesia, di mana integrasi WAM dan VALSAT dapat menjadi solusi sistematis untuk mengurangi pemborosan dan mencapai target produksi secara lebih efektif

Penelitian kedua menggunakan pendekatan lean manufacturing dengan penerapan Waste Relationship Matrix (WRM) dan Waste Assessment Questionnaire (WAQ) berfungsi untuk mengidentifikasi jenis-jenis pemborosan secara sistematis, sementara Value Stream Analysis Tools (VALSAT) dan Process Activity Mapping (PAM) digunakan untuk menganalisis proporsi aktivitas bernilai tambah dalam proses produksi. Hasilnya menunjukkan bahwa hanya

66,67% aktivitas yang memberikan nilai tambah, sementara 29,17% merupakan aktivitas yang perlu tetapi tidak menambah nilai, terutama akibat aktivitas transportasi dan inspeksi. Dengan dukungan analisis akar penyebab melalui Fishbone Diagram dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), ditemukan bahwa peralatan produksi yang tidak andal menjadi penyebab utama pemborosan. Penelitian ini berhasil merumuskan solusi yang aplikatif berupa peningkatan program pemeliharaan, pengendalian kualitas bahan baku, dan penguatan kerja sama dengan pemasok untuk meningkatkan efisiensi proses produksi dan menurunkan limbah secara signifikan (Amrina, 2019).

Penelitian ketiga, pada industri manufaktur kosmetik, mengatasi masalah waktu produksi yang panjang menggunakan Value Stream Mapping (VSM) untuk memetakan aliran material dan informasi, serta Waste Assessment Model (WAM) dan Value Stream Mapping Analysis Tools (VALSAT) untuk mengidentifikasi pemborosan, dilanjutkan dengan Root Cause Analysis (RCA) untuk menemukan akar permasalahan. Hasil implementasi metode tersebut berhasil mengurangi waktu proses produksi dari 70.720,2 detik menjadi 54.974,1 detik, menurunkan 23% waktu produksi melalui penggabungan proses dan penataan ulang lantai produksi yang divalidasi dengan simulasi ProModel, sehingga meningkatkan efisiensi dan mempercepat waktu pengiriman produk ke konsumen (Haekal J. , 2022).

Penelitian keempat ini, pada produksi cast wheel line, menerapkan lean manufacturing melalui Waste Assessment Model (WAM) untuk mengidentifikasi jenis pemborosan dan Value Stream Analysis Tools (VALSAT) untuk menentukan alat analisis yang sesuai dengan permasalahan. Hasil implementasi metode tersebut menghasilkan tiga rekomendasi perbaikan berupa modifikasi desain soft jaw pada mesin OP 20, penerapan metode sampling pada uji kebocoran di OP 40, dan unifikasi operasi pencucian OP 70/OP 60, yang berhasil meningkatkan kapasitas produksi menjadi 1.350 set/hari, menurunkan tingkat penolakan produk sebesar 2%, serta mengoptimalkan penggunaan tenaga kerja dengan pengurangan 3 orang (Daonil, 2021).

Penelitian kelima, pada industri manufaktur otomotif yang memproduksi suku cadang aksesoris kendaraan roda empat, menerapkan pendekatan lean manufacturing dengan mengintegrasikan metode lean six sigma (DMAIC), Value Stream Mapping (VSM), dan Value Stream Analysis Tools (VALSAT) untuk mengidentifikasi 4 jenis pemborosan terbesar: motion, inventory, waiting, dan process. Hasil implementasi metode tersebut berhasil mengurangi waktu siklus di stasiun tiga dari 704 detik menjadi 246 detik serta meningkatkan efisiensi kapasitas produksi dari 75% menjadi 91%, yang berdampak pada peningkatan

produktivitas, responsivitas terhadap permintaan pelanggan, dan penurunan biaya produksi (Kholil, 2022).

Penelitian keenam, di PT. Multiyasa Abadi Sentosa, mengatasi masalah tingginya penolakan produk keranjang, penundaan pengiriman, dan limbah produksi dengan menggunakan metode Value Stream Mapping (VSM), Waste Assessment Model (WAM), dan Value Stream Analysis Tools (VALSAT) untuk memetakan aliran nilai dan mengukur pemborosan dalam proses manufaktur. Hasil implementasi metode tersebut melalui Future Value Stream Mapping (FVSM) berhasil meningkatkan aktivitas bernilai tambah (VA) dari 67,1% menjadi 75,9%, meningkatkan efisiensi siklus proses (PCE) dari 67% menjadi 73%, serta mengurangi secara signifikan persentase pemborosan terbesar yang berasal dari defect (21,1%) dan transportation (18,54%) (Fitriadi, 2024).

Penelitian ketujuh, pada lini produksi yang mengalami pemborosan, menerapkan pendekatan lean manufacturing dengan metode Value Stream Mapping (VSM) untuk memetakan aliran nilai dan mengidentifikasi aktivitas non-nilai tambah, serta Waste Assessment Model (WAM) untuk menganalisis tujuh jenis pemborosan termasuk overproduksi, waktu menunggu, dan cacat produk. Hasil implementasi metode tersebut melalui rekomendasi perbaikan berupa penambahan lini perakitan dan penggunaan mesin hidrolik berhasil mengurangi lead time menjadi 20.640,4 detik, meningkatkan cycle time menjadi 24,07 detik, dan meningkatkan kapasitas produksi hingga 2.244 unit/hari (Yadrifil, 2020, May).

Penelitian kedelapan, pada produksi spun pile di PT. Adhimix Precat Indonesia, mengatasi masalah pemborosan di tiga area kritis: process (28,35%), transportation (14,12%), dan motion (13,06%) dengan menggunakan prinsip lean manufacturing melalui metode Waste Relationship Matrix (WRM), Waste Assessment Questionnaire (WAQ), Value Stream Mapping Tools (VALSAT), serta pendekatan takt time untuk menganalisis dan memetakan aktivitas non-nilai tambah. Hasil implementasi metode tersebut berhasil meningkatkan efisiensi siklus proses sebesar 12% dan mengurangi aktivitas tidak bernilai tambah sebesar 10%, yang berdampak pada penurunan biaya dan waktu produksi (Hidayat, 2021).

Penelitian kesembilan, pada perusahaan manufaktur kemeja di Ethiopia, mengatasi masalah tingginya aktivitas tidak bernilai tambah (NVA) yang mencapai 91,86% dari total lead time produksi dengan pemborosan kritis pada motion, inventory, dan overproduction, menggunakan metode Value Stream Mapping (VSM) dan Waste Assessment Model (WAM) yang dilengkapi dengan Process Activity Mapping (PAM) serta implementasi 5S untuk

menganalisis dan mengurangi pemborosan. Hasil implementasi metode tersebut berhasil mengurangi work in process (WIP) inventory sebesar 74,30%, menurunkan lead time sebesar 71,1%, dan mengurangi standard time sebesar 27,02%, disertai peningkatan efisiensi melalui penataan ulang tata letak dan pengurangan jumlah operator (Bizuneh, 2024).

Penelitian kesepuluh, pada perusahaan mi instan terbesar di Asia Tenggara, mengatasi masalah ketidakmampuan mencapai target produksi akibat pemborosan bahan baku dan cacat produk (defect) yang mencapai 25,03%, menggunakan pendekatan lean six sigma dengan metode DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) yang diintegrasikan dengan Value Stream Mapping (VSM), Waste Assessment Model (WAM), dan Value Stream Analysis Tools (VALSAT) untuk memetakan aliran nilai, mengidentifikasi pemborosan dominan, serta menganalisis akar penyebab cacat menggunakan diagram Pareto dan Fishbone. Hasil implementasi metode tersebut berhasil meningkatkan tingkat sigma mencapai 4,75, aktivitas bernilai tambah (VA) sebesar 71,31%, serta menghasilkan rekomendasi perbaikan seperti modifikasi jarak konveyor untuk mengurangi kegagalan pemotongan label (Tannady, 2019).

Penelitian kesebelas, di PT Anugerah Damai Mandiri, mengatasi masalah pemborosan dalam produksi steel door seperti waiting, transportation, dan defect yang menyebabkan ketidakefisienan proses dengan hanya 36% aktivitas bernilai tambah (VA) dari total 54 aktivitas, menggunakan metode Value Stream Mapping (VSM) dan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) untuk memetakan aliran nilai, mengidentifikasi akar penyebab pemborosan, serta merancang solusi seperti penerapan 5S dan perawatan berkala. Hasil implementasi metode tersebut berhasil menurunkan secara signifikan aktivitas non-nilai tambah (NVA: 41%) dan meningkatkan efisiensi melalui rekomendasi perbaikan tata letak dan manajemen persediaan (Firdaus, 2023).

Penelitian kedua belas, di CV. Aneka Grafika mengidentifikasi masalah pemborosan berupa defect (18,02%), transportation (16,14%), dan unnecessary motion (15,06%) dalam produksi box, yang menyebabkan ketidakefisienan alur kerja dan peningkatan biaya. Untuk mengatasi hal ini, penelitian menggunakan Waste Assessment Model (WAM) dan Value Stream Analysis Tools (VALSAT) untuk memetakan aktivitas produksi, mengidentifikasi akar penyebab pemborosan (seperti human error dan tata letak tidak optimal) melalui fishbone diagram, serta menentukan prioritas perbaikan dengan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Hasil penelitian menghasilkan rekomendasi seperti penetapan SOP kontrol mesin,

perombakan tata letak produksi, dan pemasangan visual display, yang berpotensi mengurangi aktivitas non-nilai tambah (Krisnanti, 2022).

Penelitian ketiga belas, di PT. XYZ mengidentifikasi masalah rendahnya pencapaian target produksi kulkas satu pintu dan freezer akibat pemborosan waiting dan defect, di mana aktivitas bernilai tambah (VA) hanya 11,54%, sementara aktivitas perlu tetapi tidak bernilai tambah (NNVA) mencapai 76,43%. Untuk mengatasi hal ini, penelitian menggunakan Value Stream Mapping (VSM) untuk memetakan aliran produksi Door PU, Process Activity Mapping (PAM) untuk memecah proses, dan Root Cause Analysis (5 Whys) guna mengidentifikasi akar masalah seperti ketidakefisienan alur kerja. Hasil penelitian menunjukkan keberhasilan rekomendasi perbaikan dengan mengurangi total aktivitas dari 26 menjadi 24 dan meningkatkan Process Cycle Efficiency (PCE) menjadi 31,45% (Novitasari, 2020).

Penelitian keempat belas, mengidentifikasi masalah pemborosan pada lantai produksi Crude Palm Oil (CPO) yang meliputi overproduction (25%), defect (20%), dan waiting (18%) akibat aktivitas non-nilai tambah (NVA) di enam stasiun kerja kompleks. Untuk mengatasi hal ini, penelitian menggunakan Waste Assessment Model (WAM) guna mengukur dan memprioritaskan pemborosan kritis, dilanjutkan dengan analisis akar masalah menggunakan fishbone diagram untuk merancang rekomendasi perbaikan berbasis lean manufacturing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fokus pada 3 waste terbesar dapat meningkatkan efisiensi produksi dan memastikan pemenuhan permintaan konsumen (Jufrijal, 2022).

Penelitian kelima belas, di CV Harico mengidentifikasi masalah utama berupa waktu tunggu (waiting) yang panjang dalam produksi briket, dengan bobot prioritas 0,24, yang menghambat efisiensi dan pemenuhan permintaan pelanggan. Untuk mengatasi hal ini, penelitian menggunakan pendekatan lean manufacturing dengan Value Stream Mapping (VSM) dan metode Borda untuk mengevaluasi pemborosan, dilengkapi Process Activity Mapping (PAM) dan diagram fishbone diagram guna menganalisis akar penyebab, seperti ketidakoptimalan proses pendinginan. Hasil penelitian menunjukkan keberhasilan implementasi rekomendasi pemasangan kipas blower di oven, yang mengurangi lead time dari 276.068 detik menjadi 264.425 detik dan meningkatkan efisiensi produksi R. A. (Pratama, 2024).

Berdasarkan tinjauan penelitian sebelumnya, peneliti mengusulkan penelitian yang berfokus pada minimasi waste dalam operasi NC Machining di PT. Yamaha Indonesia.

Penelitian ini akan mengadaptasi pendekatan lean manufacturing yang telah terbukti efektif di berbagai industri manufaktur, khususnya dengan mengintegrasikan metode Waste Assessment Model (WAM) dan Value Stream Analysis Tools (VALSAT) untuk mengidentifikasi dan mengatasi pemborosan pada proses pemesinan presisi seperti jadwal proses produksi, waktu downtime mesin, waktu setup yang berlebihan, dan cacat pada kabinet piano. Kebaruan dan kontribusi penelitian ini terletak pada pengembangan model lean manufacturing yang disesuaikan dengan karakteristik teknologi pemesinan modern seperti mesin NC, peningkatan akurasi identifikasi akar permasalahan melalui pendekatan analisis data yang sistematis, serta penyusunan rekomendasi perbaikan yang aplikatif untuk diterapkan pada lini produksi sejenis. Dengan demikian, penelitian yang diusulkan tidak hanya akan memperkaya khasanah ilmu pengetahuan di bidang produktivitas dan efisiensi tenaga kerja, tetapi juga memberikan solusi praktis untuk meningkatkan daya saing PT. Yamaha Indonesia melalui optimasi sumber daya dan pengurangan biaya operasional secara berkelanjutan.

Tabel 2. 1 Kajian Literatur

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

No	Penulis	Judul	Metode Penelitian				
			VALSAT	**WAM**	**FMEA**	**PAM**	***Fishbone***
		Assembling Bracket Manufacturing Automative Industry)					
6	(Fitriadi & Wijayanti, 2024)	*Identification of Waste in The Production Process Using Lean manufacturing Approach (Case Study:* PT. Multiyasa Abadi Sentosa)	√	√			
7	(Yadrifil et al., 2020)	*Improvement Recommendation to Eliminate Waste on The Production Process of Line Laminating Door Component with Value Stream Mapping and Waste Assessment Model Method.*	√	√			
8	(Hidayat & Nurlina, 2021)	*Application of Lean manufacturing in the Production of Spun Pile Using Waste Assessment Model and Value Stream Analysis*	√	√			
9	(Bizuneh & Omer, 2024)	*Lean Waste Prioritisation and Reduction in the Apparel Industry: Application of Waste Assessment Model and Value Stream Mapping.*	√	√			
10	(Tannady et al., 2019)	*Process Improvement to Reduce Waste in the*	√	√	√		

No	Penulis	Judul	Metode Penelitian				
			VALSAT	**WAM**	**FMEA**	**PAM**	***Fishbone***
		Biggest Instant Noodle Manufacturing Company in South East Asia					
11	(Firdaus & Wahyudin, 2023)	Penerapan Konsep *Lean manufacturing* untuk Meminimasi *Waste* pada PT Anugerah Damai Mandiri (ADM)	√	√		√	
12	(Krisnanti & Garside, 2022)	Penerapan *Lean Manufacturing* untuk Meminimasi *Waste* Percetakan Box	√	√	√		√
13	(Novitasari & Iftadi, 2020)	Analisis *Lean manufacturing* untuk Minimasi *Waste* pada Proses *Door* PU	√			√	
14	(Jufrijal & Fitriadi, 2022)	Identifikasi *Waste Crude Palm Oil* dengan Menggunakan *Waste Assessment Model.*		√			√
15	(R. A. Pratama et al., 2024)	Optimalisasi Proses Produksi dengan Metode *Lean manufacturing* (Studi Kasus: CV Harico)	√			√	√

2.2 Landasan Teori

Konsep-konsep yang berkaitan dengan subjek penelitian ini dimasukkan dalam landasan teori; konsep-konsep ini diperoleh dari jurnal-jurnal yang kredibel dan literatur tambahan. Untuk memahami dasar-dasar teori yang digunakan dalam penelitian ini, landasan teori ini berfungsi sebagai titik acuan utama. Landasan teori yang digunakan adalah sebagai berikut:

2.2.1 *Lean Manufacturing*

Lean manufacturing merupakan sebuah *tools* dan teknik yang berfungsi untuk mengeliminasi pemborosan pada proses produksi. *Lean manufacturing* bertujuan untuk mengubah suatu organisasi di dalam perusahaan agar lebih efisien dan kompetitif untuk mengurangi *lead time* dan meningkatkan luaran dengan cara mengeliminasi pemborosan (Nurwulan, 2021). Menurut Fortana & Gasperz *lean manufacturing* dapat diartikan sebagai upaya untuk meningkatkan nilai tambah (*value added*) dari suatu aktivitas dan secara berkelanjutan meminimalkan atau bahkan menghilangkan pemborosan dalam produksi barang atau jasa, sehingga dapat memberikan nilai yang lebih baik kepada pelanggan (AGENG, 2020). *Lean manufacturing* harus diimplementasikan secara terus menerus agar Perusahaan dapat meningkatkan kinerjanya sesuai yang diharapkan. Menurut Hines & Taylor (2000) terdapat 5 prinsip dasar *lean*, yaitu:

1. *Specify value*, berdasarkan perspektif pelanggan, menentukan apa yang menciptakan dan apa yang tidak mencapai nilai adalah langkah pertama dalam *lean manufacturing*. Penting untuk memahami kebutuhan dan harapan pelanggan dengan jelas agar proses produksi dapat dioptimalkan sesuai dengan nilai yang diinginkan pelanggan.
2. *Eliminate Waste*, mengeliminasi *waste* adalah langkah penting dalam lean manufacturing yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas dengan mengurangi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added*) dan pemborosan dalam proses produksi.
3. *Make value flow*, membuat aliran nilai yang lancar adalah tujuan utama dalam lean manufacturing, yang bertujuan untuk memastikan bahwa setiap aktivitas dalam proses produksi berjalan mulus tanpa repetisi, *waiting*, aliran balik, sisa proses produksi, atau permasalahan lainnya.
4. *Pull value*, berfokus pada produksi yang didorong oleh permintaan pelanggan. Alih-alih memproduksi barang dalam jumlah besar tanpa memperhatikan kebutuhan aktual, perusahaan hanya memproduksi dan mengerjakan apa yang benar-benar diinginkan oleh

pelanggan. Ini tidak hanya mengurangi *waste* tetapi juga meningkatkan efisiensi dan kepuasan pelanggan.

5. *Pursue perfection*, prinsip inti dalam lean manufacturing yang berfokus pada upaya berkelanjutan untuk mencapai hasil terbaik dengan secara konsisten menghilangkan *waste* dan meningkatkan proses produksi. Dengan komitmen terhadap perbaikan terus-menerus, perusahaan dapat mencapai efisiensi maksimal dan kualitas produk yang tinggi.

2.2.2 Produktivitas

Produktivitas adalah rasio *output* terhadap jumlah *input.* Hal ini menyiratkan bahwa daripada hanya memproduksi barang yang tidak diminati, sangat penting untuk memproduksi komoditas atau jasa yang bernilai dan menarik bagi konsumen (Maulana, 2024). Produktivitas, yang dihitung dengan mengurangi pembelian dari penjualan dan membagi hasilnya dengan jumlah *man power*, adalah ukuran seberapa baik produk atau layanan yang menambah nilai untuk diproduksi dan didistribusikan. Peningkatan produktivitas bertujuan untuk meningkatkan laba, yang mempengaruhi kelangsungan hidup dan ekspansi jangka panjang perusahaan (Baiti, 2020). Perusahaan harus fokus pada beberapa faktor untuk mencapai tujuan tersebut, seperti permintaan produk, sumber daya yang memfasilitasi pemenuhan permintaan, rencana tindakan yang ditargetkan dalam proses produksi, efektivitas kepuasan pelanggan, dan efisiensi penggunaan sumber daya untuk menghasilkan keuntungan. Rumus berikut ini dapat digunakan untuk mengkarakterisasi produktivitas tenaga kerja:

$$Produktivitas = \frac{Output}{(Jumlah\ Oprator\ x\ Total\ Jam\ Kerja\ per\ Hari)}$$

Peningkatan produktivitas perusahaan dapat dicapai melalui beberapa cara:

1. *Output* yang dihasilkan lebih besar dengan pemanfaatan *input* yang sama/tetap.
2. *Output* yang dihasilkan sama/tetap dari pemanfaatan *input* yang lebih kecil.
3. *Output* yang dihasilkan lebih banyak dibanding kenaikan pemanfaatan *input.*
4. *Output* yang dihasilkan berkurang untuk pemanfaatan *input* lebih sedikit.

Jumlah pekerjaan yang diselesaikan dalam 1 jam adalah metrik kinerja yang sangat penting dalam pengaturan produksi. Tingkat produktivitas terbaik yang layak, juga dikenal sebagai tingkat produktivitas maksimum, dibandingkan dengan tingkat produktivitas yang ada untuk menentukan efisiensi (Rahayu, 2024).

2.2.3 *Kaizen*

Kaizen berasal dari kata “ZEN,” yang berarti baik, dan “KAI,” yang menyiratkan perbaikan. *Kaizen* berarti perbaikan berkelanjutan dalam bahasa Jepang (Zadry, The Success of 5S and PDCA Implementation in Increasing the Productivity of an SME in West Sumatra., 2020). Selain itu, *Kaizen* merupakan proses perbaikan berkelanjutan yang melibatkan semua anggota staf, dari manajemen tingkat atas hingga pekerja. Biaya untuk perbaikan berkelanjutan ini tidak banyak. Seiring berjalannya waktu, proses *kaizen* dapat menghasilkan perubahan yang signifikan, meskipun peningkatannya kecil dan lambat.

2.2.4 *Waste* (Pemborosan)

Waste atau "Muda" dalam bahasa Jepang dibagi menjadi 2 tipe yaitu Muda tipe 1 dan Muda tipe 2. Muda 1 adalah aktivitas yang tidak menciptakan nilai tetapi tampak tidak bisa dihindari dengan teknologi atau aset produksi yang tersedia saat ini (*non-avoidable Waste*). Muda 2 adalah aktivitas yang tidak menciptakan nilai dan dapat dihindari dalam waktu dekat (*avoidable Waste*) (Annisa, 2023). Menurut *Toyota Production System* (TPS) di dalam (Annisa, 2023). terdapat delapan *Waste* dalam proses produksi yaitu sebagai berikut:

1. *Overproduction*, adalah pemborosan yang terjadi ketika suatu proses menghasilkan produk lebih banyak daripada permintaan aktual, atau memproduksi lebih awal dari waktu yang dibutuhkan. Kondisi ini menyebabkan penumpukan barang yang tidak segera dikonsumsi, sehingga mengikat sumber daya lebih seperti tenaga kerja, material, dan ruang penyimpanan tanpa menghasilkan nilai tambah. Selain itu, produksi berlebih meningkatkan risiko produk kadaluarsa atau usang, serta menimbulkan biaya operasional tambahan yang tidak efisien.
2. *Waiting*, adalah adalah pemborosan jenis *waiting* muncul ketika operator, mesin, atau proses kerja lainnya mengalami waktu tunggu yang tidak produktif karena keterlambatan aliran proses sebelumnya. Dalam periode ini, meskipun sumber daya tetap dikonsumsi, tidak ada nilai yang dihasilkan. *Waiting* secara langsung menurunkan efisiensi lini produksi dan dapat menjadi indikator ketidakseimbangan antar proses kerja atau perencanaan jadwal produksi yang kurang optimal.
3. Transportation, adalah aktivitas pemindahan material atau barang setengah jadi (Work In Process, WIP) dari 1 titik ke titik lain dalam proses produksi. Walaupun diperlukan, aktivitas ini tidak menambah nilai langsung terhadap produk akhir. Transportasi yang

berlebihan atau tidak dirancang dengan baik dapat menyebabkan peningkatan waktu siklus, kerusakan material, serta biaya logistik dan handling yang tidak efisien.

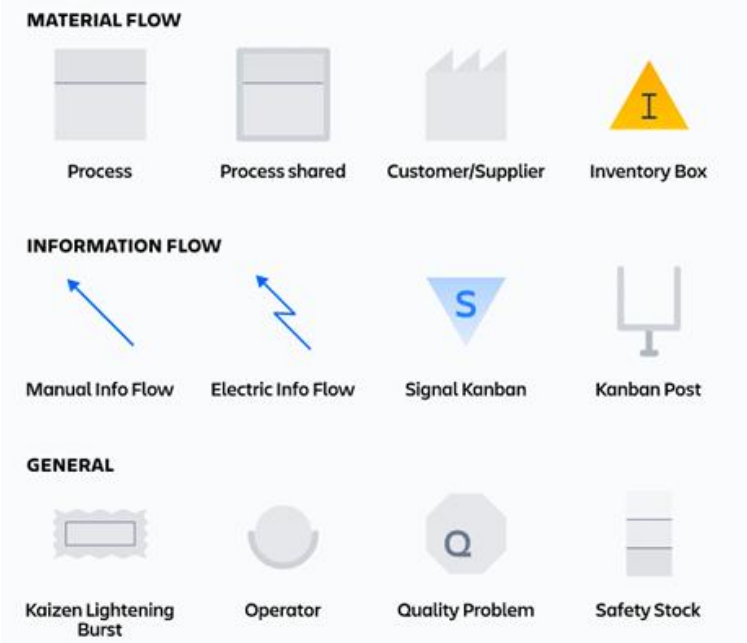
4. Excess processing, adalah salah satu bentuk pemborosan dalam lean manufacturing yang terjadi pada aktivitas pemrosesan yang melampaui kebutuhan spesifikasi produk akibat metode kerja yang tidak distandarisasi atau terlalu kompleks. Proses tambahan yang tidak perlu ini dapat menciptakan ketidakkonsistenan kualitas, memperpanjang waktu produksi, serta menimbulkan pemborosan energi, bahan, dan sumber daya manusia. Kondisi ini juga menandakan adanya ruang untuk perbaikan terhadap desain proses kerja
5. Inventories, atau persediaan yang berlebihan, adalah bentuk pemborosan dalam lean manufacturing yang terjadi Ketika perusahaan menyimpan material, barang setengah jadi, atau barang jadi dalam jumlah melebihi kebutuhan operasional aktual. Persediaan yang terlalu banyak mengikat modal kerja, membutuhkan ruang penyimpanan tambahan, serta meningkatkan risiko penurunan kualitas atau kerusakan produk. Selain itu, persediaan berlebih seringkali menutupi masalah laten dalam proses produksi seperti overproduction atau ketidakseimbangan lini kerja.
6. Motion, atau gerakan yang tidak perlu merujuk pada aktivitas fisik operator yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk, seperti membungkuk, berjalan jauh, atau mencari alat kerja. Gerakan yang tidak ergonomis atau tidak terstandarisasi memperlambat proses produksi, meningkatkan kelelahan operator, dan membuka peluang terjadinya kesalahan kerja. Optimalisasi tata letak kerja dan penerapan prinsip ergonomi dapat menjadi solusi untuk mengurangi jenis pemborosan ini.
7. Defect, adalah bentuk pemborosan yang muncul ketika produk tidak sesuai dengan spesifikasi atau standar kualitas yang telah ditetapkan. Produk cacat memerlukan rework, repair, atau bahkan harus dibuang, yang tentu berdampak langsung terhadap peningkatan biaya produksi dan penurunan kepuasan pelanggan. Selain kerugian finansial, defect juga dapat mengganggu stabilitas jadwal produksi dan menurunkan kepercayaan terhadap sistem mutu perusahaan.
8. *Non* utilizd talent, merujuk pada situasi di mana potensi dan kemampuan karyawan tidak dimanfaatkan sepenuhnya atau tidak diberdayakan secara optimal dalam konteks proses produksi. Hal ini merupakan salah satu bentuk pemborosan dalam prinsip *lean manufacturing* yang dapat menghambat kemajuan perusahaan serta melewatkan peluang perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) dan mengurangi motivasi karyawan.

2.2.5 *Value Stream Mapping* (VSM)

Value Stream Mapping (VSM) adalah metode yang digunakan untuk memetakan aliran produksi dan informasi dalam pembuatan produk di setiap stasiun kerja, serta merencanakan perbaikan performa di masa depan. VSM berfungsi sebagai langkah awal untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan dalam proses produksi, dengan mengamati dan mengidentifikasi masalah mulai dari kedatangan bahan baku dari pemasok, melalui berbagai tahap produksi, hingga pengiriman produk kepada pelanggan akhir (A. Andreas Tri Panudju, 2025). berikut merupakan penerapan VSM memberikan manfaat optimal bagi perusahaan, antara lain:

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

Menurut (Hines & Rich, 1997) terdapat 7 alat dalam pemetaan aliran nilai untuk mengidentifikasi pemborosan, salah satunya adalah *Process Activity Mapping* (A. Andreas Tri Panudju, 2025). Alat ini memberikan informasi tentang total waktu untuk aktivitas yang bernilai tambah maupun tidak, total jarak dan waktu perpindahan material, serta jumlah operator di setiap proses. Data-data ini menjadi dasar untuk analisis dan perbaikan setiap proses. Dalam VSM terdapat beberapa simbol yang digunakan dalam pembuatannya yaitu sebagai berikut:



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

Sumber: (Puspitasari, 2024)

Pada Gambar 2.1 memperlihatkan bahwa VSM menggunakan simbol-simbol untuk menjelaskan aliran produksi di lini produksi sebuah perusahaan. Contohnya, simbol segitiga merupakan arti *inventory*, yang menunjukkan jumlah persediaan pada tiap proses di lini produksi.

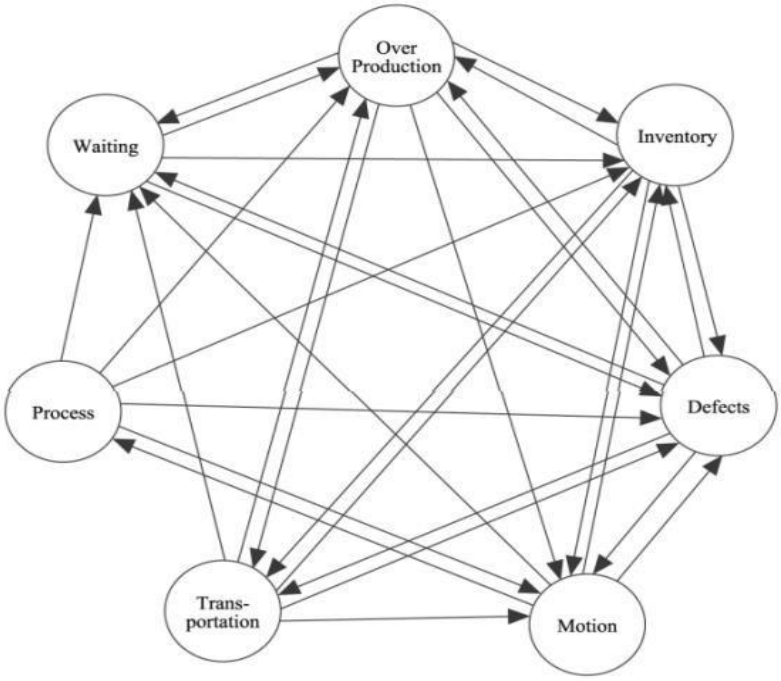
2.2.6 *Waste Assessment Model* (WAM)

Waste Assessment Model (WAM) adalah alat yang digunakan untuk mengevaluasi pemborosan dalam perusahaan (Puspitasari, 2024). Langkah pertama adalah menjelaskan definisi dari setiap jenis pemborosan yang ada. Setelah itu, kriteria ditetapkan untuk menilai kekuatan hubungan langsung antara berbagai jenis pemborosan, yang menghasilkan matriks yang dikenal sebagai *Waste Relationship Matrix* (WRM). Matriks ini mengklasifikasikan kekuatan hubungan tersebut dengan skala dari tidak penting hingga sangat penting. Selanjutnya, kuesioner penilaian yang disebut *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) diperkenalkan untuk menggambarkan kondisi spesifik pada lini produksi (Rawabdeh, 2005). Dengan pendekatan ini, perusahaan dapat lebih mudah mengidentifikasi dan mengatasi pemborosan yang ada, sehingga meningkatkan efisiensi operasional.

2.2.6.1. *Seven Waste Relationship* (SWR)

Menurut Rawabdeh (2005), setiap jenis pemborosan saling terkait dan mempengaruhi 1 sama lain. Konsep *Seven Waste Relationship* menggambarkan hubungan antara berbagai jenis

pemborosan, baik yang sudah teridentifikasi secara langsung maupun yang belum. Hubungan antar pemborosan ini cukup kompleks, karena dampak dari setiap jenis pemborosan bisa muncul secara langsung maupun tidak langsung. Untuk memudahkan pemahaman, hubungan antar pemborosan ini dapat disimbolkan dengan huruf pertama dari masing-masing jenis pemborosan.



Gambar 2. 2 *Seven Waste Relationship*

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Gambar 2.2 menunjukkan keterkaitan antar pemborosan, di mana interaksi langsung antara setiap jenis *waste* diberikan simbol "_". Misalnya, O_I menunjukkan pengaruh dari *Overproduction* (O) terhadap *Inventory* (I). Penjelasan lebih lanjut mengenai hubungan ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. 2 Hubungan Antar *Waste*

Hubungan	**Keterangan**
O_I	Pemborosan produksi memerlukan banyak bahan baku, meningkatkan penyimpanan dan barang dalam proses (WIP), yang membutuhkan ruang tambahan.
O_D	Ketika pekerja menghasilkan lebih banyak, kesadaran terhadap kualitas menurun.
O_M	Pemborosan produksi menyebabkan perilaku kerja yang tidak ergonomis.

Hubungan	Keterangan
O_T	Produksi berlebihan meningkatkan transportasi untuk menyeimbangkan aliran barang.
O_W	Produksi berlebihan membuat sumber daya tertahan lebih lama, menyebabkan proses selanjutnya menunggu dan antrian membesar.
O_I	Pemborosan produksi memerlukan banyak bahan baku, meningkatkan penyimpanan dan barang dalam proses (WIP), yang membutuhkan ruang tambahan.
O_D	Ketika pekerja menghasilkan lebih banyak, kesadaran terhadap kualitas menurun.
O_M	Pemborosan produksi menyebabkan perilaku kerja yang tidak ergonomis.
O_T	Produksi berlebihan meningkatkan transportasi untuk menyeimbangkan aliran barang.
O_W	Produksi berlebihan membuat sumber daya tertahan lebih lama, menyebabkan proses selanjutnya menunggu dan antrian membesar.
I_O	Jumlah bahan baku yang berlebihan memaksa pekerja untuk memproduksi lebih banyak untuk meningkatkan keuntungan.
I_D	Stok yang tinggi meningkatkan risiko barang cacat karena kurang perawatan atau penyimpanan yang tidak sesuai.
I_M	Stok yang meningkat memerlukan lebih banyak waktu untuk mencari, memilah, mengambil, menjangkau, bergerak, dan membawa.
I_T	Barang, stok, atau WIP yang meningkat dapat mengganggu jalur produksi.
D_O	Produksi berlebihan dilakukan untuk mengantisipasi produk cacat.
D_I	Produk cacat harus diperbaiki, menambah WIP berupa stok.
D_M	Produk cacat membutuhkan inspeksi dan menambah waktu untuk mencari dan memilah.
D_T	Memindahkan barang cacat ke stasiun *rework* atau meningkatkan aliran balik.

Hubungan	Keterangan
D_W	Reworks menggunakan stasiun kerja sehingga barang berikutnya tidak bisa diproses.
M_I	Pekerjaan di luar standar meningkatkan WIP.
M_D	Kurangnya pelatihan dan standarisasi meningkatkan persentase produk cacat.
M_P	Pekerjaan yang tidak terstandar meningkatkan pemborosan proses karena kurangnya pemahaman teknologi.
M_W	Ketika standar tidak diatur, pemborosan waktu terjadi untuk mencari, meraih, bergerak, merakit, dan barang lain tertunda untuk diproses.
T_O	Barang diproduksi lebih banyak untuk optimalisasi kapasitas penggunaan alat handling.
T_I	Jumlah alat *handling* yang tidak sesuai menyebabkan penumpukan yang mengganggu proses lain.
T_D	Alat *handling* sangat berpengaruh terhadap kualitas produk.
T_M	Pemindahan barang meningkatkan gerakan pemborosan seperti *handling* ganda dan mencari.
T_W	Jika alat handling tidak cukup, barang tidak dapat dipindahkan sehingga tidak dapat diproses.
P_O	Untuk mengurangi biaya produksi per waktu, mesin dipaksa untuk terus aktif.
P_I	Menggabungkan proses dalam 1 sel mengurangi jumlah WIP dengan menghilangkan *buffer*.
P_D	Jika mesin tidak dirawat dengan baik, akan menghasilkan produk cacat.
P_M	Teknologi baru tanpa pelatihan yang cukup menyebabkan pemborosan gerakan.
P_W	Ketika teknologi tidak sesuai, waktu persiapan berulang terjadi.
W_O	Ketika mesin menunggu proses selanjutnya untuk menghasilkan produk lain, mesin dipaksa tetap produksi.

Hubungan	Keterangan
W_I	Menunggu berarti ada barang lebih dari yang dibutuhkan pada titik tertentu.
W_D	Menunggu dapat menyebabkan produk cacat karena kondisi tertentu.

Dari Tabel 2. 2 Hubungan Antar *Waste*, mempunyai keterangan lebih lanjut sebagai berikut :

Keterangan :

O *: Overproduction*	T*: Transportation*
I *: Ineventory*	P *: Process*
D *: Defect*	W *: Waiting*
M *: Motion*	

Model kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini dirancang secara sistematis untuk menangkap nuansa hubungan sebab-akibat antar pemborosan, dimana setiap pertanyaan disusun strategis untuk mengeksplorasi tidak hanya keberadaan *waste* individual tetapi juga bagaimana 1 jenis pemborosan dapat memicu atau memperkuat pemborosan lainnya dalam rantai produksi. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk membangun peta relasional yang komprehensif, mengidentifikasi pemborosan dominan yang menjadi *root cause* dari masalah-masalah turunan, sehingga strategi perbaikan dapat difokuskan pada titik-titik kritis yang memberikan dampak maksimal terhadap peningkatan efisiensi operasional secara keseluruhan yang digunakan sebagai berikut :

Tabel 2. 3 Kriteria Pembobotan Kekuatan *Waste Relationship*

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

		b.	butuh waktu untuk terlihat tidak terlihat	2
		c.	tidak terlihat	0
4	Menghilangkan akinbat i terhadap j dapat dicapai dengan cara	a.	metode *engineering*	2
		b.	sederhana dan langsung	1
		c.	Solusi intruksional	0
5	Dampak j dikarenakan oleh i berpengaruh kepada	a.	Kualitas produk	1
		b.	Produktivitas sumber daya	1
		c.	*Lead time*	1
		d.	Kualitas dan produktivitas	2
		e.	Kualitas dan *lead time*	2
		f.	Produktivitas dan *lead time* Kualitas, produktivitas, dan *lead time*	2 4
6	Sebesar apa dampak i terhadap j akan meningkatkan *lead time*	a.	Sangat tinggi	4
		b.	Sedang	2
		c.	Rendah	0

Tabel di atas menunjukkan hubungan antara jenis pemborosan (i) yang berdampak pada jenis pemborosan lainnya (j). Setiap pertanyaan dalam tabel ini memiliki bobot yang dijumlahkan untuk setiap hubungan, sehingga kita dapat mengetahui kekuatan hubungan antara berbagai jenis pemborosan tersebut. Dengan cara ini, perusahaan dapat lebih mudah mengidentifikasi area yang memerlukan perhatian dan perbaikan untuk mengurangi pemborosan secara keseluruhan

2.2.6.2. *Waste Relationship Matrix* (WRM)

Menurut Rawabdeh (2005), *Waste Relationship Matrix* (WRM) adalah alat yang digunakan untuk menganalisis kriteria pengukuran pemborosan dalam perusahaan. Matriks ini terdiri dari baris dan kolom, di mana setiap baris menunjukkan bagaimana satu jenis pemborosan dapat mempengaruhi jenis pemborosan lainnya. Sebaliknya, setiap kolom menggambarkan jenis pemborosan yang dipengaruhi oleh pemborosan lain. WRM sangat berguna dalam mengidentifikasi dan memahami hubungan kompleks antara berbagai jenis pemborosan, sehingga perusahaan dapat mengambil langkah-langkah yang lebih efektif untuk mengurangi atau menghilangkan pemborosan tersebut. Dengan menggunakan WRM, perusahaan dapat mengklasifikasikan dan memprioritaskan tindakan perbaikan berdasarkan tingkat pengaruh dan

dampak pemborosan, sehingga upaya peningkatan efisiensi menjadi lebih sistematis dan terukur. Berikut adalah tabel acuan *Waste Relationship Matrix* :

Tabel 2. 4 *Waste Relationship Matrix*

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

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

Tabel 2. 5 Nilai Konversi pada *WRM*

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

Setelah pembobotan dilakukan, nilai-nilai di setiap baris dan kolom dalam matriks akan dijumlahkan. Jumlah ini merepresentasikan skor yang mencerminkan seberapa besar dampak suatu jenis pemborosan terhadap pemborosan lainnya. Skor ini kemudian dikonversi menjadi persentase untuk memberikan hasil yang lebih mudah dipahami dan digunakan. Proses konversi ini membantu dalam memvisualisasikan secara lebih sederhana bagaimana hubungan antar

pemborosan berdampak dalam konteks perusahaan, memungkinkan manajemen untuk fokus pada area yang memerlukan perbaikan atau perhatian lebih besar.

2.2.7 *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ)

Waste Assessment Questionnaire (WAQ) adalah kuesioner yang terstruktur dan terdiri dari empat kategori utama: *man* (tenaga kerja), *material* (bahan baku), *method* (metode), dan *machine* (mesin) (REFLIAN, 2025). Total kuesioner ini mencakup 68 pertanyaan yang berbeda. Setiap pertanyaan memungkinkan responden untuk menjawab dengan tiga opsi: ya, kadang-kadang, dan tidak. Setiap jawaban diberi bobot masing-masing 1, 0.5, dan 0 secara berturut-turut, sesuai dengan tingkat pengaruhnya terhadap pemborosan (Rawabdeh, 2005). Proses pengisian dan analisis kuesioner ini membantu dalam mengidentifikasi area-area potensial pemborosan dalam operasi perusahaan, serta membantu manajemen dalam mengambil keputusan strategis untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi secara keseluruhan. Data yang dikumpulkan melalui kuesioner-kesioner yang ada diolah menggunakan sebuah algoritma, dalam perhitungan awal digunakan rumus sebagai berikut: Sj adalah skor yang menggambarkan tingkat pemborosan, sedangkan k adalah nomor pertanyaan yang berkisar antara 1 hingga 68. Selanjutnya, proses ini bertujuan untuk menghilangkan pengaruh dari pertanyaan yang tidak dijawab, di mana setiap jenis pemborosan direpresentasikan dalam kolom yang sudah dibobotkan. Fj mewakili frekuensi sel yang tidak memiliki nilai kosong dalam setiap jenis pemborosan. Dengan cara ini, analisis dapat dilakukan secara lebih akurat dan efektif terhadap dampak setiap aspek pemborosan terhadap operasi perusahaan, membantu dalam merencanakan tindakan perbaikan yang lebih tepat dan terarah dan digunakan rumus sebagai berikut :

$$Sj = \sum_{K=1}^{K} \cdot \frac{Wjk}{Ni} \quad \text{for } \textit{each type of Waste } j \quad (2.2)$$

Dalam mekanisme penilaian yang sistematis ini, Sj berperan sebagai "termometer" yang mengukur intensitas pemborosan, sementara k merepresentasikan identitas setiap pertanyaan dalam rentang 1 hingga 68 yang menjadi fondasi evaluasi komprehensif. Proses kalkulasi ini dirancang secara cerdas untuk mengeliminasi bias dari pertanyaan yang tidak terjawab, dimana setiap jenis pemborosan direpresentasikan dalam kolom yang telah dibobotkan secara proporsional untuk mencerminkan realitas lapangan. Fj berfungsi sebagai "penyaring" yang menghitung frekuensi sel aktif tanpa nilai kosong dalam setiap kategori pemborosan, memastikan analisis berjalan dengan presisi tinggi dan menghasilkan insight yang dapat

diandalkan untuk merancang strategi perbaikan yang tepat sasaran.

Tahap berikutnya memasuki tahap krusial yang bergantung pada respons dari *Waste Assessment Model* (WAM), dimana setiap hasil baris *waste* mengalami transformasi melalui perkalian dengan bobot jawaban pertanyaan yang disimbolkan sebagai “Xk”. Nilai-nilai dalam setiap kolom kategori *waste* kemudian diakumulasi secara sistematis untuk menghasilkan skor baru (Sj) melalui formula matematis yang telah divalidasi, menciptakan gambaran kuantitatif yang akurat tentang tingkat pemborosan dan memungkinkan prioritas perbaikan dengan data aktual.

$$Sj = \sum_{K=1}^{K} Xk \; x \; \frac{Wjk}{Ni} \quad \textit{for each type of waste } j \; (2.3)$$

Setelah melakukan perkalian, langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah nomor dalam sel-sel yang tidak kosong di setiap kolom untuk mendapatkan frekuensi (fj). Untuk menentukan nilai awal faktor indikasi dari setiap jenis limbah, perhitungan dilakukan dengan membagi data limbah ke dalam kategori yang sesuai menggunakan rumus:

$$\mathrm{Y}j = \frac{Sj}{sj} \; x \; \frac{Fj}{fj} \quad \textit{for each type of waste } j \; (2.4)$$

Di sini, Yj adalah nilai awal yang mewakili setiap jenis limbah. Namun, perlu dicatat bahwa Yj hanya mencerminkan aspek matematis dari perhitungan. Setiap jenis limbah juga saling mempengaruhi dengan persentase tertentu. Untuk menginterpretasikan nilai ini dalam bentuk persentase, nilai "*from*" dan "*to*" diperoleh dari matriks limbah yang dikalikan untuk menghitung probabilitas kejadian (Pj). Setelah itu, Yj dikalikan dengan Pj untuk mendapatkan nilai akhir faktor (Yj final).

$$\mathrm{Y}j \text{ final} = \mathrm{Yj} \times \mathrm{Pj} \; \frac{Sj}{sj} \; x \; \frac{Fj}{fj} \times \mathrm{Pj} \; \textit{for each type of waste } j \; (2.4)$$

Dengan nilai yang diperoleh dari penjumlahan bobot setiap hubungan, setiap jenis pemborosan dapat diurutkan berdasarkan nilainya. Proses ini memungkinkan kita untuk mengidentifikasi jenis pemborosan yang paling signifikan atau terbesar. Dengan mengetahui *waste* yang paling besar, perusahaan dapat memfokuskan upaya perbaikan dan pengurangan pemborosan pada area yang paling berdampak, sehingga meningkatkan efisiensi dan produktivitas secara keseluruhan.

2.2.8 *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

Value Stream Analysis Tools (VALSAT) merupakan arah strategis yang memandu kelompok kerja menuju tingkat efisiensi optimal, dimana metode ini berperan sebagai "mikroskop" yang

mengungkap detail tersembunyi dalam setiap langkah penciptaan nilai pelanggan mulai dari transformasi bahan mentah hingga kelahiran produk akhir yang sempurna (Hines & Rich, 1997). Zagloel (2021) memperkuat konsep ini dengan menjelaskan bahwa VALSAT memiliki keunggulan unik dalam mengakomodasi pengukuran subjektif dan objektif secara simultan pada *value stream*, menciptakan fleksibilitas analisis yang luar biasa untuk menghadapi kompleksitas operasional modern. Kekuatan sejati VALSAT terletak pada kemampuannya menangani jaringan kompleks yang sulit dipisahkan layaknya benang kusut, sekaligus mengantisipasi potensi duplikasi strategi oleh kompetitor melalui analisis mendalam terhadap terobosan-terobosan utama yang dapat mengintegrasikan 2 level *value stream* dalam 1 proses analisis yang komprehensif, sehingga organisasi dapat mengidentifikasi peluang optimalisasi yang sebelumnya tidak terdeteksi dalam pendekatan konvensional.

Tabel 2. 6 Hubungan *Waste* dan VALSAT

Waste	**PAM**	**SCRM**	**PVF**	**QFM**	**DAM**	**DPA**	**PS**
Overproduction	*L*	*M*		*L*	*M*	*M*	
Time Waiting	*H*	*H*	*L*		*M*	*M*	
Transportation	*H*						*L*
Innappropiate processing	*H*		*M*	*L*		*L*	
Unnecessary inventory	*M*	*H*	*M*		*H*	*M*	*L*
Unnecessary motion	*H*	*L*					
Product defect	*L*			*H*			
Overall structure	*L*	*L*	*M*	*L*	*H*	*M*	*H*

Berdasarkan tabel tersebut, sistem penilaian korelasi dan kegunaan menggunakan skala bertingkat yang intuitif sebagai berikut :

- *High correlation and usefulness* (H) dengan faktor pengali 9 menunjukkan relevansi tinggi,
- *Medium correlation and usefulness* (M) dengan faktor pengali 3 mengindikasikan tingkat sedang.
- *Low correlation and usefulness* (L) dengan faktor pengali 1 merepresentasikan korelasi rendah namun tetap memiliki kontribusi dalam analisis *value stream*.

Dari spektrum *detailed mapping tools* yang tersedia, terdapat tujuh alat yang paling umum digunakan dalam praktik industri, dengan *Process Activity Mapping* (PAM) sebagai salah satu metodologi unggulan yang berperan sebagai "peta harta karun" untuk mengidentifikasi *lead*

time dan produktivitas dalam aliran produk fisik maupun informasi, tidak hanya dalam lingkup internal perusahaan tetapi juga merambah ke seluruh rantai pasokan secara menyeluruh, berikut adalah pembagian tool dari *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) :

1. *Process Activity Mapping* (PAM), berfungsi sebagai "anatomi proses" yang memetakan semua aktivitas termasuk operasi, transportasi, inspeksi, penundaan, dan penyimpanan dengan detail yang menyeluruh. Menurut Hines & Taylor (2000), aktivitas tersebut dikategorikan dalam tiga kelompok strategis: *Value Adding Activities* (VA) yang memberikan nilai langsung kepada produk dan pelanggan sehingga harus terus ditingkatkan, *Necessary but Non-Value Adding Activities* (NNVA) yang diperlukan dalam proses produksi namun tidak memberikan nilai tambah pada produk, dan *Non-Value Adding Activities* (NVA) yang merupakan aktivitas pemborosan yang tidak memberikan nilai apapun.

   Implementasi PAM mengikuti 5 tahap pendekatan yang sistematis. Berikut 5 tahap pendekatan dalam PAM secara umum, sebagai berikut:

   a. Memahami aliran proses secara menyeluruh.
   b. Mengidentifikasi pemborosan yang tersembunyi
   c. Mempertimbangkan apakah proses dapat disusun ulang pada rangkaian yang lebih efisien.
   d. Mempertimbangkan aliran yang lebih baik, melibatkan aliran layout dan rute transportasi yang berbeda.
   e. Mempertimbangkan apakah segala sesuatu yang telah dilakukan pada tiap stage benar-benar perlu dan apa yang akan terjadi jika hal-hal yang berlebihan tersebut dihilangkan.

2. *Supply Chain Response Matrix (SCRM), metode ini memanfaatkan kekuatan visualisasi* grafik untuk mengungkap dinamika hubungan antara persediaan (inventory) dan lead time pada jalur distribusi, layaknya "elektrokardiogram" yang menunjukkan detak jantung operasional melalui pola perkembangan dan penurunan kinerja, dengan tujuan utama memperbaiki dan mempertahankan tingkat pelayanan di setiap jalur distribusi sambil tetap berpegang teguh pada prinsip efisiensi biaya.
3. Production Variety Funnel (PVF), metode ini berperan sebagai "kaleidoskop proses" yang menggunakan teknik visual untuk memetakan variasi produk pada setiap tahap, mengidentifikasi transformasi dari produk generik menjadi spesifik, dan mengungkap area bottleneck yang menjadi kunci dalam pengambilan kebijakan inventory yang

strategis.

4. Quality Filter Mapping (QFM), berfungsi sebagai "detektor kualitas" yang mengidentifikasi lokasi permasalahan dengan presisi tinggi, mencakup tiga tipe cacat kritis: cacat produk (product defect) yang lolos ke tangan pelanggan, cacat scrap (scrap defect) yang terdeteksi internal namun tidak mencapai pelanggan, serta cacat pelayanan service defect yang berkaitan dengan kualitas layanan.
5. Demand Amplification Mapping (DAM), DAM mengadopsi prinsip law of industrial dynamics untuk memetakan fenomena kompleks dimana sepanjang rantai suplai mengalami variasi kebijakan order dengan berbagai pergerakan dari downstream hingga upstream, menyediakan informasi vital untuk pengambilan keputusan, antisipasi perubahan permintaan, pengelolaan fluktuasi, dan evaluasi kebijakan inventori.
6. Decision Point Analysis (DPA), DPA menjelaskan hubungan trade off yang rumit antara lead time dan pilihan tingkat inventori yang berbeda untuk menutupi kebutuhan selama persediaan belum tersedia, sekaligus mempertimbangkan opsi forecasting yang optimal.
7. Physical Structure (PS), PS berperan sebagai "peta navigasi" untuk memahami kondisi rantai pasokan di lantai produksi secara menyeluruh, yang menjadi kunci dalam memahami operasi industri dan mengarahkan implementasi lean ke area-area yang mungkin belum mendapat perhatian memadai untuk pengembangan berkelanjutan.

2.2.9 *Fishbone Diagram*

Fishbone Diagram merupakan alat visual yang umum dalam dunia analisis masalah, berperan sebagai "ahli bedah" yang membedah secara metodis semua penyebab yang terkait dengan suatu permasalahan untuk mengungkap akar persoalan dengan detail yang komprehensif (Boge Triatmanto, 2025). Keunikan diagram ini terletak pada kemampuannya membantu tim memahami berbagai faktor yang berkontribusi terhadap munculnya masalah melalui representasi visual yang intuitif dan mudah dipahami. Menurut Scarvada, 2004 dalam konsep dasar *fishbone diagram* mengadopsi anatomi ikan dimana permasalahan utama ditempatkan strategis pada bagian kanan diagram atau kepala ikan, sementara penyebab-penyebab permasalahan digambarkan pada sirip dan duri-duri yang bercabang dari tulang utama, menciptakan peta visual yang sistematis dan logis (Nurul Hidayat, 2024).

Diagram analisis ini menggunakan 5 kategori penyebab fundamental yang dikenal sebagai 5M: *materials* (bahan baku), *machines and equipment* (mesin dan peralatan), *manpower* (sumber daya manusia), *methods* (metode), *Mother Nature/environment*

(lingkungan), dan *measurement* (pengukuran), yang menjadi fondasi eksplorasi penyebab masalah secara holistik. Fleksibilitas diagram ini memungkinkan penambahan kategori penyebab lain sesuai kebutuhan spesifik situasi, sementara proses identifikasi penyebab dapat diperkaya melalui teknik *brainstorming* yang melibatkan diskusi kelompok dinamis untuk menghasilkan berbagai ide dan kemungkinan penyebab masalah secara kreatif dan kolektif, memastikan tidak ada aspek penting yang terlewatkan dalam analisis.

2.2.10 Budaya Kerja 5S

Kaizen yang merupakan sebuah filosofi bertujuan untuk meningkatkan kehidupan seseorang secara terus-menerus, menjadikannya lebih baik dari sebelumnya. Perbaikan yang dihasilkan dari penerapan *Kaizen* tidak harus besar, namun harus berdampak positif dan berkontribusi pada perbaikan di masa mendatang. Dengan prinsip ini, *Kaizen* bertujuan untuk menciptakan masa depan yang lebih baik daripada kondisi saat ini atau masa lalu (McLoughlin & Miura, 2018 dalam Rusdiana et al., 2022). Fokus pada tujuan masing-masing divisi adalah cara termudah untuk menerapkan *Kaizen* dan dapat memperkecil risiko yang akan timbul. Salah satu konsep inovasi dalam *Kaizen* adalah 5S yang merupakan singkatan dari : *seiri (sort), seiton (set in order), seiso (shine), seiketsu (standardize),* dan *shitsuke (sustain)*, 5 frasa yang terkait dengan pemeliharaan tempat kerja. 5S memiliki makna dalam bahasa indonesia yaitu 5R : Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin adalah istilah bahasa Indonesia untuk pemeliharaan tempat kerja 5S (Oktafiani, 2022)

1. *Seiri* : Membedakan antara yang diperlukan dan tak diperlukan di area kerja dan menyingkirkan yang tak diperlukan. Membuat tempat kerja ringkas, yang hanya menampung barang-barang yang diperlukan.
2. Seiton : Segala sesuatu yang harus diletakkan pada posisi yang ditetapkan sehingga siap digunakan saat diperlukan
3. Seiso : Menjaga kondisi mesin yang siap pakai dalam kondisi bersih. Menciptkan kondisi tempat dan lingkungan kerja yang bersih. Pembersihan tidak hanya sekedar membersihkan tetapi juga harus dipandang sebagai bentuk pemeriksaan. Pembersihan merupakan proses yang menganggap setiap mesin atau alat penting karena mempunyai tuntutan dan kemampuan sendiri dan berusaha untuk merawat dengan baik.
4. Seiketsu : Memperluas konsep kebersihan pada diri pribadi dan terus melakukan tiga langkah sebelumnya. Selalu berupaya menjaga keadaan yang sudah baik melalui standar. Seiketsu dimaksudkan agar masing-masing individu mampu menerapkan secara

berkelanjutan tiga prinsip sebelumnya. Pelaksanaan fase seiketsu ini akan membiat lingkungan selalu terjaga.

5. Shitsuke : Membangun disiplin diri pribadi dan membiasakan diri untuk menerapkan 5S melalui norma kerja dan standarisasi. Penekanannya yaitu untuk menciptakan tempat kerja dengan kebiasaan dan perilaku yang baik. Mengajarkan pada setiap orang apa yang harus dilakukan dan memerintahkan setiap orang untuk dapat melaksanakannya, maka kebiasaan buruk akan terbuang dan akan diganti dengan kebiasaan baik.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini dilakukan pada kelompok NC *Machining* dan *Top Board* pada departemen *Wood working* di PT Yamaha Indonesia.

3.2 Objek Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan produktivitas dengan menerapkan pendekatan *Lean manufacturing* dalam kelompok NC *Machining* pada Departemen *Wood working* di PT Yamaha Indonesia, yang berlokasi di *Industrial Estate* Pulogadung (JIEP), Jakarta Timur. Penelitian ini dilakukan karena adanya fluktuasi penurunan efisiensi pada bulan April sampai bulan Agustus.

3.3 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder secara kuantitatif dan kualitatif.

3.3.1 Data primer

Data primer merujuk kepada data yang dikumpulkan langsung oleh peneliti untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam penelitian. Dalam penelitian ini, data primer yang digunakan termasuk hasil observasi langsung selama 6 bulan di lini produksi, mencakup data waktu standar, aliran proses produksi, data pengukuran waktu kerja (*work sampling*) dan inventarisasi. Selain itu, wawancara dan kuesioner juga dilakukan kepada pakar di perusahaan, khususnya kepada kepala kelompok NC *Machining* dan *Top Board*.

a. Data Pekerja Aktual
b. Data Waktu Pekerja Standar Mesin (*Standard Time)*
c. Data Produksi
d. Data Waktu Standar Mesin (*Standard Time*)
e. Data Inventori (Persediaan)
f. Data Identifikasi *Waste* dengan observasi langsung pada kelompok kerja
g. Data Kuesioner *Waste Assessment Model* (WAM)
h. Data Kuesioner *Waste Assessment Questionnare* (WAQ)

3.3.2 Data sekunder

Data sekunder merujuk kepada data yang diperoleh tidak langsung oleh peneliti, melainkan berasal dari berbagai sumber referensi seperti dokumen, orang lain, atau literatur yang relevan

dengan topik penelitian. Dalam penelitian ini, beberapa contoh data sekunder yang digunakan meliputi data produktivitas, data operator, jam kerja, rencana produksi, dan jumlah produksi yang diperoleh dari perusahaan.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Adapun langkah-langkah yang dilakukan peneliti untuk mendapatkan data yang diperlukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

3.4.1 Observasi

Peneliti melakukan observasi dengan melakukan pengamatan langsung terhadap kelompok NC *Machining* dan *Top Board*. Tujuannya untuk mengetahui gambaran secara jelas tentang objek penelitian.

3.4.2 Wawancara

Wawancara dilakukan dengan melakukan tanya jawab langsung kepada kepala kelompok, operator, dan pembimbing lapangan untuk mendapatkan keterangan yang sesuai dengan penelitian. Selama wawancara, *foreman* kelompok NC *Machining* dan *Top Board* lapangan memberikan semua informasi yang dibutuhkan peneliti tentang kelompok NC *Machining* dan *Top Board* untuk mengumpulkan data aktual tentang personel yang melakukan pekerjaan mereka dengan baik di lapangan.

3.4.3 Kuesioner

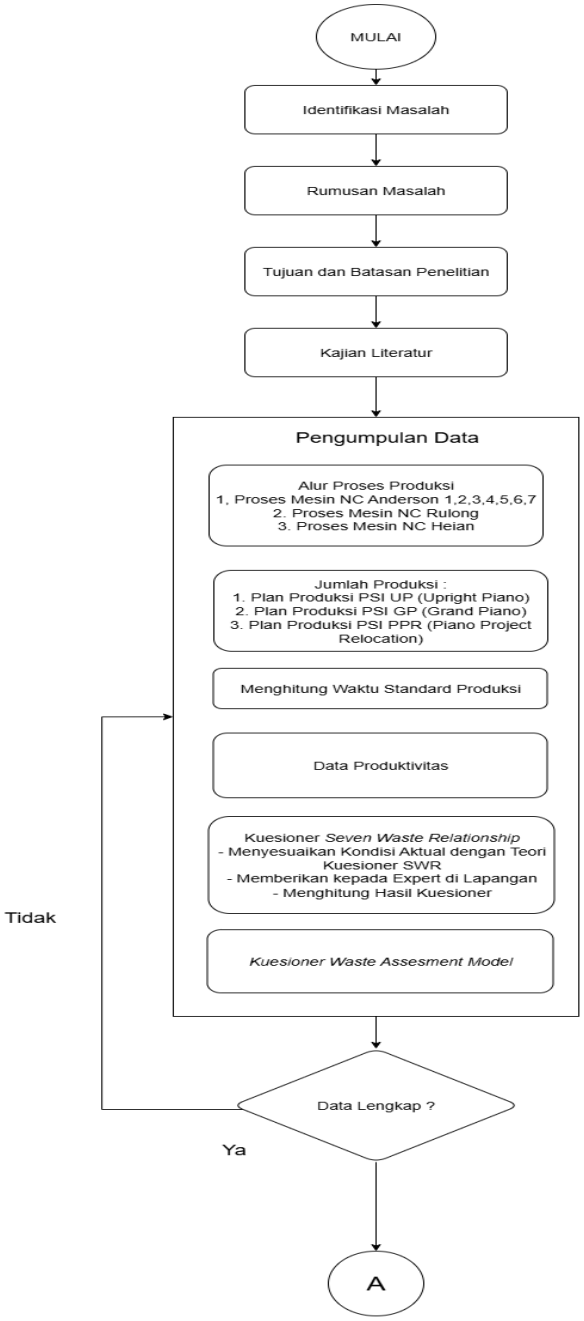
Kuesioner adalah metode pengumpulan data yang melibatkan pemberian serangkaian pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan kuesioner *Seven Waste Relationship* yang terdiri dari 31 hubungan, dan *Waste Assessment Questionnaire* yang terdiri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

3.4.4 Studi Literatur

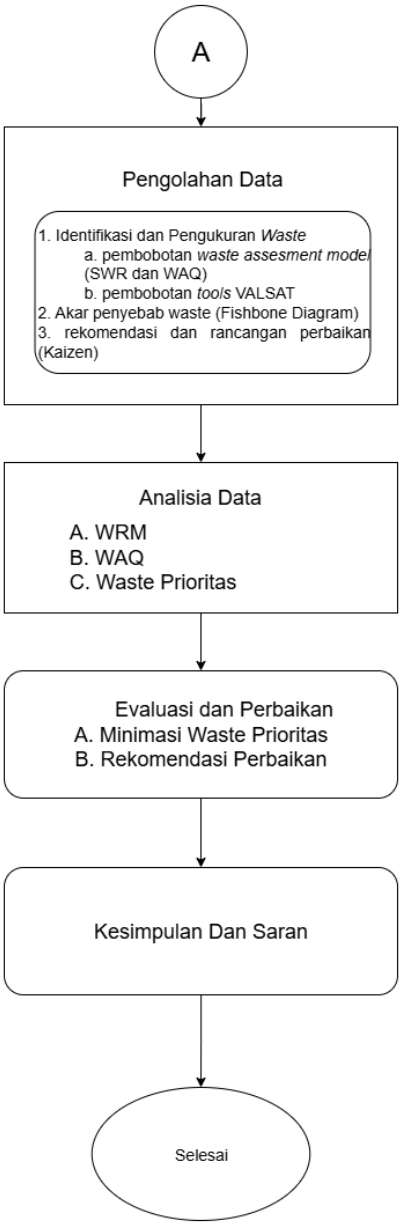
Peneliti melakukan studi literatur dengan mengacu pada makalah, jurnal, dan artikel tentang masalah penelitian. Tinjauan literatur ini juga mencakup referensi ke sumber ilmiah penting lainnya. Dalam tinjauan literatur ini, peneliti meninjau dan mengklasifikasikan berbagai temuan yang ada untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang topik yang sedang dipertimbangkan. Berbagai pendekatan teoritis dan metodologis yang digunakan dalam penelitian sebelumnya juga dikaji untuk menentukan potensi dan keterbatasannya dalam penelitian ini.

3.5 Alur Penelitian

Berikut merupakan tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yang ditunjukan dengan diagram alur penelitian (*flowchart*) pada Gambar 3.1 berikut :



Gambar 3. 1 Alur Penelitian Tahap 1



Gambar 3. 2 Alur Penelitian Tahap 2

Berikut merupakan penjelasan dari Gambar 3.1 dan gambar 3.2 Alur Penelitian yang dilakukan:

A. Tahap I Identifikasi & Perumusan Masalah

1. Mulai

   Peneliti memulai penelitian dengan melakukan observasi pada kelompok NC *Machining* dan *Top Board,* departemen *Wood working* PT. Yamaha Indonesia.

2. Identifikasi Masalah

   Tahap ini *mengidentifikasi* masalah yang akan diteliti di PT. Yamaha Indonesia. Pada bagian produksi identifikasi masalah akan dilakukan

3. Rumusan Masalah

Perumusan masalah berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan dan menetapkan tujan serta batasan penelitian agar memiliki kerangka penelitian yang terarah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeteksi pola atau masalah tentang pemborosan yang luput dari perhatian, serta memahami konteks yang lebih besar dari fenomena produktivitas yang diamati. Dengan demikian, tujuan penelitian dapat didefinisikan dengan lebih akurat, sehingga dapat memberikan kontribusi dalam kelompok NC *Machining* dan *Top Board*. Rumusan masalah yang terstruktur dan penetapan tujuan dan batasan yang jelas diperlukan untuk memastikan bahwa penelitian dilakukan secara efisien. Hal ini memudahkan untuk menetapkan teknik yang sesuai dan melakukan analisis data.

4. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh pemahaman teoritis yang relevan dengan topik *Waste*. Hal ini memudahkan dalam proses penyelesaian masalah dalam penelitian.

B. Tahap II Pengumpulan & Pengolahan Data

5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan di PT. Yamaha Indonesia dengan melibatkan operator di bagian produksi khususnya kelompok NC *Machining* dan *Top Board*. Data yang dibutuhkan dalam penelitian yaitu seperti data alur proses produksi yang ada sekarang, data jumlah produksi, perhitungan data waktu standar, data produktivitas, data jumlah keseluruhan tenaga kerja, data *inventory* dalam periode aktif tahun 2024-2025, kemudian mengambil juga data dari kuesioner *Seven Waste Relationship* dan *Waste Assessment Questionnaire* yang diisi oleh *expert.*

C. Tahap III Analisa dan Pembahasan

6. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk mengevaluasi kondisi produksi sebelum dan sesudah implementasi perbaikan. Pada kondisi *before* (sebelum perbaikan), pengolahan data dimulai dengan pengumpulan data melalui observasi langsung untuk mengidentifikasi waktu kerja utama dan waktu kelonggaran. Selanjutnya, dilakukan pengukuran pemborosan dengan membuat kuesioner *Waste Relationship Matrix* dan melakukan perhitungan *Waste Assessment Model* (WAM) untuk mengidentifikasi jenis-jenis pemborosan yang dominan. Pemilihan *Tools* yang tepat dilakukan menggunakan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) untuk menentukan prioritas perbaikan berdasarkan

dampak masing-masing pemborosan terhadap produktivitas, serta evaluasi produktivitas dan efisiensi operasional secara keseluruhan. Analisis akar masalah dilakukan dengan *Fishbone* Diagram untuk mengidentifikasi penyebab utama pemborosan.

Pada kondisi *after* (setelah perbaikan), pengolahan data dilakukan dengan menerapkan metodologi *kaizen* sebagai pendekatan perbaikan berkelanjutan. Dimulai dari analisa hasil kuesioner WRM dan WAQ untuk menilai hasil pemborosan terbesar berdasarkan kuesioner dengan dibimbing *expert*, dan menemukan *waste* prioritas. Hasil pengolahan menunjukkan terdapat 2 tingkat *waste* terbesar yaitu *waste motion* dan *waste defect*. Observasi ini guna mencapai target perusahaan peningkatan produktivitas dan efisiensi operasional secara signifikan. Rekomendasi perbaikan yang diberikan berdasarkan *waste* dominan dan implementasi *kaizen* berhasil mengoptimalkan proses produksi dan mengurangi pemborosan secara efektif. Dan juga melakukan evaluasi dan perbaikan secara berkala.

7. Kesimpulan dan Saran

   Peneliti menjelaskan secara singkat terkait jawaban dari rumusan masalah. Selain itu, pada tahap ini akan dilihat keterkaitan antar *Waste* yang ada terhadap kenaikan efisiensi pada kelompok NC *Machining* dan *Top Board.*

8. Selesai

BAB IV
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Profil Perusahaan

4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan

Sejarah perjalanan PT. Yamaha Indonesia dimulai dari didirikannya pada tahun 1974 oleh Mr. Genichi Kawakami, seorang eksekutif Yamaha, yang pada tahun 1972 terinspirasi untuk mendirikan industri alat musik di Indonesia. Pada bulan Juni 1974, Mr. Hashimoto menjabat sebagai Presiden Direktur pertama, diikuti oleh Mr. Sadao Terui pada tahun 1980. Tahun yang sama, Indonesia mengalami krisis ekonomi yang menyebabkan pembangunan *Factory* 2. Mr. Shigeru Sugiyama menjadi presiden direktur keempat menggantikan Mr. Sawamoto pada tahun 1993, dan pada tahun 1995, Mr. Minoru Nagano menjabat sebagai presiden direktur kelima. PT. Yamaha Indonesia meraih sertifikat ISO 9002 pada Februari 1998, dan pada April 1998, Yamaha Corporation Jepang memberikan penghargaan sebagai salah satu *The Best Management Performance Company.* Berikut kondisi geografis PT. Yamaha Indonesia (YI) dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Kondisi Geografis PT. Yamaha Indonesia

	Rawagelam Main Fact.	**PGR Sub Fact.**	**Rental Fact**	**Total**
Luas Tanah m2	17,304	2,338	3,921	23,563
Luas Bangunan m2	26,616	2,140	2,304	31,060

PT Yamaha Indonesia, pada awalnya memproduksi berbagai jenis alat musik seperti piano, *electone*, dan pianica. Namun, sejak Oktober 1998, perusahaan ini memutuskan untuk fokus secara eksklusif pada produksi piano. Berbasis di kawasan Industri Pulogadung, Jakarta Timur, dengan luas area mencapai 17.305 m², PT Yamaha Indonesia telah membangun reputasi yang kuat dalam industri alat musik. Komitmen perusahaan terhadap kualitas dan keberlanjutan lingkungan tercermin dari perolehan sertifikasi ISO 9001 dan ISO 14001 pada era terbaru, yang mengakui sistem produksi mereka yang tidak hanya berkualitas tinggi tetapi juga ramah lingkungan. Proses produksi di pabrik ini meliputi berbagai tahap, mulai dari pengolahan kayu, pengecatan, perakitan, penyinaran, penyelarasan suara dan nada, hingga pengendalian kualitas yang ketat, memastikan setiap produk yang dihasilkan memenuhi standar tertinggi. Dengan keyakinan penuh pada keberhasilan usaha mereka, PT Yamaha Indonesia memiliki 3 pilar bisnis utama: teknologi, produksi, dan penjualan. Ketiga pilar ini mencerminkan pendekatan

holistik mereka dalam menghasilkan produk berkualitas dan memenuhi kebutuhan pasar. Logo perusahaan berbentuk garputala tidak hanya melambangkan kekuatan energi suara dan musik di dunia, tetapi juga merepresentasikan tiga elemen penting dalam musik: melodi, harmoni, dan irama. Keberhasilan perusahaan ini tidak hanya terletak pada pencapaian teknis dan produksi, tetapi juga pada kemampuan mereka untuk tetap relevan dan adaptif terhadap dinamika pasar global. Dengan terus berinovasi dalam teknologi dan proses produksi, serta mempertahankan kualitas produk yang tinggi, PT Yamaha Indonesia berkomitmen untuk memberikan pengalaman musik terbaik kepada konsumen di seluruh dunia.

Dalam konteks *lean manufacturing*, PT Yamaha Indonesia telah mengadopsi prinsip-prinsip efisiensi dan pengurangan pemborosan (*waste*) untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas produksi. Pendekatan ini sejalan dengan filosofi *kaizen*, yang menekankan perbaikan berkelanjutan melalui langkah-langkah kecil namun konsisten. Dengan memadukan teknologi canggih, proses produksi yang terintegrasi, dan komitmen terhadap keberlanjutan, PT Yamaha Indonesia tidak hanya menjadi pemain utama dalam industri alat musik, tetapi juga menjadi contoh bagaimana perusahaan dapat mencapai keunggulan operasional sambil menjaga tanggung jawab lingkungan.

4.1.2 Filosofi PT. Yamaha Indonesia

Yamaha Indonesia berusaha untuk menjadi penyedia alat musik berkualitas yang memberikan pengalaman, nilai terbaik, dan unik bagi para pengguna dan mitra pecinta music piano. Tim Yamaha Indonesia adalah tim yang memiliki *passion*, komitmen pada *service excellence*, dan fokus pada *customer* sesuai dengan nilai "5 WAY" yang disebut sebagai filosofi dari PT. Yamaha Indonesia.

Nilai – nilai "5 WAY" yang ada akan dijelaskan sebagai berikut:

1. *Kokorozashi* (志) - Semangat dan Dedikasi untuk Kepuasan Pelanggan

Yamaha memiliki semangat yang kuat untuk memberikan produk yang tidak hanya memenuhi kebutuhan tetapi juga meningkatkan kepuasan pelanggan secara menyeluruh. Dengan kokorozashi ini, PT.Yamaha Indonesia juga berupaya memberikan kontribusi positif bagi masyarakat dan budaya, memastikan setiap produk menjadi bagian dari pengalaman yang bernilai bagi penggunanya.

2. *Seijitsu* (*誠実*) - Tindakan dengan Ketulusan

Dalam setiap langkah produksinya, Yamaha menekankan pentingnya integritas dan rasa bangga. Sikap ini tercermin dalam komitmen perusahaan untuk memberikan produk dan

layanan dengan kualitas terbaik. Yamaha berorientasi pada kepastian dan transparansi, memastikan bahwa setiap tindakan dan keputusan dilandasi oleh ketulusan.

3. *Jihatsu* (*自発*) - Inisiatif dalam Tindakan

Yamaha mendorong karyawan untuk proaktif, tidak hanya bekerja dalam batasan yang ada, tetapi secara inisiatif mengunjungi lapangan, mengamati langsung, berpikir kritis, berdiskusi, dan bertindak dengan segera. Nilai ini menunjukkan pentingnya pengambilan inisiatif dan keberanian untuk melakukan evaluasi serta perbaikan terus-menerus.

4. *Chousen* (挑戦) - Melampaui Batasan dan Mengambil Tantangan Baru

Yamaha tidak membatasi diri pada batasan-batasan yang ada. Dengan keberanian, mereka terus-menerus mengambil tantangan baru, baik dalam inovasi produk maupun proses kerja. Hal ini memungkinkan PT.Yamaha Indonesia untuk tetap berada di garis depan dalam industri, memastikan mereka tidak hanya mengikuti perubahan tetapi juga menciptakannya.

5. *Shuchaku* (執着) - Komitmen pada Penyelesaian Tuntas

Yamaha memiliki komitmen yang mendalam untuk mencapai setiap target yang telah ditetapkan. Dengan semangat pantang menyerah, setiap pekerjaan dan tantangan diselesaikan dengan tuntas dan penuh kreativitas, memperlihatkan dedikasi untuk hasil terbaik dalam setiap aspek produksi.

4.1.3 Logo Perusahaan PT. Yamaha Indonesia

4.1.3.1 Pengertian

Logo merupakan simbol penting bagi perusahaan karena berfungsi sebagai elemen pengenal yang kuat dan mudah diingat. Identitas perusahaan, yang mencakup seluruh media visual dan fisik, menjadi representasi dari nilai-nilai serta karakter organisasi yang ingin disampaikan kepada publik. Identitas ini terlihat secara kasat mata, sementara logo menyimpan makna yang lebih dalam, berakar dari filosofi dan sejarah perusahaan itu sendiri.

Bagi PT Yamaha Indonesia, logo berfungsi sebagai simbol perusahaan dan alat komunikasi yang membantu anggota staff memahami dan menjunjung tinggi prinsip-prinsip perusahaan, sekaligus memperkenalkan visi perusahaan kepada masyarakat luas. Simbol garputala yang terkenal dan tulisan “YAMAHA” membentuk logo Yamaha, yang mencerminkan prinsip-prinsip dasar perusahaan yaitu kualitas, inovasi, dan dedikasi terhadap kepuasan pelanggan. Sesuai dengan konsep *lean manufacturing* dan konsep *seiri, seiton, seiso, seiketsu,* dan *shitsuke* (5S), dan *kaizen* yang digunakan dalam sistem produksi Yamaha, garputala pada logo tersebut melambangkan harmoni, keseimbangan, dan kolaborasi. Selain

berfungsi sebagai identitas visual, logo ini juga menggambarkan sejarah panjang perusahaan dalam memproduksi barang-barang yang indah dan berkualitas tinggi. Oleh karena itu, logo yamaha memiliki peran mendalam sebagai simbol yang memperkuat persepsi publik terhadap dedikasi yamaha dalam menciptakan produk yang unggul dan berkontribusi pada industri serta budaya, sesuai dengan prinsip-prinsip produktivitas dan perbaikan berkelanjutan.

4.1.3.2 Arti dan Makna Logo

Logo PT. Yamaha Indonesia, yang terdiri dari garputala dan teks YAMAHA, melambangkan alat penyelaras nada dengan nama perusahaan yang diambil dari nama pendirinya. Berikut adalah logo organisasi PT. Yamaha Indonesia yang disajikan pada Gambar 4.1:



Gambar 4. 1 Logo PT. Yamaha Indonesia

Pada gambar 2.4, yaitu logo PT. Yamaha Indonesia memiliki makna yang mendalam dan mencerminkan identitas serta filosofi perusahaan. Simbol garputala (*tuning fork*) yang digunakan dalam logo melambangkan harmoni, presisi, dan kualitas, mencerminkan warisan Yamaha sebagai produsen alat musik berkualitas tinggi. Garputala juga menggambarkan keselarasan dalam setiap aspek bisnis, termasuk produk, kebutuhan pelanggan, dan kualitas global yang selalu dijaga. Nama yamaha dalam logo diambil dari pendiri perusahaan, Torakusu Yamaha, yang mencerminkan tradisi panjang serta komitmen perusahaan terhadap inovasi dan dedikasi pada kualitas. Lebih dari sekadar simbol, logo ini juga berperan penting dalam menyatukan persepsi dan semangat karyawan dengan visi perusahaan, sehingga menciptakan rasa bangga dan loyalitas yang mendalam terhadap perusahaan.

4.1.4 Lokasi Perusahaan

Lokasi perusahaan merupakan salah satu faktor strategis yang memengaruhi operasional dan efisiensi suatu bisnis, termasuk distribusi produk dan aksesibilitas bagi karyawan serta mitra bisnis. PT. Yamaha Indonesia, yang berfokus pada produksi piano, terletak di kawasan industri Pulogadung, Jakarta Timur. Kawasan ini dikenal sebagai salah satu pusat kegiatan industri di

jakarta yang menawarkan infrastruktur yang mendukung, akses transportasi yang baik, serta kedekatan dengan berbagai fasilitas pendukung bisnis lainnya. Alamat lengkap perusahaan adalah Wisma Dian Graha, Jl. Rawagelam I No.5, RT.5/RW.9, Jatinegara, Cakung, Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13930. Gambar 2.4 menyajikan visualisasi lokasi PT. Yamaha Indonesia yang diperoleh menggunakan *Google Maps*.

Alamat : Jl. Rawagelam I No.5, RT.5/RW.9, Jatinegara, Cakung, Kota Jakarta Timur, DKI Jakarta 13930 Telepon : (021) 1234 9999

Email : contact@yamaha.co.id

Website : https://id.yamaha.com/index.html



Gambar 4. 2 Kantor PT. Yamaha Indonesia



Gambar 4. 3 Peta Lokasi PT. Yamaha Indonesia

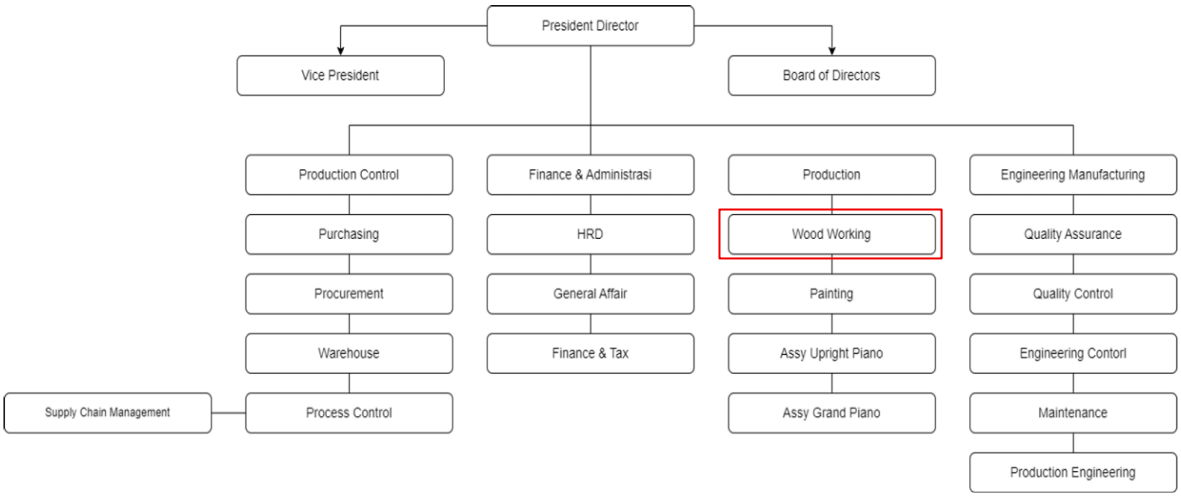
Pada gambar 4.2 dan gambar 4.3 merupakan letak gerbang depan PT. Yamaha Indonesia Pulogadung, Jakarta Timur. Alamat lengkapnya adalah Wisma Dian Graha, Jl. Rawagelam I No.5, RT.5/RW.9, Jatinegara, Cakung, Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13930.

Gambar 4.3 merupakan visualisasi dari lokasi PT Yamaha Indonesia yang diperoleh dengan bantuan *Google Maps*.

4.1.5 Struktur Organisasi Perusahaan

Berikut merupakan struktur organisasi pada PT Yamaha Indonesia:

Struktur organisasi perusahaan berfungsi sebagai kerangka hierarki yang menetapkan posisi, tanggung jawab, serta hubungan antarindividu. Struktur ini memainkan peran penting dalam mengatur dan mengkoordinasikan aktivitas serta sumber daya perusahaan, sehingga tujuan organisasi dapat tercapai secara efektif dan efisien. Berikut adalah struktur organisasi PT. Yamaha Indonesia yang ditampilkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Struktur Organisasi PT. Yamaha Indonesia

Gambar 4.4 di atas menunjukkan struktur organisasi di PT Yamaha Indonesia. Dari struktur ini, kita bisa melihat letak dari NC *Machining* dan *Top Board* berada pada departemen wood working. Dalam kelompok ini memiliki peran yang bertugas memproses komponen kayu kabinet piano dengan melibatkan berbagai operasi proses produksi, seperti pengeboran (*boring*), pemotongan pola (*routing*), pencoakan (*grooving*), pengeleman, pengepresan, dan pengamplasan untuk kabinet piano model UP dan GP. Sistem produksi kelompok ini berbasis *job order*, yang sangat bergantung pada koordinasi pasokan material dari kelompok sebelumnya seperti kelompok *Wood Process, Veneer Setting, dan Bridge Machine,* UP Kabinet *Side, Top Board* GP, dan UP Kabinet *Machine* yang mengirim kabinet menuju kelompok NC *Machining* dan *Top Board.* Pada kelompok kerja ini memproduksi berbagai macam kabinet/*part* (meliputi *bench bottom, fall back, fall board, key bed, leg block, music desk, music rack, pedal block, pedal top board* dan *top frame*) untuk berbagai jenis *Upright* piano dan *Grand* piano. Lokasi produksi terletak di *Factory* 4 lantai 1 dengan melibatkan 6 operator dalam kelompok NC

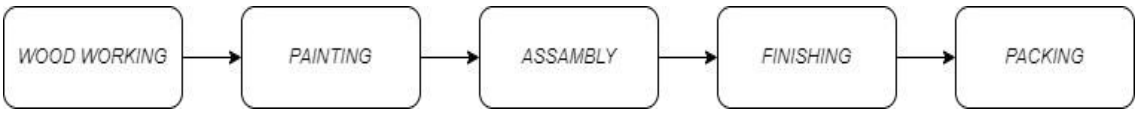
Machining dan *Top Board*. Berikut merupakan gaambaran umum tentang NC *Machining* dan *Top Board* :

4.1.5.1 Deskripsi dan Aktivitas Perusahaan

a. Divisi *Production Engineering* dan *Maintenance* bertanggung jawab atas perbaikan berkelanjutan (*Kaizen*) dan pemeliharaan. Divisi ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu *Maintenance*, STEP (*Supporting Team for Engineering Project*), dan *Production Engineering*. Ketika ada permintaan dari operator atau pengguna untuk melakukan peningkatan mesin, permintaan tersebut diajukan kepada divisi ini. Divisi akan mengkaji kemungkinan tindakan *Kaizen*, baik dengan melibatkan vendor eksternal dalam pembuatan mesin, atau memproduksi sendiri jika sumber daya memadai.
b. Divisi *Produksi* terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu *woodworking* (pengolahan kayu), *painting* (pewarnaan), perakitan *upright* piano (UP), dan perakitan *Grand* piano (GP). Divisi ini mengelola seluruh proses produksi, mulai dari pengolahan bahan mentah (pengolahan kayu), pewarnaan, hingga perakitan dan penyelesaian akhir. Semua tahapan tersebut berada di bawah kendali penuh Divisi Produksi.
c. Divisi *Purchasing* menangani semua aspek terkait pemesanan barang, mulai dari penentuan harga, pemilihan vendor, hingga pengelolaan laporan pembelian dan pengeluaran barang (seperti *inventory*, material, dan lain-lain). Divisi ini bekerja sama erat dengan departemen lain untuk *memastikan* kelancaran operasional serta ketersediaan material. Terdapat tiga bagian utama dalam divisi ini, yaitu *Supply Chain Management* (SCM), *Purchasing*, dan *Warehouse*
d. Divisi *Engineering* membawahi beberapa sub-divisi penting, antara lain *Quality Control* (QC), *Quality* Assurance (QA), dan *Design*. Sub-divisi tersebut memiliki tanggung jawab yang berbeda, seperti QC yang memastikan kualitas akhir produk, dan QA yang bertanggung jawab atas pengelolaan standar kualitas produk, serta sub-divisi Desain yang fokus pada aspek perancangan produk.
e. Divisi *Finance* dan *Administration* mengelola seluruh aspek keuangan dan administrasi perusahaan. Di dalamnya, terdapat sub-divisi *Finance & Accounting*, *Human Resource Development* (HRD), serta *General Affair*. Bagian Keuangan bertanggung jawab atas pengelolaan arus kas serta transaksi keuangan, sementara Akuntansi berperan dalam pencatatan dan pelaporan keuangan perusahaan.Seluruh divisi di PT Yamaha Indonesia bekerja sama untuk memastikan operasi perusahaan berjalan dengan baik dan efektif.

4.1.6 Proses Produksi

Proses produksi pembuatan piano di PT. Yamaha Indonesia melibatkan penggunaan berbagai jenis mesin yang disesuaikan pada setiap tahapan. Setiap proses didesain untuk memastikan kualitas dan efisiensi dalam pembuatan produk. Berikut adalah proses produksi yang ada di dalam PT. Yamaha Indonesia yang disajikan pada Gambar 4.5:



Gambar 4. 5 Proses Produksi

Sumber: Data Umum Perusahaan

Berikut adalah penjelasan mengenai tahapan proses produksi yang ditunjukkan pada Gambar 4.5:

1. *Wood Working* (Pengolahan Kayu):

Tahap awal produksi melibatkan pengolahan bahan baku kayu menjadi berbagai komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan piano. Setiap bagian kayu diproses dengan teliti agar sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan.

2. *Painting* (*Pengecatan*):

Setelah komponen kayu selesai diproses, tahap selanjutnya adalah pengecatan. Pada tahap ini, komponen-komponen menjalani proses *sanding* dan *buffing* untuk menghasilkan permukaan akhir yang halus dan mengilap, memastikan estetika visual yang menarik pada piano.

3. *Assembly* (Pemasangan):

Proses perakitan merupakan tahap di mana semua komponen yang telah diproduksi digabungkan menjadi 1 unit piano. Setiap komponen dipasangkan dengan presisi untuk memastikan keselarasan fungsi dan struktur yang optimal.

4. *Finishing* (Penyelesaian):

Pada tahap *finishing*, piano diuji secara menyeluruh untuk memastikan kualitas suara sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Tahap ini mencakup pengujian akustik dan penyetelan suara, serta pemeriksaan menyeluruh terhadap setiap bagian piano agar tidak terdapat kecacatan.

5. *Packing* (Pengemasan):

Tahap terakhir sebelum pengiriman adalah pengemasan, di mana piano dibungkus dengan hati-hati dan diberi label yang mencantumkan jenis serta tujuan pengiriman. Hal ini dilakukan untuk menjaga keamanan piano selama proses distribusi.

4.1.7 Hasil Produksi

PT Yamaha Indonesia merupakan salah satu produsen alat musik terkemuka yang berfokus pada pembuatan piano berkualitas tinggi dengan komitmen terhadap inovasi dan kepuasan pelanggan. Keberhasilan ini dicapai melalui penerapan strategi produksi yang mengutamakan kustomisasi sesuai dengan preferensi pasar global. Produk utama yang dihasilkan terdiri dari dua jenis, yaitu *Grand* Piano dan *Upright* Piano, yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan berbagai segmen pengguna. Sebagian besar hasil produksi, sekitar 90%, diekspor ke berbagai negara di Eropa, Asia, Australia, dan Amerika, sementara 10% sisanya ditujukan untuk pasar domestik. Selain memproduksi piano, PT Yamaha Indonesia juga menghasilkan berbagai komponen kabinet piano yang diekspor untuk perakitan lebih lanjut di luar negeri. Dalam rangka memenuhi preferensi pasar yang beragam, Yamaha menawarkan berbagai pilihan warna piano, termasuk *Polished Ebony (PE*), *Polished Mahogany (*PM*), Polished Walnut* (PW), dan *Polished Whit*e (PWH). Keberagaman ini memberikan fleksibilitas bagi pelanggan untuk memilih piano sesuai dengan estetika dan kebutuhan masing-masing. Melalui kombinasi kualitas, inovasi, dan strategi ekspansi pasar yang efektif, PT Yamaha Indonesia terus mempertahankan posisinya sebagai pemimpin dalam industri alat musik global. Berikut ini adalah salah satu contoh model *Grand* piano (GP) yang disajikan pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 *Grand* piano

Sumber: https://id.yamaha.com

Pada gambar 4.6, PT. Yamaha Indonesia memproduksi beberapa model *Grand* piano (GP), termasuk model GB1, GN1, dan GN2 serta terdapat tipe piano DKV atau disklavier

(*electric*/*silent*). *Grand* piano (GP) adalah jenis piano dengan *string back* horizontal. Kemudian pada jenis *Upright* piano, terdapat beberapa model yang diproduksi dalam Perusahaan serta terdapat jenis piano *silent*. Berikut ini adalah salah satu contoh model *Upright* piano (UP) yang disajikan pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 *Upright* Piano

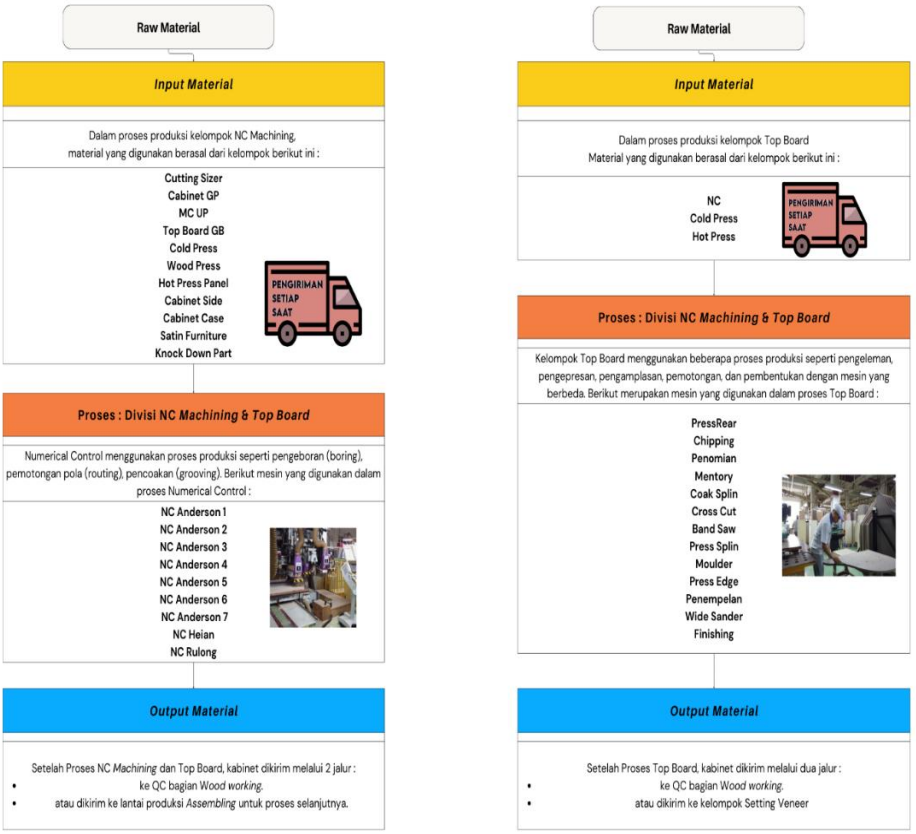
Sumber: https://id.yamaha.com

Pada gambar 4.7, model jenis *Upright* piano, terdapat beberapa model yang diproduksi, antara lain model B1, B2, B3, M2, M3, P22, U1J, P1118, P118 GC, P116 GC, dan P121 serta terdapat jenis piano *silent*. Piano *silent* adalah jenis piano yang dapat merekam ritme musik dan memainkannya kembali tanpa perlu sentuhan langsung dari pemainnya. Untuk mendengarkan suara piano jenis ini, perlu menggunakan *head phone*. Pada *Grand* piano, senar disusun secara horizontal, sedangkan pada *Upright* piano, senar disusun secara vertikal.

4.1.8 *NC Machining* dan *Top Board*

Dalam departemen *Wood working* terdapat kelompok yang menggabungkan 2 proses mesin yaitu mesin NC *Machining* dan mesin *Top Board*. 2 proses ini menjadi 1 kelompok agar proses produksi dalam departemen WW menjadi efisien. Kelompok ini berfokus 2 proses produksi yaitu NC *Machining* memiliki 8 mesin proses produksi seperti NC Rulong, NC Heian, NC Anderson 1, NC Anderson 2, NC Anderson 3, NC Anderson 4, dan NC Anderson 5 untuk pengeboran (*boring*), pemotongan pola (*routing*), pencoakan (*grooving*) yang masing-masing memiliki spesifikasi fungsi yang berbeda-beda dan kedua, proses mesin *Top Board* seperti *Press Rear*, *Chipping*, Penomian, Mentory, *Coak Splin*, *Cross* Cut, Band *Saw*, *Press Splin*, *Moulder*, *Press Edge*, Penempelan, *Wide Sander* untuk melakukan proses pengeleman, pengepresan, dan pengamplasan terhadap berbagai material yang masuk pada divisi/kelompok kerja ini. Kelompok ini memproduksi berbagai macam kabinet/*part* meliputi : *bench bottom,*

bottom board, bottom frame, fall back, fall board, key bed, key block, key slip, leg block, music desk, music rack, pedal block, pedal bottom, pedal box, pedal rail, side arm, side board, top board, top board rear, top board front, key bed dan *top frame* untuk berbagai jenis *Upright* piano dan *Grand* piano. Lokasi produksi terletak di *Factory* 4 lantai 1 dengan melibatkan 6 operator dalam kelompok NC *Machining* dan *Top Board*. Penulis mengacu pada tata letak yang telah disusun gambar 4.8. Pembagain jobdesk mesin di kelompok ini sudah diatur sesuai skill dengan spesifikasi mesin. Sebagai contoh untuk proses pengeboran kabinet *sidearm* dan *sideboard* berbagai model lebih banyak dilakukan pada mesin NC Rulong. sedangkan untuk proses coak & *router* berbagai model *keybed* banyak dikerjakan pada mesin NC Anderson 1. Berikut merupakan alur proses dari kelompok NC *Machining* dan *Top Board* :

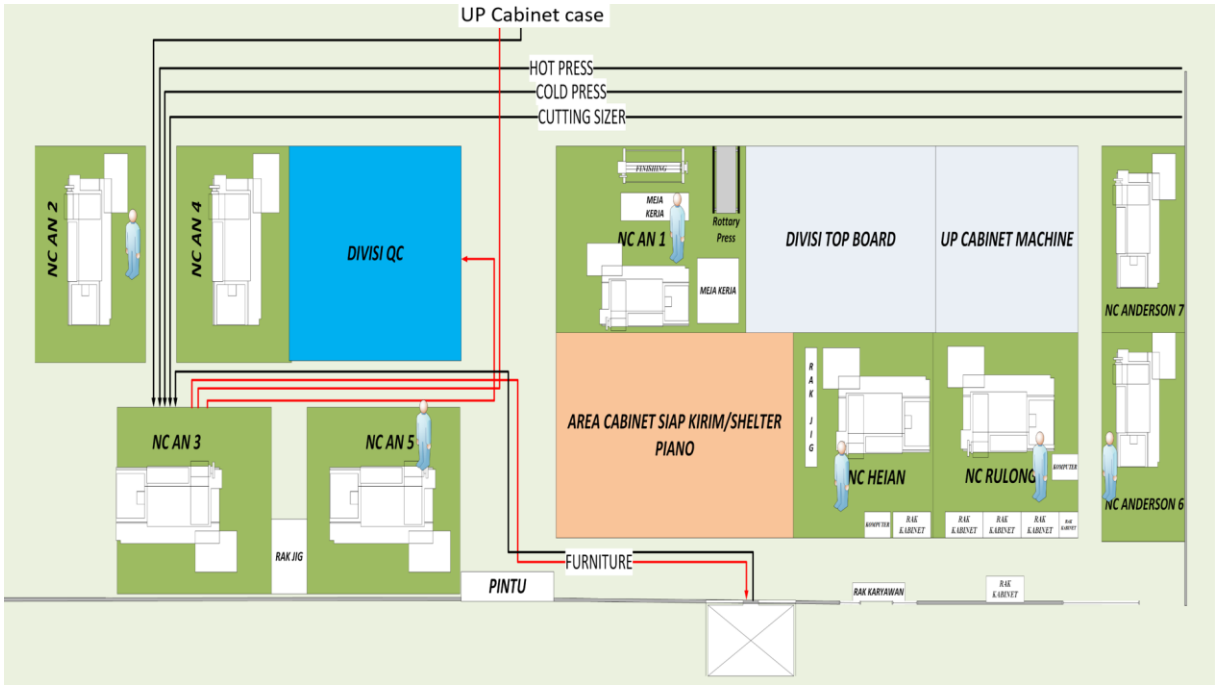


Gambar 4. 8 Proses Produksi kelompok NC *Machining* dan *Top Board*

Pada gambar 4.8 proses produksi pada kelompok NC *Machining* dan *Top Board* ini bukanlah sebuah proses produksi yang mengalir (*flow shop*), material yang masuk dan diproses pada divisi ini berdasarkan material apa yang dikirimkan oleh divisi lain (pemasok) kemudian diproses oleh mesin dan hasil pemrosesan tersebut merupakan produk yang siap dikirimkan ke divisi selanjutnya.

4.1.9 Tata Letak Produksi NC *Machining* dan *Top Board*

Berikut ini adalah tata letak lantai produksi atau *layout* kelompok NC *Machining* dan *Top Board* Departemen *Wood working*:



Gambar 4. 9 *Layout* kelompok NC *Machining* dan *Top Board*

Pada Gambar 4.9 di atas menunjukkan tata letak lantai produksi kelompok NC *Machining* di Departemen *Wood working*. Penerapan *waste assesment* sangat relevan dalam tata letak ini karena tata letak yang efisien membantu mengurangi pemborosan, seperti waktu tunggu dan pergerakan material yang tidak perlu antar NC *Machining*, seperti NC Anderson, NC Heian, NC Rulong dan mesin *Top Board* untuk memastikan distribusi waktu kerja yang merata. Penempatan area QC yang strategis juga mempermudah proses inspeksi kualitas tanpa mengganggu alur produksi. Selain itu, tata letak yang terorganisir mendukung pergerakan material yang lebih lancar, mengurangi potensi kemacetan, dan meningkatkan produktivitas tenaga kerja.

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Data Pekerja

Berikut merupakan data pekerja pada kelompok NC *Machining* dan *Top Board* :

Tabel 4. 2 Data Pekerja kelompok NC *Machining* dan *Top Board*

Kategori	Jumlah Pekerja	Jumlah
Gender	Laki-laki	6

	Perempuan	0
Proses	NC Anderson 1	Operator 1
	NC Anderson 2	Operator 2
	NC Anderson 3	Operator 2
	NC Anderson 4	Operator 3
	NC Anderson 5	Operator 3
	NC Anderson 6	Operator 4
	NC Anderson 7	Operator 4
	NC *Rulong*	Operator 5
	NC *Heian*	Operator 6
	Top Board	Operator 2,3
Usia	18 – 30 Tahun	0
	31 – 40 Tahun	5
	40 – 50 Tahun	1
Lama Kerja	0 – 5 Tahun	2
	6 – 30 Tahun	4

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat disimpulkan bahwa kelompok kerja NC *Machining* di PT Yamaha Indonesia terdiri dari 5 pekerja laki-laki dengan rentang usia mayoritas antara 31 hingga 50 tahun. Setiap operator menangani 1 mesin NC secara individual, yang mencerminkan distribusi tenaga kerja yang tersebar di seluruh mesin, meskipun terdapat ketidakseimbangan antara jumlah pekerja dan jumlah mesin yang dioperasikan. Menurut Yasin & Priyono (2016) Usia produktif adalah periode ketika individu dapat berkontribusi secara efektif. Dalam sebuah industri, tenaga kerja biasanya berusia 20 hingga 40 tahun. Usia ini dianggap sangat produktif karena individu di bawah 20 tahun masih dalam proses pendidikan dan belum memiliki keterampilan yang cukup, sementara individu di atas 40 tahun sering mengalami penurunan kemampuan fisik. Oleh karena itu, usia 20 hingga 40 tahun dianggap sebagai puncak produktivitas karena mereka memiliki keterampilan yang cukup dan kekuatan fisik yang optimal.

4.2.2 Data Waktu Pekerja

PT. Yamaha Indonesia memiliki waktu kerja 40 jam dari hari senin sampai hari Jumat dengan jadwal kerja sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Data Waktu Pekerja

Hari	Jam	Keterangan
Senin - Kamis	07:00 – 09:20	Bekerja
	09:20 – 09:30	Istirahat Minum Teh
	09:30 – 12:00	Bekerja
	12:00 – 12:50	Istirahat
	12:50 – 16:00	Bekerja
Jumat	07:00 – 09:20	*Non Production Day*
	09:20 – 09:30	Istirahat Minum Teh
	09:30 – 11:30	*Non Production Day*
	11:30 – 12:50	Istirahat Makan Siang atau sholat Jumat (muslim)
	12:50 – 16:30	*Non Production Day*

Pada tabel 4.3., apabila pekerjaan melebihi batas waktu yang telah ditentukan, maka tidak akan dihitung sebagai lembur. Untuk itu, karyawan diwajibkan untuk segera menyelesaikan perkerjaan yang sudah ditetapkan pada waktu 480 menit atau sama dengan 8 jam tersebut.

4.2.3 Data Produksi

Data produksi kelompok *NC Machining* mencakup rencana produksi serta hasil produksi aktual setiap bulannya, yang diambil berdasarkan informasi dari data perusahaan. Berikut adalah Tabel 4.4 yang memuat rincian data produksi pada lini produksi tersebut:

Tabel 4. 4 Data Produksi (Unit)

No	Bulan	Jenis			Total
		UP	GP	PPR	
1	April’24	845	246	384	1475,2
2	Mei’24	924	310	321	1555
3	Juni’24	918	288	226	1432
4	Juli’24	1027	335	235	1597
5	Agustus/24	752	245	294	1291
6	September’24	690	225	265	1180
7	Oktober’24	845	275	214	1334

8	November'24	661	186	226	1073
9	Desember'24	736	208	162	1106
10	Januari'25	864	234	120	1218
11	Februari'25	864	234	168	1266
12	Maret'25	865	234	192	1291

Data produksi adalah durasi yang digunakan operator untuk memproduksi jumlah unit dalam jangka waktu tertentu yang telah ditetapkan oleh pihak *management* dengan mempertimbangkan faktor serta kelonggaran waktu untuk keperluan-keperluan lainnya (Meila Sari & Muchtar Darmawan, 2020).

4.2.4 Data Waktu Standar

Waktu standar adalah durasi yang digunakan operator untuk memproduksi 1 unit dari data jenis produksi dengan menggunakan metode kerja dan kecepatan normal dengan mempertimbangkan faktor serta kelonggaran waktu untuk keperluan-keperluan lainnya (Meila Sari & Muchtar Darmawan, 2020). Berikut merupakan waktu standar proses tiap kabinet per mesin yang telah ditetapkan:

Tabel 4. 5 Waktu Standar proses Mesin *Numerical Control*

Model	**Bor**	**Bor Samping**	**Coak**	**Router**	**Router + Bor**	**Router Bor**	**Router+ Bor**
B1	1,853	-	-	-	5,336	-	2,000
B113	1,289	-	-	-	-	-	4,189
B121	1,289	-	-	-	-	-	3,094
B2	1,289	-	-	-	6,039	-	2,000
B3	1,289	-	-	-	5,117	-	2,000
GB	2,573	-	-	4,728	10,973	-	18,233
GB	1,439	-	-	-	-	-	-
JU109	1,289	-	-	-	-	-	-
JX113	1,289	-	-	-	-	-	-
M2	1,289	-	-	-	-	-	-
M3	1,289	-	-	-	-	-	-
P116 GC	1,289	-	-	-	-	-	-

P118	-	-	-	-	-	-	5,700
P118 GC	1,289	-	-	-	-	-	4,189
P118GC	-	-	-	-	-	-	4,189
P121	1,289	-	-	-	3,439	-	-
P121GC	-	-	-	-	-	-	4,189
P22	1,289	-	-	-	9,300	-	7,800
PPR	-	-	-	-	-	-	1,044
U1	1,805	3,467	1,472	-	2,720	-	-
U1J	1,289	1,117	-	-	3,439	5,033	5,500
U3	-	3,467	-	-	-	-	-
YU11	-	4,000	-	-	-	-	-
YU33	-	4,000	-	-	-	-	-
YUS1	-	3,467	-	-	-	-	-
YUS5	-	3,467	-	-	-	-	4,189
Rata-rata	1,771	3,283	1,472	4,728	6,543	5,033	4,801

Pada tabel 4.5 setelah lengkap dibuat waktu standar per kabinet pada proses Mesin *Numerical Control,* Adapun data waktu standar untuk proses mesin *Top Board* sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Waktu Standar proses mesin *Top Board*

Model	***Band Shaw***	***Coak Spline***	***Cross Cut***	***Edge Former***	***Finishing***	***Hand Former***	***Mentory***
B1	-	-	-	0,371	1,577	-	-
B2	-	-	-	0,371	1,577	-	-
FP/G	-	1,928	-	-	-	-	-
GB PE/PWH	-	3,995	-	2,140	1,985	1,1558	1,431
GB PM/PAW	1,970	4,715	3,773	2,140	1,985	1,1558	1,431
GN	1,970	3,137	2,0024	2,672	1,985	1,1558	1,431
Rata rata	1,970	3,444	2,887	1,539	1,822	1,1558	1,431

Pada tabel 4.6 setelah lengkap dibuat waktu standar per kabinet pada proses Mesin *Top Board,* Masih ada proses lainnya yang belum disebutkan. Adapun data waktu standar untuk proses Mesin *Top Board* mesin proses lainnya sebagai berikut:

Tabel 4. 7 Waktu Standar proses mesin lainnya pada kelompok *Top Board*

Model	*Moulder*	*Penomian* 1	*Penomian* 2	*Press Pendek*	*Pres Panjang*	*Press Spline*	*Rotary Press*
B1	-			1,762	1,485		2,889
B2	-			1,762	1,485		2,889
FP/G	-					2,076	
GB PE/PWH	-	2,418	2,920	2,004	7,866	2,198	2,889
GB PM/PAW	3,681	2,418	2,920	2,004	7,866	2,076	2,889
GN	2,234	2,418	2,920	2,004	10,418	2,683	2,889
Rata rata	2,958	2,418	2,920	1,907	5,824	2,259	2,889

Berdasarkan Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 dan 4.7, Secara keseluruhan, bagian ini menyajikan waktu standar untuk komponen kabinet yang diproduksi menggunakan mesin NC Anderson 1-7, NC Heian, NC Rulong dan mesin *Top Board*. yang bervariasi secara signifikan, sesuai dengan hasil analisis. Variasi waktu ini memiliki dampak serius bagi PT. Yamaha dalam perencanaan produksi. Dengan memahami waktu standar ini, perusahaan dapat mengalokasikan mesin dan sumber daya dengan lebih efisien, mengidentifikasi pemborosan waktu untuk menekan *idle time*, dan mengevaluasi kapasitas produksi secara keseluruhan.

Optimalisasi perencanaan ini diharapkan mampu meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam proses manufaktur. Data waktu standar dapat digunakan sebagai acuan dalam merencanakan kapasitas produksi, mengidentifikasi peluang perbaikan proses, serta meningkatkan kinerja mesin dalam jangka panjang. Dengan langkah optimalisasi yang tepat, perusahaan dapat mengoptimalkan waktu produksi, memaksimalkan *output*, dan meningkatkan daya saing di pasar global.

4.2.5 Data *Inventory* (Persediaan)

Data rata-rata *inventory* diambil pada periode 202 dalam PT. Yamaha Indonesia untuk setiap tahapan proses produksi dalam kondisi operasional normal. Tabel 4.4 menyajikan kompilasi data *inventory* kelompok NC *Machining* dan *Top Board* yang mencerminkan tingkat persediaan aktual di setiap stasiun kerja selama periode pengamatan tersebut. Berikut tabel 4.7 berisi data *inventory* kelompok NC *Machining* dan *Top Board*:

Tabel 4. 8 Data *Inventory* Proses NC *Machining*

No	Proses	Rata-rata (Unit)
1	NC Anderson 1	31
2	NC Anderson 2	89
3	NC Anderson 3	71
4	NC Anderson 4	27
5	NC Anderson 5	137
6	NC Anderson 6	144
7	NC Anderson 7	70
8	NC Rulong	17
	Total	586

Selanjutnya, untuk proses produksi mesin *Top Board*, data *inventory* yang diperoleh dari pengamatan selama periode yang sama menunjukkan distribusi persediaan di berbagai stasiun kerja sebagaimana disajikan dalam Tabel 4.8 berikut ini:

Tabel 4. 9 Data *Inventory* Proses *Top Board*

No	Proses	Rata-rata (Unit)
1	*Coak Spline*	28
2	*Press Splin*	16
3	Proses Pengukuran Pemotongan *Part* (*Cross Cut*)	0
4	*Bandsaw*	6
5	*Moulder*	6
6	*Press* Panjang	8
7	*Press* Lurus	12
8	*Rotary Press*	10
9	*Edge Former*	20
10	*Nomi*	0
11	*Mentory*	0
12	*Finishing*	0
	Total	106

Berdasarkan tabel yang ada, dapat disimpulkan bahwa total *inventory* pada proses

produksi mesin *Top Board* mencapai 106 unit dengan fokus persediaan tertinggi terdapat pada proses *Coak Spline* (28 unit) dan *Edge Former* (20 unit), sementara beberapa proses seperti *Cross Cut, Nomi, Mentory*, dan *Finishing* menunjukkan tingkat *inventory* nol yang mengindikasikan aliran material yang lebih lancar pada tahapan tersebut.

4.2.6 Data Identifikasi *Waste*

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai identifikasi *waste* kritis dengan menggunakan metode *Waste Assessment Model* (WAM) yang timbul akibat *waste* pada kelompok NC *Machining* dan *Top Board*.

4.2.6.1. Identifikasi *Waste* di Perusahaan

Identifikasi *waste* dilakukan berdasarkan konsep 7 *waste* dari Toyota *Production System* melalui pendekatan metode wawancara dan brainstorming bersama expert perusahaan yang memiliki pemahaman mendalam terhadap operasional kelompok NC *Machining* dan *Top Board*. Kriteria penentuan *expert* tersebut ditetapkan berdasarkan parameter sebagai berikut:

a. Mempunyai pengalaman kerja dalam kelompok NC *Machining* dan *Top Board* minimal 5 tahun.
b. Durasi lama kerja minimal 10 tahun.
c. Mempunyai jabatan fungsional pada perusahaan.

Berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, terpilih yaitu *leader* kelompok NC *Machining* dan *Top Board* yang menjadi narasumber utama dalam diskusi mengenai *seven waste relationship* (SWR). Setelah penentuan *expert* berdasarkan kriteria tersebut, dilakukan sesi diskusi mendalam terkait *waste* dengan menggunakan kriteria pengelompokan *waste* yang tercantum pada lampiran B. Hasil dari proses wawancara dan *brainstorming* menunjukkan keberadaan 7 *waste* pada proses produksi dalam kelompok NC *Machining* dan *Top Board*. Klasifikasi jenis *waste* yang teridentifikasi pada proses produksi dalam kelompok tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Overproduction*

PT. Yamaha Indonesia menerapkan sistem produksi *make to order* dengan dasar peramalan permintaan pelanggan (*demand forecasting*) sebagai acuan penjadwalan produksi, namun potensi ketidaktepatan dalam peramalan menuntut perusahaan untuk menetapkan target produksi part piano dalam kelompok NC *Machining* dan *Top Board* sebesar 1.555 unit/bulan untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan dan produk *defect*. Kondisi ini diperkuat dengan kejadian stopline selama seminggu di bulan Oktober 2024 pada bagian *wood working* akibat

temuan kabinet NG karena cat blobor yang mengakibatkan perubahan target harian pada bulan November berikutnya. Meskipun terjadi kelebihan produksi, *overproduction* tidak menjadi permasalahan signifikan dalam proses produksi piano di PT. Yamaha Indonesia karena penetapan target produksi tersebut memiliki justifikasi yang rasional untuk menjaga kontinuitas produksi dan memenuhi permintaan pasar secara tepat waktu.

2. *Waiting*

PT. Yamaha Indonesia telah menerapkan sistem *preventive maintenance* pada setiap mesin produksi termasuk mesin NC dengan melakukan penggantian oli, mata bor, serta pembaruan program secara rutin setiap pergantian bulan sebagai upaya menjaga kinerja mesin tetap optimal. Selain itu, terdapat beberapa mesin yang mengalami *breakdown* pada saat proses produksi yang menyebabkan produktivitas menurun. Kondisi ini menyebabkan terjadinya waktu tunggu (*waiting time*) karena proses perbaikan komponen mesin harus diselesaikan terlebih dahulu, dan beban kerja sementara harus dialihkan ke mesin lain yang tersedia. Selain itu, keberadaan produk cacat atau yang memerlukan proses *repair* turut memicu peningkatan waktu tunggu karena harus menunggu proses tindak lanjut seperti *tisik* sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Situasi ini menekankan pentingnya pemantauan berkelanjutan dan evaluasi terhadap efektivitas *maintenance*, agar prinsip *lean manufacturing* dapat berjalan optimal dengan meminimalkan waktu menganggur dan menjaga kesinambungan alur produksi

3. *Transportation*

PT. Yamaha Indonesia memiliki struktur lantai produksi yang terdiri dari 4 *factory*, dimana setiap *factory* memiliki 4 lantai dengan pembagian divisi *woodworking, painting, assembly, finishing*, dan *packing* yang berbeda pada setiap lantai. Kelompok NC *Machining* dan To*p Board* berlokasi di *factory* 4 lantai 1 untuk proses produksi perkayuan (*woodworking*), lantai 2 untuk proses *assembling part* piano, lantai 3 untuk proses *packing* dan *finishing*, serta lantai 4 untuk departemen *painting* dan proses *packaging*. Kondisi *layout* produksi ini menimbulkan permasalahan transportation karena penerimaan material, gudang *raw* material, dan gudang *finished goods* tidak berada dalam 1 lantai yang sama dengan proses produksi piano, sehingga aliran proses produksi menjadi tidak searah dan mengharuskan pekerja melakukan perpindahan yang berlebihan. Meskipun PT. Yamaha Indonesia telah menyediakan fasilitas material handling berupa forklift dan alat pengangkut dengan kapasitas besar untuk pemindahan raw material ke lantai 2 dan 3, namun masih terdapat waktu menganggur yang signifikan akibat aktivitas *transportation* pekerja yang tidak efisien.

4. *Excess process*

Excess process merupakan *waste* yang dapat disebabkan oleh penggunaan alat atau mesin yang tidak tepat dalam proses produksi, ketidaksesuaian terhadap instruksi kerja, serta berbagai faktor lainnya. Pada proses produksi PT. Yamaha Indonesia, *Waste excess process* tidak teridentifikasi secara signifikan dan hanya ditemukan dalam bentuk kesalahan entry data yang disebabkan oleh *human error* dari operator.

5. *Inventory*

Inventory raw material di PT. Yamaha Indonesia dipesan berdasarkan forecast demand dengan tujuan menjaga *safety stock* dan mengantisipasi fluktuasi *lead time* dari bagian produksi sebelumnya, namun dalam implementasinya masih ditemukan kekurangan *inventory* terutama pada bagian *tengah* produksi piano yang kadang menimbulkan *waste inventory*. Adanya *inventory* tersebut digunakan untuk menjaga *safety stock* serta fluktuasi *lead time* dari bagian produksi sebelumnya, sehingga perusahaan kadang menganggap permasalahan terkait *waste inventory*. *Inventory* lain yang banyak ditemui adalah WIP yang diakibatkan proses produksi yang terhenti pada bagian sebelumnya yang kemudian akan menyebabkan WIP lain dibagian produksi selanjutnya.

6. *Motion*

Waste motion yang muncul pada PT. Yamaha Indonesia terkait dengan *Aisle* pada *layout* produksi piano PT. Yamaha Indonesia. *Aisle* yang sempit menyebabkan terhambatnya pergerakan dari operator. Selain itu, setiap operator memiliki kemampuan yang berbeda dalam melakukan pekerjaannya. Pada *proses* NC, operator bertugas menjalankan program NC, mengambil kabinet piano dan menaruh pada area NC untuk di proses coak dan bor lalu memindahkan kabinet hasil proses NC ke dalam rak untuk dikirim 80% hasil produksinya menuju QC lalu dikirim ke bagian sanding dasar, operator bekerja dengan bantuan mesin sehingga dibutuhkan skill dari operator agar produk yang dihasilkan presisi dengan standar kualitas yang ditentukan perusahaan. Pada proses mesin *Top Board*, operator bertanggungjawab untuk melakukan pekerjaan dengan hubungan bergaris besar untuk pemotongan perkayuan kabinet pada tahap awal dengan proses coakan *Spline*, *Press Splin*, Proses Pengukuran Pemootongan *Part* (*Cross Cut*), *Bandsaw*, *Moulder*, *Press* Panjang, *Press* Lurus, *Rotary Press, Edge Former*, *Nomi*, *Mentory* dan *finishing* pada kabinet. Dengan jadwal yang sudah dijadwalkan dengan bantuan mesin. Kemampuan tiap operator berdampak pada efisiensi waktu pada proses tersebut. *Waste motion* pada PT. Yamaha Indonesia teridentifikasi

terutama pada aspek layout produksi, khususnya pada jalur (*aisle*) yang sempit, sehingga membatasi ruang gerak operator dan memperlambat alur kerja. ditambah dengan perbedaan kemampuan individual setiap operator dalam melaksanakan pekerjaannya. Dalam proses kerja pada mesin NC, operator tidak hanya menjalankan program tetapi juga bertanggung jawab atas pengambilan, pemrosesan (coak dan bor), serta pemindahan kabinet ke rak untuk selanjutnya dikirim ke QC dan bagian sanding dasar. Proses ini memerlukan ketelitian dan keterampilan tinggi agar hasil produksi memenuhi standar presisi perusahaan. Sementara itu, pada area mesin *top board*, pekerjaan mencakup tahapan kompleks mulai dari coak *spline* hingga proses *finishing* seperti *rotary press* dan *mentory*. Setiap tahapan yang dibantu mesin tetap membutuhkan peran aktif dan terampil dari operator, di mana perbedaan skill antar individu memengaruhi efisiensi proses secara keseluruhan. Oleh karena itu, dalam konteks *lean manufacturing*, optimalisasi *layout* dan peningkatan keterampilan operator menjadi krusial untuk meminimalkan *waste motion* dan meningkatkan produktivitas lini produksi secara berkelanjutan.

7. *Defect*

Defect merupakan permasalahan yang paling besar pada proses produksi sarung tangan di PT. Yamaha Indonesia. *Defect* terbagi ke dalam dua kategori, yaitu *defect rework* dan *defect* NG. *Defect rework* merupakan kerusakan berupa kesalahan atau ketidaksesuaian pada material yang tidak sempurna dari mesin, dan masih dapat diperbaiki. *Defect* ini salah satu contohnya disebabkan kesalahan coak dan bor rata-rata berupa tidak berfungsinya salah satu mata bor atau melesetnya peletakan kabinet dalam mesin NC.

4.2.6.2 Identifikasi *Waste* Kritis

Identifikasi *waste* kritis dilakukan dengan menggunakan metode *Waste Assessment Model* (WAM). Metode ini digunakan karena memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan metode lainnya. Berikut merupakan tabel yang menunjukkan perbandingan penentuan *waste* kritis dengan *Waste Assessment Model* dengan beberapa metode lain yang biasa digunakan:

Tabel 4. 10 Perbandingan Metode *Waste Assessment* Model dan Metode Lain

Metode Identifikasi	**Keterangan**

Klasifikasi Aktivitas	Hanya mengelompokkan aktivitas berdasarkan nilai aktivitas. Tidak mampu menunjukkan peringkat kritis setiap *waste.*
Borda	Mampu menunjukkan peringkat setiap *waste.* Masih menggunakan persepsi subjektivitas peringkat berdasarkan responden. Tidak mampu menunjukkan keterkaitan antar *waste*.
Waste Assessment Model	Metode yang sederhana untuk diimplementasikan. Mampu menunjukkan peringkat kritis tiap *waste.* Mampu menunjukkan keterkaitan antar *waste* pada lantai produksi. Kuesioner yang mencakup beragam hal sehingga mampu mencapai hasil yang akurat dalam identifikasi akar penyebab *waste.*

Berdasarkan tabel 4.8. Proses pengumpulan data dilaksanakan melalui metode wawancara dan pengisian kuesioner yang telah dikembangkan oleh Rawabdeh (2005), dimana diskusi dilakukan untuk menyamakan persepsi serta memahami dampak keterkaitan antar *waste*, sementara penyebaran kuesioner bertujuan untuk memperoleh bobot pada setiap kriteria *waste*. Adapun langkah-langkah yang diterapkan dalam implementasi metode *Waste Assessment Model* adalah sebagai berikut:

4.2.7 Data Kuesioner *Waste Assessment Model* (WAM)

WAM adalah metodologi komprehensif untuk menganalisis pemborosan dalam *lean manufacturing*, khususnya pada operasional mesin *Numerical Control* dan mesin *Top Board*. Model ini mengintegrasikan *Seven Waste Relationship* (SWR) untuk memvisualisasikan keterkaitan antarjenis pemborosan, dan *Waste Relationship Matrix* (WRM) untuk menganalisis tingkat hubungan serta pengaruh timbal balik antar *waste* secara kuantitatif. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi pemborosan dominan dan pemahaman mendalam mengenai pola keterkaitan pemborosan, sehingga memungkinkan pengembangan strategi perbaikan yang lebih efektif dalam implementasi *lean manufacturing* pada lini produksi kelompok kerja NC *Machining* dan *Top Board*. Berikut merupakan rincian langkah pembobotan metode WAM :

4.2.7.1. Data Kuesioner *Seven Waste Relationship* (SWR)

Kuesioner SWR digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antar *waste* yang diisi oleh *expert* yaitu ketua kelompok NC *Machining* dan *Top Board* guna menggambarkan kondisi aktual di lapangan. Terdapat total 31 hubungan antar *waste* yang dianalisis, di mana masing-masing hubungan terdiri dari 6 pertanyaan pada setiap hubungan dengan total 31 hubungan sesuai kondisi aktual proses produksi. Tahapan ini bertujuan mengetahui keterkaitan antar *waste* melalui diskusi dengan *expert* perusahaan menggunakan pembobotan berdasarkan penilaian diberikan dengan menggunakan bobot berdasarkan kriteria yang telah dikembangkan oleh Rawabdeh (2005), dan setiap jawaban diberi skor tertentu yang kemudian dijumlahkan untuk menentukan kekuatan keterkaitan antar *waste*. Tahapan ini merupakan bagian penting dalam pendekatan *lean manufacturing*, karena membantu untuk pemetaan prioritas perbaikan dan identifikasi akar penyebab pemborosan yang paling berpengaruh terhadap performa sistem produksi. (Lampiran kuesioner dapat ditemukan pada bagian lampiran 1 dari penelitian ini). Aspek pertanyaan dan bobot untuk setiap pertanyaan dalam metode Rawabdeh (2005) adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 11 Data Kuesioner Seven *Waste* Relationship

No	Jenis Hubungan	Ask 1	Ask 2	Ask 3	Ask 4	Ask 5	Ask 6	Total
1	D_I	4	2	4	1	2	1	14
2	D_M	4	2	4	2	2	0	14
3	D_O	4	2	2	2	4	2	16
4	D_T	0	1	0	2	2	0	5
5	D_W	4	2	4	2	2	2	16
6	I_D	2	0	0	2	4	0	8
7	I_M	2	0	2	2	4	0	10
8	I_O	0	0	4	2	4	1	11
9	I_T	0	1	0	2	2	0	5

10	M_D	4	2	4	2	4	2	18
11	M_I	4	2	4	1	2	1	14
12	M_P	4	2	4	2	4	2	18
13	M_W	4	2	4	2	2	2	16
14	O_D	0	2	4	2	2	0	10
15	O_I	0	1	2	2	2	0	7
16	O_M	2	0	2	2	4	0	10
17	O_T	0	1	0	2	2	0	5
18	O_W	0	0	0	1	2	0	3
19	P_D	0	0	0	2	4	0	6
20	P_I	0	0	2	2	2	1	7
21	P_M	2	0	2	2	4	0	10
22	P_O	0	0	2	2	1	1	6
23	P_W	2	0	4	2	1	0	9
24	T_D	0	0	0	2	4	0	6
25	T_I	0	0	2	2	2	1	7
26	T_M	2	0	2	2	4	0	10
27	T_O	0	0	2	2	1	1	6
28	T_W	2	0	2	2	1	1	8
29	W_D	2	0	4	2	4	0	12
30	W_I	2	2	2	2	4	1	13

31	W_O	2	0	4	2	4	2	14

Tabel 4. 12 Panduan Kuesioner *Seven Waste Relationship*

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

Setelah dilakukan wawancara dan pengisian kuesioner berdasarkan aspek pertanyaan Rawabdeh, kemudian didapat hasil skor dari tingkat keterkaitan antar *waste* yang kemudian akan dikonversikan kedalam nilai berikut:

Tabel 4. 13 Acuan Konversi Nilai Keterkaitan antar *Waste*

Range	Jenis Hubungan	Simbol
17-20	*Absolutely Necessary*	A
13-16	*Especially Important*	E
9-12	*Important*	I
5-8	*Ordinary Closeness*	O
1-4	*Unimportant*	U
0	*Not Relationship*	X

Berdasarkan tabel 4.12. Panduan Konversi Nilai tersebut, dalam metode Rawabdeh (2005) menggunakan sistem penilaian komprehensif dengan 6 aspek pertanyaan yang masing-masing memiliki bobot berbeda untuk menilai keterkaitan antar *waste*, dimana total skor dari keenam pertanyaan akan menentukan tingkat hubungan antara dua jenis *waste* mulai dari "*Absolutely Necessary*" (17-20 poin) hingga "*Not Relationship*" (0 poin). Sistem *scoring* ini memungkinkan identifikasi prioritas penanganan *waste* berdasarkan tingkat keterkaitan dan dampaknya terhadap kualitas produk, produktivitas sumber daya, dan *lead time*, sehingga perusahaan dapat mengalokasikan sumber daya perbaikan secara efektif pada hubungan *waste* yang paling kritis.

4.2.7.2 Data Kuesioner *Waste Relationship Matrix* (WRM)

Data kuesioner WRM digunakan untuk menganalisis keterkaitan antar jenis pemborosan dalam sistem produksi mesin *Numerical Control*. Kuesioner ini mengkuantifikasi hubungan sebab-akibat antara tujuh jenis *waste* utama dalam *lean manufacturing*, dimana setiap responden *expert* diminta untuk mengevaluasi seberapa kuat pengaruh 1 jenis pemborosan terhadap terjadinya jenis pemborosan lainnya dan menentukan prioritas perbaikan strategis untuk efisiensi optimal kelompok NC *Machining* dan *Top Board*. Berikut merupakan panduan tabel acuan yang digunakan untuk perhitungan WRM pada tabel 4.12:

Tabel 4. 14 Simbol Konversi Berdasarkan Rentang Skor

Skor	Keterkaitan	Simbol	Nilai
17 – 20	*Absolute*	A	10
13 – 16	Sangat Kuat	E	8
9 – 12	Kuat	I	6

Skor	Keterkaitan	Simbol	Nilai
5 – 8	Biasa	O	4
1 – 4	Tidak Penting	U	2
0	Tidak Ada Hubungan	X	0

Pada Tabel 4.13 simbol konversi rentang skor, proses pembobotan *waste relationship matrix,* simbol- simbol tersebut menjadi panduan dalam menetapkan bobot yang tepat untuk setiap hubungan, sehingga memudahkan dalam menentukan prioritas pemborosan yang perlu ditangani. Berikut merupakan simbol-simbol dan pembobotannya:

Tabel 4. 15 Data *Waste Relationship Matrix*

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

Tabel diatas merupakan hasil perhitungan setelah dilakukannya pembobotan melalui Langkah *seven waste relationship*. Hasil perhitungan tersebut didapati banyak huruf ‘O’ yang artinya ‘biasa’ dalam jenis *waste* di kelompok NC *Machining* dan *Top Board* yang kemudian dilanjutkan perhitungan dikalikan nilai dari simbol masing masing.

4.2.8 Data Kuesioner *Waste Assessment Questionnare* (WAQ)

Kuesioner *waste assessment questionnare* (WAQ) digunakan untuk mengidentifikasi dan mengukur tingkat pemborosan dalam operasional kelompok NC *Machining* dan *Top Board*. Kuesioner ini terdiri dari 68 pertanyaan dan diisi oleh para ahli, termasuk Ketua Kelompok NC *Machining* dan *Top Board*, untuk mendapatkan gambaran objektif tentang kondisi pemborosan di lapangan serta area yang perlu diperbaiki dalam konteks *lean manufacturing*. Proses ini melibatkan diskusi dengan para ahli dan menggunakan bobot penilaian berdasarkan kriteria yang dikembangkan oleh Rawabdeh (2005). Setiap jawaban diberi skor yang dijumlahkan untuk menentukan hubungan antar pemborosan.

Kuesioner ini dirancang dengan 2 kategori penilaian yang berbeda, yakni kategori A dan B, dimana masing-masing kategori memiliki sistem penskoran yang berlawanan untuk mengakomodasi berbagai jenis pertanyaan terkait pemborosan. Pada kategori A, responden yang menjawab "Ya" mengindikasikan adanya pemborosan dengan nilai skor 1, jawaban "Sedang" menunjukkan kondisi moderat dengan skor 0,5, dan jawaban "Tidak" menandakan tidak adanya pemborosan dengan skor 0, sedangkan pada kategori B sistem penskoran diterapkan secara terbalik dimana jawaban "Ya" menunjukkan tidak adanya pemborosan dengan skor 0, "Sedang" diberi skor 0,5, dan "Tidak" mengindikasikan adanya pemborosan dengan skor 1, sesuai dengan metodologi yang dikembangkan oleh Rawabdeh (2005), dan hasil penilaian ini kemudian diletakkan dalam Tabel 4.17 *Waste Assessment Questionnaire* untuk memberikan dasar analisis yang sistematis dalam upaya implementasi prinsip *lean manufacturing* pada operasi kelompok NC *Machining* dan *Top Board*.

Tabel 4. 16 Pertanyaan Kuesioner *Waste Assessment Questionnare* (WAQ)

No	**Aspek dan Daftar Pertanyaan**	**Jenis Pertanyaan**	**Jawaban**		
			Ya	**Sedang**	**Tidak**
	Kategori *Man*				
1	Sering dilakukan rolling pekerjaan.	*To Motion*			
2	*Manager* menetapkan Standar Operasi Pekerjaan (SOP).	*From Motion*			
3	Dilakukannya pengawasan kualitas pengerjaan.	*From Defect*			
4	Dilakukannya kegiatan dalam meningkatkan semangat kerja.	*From Motion*			
5	Dilakukannya program belajar/ pelatihan untuk karyawan.	*From Motion*			
6	Saling memiliki rasa tanggun jawab terhadap pekerjaan.	*From Defect*			
7	Menggunakan APD pada saat bekerja.	*From Process*			
	Kategori *Material*				
8	Penerapan Lead time untuk penjadwalan produksi.	*To Waiting*			

No	Aspek dan Daftar Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Jawaban		
			Ya	Sedang	Tidak
9	melakukan pengecekan bahan baku sebelum memulai produksi.	*From Waiting*			
10	Bahan baku diambil dengan waktu sekali proses pengambilan.	*From Transportation*			
11	Pihak manajemen memberikan laporan mengenai aktivitas penyimpaan barang digudang.	*From Inventory*			
12	Melakukan pemberitahuan jika terdapat perubahan inventori.	*From Inventory*			
13	Terdapat akumulasi material yang berlebih	*From Defect*			
14	Terjadi penumpukan bahan baku yang tidak diperlukan.	*From Inventory*			
15	Pekerja menunggu material datang di area produksi.	*From Waiting*			
16	Terjadi pemindahan material dari biasanya	*To Defect*			
17	Terjadi kerusakan material saat proses pemindahan.	*From Defect*			
18	Dilakukan pencampuran material dengan produk jadi.	*From Transportation*			
19	Dilakukannya bongkar muat material atas bahan baku secara manual.	*To Motion*			
20	Digunakannya wadah sebelum proses pengemasan untuk mempermudah proses perhitungan dan pemindahan barang.	*From Waiting*			
21	Bahan baku sejenis disimpan dalam satu area untuk memudahkan dan	*From Motion*			

No	Aspek dan Daftar Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Jawaban		
			Ya	Sedang	Tidak
	mengurangi waktu yang diperlukan dalam proses pencarian,				
22	Pemindahan bahan baku terjadi berulang kali.	*From Transportation*			
23	Melakukan pengecekan material atau bahan baku yang diterima.	*From Defect*			
24	Pemberian label pada material untuk mempermudah identifikasi.	*From Motion*			
25	Melakukan penyimpanan barang yang masih dalam proses di area proses produksi	*From Inventory*			
26	Melakukan pemesanan bahan baku yang belum dibutuhkan.	*From Inventory*			
27	Terjadi kelonggaran waktu antara proses produksi.	*To Waiting*			
28	Terjadi Pengerjaan Ulang untuk produk yang tidak sesuai.	*From Defect*			
29	Bahan baku datang tepat waktu	*From Waiting*			
30	Terjadi penumpukan bahan baku karena tidak ada customer sesuai jadwal	*From Overproduction*			
31	Bahan baku dan peralatan disimpan dengan benar	*To Motion*			
	Kategori *Machine*				
32	melakukan pengujian terhadap effisiensi mesin secara berkala.	*From Process*			
33	Memperkirakan beban kerja setiap mesin dengan jelas.	*To Waiting*			
34	Melakukan pengujian mesin sebelum digunakan	*From Process*			

No	Aspek dan Daftar Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Jawaban		
			Ya	Sedang	Tidak
35	Penggunaan material handling dalam membawa material berat	*From Transportation*			
36	Kesesuaian kapasitas material pada saat pemindahan menggunakan *material handling.*	*To Motion*			
37	Melakukan kebijakan untuk memproduksi lebih besar dari yang dibutuhkan untuk memaksimalkan kapsitas dan penggunaan mesin	*From Overproduction*			
38	Mesin sering berhenti karena gangguan mekanisme	*From Waiting*			
39	Alat alat yang dibutuhkan telah tersedia dan cukup untuk proses produksi	*From Waiting*			
40	Penggunaan material handling yang dapat berisiko kerusakan produk	*To Defect*			
41	Pemanduan produksi karena lamanya waktu *setup*.	*From Waiting*			
42	Adanya alat alat yang rusak atau tidak digunakan di area kerja.	*To Motion*			
43	Melakukan pengurangan waktu setup mesin dengan menyesuaikan penjadwalan	*From Process*			
		Kategori *Method*			
44	Tercukupinya buat area penyimpanan produk.	*To Transportation*			
45	Pemberian label pada material untuk memudahkan dalam mengambil dan menyimpan	*From Motion*			
46	Penggunaan ruang penyimpanan secara efektif dengan bantuan rak-rak dan trolli	*From Waiting*			

No	Aspek dan Daftar Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Jawaban		
			Ya	Sedang	Tidak
47	Pembagian area gudang, area aktif untuk order yang paling sering dan area cadangan untuk orderan lainnya.	*To Motion*			
48	dilakukan penyesuaian waktu produksi dengan jumlah kebutuhan dan permintaan pelanggan.	*To Waiting*			
49	Pemberian informasi tentang jadwal produksi konsumen bagian.	*To Defect*			
50	Pemberian standar operasional prosedur (SOP) untuk penggunaan mesin dalam proses produksi.	*From Motion*			
51	Penerapan sistem Quality Control untuk setiap departemen.	*From Defect*			
52	Penerapan waktu standar untuk setiap operasi atau pekerjaan.	*From Motion*			
53	Pemberian infromasi jika terjadi delay produksi.	*To Waiting*			
54	Pengaturan jadwal untuk tiap jenis produk agar tidak terjadi pengulangan produksi	*From Process*			
55	Penggabungan langkah-langkah proses pengerjaan menjadi lebih sederhana.	*From Process*			
56	Melakukan prosedur pemeriksaan terhadap produk yang dikembalikan.	*To Defect*			
57	Mengusulkan arsip inventori untuk menentukan pembelian bahan baku dan menjadwalkan produksi.	*From Inventory*			
58	Gang-gang selalu diberikan dan dirapikan dengan baik.	*To Transportation*			

No	Aspek dan Daftar Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Jawaban		
			Ya	Sedang	Tidak
59	Pemerian label pada area penyimpanan tertentu.	*To Motion*			
60	luas gudang cukup untuk pergerakan transportasi dengan bebas.	*To Transportation*			
61	penyimpanan material yang tidal seharusnya disimpan di area Gudang.	*To Motion*			
62	Penjadwalan rutin untuk membersihkan area produksi secara keseluruhan.	*To Motion*			
63	Aliran produksi mengalir ke satu arah	*From Motion*			
64	Manajemen menangani desain mirip, dan standarisasi waktu pengerjaan.	*From Motion*			
65	pemetaan tujuan standar kerja yang jelas dan spesifik.	*From Motion*			
66	Mempertimbangkan ketidakseimbangan kerja.	*From Overproduction*			
67	Prosedur kerja yang ada mampu menghilangkan pekerjaan yang tidak perlu atau berlebihan.	*From Process*			
68	Hasil *quality control*, uji produk dan evaluasi dilakukan dengan ilmu kesesuaian.	*From Defect*			

Setelah mengajukan pertanyaan kepada ahli di lapangan, yaitu pemimpin kelompok, penulis mendapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 17 Data Kuesioner *Waste Assessment Questionnare* (WAQ)

No	Pertanyaan	Kategori	Jawaban	Skor
	Kategori *Man*			
1	*To Motion*	B	a	0
2	*From Motion*	B	a	0
3	*From Defect*	B	a	0
4	*From Motion*	B	a	0

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

No	Pertanyaan	Kategori	Jawaban	Skor
33	*To Waiting*	B	a	0
34	*From Process*	B	a	0
35	*From Transportation*	B	a	0
36	*To Motion*	B	a	0
37	*From Overproduction*	A	c	0
38	*From Waiting*	A	b	0,5
39	*From Waiting*	B	a	0
40	*To Defect*	A	c	0
41	*From Waiting*	A	c	0
42	*To Motion*	A	b	0,5
43	*From Process*	B	a	0
	Kategori *Method*			
44	*To Transportation*	B	a	0
45	*From Motion*	B	a	0
46	*From Waiting*	B	a	0
47	*To Motion*	B	a	0
48	*To Waiting*	B	b	0,5
49	*To Defect*	B	a	0
50	*From Motion*	B	a	0
51	*From Defect*	B	a	0
52	*From Motion*	B	a	0
53	*To Waiting*	B	a	0
54	*From Process*	B	a	0
55	*From Process*	B	a	0
56	*To Defect*	B	a	0
57	*From Inventory*	B	a	0
58	*To Transportation*	B	a	0
59	*To Motion*	B	a	0
60	*To Transportation*	B	a	0
61	*To Motion*	A	a	1

No	Pertanyaan	Kategori	Jawaban	Skor
62	*To Motion*	B	a	0
63	*From Motion*	B	c	1
64	*From Motion*	B	a	0
65	*From Motion*	B	a	0
66	*From Overproduction*	B	b	0,5
67	*From Process*	B	a	0
68	*From Defect*	B	a	0

Aspek pertanyaan dan bobot untuk setiap pertanyaan dalam metode Rawabdeh (2005) adalah sebagai berikut: Berdasarkan tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode Rawabdeh (2005) menggunakan sistem penilaian komprehensif dengan 6 aspek pertanyaan yang masing-masing memiliki bobot berbeda untuk menilai keterkaitan antar *waste*, dimana total skor dari keenam pertanyaan akan menentukan tingkat hubungan antara dua jenis *waste* mulai dari "*Absolutely Necessary*" (17-20 poin) hingga "*Not Relationship*" (0 poin). Sistem *scoring* ini memungkinkan identifikasi prioritas penanganan *waste* berdasarkan tingkat keterkaitan dan dampaknya terhadap kualitas produk, produktivitas sumber daya, dan *lead time*, sehingga perusahaan dapat mengalokasikan sumber daya perbaikan secara efektif pada hubungan *waste* yang paling kritis.

4.3 Pengolahan Data

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

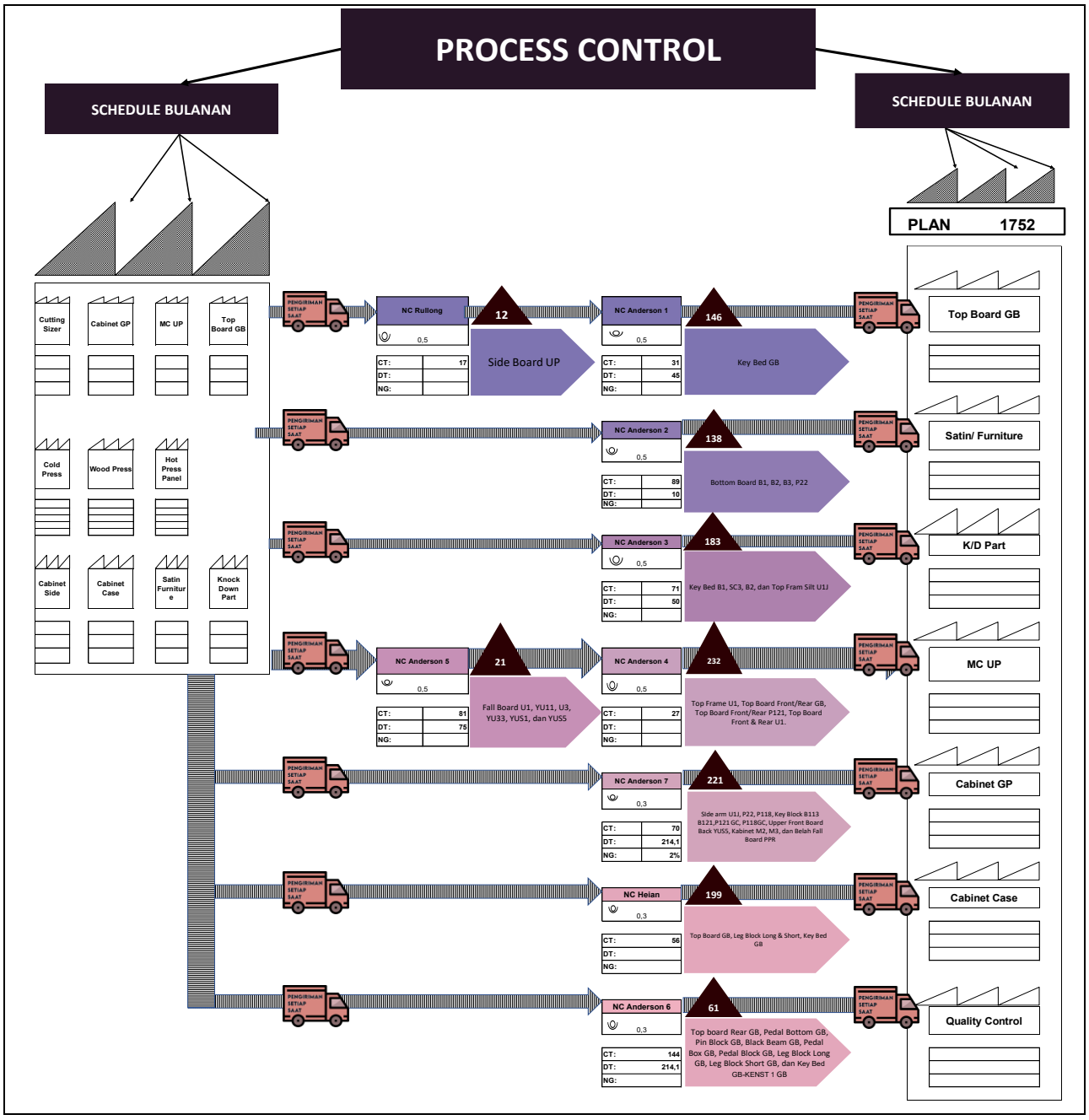
4.3.1 *Value Stream Mapping* (VSM)

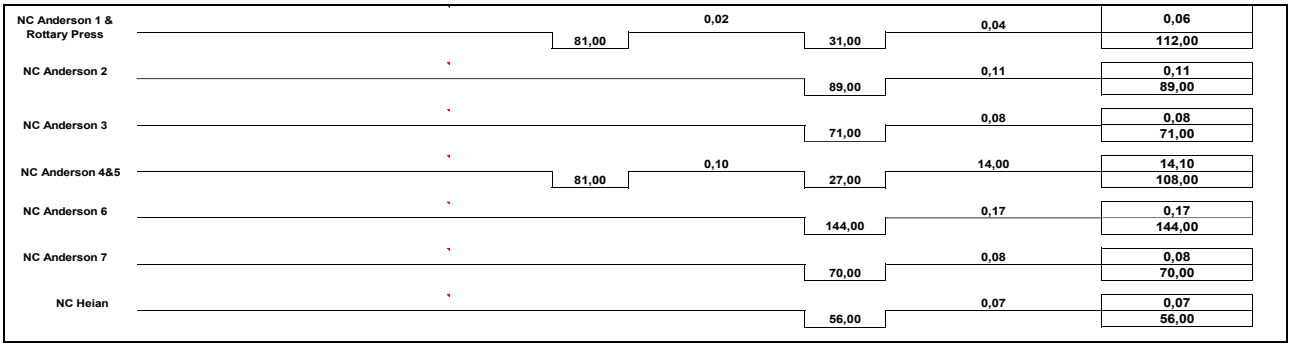
Value Stream Mapping dalam tahap pengolahan data penelitian ini digunakan sebagai alat analisis visual yang berfungsi untuk memetakan aliran nilai (*value stream*) dari seluruh proses produksi kelompok NC *Machining* dan *Top Board* mulai dari pasokan bahan baku hingga *output* kabinet. VSM berperan sebagai langkah awal terhadap metode *Waste Assessment*

Questionnaire dengan tujuan untuk mengidentifikasi aktivitas yang memberikan nilai tambah (*value-added*) dan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value-added*) dalam aliran proses produksi. Melalui pendekatan ini, peneliti dapat memvisualisasikan kondisi aktual peta aliran nilai (*current state map*) dan merancang kondisi ideal yang diharapkan (*future state map*) untuk meminimalkan pemborosan, dimana hasil pemetaan ini kemudian diintegrasikan dengan temuan dari kuesioner untuk mengembangkan model *waste assessment* yang komprehensif dan memberikan rekomendasi perbaikan yang tepat sasaran dalam implementasi prinsip *lean manufacturing* pada operasional mesin NC dan *Top Board*. Berikut merupakan *value stream mapping* dari 2 proses kelompok NC *Machining* dan *Top Board :*

A. *Value Stream Mapping Proses NC Machining*

Value Stream Mapping (VSM) digunakan untuk menganalisis proses produksi di kelompok NC *Machining* dan *Top Board*. VSM membantu penulis memahami dan memvisualisasikan semua aliran proses yang terjadi, mulai dari awal hingga akhir. Berikut merupakan *Current Value Stream Mapping* dari Proses NC *Machining* :



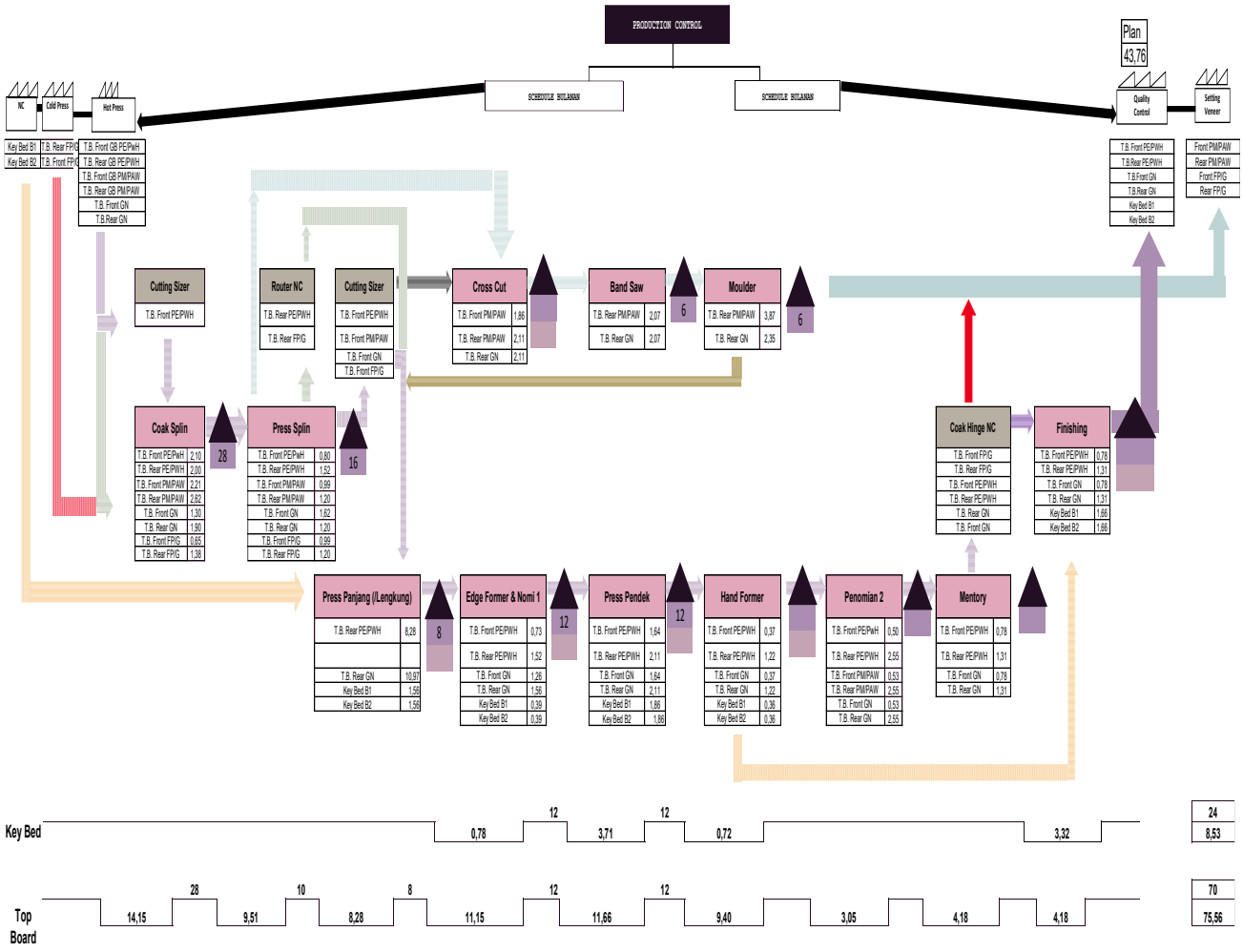


Gambar 4. 10 *Value Stream Mapping* kelompok *NC Machining*

Pada gambar 4.10., dapat diidentifikasi aliran proses produksi yang kemudian bisa dilakukan perbaikan dengan tujuan untuk mengurangi pemborosan, meningkatkan efisiensi, dan mengoptimalkan keseluruhan proses produksi.

B. *Value Stream Mapping Proses Top Board*

Value stream mapping tidak hanya berfungsi sebagai gambaran visual aliran material dan informasi, tetapi juga menjadi alat penting untuk mengidentifikasi aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-added*/NVA) dalam sistem produksi. Sementara nilai *value stream mapping* pada proses *Top Board* sebagai berikut:



Gambar 4. 11 *Value Stream Mapping* kelompok *Top Board*

Seperti pada Gambar 4.10 dan 4.11, Peta ini menggambarkan alur produksi untuk kelompok NC *Machining* dan *Top Board*, yang lalui oleh proses NC *Machining* dan proses *Top Board* hingga mencapai proses akhir, yaitu proses *finishing*. Hasil pemetaan dapat menunjukkan apakah masih terdapat aktivitas NVA dalam proses yang dijalankan oleh kedua

kelompok tersebut. Oleh karena itu, fokus penelitian ini diarahkan untuk mengidentifikasi dan meminimalkan pemborosan menggunakan pendekatan *lean manufacturing*, dengan tujuan meningkatkan efisiensi serta memaksimalkan produktivitas. Target utama dari analisis ini adalah mengurangi aktivitas NVA agar memaksimalkan proses produksi.

4.3.2 Identifikasi *Waste* yang Terjadi

Ditemukan berbagai jenis pemborosan yang terjadi dalam proses produksi yang dapat dikategorikan sebagai aktivitas tidak bernilai tambah (*non-value-added activities*), berdasarkan hasil observasi langsung dan validasi dari *expert* kelompok NC *Machining* dan *Top Board*. Berikut *waste* yang terjadi saat dilakukannya observasi pada kelompok *Numerical Control Machining* dan *Top Board* :

Tabel 4. 18 Identifikasi *Waste* yang Terjadi

No	***Waste***	**Keterangan**
1	Ditemukan letak sumbu Z pada mesin NC tidak diatur dengan optimal, operator harus sering menyesuaikan posisi alat, menyebabkan gerakan tambahan.	*Motion*
2	Mengurangi jumlah pergantian *tools* proses *coak hinge top board* GB untuk meringkas tools pada proses mesin	*Motion*
3	Pada proses serut di bagian Top Board, operator harus mengelilingi kabinet.	*Motion*
4	Menemukan kondisi jig tanpa label yang jelas, pencarian jig akan memakan waktu lebih lama dan menyebabkan stok berlebih akibat ketidakteraturan.	*Motion*
5	Operator sering mencari *tools* yang tersebar, menyebabkan gerakan tambahan yang tidak perlu. Penyediaan wadah akan meningkatkan efisiensi.	*Motion*
6	Tanpa label yang jelas, barang bisa menumpuk atau salah tempat, menyebabkan kesulitan dalam pencarian stok dan penyimpanan berlebih.	*Motion*
7	Saat proses mesin melakukan tanpa meja penampung, operator harus sering membersihkan area kerja secara manual, menambah gerakan tidak perlu.	*Motion*

8	Operator kesulitan mengangkat kabinet yang cukup besar pada mesin Heian	*Motion*
9	Didapatkan hasil *output* potong material keybed yang tidak rata	*Defect*
10	Ditemukan material keybed *output* nya tidak rata, produk akhir mengalami cacat.	*Defect*
11	Ditemukan pada material keybed yang sisinya tidak rata hanya untuk proses *press Veener*	*Defect*
12	Adanya kondisi *Stopper* yang tidak optimal dapat menyebabkan ketidaksempurnaan dalam proses *press*, berpotensi menghasilkan produk cacat.	*Defect*
13	Saat proses lem pada proses Anderson 2, pintu lemari tertutup saat proses, bisa menyebabkan kesalahan dalam pemasangan atau perakitan.	*Defect*
14	Terjadinya tidak tepat waktu saat auditor tidak siap melakukan FDT (*Factory Down Time*) akibatnya produk jadi akan menumpuk dan menghambat alur produksi.	*Waiting*
15	Kurang koordinasi dengan tim CC dan auditor agar proses audit 2 sesuai waktu yang sudah ditargetkan	*Waiting*
16	Proses pengukuran manual lebih lama karena operator harus teliti dalam melihatnya	*Waiting*
17	Perpindahan *keybed* dilakukan secara manual, yang menyebabkan waktu dan tenaga lebih banyak terbuang. Dengan *handlift*, perpindahan menjadi lebih efisien.	*Transportation*

Secara keseluruhan dari tabel 4.15, hasil identifikasi menunjukkan bahwa pemborosan dalam operasional mesin *numerical control* dan mesin *Top Board* terjadi dalam berbagai bentuk yang saling berkaitan dan mempengaruhi proses satu sama lain. Temuan dari identifikasi yang dilakukan ini menjadi dasar penting untuk merancang strategi perbaikan yang tepat sasaran dalam upaya mencapai kondisi operasional yang *lean* dan optimal pada kelompok NC *Machining* dan *Top Board*.

4.3.3 Pembobotan *Waste Assessment Model* (WAM)

Untuk mengidentifikasi dan menentukan jenis pemborosan yang paling sering terjadi di lini produksi, dilakukan perhitungan menggunakan WAM. Model ini dirancang untuk menganalisis dan mengukur berbagai bentuk pemborosan yang terjadi dalam proses produksi. *Waste Assessment Model* mencakup 2 komponen utama yaitu WAM dan WAQ. Berikut merupakan pembobotannya:

4.3.3.1 Perhitungan *Seven Waste Relationship*

Pada tahap ini, dilakukan proses pembobotan dan pengolahan data yang diperoleh dari kuesioner *Seven Waste Relationship*. Kuesioner ini dirancang untuk mengevaluasi hubungan antara berbagai jenis pemborosan dalam proses produksi. Setiap hubungan dalam kuesioner ini dievaluasi melalui 6 pertanyaan, dengan total 31 hubungan yang dianalisis. Hasil kuesioner *Seven Waste Relationship* disajikan dalam bentuk tabel, seperti yang terlihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4. 19 Pembobotan Kuesioner *Seven Waste Relationship*

No	Kategori	Jenis Hubungan	Skor	Keterkaitan	Nilai
1	*Defects*	D_I	11	I	6
2	*Defects*	D_M	14	E	8
3	*Defects*	D_O	16	E	8
4	*Defects*	D_P	0	X	0
5	*Defects*	D_T	5	O	4
6	*Defects*	D_W	16	E	8
7	*Inventory*	I_D	8	O	4
8	*Inventory*	I_M	10	I	6
9	*Inventory*	I_O	11	I	6
10	*Inventory*	I_P	0	X	0
11	*Inventory*	I_T	5	O	4
12	*Inventory*	I_W	0	X	0
13	*Motions*	M_D	16	E	8
14	*Motions*	M_I	11	I	6
15	*Motions*	M_O	0	X	0
16	*Motions*	M_P	18	A	10
17	*Motions*	M_T	0	X	0

No	Kategori	Jenis Hubungan	Skor	Keterkaitan	Nilai
18	*Motions*	M_W	16	E	8
19	*Overproduction*	O_D	10	I	6
20	*Overproduction*	O_I	4	U	2
21	*Overproduction*	O_M	10	I	6
22	*Overproduction*	O_P	0	X	0
23	*Overproduction*	O_T	4	U	2
24	*Overproduction*	O_W	7	O	4
25	*OverProcess*	P_D	6	O	4
26	*OverProcess*	P_I	7	O	4
27	*OverProcess*	P_M	10	I	6
28	*OverProcess*	P_O	4	U	2
29	*OverProcess*	P_T	0	X	0
30	*OverProcess*	P_W	9	I	6
31	*Transportation*	T_D	6	O	4
32	*Transportation*	T_I	7	O	4
33	*Transportation*	T_M	10	I	6
34	*Transportation*	T_O	6	O	4
35	*Transportation*	T_P	0	X	0
36	*Transportation*	T_W	8	O	4
37	*Waiting*	W_D	12	I	6
38	*Waiting*	W_I	12	I	6
39	*Waiting*	W_M	0	X	0
40	*Waiting*	W_O	14	E	8
41	*Waiting*	W_P	0	X	0
42	*Waiting*	W_T	0	X	0

Pada Tabel 4.16 setiap hubungan diberi simbol-simbol untuk menunjukkan tingkat keterkaitan antara berbagai jenis pemborosan berdasarkan skor awal yang diperoleh. Simbol-

simbol ini membantu mengukur seberapa erat hubungan antara pemborosan, dan masing-masing diberikan skor yang sesuai. setiap hubungan diberi simbol-simbol untuk menunjukkan tingkat keterkaitan antara berbagai jenis pemborosan berdasarkan skor awal yang diperoleh. Simbol-simbol ini membantu mengukur seberapa erat hubungan antara pemborosan, dan masing-masing diberikan skor yang sesuai.

4.3.3.2 Perhitungan *Waste Relationship Matrix* (WRM)

Setelah pembobotan pada *Seven Waste Relationship* selesai, langkah berikutnya adalah menyusun *Waste Relationship Matrix* (WRM). Matriks ini mengubah data pembobotan menjadi simbol- simbol yang memetakan hubungan antara berbagai jenis pemborosan. Dengan visualisasi ini, pola dan interaksi antar pemborosan menjadi lebih jelas, sehingga membantu mengidentifikasi area kritis yang memerlukan perbaikan dalam proses produksi. Berikut merupakan hasil perkalian antara nilai dari simbol yang didapati pada *waste* ini, hasil pembuatan *matrix* dapat dilihat pada tabel 4.20 dibawah ini:

Tabel 4. 20 *Waste Relationship Matrix*

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Total Skor	%
O	10	2	6	6	2	0	4	30	12,50%
I	6	10	4	6	4	0	0	30	12,50%
D	8	6	10	8	4	0	8	44	18,33%
M	0	6	8	10	0	10	8	42	17,50%
T	4	4	4	6	10	0	4	32	13,33%
P	2	4	4	6	0	10	6	32	13,33%
W	8	6	6	0	0	0	10	30	12,50%
Total Skor	38	38	42	42	20	20	40	240	
%	15,83%	15,83%	17,50%	17,50%	8,33%	8,33%	16,67%		100,00%
Ranking	4	5	1	2	6	7	3		

Berdasarkan Tabel 4.20, *waste motion* dan *waste defect* adalah pemborosan dengan keterkaitan tertinggi (17,50%) hasil ini diperoleh dari perhitungan total skor hubungan antar-*waste* dimana setiap jenis pemborosan dievaluasi tingkat pengaruhnya terhadap 6 jenis pemborosan lainnya dalam proses produksi. Dengan 2 *waste* ini memicu efek domino pada pemborosan lain dalam produksi mesin NC dan *Top Board*, sehingga menjadi prioritas utama

dalam upaya perbaikan (*kaizen*) implementasi *lean manufacturing.*

4.3.4 Pembobotan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ)

Tabel 4.12 menyajikan hasil pembobotan yang didasarkan pada berbagai tipe pertanyaan dalam *Waste Assessment Questionnaire*. Skor untuk setiap tipe pertanyaan diambil dari Tabel 4.17 dan dimasukkan ke dalam tabel 4.17. Setelah skor tersebut dipindahkan, dilakukan penjumlahan total untuk masing-masing kategori *waste*. berikut merupakan tabel pembobotan yang dibuat dengan keterangan:

Tabel 4. 21 Keterangan Simbol Awal *Waste*

Jenis *Waste*	**Simbol**
Overproduction	O
Defect	D
Motion	M
Transportation	T
Overprocessing	P
Waiting	W

Berdasarkan penjelasan tentang simbol awal pemborosan, kita dapat mulai melakukan pembobotan untuk kuesioner penilaian pemborosan (*waste assessment questionnaire*) sebagai berikut:

Tabel 4. 22 Pembobotan Awal *Waste Assessment Questionnaire*

No.	**Pertanyaan**	***Ni***	***O***	***I***	***D***	***M***	***T***	***P***	***W***
				Kategori *Man*					
1	*To Motion*	9	6	6	8	10	6	6	0
2	*From Motion*	11	0	6	8	10	0	10	8
3	*From Defect*	8	8	6	10	8	4	0	8
4	*From Motion*	11	0	6	8	10	0	10	8
5	*From Motion*	11	0	6	8	10	0	10	8
6	*From Defect*	8	8	6	10	8	4	0	8
7	*From Process*	7	2	4	4	6	0	10	6
				Kategori Material					

No.	Pertanyaan	*Ni*	*O*	*I*	*D*	*M*	*T*	*P*	*W*
8	*To Waiting*	5	4	0	8	8	4	6	10
9	*From Waiting*	8	8	6	6	0	0	0	10
10	*From Transportation*	4	4	4	4	6	10	0	4
11	*From Inventory*	6	6	10	4	6	4	0	0
12	*From Inventory*	6	6	10	4	6	4	0	0
13	*From Defect*	8	8	6	10	8	4	0	8
14	*From Inventory*	6	6	10	4	6	4	0	0
15	*From Waiting*	8	8	6	6	0	0	0	10
16	*To Defect*	4	6	4	10	8	4	4	6
17	*From Defect*	8	8	6	10	8	4	0	8
18	*From Transportation*	4	4	4	4	6	10	0	4
19	*To Motion*	9	6	6	8	10	6	6	0
20	*From Waiting*	8	8	6	6	0	0	0	10
21	*From Motion*	11	0	6	8	10	0	10	8
22	*From Transportation*	4	4	4	4	6	10	0	4
23	*From Defect*	8	8	6	10	8	4	0	8
24	*From Motion*	11	0	6	8	10	0	10	8
25	*From Inventory*	6	6	10	4	6	4	0	0
26	*From Inventory*	6	6	10	4	6	4	0	0
27	*To Waiting*	5	4	0	8	8	4	6	10
28	*From Defect*	8	8	6	10	8	4	0	8
29	*From Waiting*	8	8	6	6	0	0	0	10
30	*From Overproduction*	3	10	2	6	6	2	0	4
31	*To Motion*	9	6	6	8	10	6	6	0
			Kategori *Machine*						
32	*From Process*	7	2	4	4	6	0	10	6
33	*To Waiting*	5	4	0	8	8	4	6	10
34	*From Process*	7	2	4	4	6	0	10	6
35	*From Transportation*	4	4	4	4	6	10	0	4
36	*To Motion*	9	6	6	8	10	6	6	0

No.	Pertanyaan	*Ni*	*O*	*I*	*D*	*M*	*T*	*P*	*W*
37	*From Overproduction*	3	10	2	6	6	2	0	4
38	*From Waiting*	8	8	6	6	0	0	0	10
39	*From Waiting*	8	8	6	6	0	0	0	10
40	*To Defect*	4	6	4	10	8	4	4	6
41	*From Waiting*	8	8	6	6	0	0	0	10
42	*To Motion*	9	6	6	8	10	6	6	0
43	*From Process*	7	2	4	4	6	0	10	6
				Kategori *Method*					
44	*To Transportation*	3	2	4	4	0	10	0	0
45	*From Motion*	11	0	6	8	10	0	10	8
46	*From Waiting*	8	8	6	6	0	0	0	10
47	*To Motion*	9	6	6	8	10	6	6	0
48	*To Waiting*	5	4	0	8	8	4	6	10
49	*To Defect*	4	6	4	10	8	4	4	6
50	*From Motion*	11	0	6	8	10	0	10	8
51	*From Defect*	8	8	6	10	8	4	0	8
52	*From Motion*	11	0	6	8	10	0	10	8
53	*To Waiting*	5	4	0	8	8	4	6	10
54	*From Process*	7	2	4	4	6	0	10	6
55	*From Process*	7	2	4	4	6	0	10	6
56	*To Defect*	4	6	4	10	8	4	4	6
57	*From Inventory*	6	6	10	4	6	0	0	0
58	*To Transportation*	3	2	4	4	0	10	0	0
59	*To Motion*	9	6	6	8	10	6	6	0
60	*To Transportation*	3	2	4	4	0	10	0	0
61	*To Motion*	9	6	6	8	10	6	6	0
62	*To Motion*	9	6	6	8	10	6	6	0
63	*From Motion*	11	0	6	8	10	0	10	8
64	*From Motion*	11	0	6	8	10	0	10	8
65	*From Motion*	11	0	6	8	10	0	10	8
66	*From Overproduction*	3	10	2	6	6	2	0	4

No.	Pertanyaan	*Ni*	*O*	*I*	*D*	*M*	*T*	*P*	*W*
67	*From Process*	7	2	4	4	6	0	10	6
68	*From Defect*	8	8	6	10	8	4	0	8
	Total	490	328	354	466	456	218	280	376

Seperti pada tabel 4.19 diatas merupakan hasil awal pembobotan awal *waste assesment questionnare* yang memiliki nilai yang didapatkan dari skor WRM dan rentan *waste* dengan cakupan "*To*" dan "*From*" yang artinya contoh "*To Motion*" menelusuri arah dampak atau konsekuensi yang diakibatkan oleh pemborosan tersebut dengan simbol X-M dan "*From Motion*" menelusuri asal-usul atau penyebab munculnya pemborosan tertentu dengan simbol M-X.

4.3.5 Perhitungan Awal *Waste Assessment Questionnaire* Berdasarkan Ni

Pada perhitungan awal ini menunjukan perkalian berdasarkan nilai Ni dari *Waste* Assessment Questionnaire. Dalam tabel ini, pembobotan dilakukan dengan cara membagi bobot setiap baris dengan jumlah pertanyaan yang telah dikelompokkan (Ni) untuk masing-masing jenis pertanyaan. Tujuan dari langkah ini adalah untuk menghilangkan pengaruh variasi jumlah pertanyaan pada setiap jenis pertanyaan yang berbeda. Proses ini disebut sebagai WAQ awal, yang berfokus pada normalisasi agar tidak terjadi bias akibat jumlah pertanyaan yang tidak seimbang di tiap kategori *waste*. Hasil dari tahap ini adalah bobot rata-rata yang netral dan adil antar jenis *waste*, sebelum mempertimbangkan persepsi responden. Berikut tabel 4.19 tersebut berisi pembobotan yang telah disesuaikan berdasarkan nilai Ni.

Tabel 4. 23 Pembobotan Awal *Waste Assessment Questionnaire*

No.	Pertanyaan	*Ni*	*Wo, k*	*Wi, k*	*Wd, k*	*Wm, k*	*Wt, k*	*Wp,k*	*Ww,k*
				Kategori *Man*					
1	*To Motion*	9	0,667	0,667	0,889	1,111	0,667	0,667	0,000
2	*From Motion*	11	0,000	0,545	0,727	0,909	0,000	0,909	0,727
3	*From Defect*	8	1,000	0,750	1,250	1,000	0,500	0,000	1,000
4	*From Motion*	11	0,000	0,545	0,727	0,909	0,000	0,909	0,727
5	*From Motion*	11	0,000	0,545	0,727	0,909	0,000	0,909	0,727
6	*From Defect*	8	1,000	0,750	1,250	1,000	0,500	0,000	1,000

No.	Pertanyaan	*Ni*	*Wo, k*	*Wi, k*	*Wd, k*	*Wm, k*	*Wt, k*	*Wp,k*	*Ww,k*
7	*From Process*	7	0,286	0,571	0,571	0,857	0,000	1,429	0,857
				Kategori Material					
8	*To Waiting*	5	0,800	0,000	1,600	1,600	0,800	1,200	2,000
9	*From Waiting*	8	1,000	0,750	0,750	0,000	0,000	0,000	1,250
10	*From Transportation*	4	1,000	1,000	1,000	1,500	2,500	0,000	1,000
11	*From Inventory*	6	1,000	1,667	0,667	1,000	0,667	0,000	0,000
12	*From Inventory*	6	1,000	1,667	0,667	1,000	0,667	0,000	0,000
13	*From Defect*	8	1,000	0,750	1,250	1,000	0,500	0,000	1,000
14	*From Inventory*	6	1,000	1,667	0,667	1,000	0,667	0,000	0,000
15	*From Waiting*	8	1,000	0,750	0,750	0,000	0,000	0,000	1,250
16	*To Defect*	4	1,500	1,000	2,500	2,000	1,000	1,000	1,500
17	*From Defect*	8	1,000	0,750	1,250	1,000	0,500	0,000	1,000
18	*From Transportation*	4	1,000	1,000	1,000	1,500	2,500	0,000	1,000
19	*To Motion*	9	0,667	0,667	0,889	1,111	0,667	0,667	0,000
20	*From Waiting*	8	1,000	0,750	0,750	0,000	0,000	0,000	1,250
21	*From Motion*	11	0,000	0,545	0,727	0,909	0,000	0,909	0,727
22	*From Transportation*	4	1,000	1,000	1,000	1,500	2,500	0,000	1,000
23	*From Defect*	8	1,000	0,750	1,250	1,000	0,500	0,000	1,000
24	*From Motion*	11	0,000	0,545	0,727	0,909	0,000	0,909	0,727
25	*From Inventory*	6	1,000	1,667	0,667	1,000	0,667	0,000	0,000
26	*From Inventory*	6	1,000	1,667	0,667	1,000	0,667	0,000	0,000
27	*To Waiting*	5	0,800	0,000	1,600	1,600	0,800	1,200	2,000
28	*From Defect*	8	1,000	0,750	1,250	1,000	0,500	0,000	1,000
29	*From Waiting*	8	1,000	0,750	0,750	0,000	0,000	0,000	1,250
30	*From Overproduction*	3	3,333	0,667	2,000	2,000	0,667	0,000	1,333
31	*To Motion*	9	0,667	0,667	0,889	1,111	0,667	0,667	0,000
				Kategori *Machine*					
32	*From Process*	7	0,286	0,571	0,571	0,857	0,000	1,429	0,857
33	*To Waiting*	5	0,800	0,000	1,600	1,600	0,800	1,200	2,000

No.	Pertanyaan	*Ni*	*Wo, k*	*Wi, k*	*Wd, k*	*Wm, k*	*Wt, k*	*Wp,k*	*Ww,k*
34	*From Process*	7	0,286	0,571	0,571	0,857	0,000	1,429	0,857
35	*From Transportation*	4	1,000	1,000	1,000	1,500	2,500	0,000	1,000
36	*To Motion*	9	0,667	0,667	0,889	1,111	0,667	0,667	0,000
37	*From Overproduction*	3	3,333	0,667	2,000	2,000	0,667	0,000	1,333
38	*From Waiting*	8	1,000	0,750	0,750	0,000	0,000	0,000	1,250
39	*From Waiting*	8	1,000	0,750	0,750	0,000	0,000	0,000	1,250
40	*To Defect*	4	1,500	1,000	2,500	2,000	1,000	1,000	1,500
41	*From Waiting*	8	1,000	0,750	0,750	0,000	0,000	0,000	1,250
42	*To Motion*	9	0,667	0,667	0,889	1,111	0,667	0,667	0,000
43	*From Process*	7	0,286	0,571	0,571	0,857	0,000	1,429	0,857
			Kategori *Method*						
44	*To Transportation*	3	0,667	1,333	1,333	0,000	3,333	0,000	0,000
45	*From Motion*	11	0,000	0,545	0,727	0,909	0,000	0,909	0,727
46	*From Waiting*	8	1,000	0,750	0,750	0,000	0,000	0,000	1,250
47	*To Motion*	9	0,667	0,667	0,889	1,111	0,667	0,667	0,000
48	*To Waiting*	5	0,800	0,000	1,600	1,600	0,800	1,200	2,000
49	*To Defect*	4	1,500	1,000	2,500	2,000	1,000	1,000	1,500
50	*From Motion*	11	0,000	0,545	0,727	0,909	0,000	0,909	0,727
51	*From Defect*	8	1,000	0,750	1,250	1,000	0,500	0,000	1,000
52	*From Motion*	11	0,000	0,545	0,727	0,909	0,000	0,909	0,727
53	*To Waiting*	5	0,800	0,000	1,600	1,600	0,800	1,200	2,000
54	*From Process*	7	0,286	0,571	0,571	0,857	0,000	1,429	0,857
55	*From Process*	7	0,286	0,571	0,571	0,857	0,000	1,429	0,857
56	*To Defect*	4	1,500	1,000	2,500	2,000	1,000	1,000	1,500
57	*From Inventory*	6	1,000	1,667	0,667	1,000	0,000	0,000	0,000
58	*To Transportation*	3	0,667	1,333	1,333	0,000	3,333	0,000	0,000
59	*To Motion*	9	0,667	0,667	0,889	1,111	0,667	0,667	0,000
60	*To Transportation*	3	0,667	1,333	1,333	0,000	3,333	0,000	0,000
61	*To Motion*	9	0,667	0,667	0,889	1,111	0,667	0,667	0,000
62	*To Motion*	9	0,667	0,667	0,889	1,111	0,667	0,667	0,000

No.	Pertanyaan	*Ni*	*Wo, k*	*Wi, k*	*Wd, k*	*Wm, k*	*Wt, k*	*Wp,k*	*Ww,k*
63	*From Motion*	11	0,000	0,545	0,727	0,909	0,000	0,909	0,727
64	*From Motion*	11	0,000	0,545	0,727	0,909	0,000	0,909	0,727
65	*From Motion*	11	0,000	0,545	0,727	0,909	0,000	0,909	0,727
66	*From Overproduction*	3	3,333	0,667	2,000	2,000	0,667	0,000	1,333
67	*From Process*	7	0,286	0,571	0,571	0,857	0,000	1,429	0,857
68	*From Defect*	8	1,000	0,750	1,250	1,000	0,500	0,000	1,000
	Score (Sj)	490	56,000	52,000	72,000	68,000	43,333	36,000	56,000
	Frequency (Fj)		57	63	68	57	41	36	50

Berikut merupakan kesimpulan dari pembobotan awal *waste assesment questionnare*, Pada tabel 4.20 ini menunjukan pembobotan dari *waste assessment questionnaire*. Dalam tabel ini, pembobotan dilakukan dengan cara membagi bobot setiap baris dengan jumlah pertanyaan yang telah dikelompokkan (Ni) untuk masing-masing jenis pertanyaan. Tujuan dari langkah ini adalah untuk menghilangkan pengaruh variasi jumlah pertanyaan pada setiap jenis pertanyaan yang berbeda. Tabel 4.20 tersebut berisi pembobotan yang telah disesuaikan berdasarkan nilai Ni.

4.3.6 Perhitungan Akhir *Waste Assessment Questionnaire* Berdasarkan Ni

Setelah melakukan pembobotan awal berdasarkan Ni, langkah selanjutnya adalah memberikan bobot berdasarkan nilai pada *Waste* Assessment Questionnaire sesuai dengan yang tercantum dalam Tabel 4.6. Setiap kategori jawaban pada kuesioner diberi skor tertentu, kemudian hasil pembobotan awal dikalikan dengan skor tersebut. Proses ini disebut sebagai WAQ akhir, yang bertujuan menentukan pemborosan paling prioritas berdasarkan persepsi langsung dari operator atau responden di lapangan. Dengan cara ini, hasil akhir mencerminkan jenis *waste* yang paling berdampak dan dirasakan langsung dalam aktivitas produksi, sehingga dapat digunakan sebagai dasar perbaikan yang lebih tepat sasaran. Dalam tabel ini, jawaban pada setiap kategori diberi skor tertentu. Untuk kategori A, jika jawaban adalah "Ya," maka diartikan terdapat pemborosan, dengan skor 1. Jika jawabannya "Sedang," maka diberikan skor 0,5, dan jika "Tidak," skornya adalah 0. Sebaliknya, pada kategori B, jawaban "Ya" menunjukkan bahwa tidak ada pemborosan yang terjadi, sehingga skornya adalah 0. Jika jawabannya "Sedang," skornya tetap 0,5, dan untuk jawaban "Tidak," skornya adalah 1.

Tabel 4. 24 Pembobotan Akhir *Waste Assessment Questionnaire*

No.	Pertanyaan	*Ni*	*Wo, k*	*Wi, k*	*Wd, k*	*Wm, k*	*Wt, k*	*Wp,k*	*Ww,k*
				Kategori *Man*					
1	*To Motion*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	*From Motion*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	*From Defect*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	*From Motion*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	*From Motion*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	*From Defect*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	*From Process*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Kategori Material					
8	*To Waiting*	1	0,80	0,00	1,60	1,60	0,80	1,20	2,00
9	*From Waiting*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	*From Transportation*	0,5	0,50	0,50	0,50	0,75	1,25	0,00	0,50
11	*From Inventory*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	*From Inventory*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	*From Defect*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	*From Inventory*	0,5	0,50	0,83	0,33	0,50	0,33	0,00	0,00
15	*From Waiting*	0,5	0,50	0,38	0,38	0,00	0,00	0,00	0,63
16	*To Defect*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	*From Defect*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	*From Transportation*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	*To Motion*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	*From Waiting*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	*From Motion*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	*From Transportation*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	*From Defect*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	*From Motion*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	*From Inventory*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	*From Inventory*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

No.	Pertanyaan	*Ni*	*Wo, k*	*Wi, k*	*Wd, k*	*Wm, k*	*Wt, k*	*Wp,k*	*Ww,k*
27	*To Waiting*	0,5	0,40	0,00	0,80	0,80	0,40	0,60	1,00
28	*From Defect*	0,5	0,50	0,38	0,63	0,50	0,25	0,00	0,50
29	*From Waiting*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	*From Overproduction*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	*To Motion*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Kategori *Machine*					
32	*From Process*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33	*To Waiting*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34	*From Process*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	*From Transportation*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
36	*To Motion*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37	*From Overproduction*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
38	*From Waiting*	0,5	0,50	0,38	0,38	0,00	0,00	0,00	0,63
39	*From Waiting*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	*To Defect*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41	*From Waiting*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
42	*To Motion*	0,5	0,33	0,33	0,44	0,56	0,33	0,33	0,00
43	*From Process*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Kategori *Method*					
44	*To Transportation*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
45	*From Motion*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
46	*From Waiting*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
47	*To Motion*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
48	*To Waiting*	0,5	0,40	0,00	0,80	0,80	0,40	0,60	1,00
49	*To Defect*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
50	*From Motion*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
51	*From Defect*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
52	*From Motion*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
53	*To Waiting*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
54	*From Process*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
55	*From Process*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

No.	Pertanyaan	*Ni*	*Wo, k*	*Wi, k*	*Wd, k*	*Wm, k*	*Wt, k*	*Wp,k*	*Ww,k*
56	*To Defect*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
57	*From Inventory*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
58	*To Transportation*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
59	*To Motion*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
60	*To Transportation*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
61	*To Motion*	1	0,67	0,67	0,89	1,11	0,67	0,67	0,00
62	*To Motion*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
63	*From Motion*	1	0,00	0,55	0,73	0,91	0,00	0,91	0,73
64	*From Motion*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
65	*From Motion*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
66	*From Overproduction*	0,5	1,67	0,33	1,00	1,00	0,33	0,00	0,67
67	*From Process*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
68	*From Defect*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Score (Sj)	8	6,77	4,34	8,47	8,53	4,77	4,31	7,64
	Frequency (Fj)		11,00	9,00	12,00	10,00	9,00	6,00	9,00

Pada tabel 4.21. Hasil perhitungan akhir WAQ, Setelah melakukan pembobotan awal berdasarkan *Ni,* langkah selanjutnya adalah memberikan bobot berdasarkan nilai pada WAQ sesuai dengan yang tercantum dalam Tabel 4.19. Dalam tabel ini, jawaban pada setiap kategori diberi skor tertentu. Untuk kategori A, jika jawaban adalah "Ya," maka diartikan terdapat pemborosan, dengan skor 1. Jika jawabannya "Sedang," maka diberikan skor 0,5, dan jika "Tidak," skornya adalah 0. Sebaliknya, pada kategori B, jawaban "Ya" menunjukkan bahwa tidak ada pemborosan yang terjadi, sehingga skornya adalah 0. Jika jawabannya "Sedang," skornya tetap 0,5, dan untuk jawaban "Tidak," skornya adalah 1.

4.3.7 Penilaian *Waste*

Setelah proses pembobotan selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah menghitung hasil akhir untuk mengidentifikasi jenis pemborosan yang paling sering terjadi. Tabel 4.22 menyajikan hasil perhitungan akhir yang menggunakan *Waste Assessment Model*. Dalam tabel tersebut, dapat diketahui analisis yang menggambarkan pemborosan yang paling dominan berdasarkan data yang telah diproses sebelumnya.

Tabel 4. 25 Nilai Akhir *Waste Assessment Model*

	O	I	D	M	T	P	W
Score (Yj)	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Pj Factor	197,92	197,92	320,83	306,25	111,11	111,11	208,33
Final Result (Yj Final)	4,62	2,36	6,66	6,74	2,68	2,22	5,12
Final Result (%)	15,19%	7,76%	21,92%	22,17%	8,83%	7,29%	16,84%
Peringkat	4	6	2	1	5	7	3

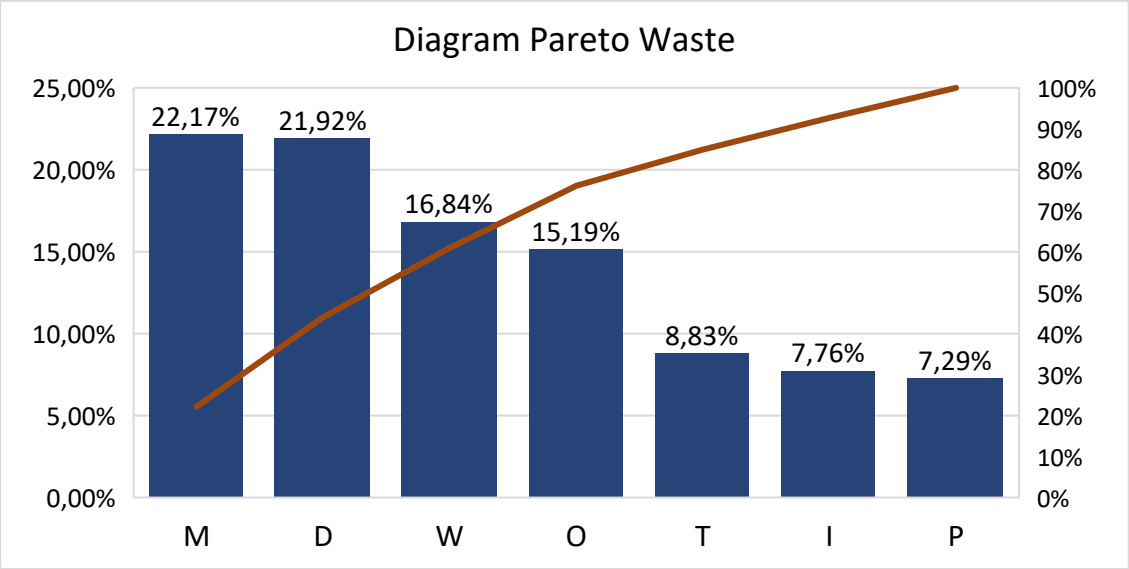
Pada tabel 4.22 menunjukan bahwa *Yj* adalah indikator awal untuk tiap *waste* yang dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Yj = \frac{sj}{Sj} \; x \; \frac{fj}{Fj}$$

Nilai-nilai seperti sj, Sj, fj, dan Fj diperoleh dari Tabel 4.19 dan Tabel 4.20 yang telah disebutkan sebelumnya. Sementara itu, nilai *Pj Factor* diperoleh dengan mengalikan persentase *"From"* dengan *"To"* yang tercantum dalam Tabel 4.10. Untuk menghitung *final result* (Yj Final), dilakukan perkalian antara nilai Yj dengan *Pj Factor*. Hasil akhir dari perhitungan ini kemudian dinyatakan dalam bentuk persentase, yang dikenal sebagai *final result* (%), yaitu persentase dari Yj *Final*. Perhitungan ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai hasil akhir dari analisis yang dilakukan, sehingga dapat mempermudah dalam penilaian dan interpretasi data yang berkaitan dengan pemborosan yang terjadi.

4.3.8 Diagram *Pareto*

Diagram *pareto* merupakan diagram yang dapat digunakan untuk menganalisis faktor yang paling dominan terbesar dari beberapa faktor yang ada. Pada penelitian ini diagram *pareto* digunakan untuk mengetahui jenis kecacatan yang paling dominan sehingga dapat menentukan prioritas perbaikan menggunakan *fishbone*. Data yang digunakan untuk membuat diagram *pareto* adalah data temuan kecacatan *In Check Panel UP* pada periode 2024. Dari tabel 4.22 dapat dijelaskan kembali dalam bentuk grafik guna mengetahui pemborosan terbesar hingga terkecil. Berikut merupakan data gambar hasil Diagram *Pareto* dari Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Kumulatif:



Gambar 4. 12 Hasil Kumulatif *Waste*

Berdasarkan Gambar 4.12, dapat diketahui bahwa dari 7 jenis pemborosan yang ada di kelompok *Numerical Control Machining* dan *Top Board* setelah dilakukan proses produksi, kategori *waste* "*motion*" memiliki jumlah temuan tertinggi dengan persentase sebesar 22,17% dan kategori *waste* "*defect*" memiliki jumlah temuan tertinggi kedua dengan persentase sebesar 21,19%. sementara itu, kategori *waste* lainnya, yaitu "*waiting*" memiliki persentase 16%, "*overproduction*" sebesar 15%, "*transportation*" sebesar 8%, "*inventory*" sebesar 7%, dan " *excess process*" sebesar 7%. Dari analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa pemborosan yang paling dominan dalam proses produksi adalah *waste* " *motion*" dan *waste* "*defect*". Oleh karena itu, jenis pemborosan ini akan menjadi fokus utama dalam perbaikan yang dilakukan secara terus-menerus *(continuous improvement*) untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah. Dengan memahami faktor utama yang menyebabkan pemborosan ini, diharapkan dapat dirancang strategi perbaikan yang efektif untuk mengurangi jumlah kecacatan dan meningkatkan kualitas produk secara keseluruhan.

4.3.9 *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

VALSAT adalah metode yang digunakan untuk memberi bobot pada berbagai jenis pemborosan dalam proses produksi. Tujuan dari pembobotan ini adalah untuk menentukan alat atau metode yang paling tepat melalui penggunaan matriks. Dengan menggunakan matriks tersebut, memungkinkan untuk melakukan analisis yang lebih mendalam terhadap jenis-jenis pemborosan yang terjadi di lini produksi. Melalui pendekatan ini, perusahaan dapat lebih efektif dalam mengidentifikasi dan mengatasi masalah pemborosan, sehingga meningkatkan efisiensi

operasional secara keseluruhan.

4.3.9.1. *Tools* VALSAT

Setelah pembobotan terhadap jenis-jenis pemborosan selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah memilih *detailed mapping tools* yang paling sesuai dengan jenis pemborosan yang ditemukan di lini produksi. Proses pemilihan *tools* ini sangat penting karena *tools* yang tepat akan membantu dalam mengidentifikasi dan mengatasi pemborosan dengan lebih efektif. Tabel 4.23 berikut ini menampilkan perhitungan korelasi antara jenis-jenis pemborosan dengan metode VALSAT, yang digunakan sebagai dasar dalam memilih *tools detailed mapping* yang paling tepat untuk situasi yang dihadapi.

Tabel 4. 26 Pemilihan *Tools VALSAT*

Waste	**Bobot**	**PAM**	**SCRM**	**PVF**	**QFM**	**DAM**	**DPA**	**PS**
O	4,62 %	4,62 %	13,85 %	0,00 %	4,62 %	13,85 %	13,85 %	0,00 %
I	2,36 %	7,07 %	21,22 %	7,07 %	0,00 %	21,22 %	7,07 %	2,36 %
D	6,66 %	59,94 %	0,00 %	0,00 %	59,94 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
M	6,74 %	60,63 %	6,74 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
T	2,68 %	2,68 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	2,68 %
P	2,22 %	19,95 %	0,00 %	6,65 %	2,22 %	0,00 %	2,22 %	0,00 %
W	5,12 %	46,07 %	46,07 %	5,12 %	0,00 %	15,36 %	15,36 %	0,00 %
Total		**200,95 %**	**87,87 %**	**18,84 %**	**66,77 %**	**50,43 %**	**38,49 %**	**5,04 %**

Berdasarakan tabel 4.23, dapat diketahui bahwa *tools* yang memilki nilai tertinggi adalah *process activity mapping (PAM)* dengan skor sebesar 200,95%. Untuk mendapatkan skor ini yaitu dengan mengalikan bobot pada tabel 4.23 dengan skor kemampuan korelasi tiap *tools* sesuai dengan korelasi *waste* di tabel 2.5.

4.3.10 *Process Activity Mapping* (PAM)

Setelah hasil dari *Waste Assessment Model* diperoleh, langkah berikutnya adalah melakukan identifikasi lebih lanjut terhadap pemborosan melalui pembuatan *process activity mapping (PAM)*. *PAM* adalah alat yang digunakan untuk menganalisis semua aktivitas yang terjadi selama proses produksi. Dengan menggunakan alat ini, kita dapat mengevaluasi apakah suatu

proses masih bisa lebih dioptimalkan atau tidak. *PAM* memungkinkan kita untuk mengidentifikasi aktivitas mana yang memberikan nilai tambah (*Value Added* atau *VA*), aktivitas yang diperlukan tetapi tidak memberikan nilai tambah (*Necessary Non-Value Added* atau *NNVA*), serta aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*Non-Value Added* atau *NVA*). Tabel 4.24 di bawah ini menyajikan seluruh aktivitas yang terjadi di lini produksi dan mengelompokkan aktivitas tersebut berdasarkan kategori *VA, NNVA,* dan *NVA*, sehingga memberikan gambaran yang lebih jelas tentang potensi peningkatan efisiensi dalam proses produksi.

Berikut merupakan tabel *process activity mapping* (PAM) dari kelompok NC *Machining* dan *Top Board*. Dimulai dari rincian proses NC *Machining* lalu proses *Top Board* dan dibawah ini merupakan PAM dari kelompok tersebut :

Tabel 4. 27 *Process Activity Mapping* kelompok NC *Machining* dan *Top Board*

No	Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
	Proses NC *Machining*								
1	Area AN 1 (Press Sisi Kabinet) (Key Bed)	Mengambil Kabinet Piano dari rak Kabinet	0,38		T				NNVA
		Letakan Kabinet Piano pada Alas Press	0,14		T				NNVA
		Ambil Lem untuk Sisi Kabinet	0,10		T				NNVA
		Proses Lem Sisi Kabinet	0,93	O					VA
		Letakkan Lem dari sisi Kabinet	0,10		T				NNVA
		Pemasangan Sisi Kabinet ke Alat Press	1,27	O					VA
		Proses Press	12,62	O					VA
2	Anderson 1	Mengambil Kabinet Piano dari rak Kabinet	0,43		T				NNVA

No	Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
	(Coak & Bor) (Key Bed)	Letakan Kabinet Piano ke bagian sisi Mesin NC	0,14		T				NNVA
		Setting Mesin NC	0,84					D	NNVA
		Pengeboran terhadap sisi Kabinet di Mesin NC	4,22	O					VA
		Melakukan Proses Serut Sisi pada Kabinet	0,83	O					VA
		Meratakan Sisi Kabinet yang terkena Serut	0,13	O					VA
		Mengambil Kabinet yang telah diserut	0,58		T				NNVA
		Meletakan Kabinet ke Cetakan Coak	0,18		T				NNVA
		Proses Setting Mesin NC	0,31					D	NNVA
		Proses Coak Kabinet	9,29	O					VA
3	Area AN 1 (*Sanding*) (Key Bed)	Mengangkat Kabinet dari Mesin NC	0,26		T				NNVA
		Pengolesan tambalan Sisi Kabinet	0,74	O					VA

No	Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
		Mengahaluskan Kabinet yang telah di proses	2,88	O					VA
		Ambil Kabinet menuju Mesin NC	0,21		T				NNVA
		Letakan Kabinet pada sisi Mesin NC	0,10		T				NNVA
		Proses Bor permukaan atas	0,49	O					VA
4	Anderson 2 (Coak & Bor) (Bottom Board)	Membalikkan Sisi Kabinet	0,26		T				NNVA
		Proses Bor Permukaan Bawah	4,81	O					VA
		Mengambil Kabinet yang telah di Proses	0,22		T				NNVA
		Meletakan ke rak Kabinet	0,12				S		NNVA
		Mengambil dan letakan Kabinet	0,27		T				NNVA
		Meletakan Kabinet ke sisi Mesin NC	0,12		T				NNVA
5	Anderson 3 (Top Frame Silt)	Proses *Setting* Mesin	0,17					D	NNVA
		Proses Pemesinan NC	3,11	O					VA

No	Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
		Mengambil Kabinet dari Mesin NC setelah diproses	0,23		T				NNVA
		Meletakkan Kabinet di tempat pengamplasan.	0,23		T				NNVA
6	Area AN 3	Proses pengamplasan Kabinet	0,53	O					VA
		Mengembalikkan Kabinet ke rak Kabinet	0,23				S		NNVA
		Mengambil dan meletakkan Kabinet menuju Mesin NC	0,26		T				NNVA
7	Area Anderson 4 (Top Board)	Proses Pemesinan	2,82	O					VA
		Mengamplas Kabinet	0,22	O					VA
		Membalik Kabinet ke Sisi Lainnya	0,15				S		NNVA
8	Anderson 4 (Coak Bor) (Top Board)	Mengambil dan meletakkan Kabinet (*Coak Finish*)	0,16		T				NNVA
		Proses Pemesinan (*Coak Finish*)	0,77	O					VA

No	Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
		Proses Setting Mesin NC	0,15					D	NNVA
		Membalik Kabinet ke Sisi Lainnya (Coak Finish)	0,17				S		NNVA
		Mengambil dan meletakkan kabinet (Bor)	0,24		T				NNVA
		Proses Pemesinan (Bor)	0,36	O					VA
		Mengembalikan Kabinet (Bor)	0,19				S		NNVA
		Mengambil dan meletakkan kabinet	0,19		T				NNVA
9	Anderson 5 (Fall Board)	Proses pemesinan	3,14	O					VA
		Mengembalikkan Sisi lain Kabinet yang telah di Proses	0,13				S		NNVA
		Mengambil dan meletakkan Kabinet	0,39		T				NNVA
10	Anderson 6	Proses Setting Mesin NC	0,48					D	NNVA
		Proses pemesinan	4,13	O					VA

No	Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
		Mengembalikkan Kabinet yang telah di Proses	1,80				S		NNVA
		Mengambil dan meletakkan Kabinet	0,24		T				NNVA
		Menata Kabinet	0,71		T				NNVA
11	Anderson 7	Proses pemesinan	0,55	O					VA
		Mengembalikkan Kabinet yang telah di Proses	0,26				S		NNVA
		Mengambil dan meletakkan Kabinet	0,15		T				NNVA
12	NC Rulong (Side Board)	Proses Bor	1,01	O					VA
		Mengembalikkan Kabinet yang telah di Proses	0,13				S		NNVA
		Melakukan *Setting* Program	1,28					D	NNVA
13	NC Heian (Bor & Coak) (Leg Block Long)	Mengambil dan menata Kabinet	0,22		T				NNVA
		Proses Bor & Coak Atas	2,51	O					VA

No	Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
		Mengamplas Kabinet setelah selesai proses mesin	0,18	O					VA
		Proses Vakum	0,12	O					VA
		Membalik Kabinet ke Sisi Lainnya	0,27		T				NNVA
		Proses Bor & Coak permukaan bawah	2,64	O					VA
		Melakukan Cek dengan Jangka Sorong	0,16			I			NNVA
		Mengamplas Kabinet	0,15	O					VA
		Mengembalikkan Kabinet yang telah di Proses	0,09				S		NNVA
	Proses Top Board								
14	*Press* Panjang (Top Board Rear GN)	Memeriksa kualitas lem dan kesesuaian ukuran kabinet	0,18			I			NNVA
		Mengangkat Kabinet	0,42		T				NNVA
		Penempelan Lem ke bagian sisi	4,05	O					VA

No	Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
		Menyusun bagian Kabinet yang telah dilem	2,32	O					VA
		Proses *press* lengkung	3,03	O					VA
		Mengangkat alat bantu press	1,03		T				NNVA
		Mengembalikan Kabinet ke rak penyimpanan	0,12				S		NNVA
		Memeriksa kualitas lem dan kesesuaian ukuran Kabinet	0,18			I			NNVA
		Mengangkat Kabinet	0,30		T				NNVA
15	*Press* Pendek (Top Board Rear GB)	Penempelan Lem ke bagian sisi Kabinet	0,98	O					VA
		Menyusun bagian Kabinet yang telah dilem	0,25	O					VA
		Proses press lengkung	3,08	O					VA
		Mengangkat alat bantu press	0,52		T				NNVA

No	Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
		Mengembalikan kabinet ke rak penyimpanan	0,15				S		NNVA
		Pemeriksaan mesin dan kelengkapan jig	0,22			I			NNVA
		Membersihkan sisi Kabinet sebelum proses	0,79	O					VA
16	*Rotary Press* (Key Bed B1)	Memasukkan Jig alat bantu press	0,91		T				NNVA
		Setting Kalibrasi Mesin *Rotary Press*	0,48					D	NNVA
		Proses *Rotary Press* berputar	0,75	O					VA
		Mengeluarkan jig dari Mesin*Rotary Press*	0,30			I			NNVA
		Ambil dan Taruh Kabinet ke rak Kabinet	0,59		T				NNVA
		Cek kondisi *cutting edge*	0,38			I			NNVA
17	*Edge Former* (Top Board Front GB/GN)	Mengangkat Kabinet ke tempat proses	0,16		T				NNVA
		Proses *press edge former*	0,48	O					VA
		Mengangkat dan Mengembalikan Kabinet	0,13		T				NNVA

No	Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
		Mengambil Kabinet	0,13		T				NNVA
		Setting parameter penomian (kecepatan, tekanan)	0,15					D	NNVA
		Proses Penomian	0,70	O					VA
18	Penomian (Top Board Rear GP)	Membalikkan Sisi Kabinet yang telah di Proses	0,13		T				NNVA
		Proses Penomian sisi kedua	0,52	O					VA
		Merapikan dan Pembersihan Kabinet	0,09	O					VA
		Menaruh Kabinet ke rak Kabinet	0,13		T				NNVA
		Setting Alat Coak	0,37					D	NNVA
	Coak Spline	Ambil Kabinet ke meja coak	0,19		T				NNVA
19	(Top board Rear GB PM/PAW)	Proses *Coak Spline*	1,29	O					VA
		Ambil dan Taruh Kabinet ke rak Kabinet	0,24		T				NNVA

No	Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
		Hitung dan Ambil Kabinet ke meja *sanding*	0,12		T				NNVA
20	*Sanding Backer* (Top Board Front GB)	*Setting* Kecepatan Mesin *Sanding*	0,10					D	NNVA
		Proses *Sanding Backer*	0,72	O					VA
		Taruh Kabinet ke rak Kabinet	0,10		T				NNVA
		Mengambil Kabinet	0,12		T				NNVA
		Setting pembentukan manual	0,10					D	NNVA
21	*Hand Former* (Top Board Rear GB PE/PWH)	Proses *Forming Hand Former* sisi pertama	0,39	O					VA
		Balik Sisi Forming *Hand Former* kedua	0,34	O					VA
		Ambil dan Mengembalikan Kabinet ke rak Kabinet	0,11		T				NNVA
22	*Mentory* (Top Board Front GB PE/PWH)	Ambil Kabinet dari rak penyimpanan	0,10		T				NNVA
		Pasang Jig sesuai model Kabinet	0,12					D	NNVA

No	Proses	Aktivitas	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
		Setting Kalibrasi Mesin *Mentory* (*spindle, cutting tools*)	0,44					D	NNVA
		Membersihkan dan mengangkat Kabinet ke rak penyimpanan	0,12				S		NNVA
23	*Finishing* (Top Board Rear GN)	Proses *Finishing*	1,31	O					VA

Dari tabel 4.23 menggunakan keterangan sebagai berikut :

	= Minimasi waktu aktivitas
	= Eliminasi aktivitas

Keterangan

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

- *Delay* = D - *Storage* = S

Keterangan Simbol

- O (*Operation*) = Aktivitas yang menambah nilai (*Value Added*)
- T (*Transportation*) = Perpindahan barang (*Non Value Added*, tapi kadang perlu → NNVA)
- I (*Inspection*) = Pemeriksaan (NNVA)
- D (*Delay*) = Menunggu atau persiapan proses (NNVA)
- S (*Storage*) = Penyimpanan sementara (NNVA)

Tabel 4.24 diatas menjelaskan bahwa seluruh aktivitas dikategorikan ke dalam 3 jenis yaitu NVA (aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah), VA (aktivitas yang berkontribusi positif), dan NNVA (aktivitas yang diperlukan meski tidak bernilai tambah). Para ahli seperti *foreman* kelompok NC *Machining* dan *Top Board* menyepakati kriteria khusus untuk mengidentifikasi aktivitas yang perlu diminimasi, Jika waktu *delay* (menunggu) lebih dari 0,30 menit, *storage* (penyimpanan) lebih dari 0,30 menit, *inventory* (persediaan) lebih dari 1,00 menit, atau *transportation* (pemindahan) lebih dari 1,00 menit, maka aktivitas tersebut dianggap boros dan perlu segera dikurangi atau dihilangkan untuk meningkatkan efisiensi produksi sehingga upaya perbaikan dapat difokuskan pada area-area yang paling berdampak terhadap efisiensi produksi secara keseluruhan.

Berikut ini tabel ringkasan jumlah aktivitas yang ada pada kelompok NC *Machining* dan *Top Board* beserta persentase nya.

Tabel 4. 28 Rekapitulasi *Process Activity Mapping* (PAM)

Aktivitas	**Jumlah**	**Waktu (Menit)**	**% (Jumlah)**	**% (Waktu)**
VA	43	81,54	36,4%	79,0%
NVA	1	0,38	0,8%	0,4%
NNVA	74	21,27	62,7%	20,6%
TOTAL	118	103,19	100,0%	100,0%

Berdasarkan Tabel 4.25, aktivitas *Necessary Non Value Added* (NNVA) menyumbang persentase yang cukup besar, yaitu 62,70% dari total waktu proses, atau sekitar 21,27 menit dari total 103,19 menit. Meskipun aktivitas NNVA ini masih diperlukan untuk mendukung proses produksi, banyak di antaranya berkontribusi pada pemborosan waktu yang signifikan. Beberapa aktivitas yang perlu diprioritaskan untuk dikurangi atau dihilangkan meliputi transportasi antar mesin, seperti pengambilan dan pengembalian kabinet, serta pemindahan kabinet ke meja proses yang terjadi di hampir semua tahap, termasuk Proses Mesin Anderson, *Pressing, Coak Bor*, dan *Mentory*. Selain itu, waktu *delay* untuk *setting* dan kalibrasi mesin pada proses seperti *setting* Mesin NC dan kalibrasi mesin *Rotary Press* juga perlu diperhatikan, karena memakan waktu cukup lama tanpa menambah nilai pada produk. Aktivitas ini ditandai dengan warna kuning karena nilainya lebih dari 0,30 menit, yang menunjukkan bahwa proses ini cukup lama (NNVA) sesuai dengan konsultasi bersama *expert*, yaitu *leader* kelompok NC dan *Top Board*. Terakhir, inspeksi manual yang dilakukan berulang, seperti pemeriksaan

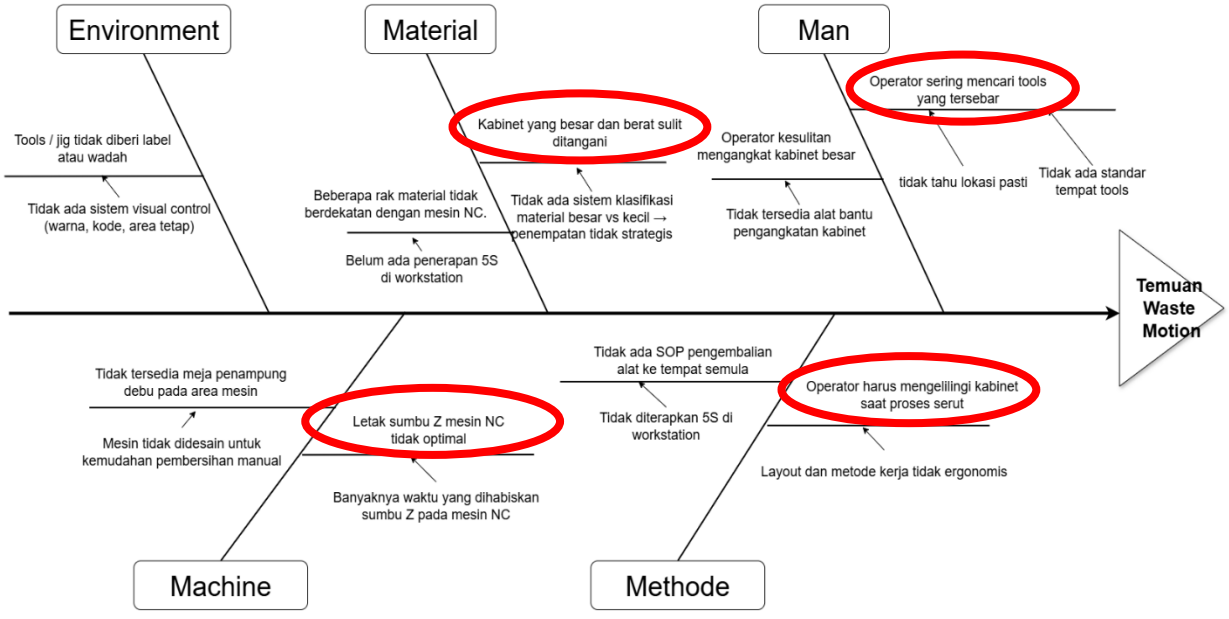
kelengkapan jig dan kualitas lem, meskipun penting, diusulkan untuk mengganti dengan sistem *quality at the source* (standar untuk keamanan kualitas kabinet) guna mengurangi pemeriksaan ganda. Dengan fokus pada pengurangan aktivitas NNVA, dapat membantu memaksimalkan proses produksi yang ada secara keseluruhan.

4.3.11 *Fishbone* Diagram

Setelah mengidentifikasi pemborosan di lini produksi, langkah penting berikutnya adalah menganalisis penyebabnya menggunakan *fishbone diagram*. Alat ini membantu mengelompokkan dan mengorganisir berbagai kemungkinan penyebab masalah, serta menemukan akar penyebab yang paling signifikan. Prinsip dasar *fishbone diagram* adalah menempatkan masalah utama di bagian kepala diagram, sementara faktor-faktor penyebabnya dipetakan di sepanjang tulang atau duri diagram, yang menyerupai bentuk kerangka ikan. Dalam penelitian ini, analisis difokuskan pada 2 jenis pemborosan terbesar di lini produksi untuk memahami akar penyebab yang paling kritis. Tujuannya adalah menemukan solusi yang efektif untuk mengatasi masalah tersebut, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas kelompok NC *Machining* dan *Top Board* secara keseluruhan.

A. *Waste motion*

Berikut merupakan *fishbone diagram waste motion:*



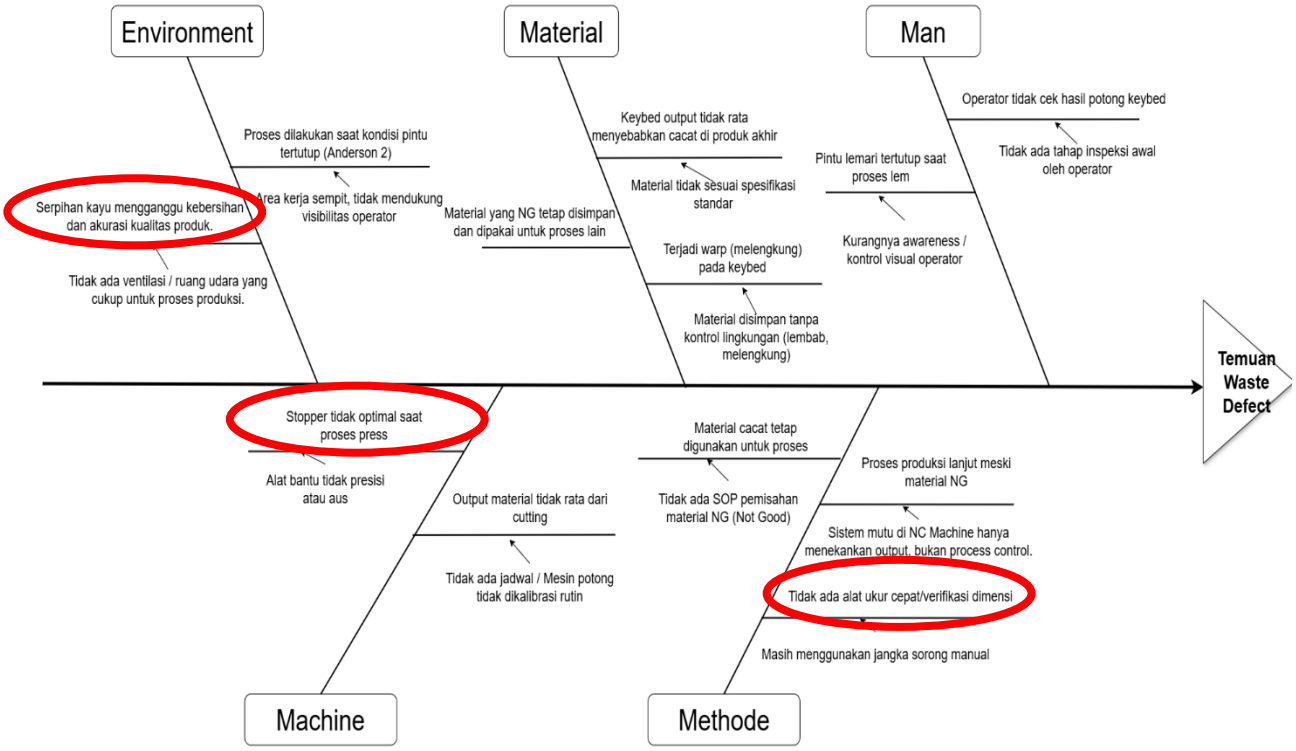
Gambar 4. 13 *Fishbone Diagram Waste motion*

Waste motion merujuk pada gerakan yang dilakukan operator yang tidak menambah nilai pada produk. Pada kelompok NC *Machining* dan *Top Board* permasalahan utama mengenai

waste motion adalah faktor lingkungan atau *environment,* dimana operator harus mengambil maupun mendorong Kabinet dari proses satu ke proses lainnya dengan jarak yang cukup jauh.

B. *Waste Defect*

Berikut merupakan *fishbone* diagram dari *waste defect* :



Gambar 4. 14 *Fishbone Diagram Waste Defect*

Waste defect adalah kondisi di mana produk yang telah diproduksi tidak memenuhi standar yang ditetapkan oleh perusahaan, sehingga dianggap tidak layak. Dengan menggunakan diagram *fishbone*, kita dapat *mengidentifikasi* penyebab dari pemborosan *waste motion* dan *defect* ini. Setelah mengetahui penyebabnya, langkah selanjutnya adalah melakukan perbaikan terhadap pemborosan tersebut. Usulan perbaikan ini akan dibahas lebih lanjut melalui pendekatan *kaizen*, yang berfokus pada perbaikan berkelanjutan.

4.3.12 *Kaizen*

Setelah mengidentifikasi pemborosan dan faktor penyebabnya pemborosan di lini produksi, perbaikan direncanakan melalui pendekatan *kaizen*. *Kaizen* merupakan filosofi perbaikan yang dilakukan secara terus-menerus *(continuous improvement),* di mana perbaikan ini berlangsung secara berkelanjutan dan melibatkan partisipasi aktif dari seluruh anggota perusahaan (Dr. Lilis Kholisoh Nuryani, 2024). Usulan perbaikan dirumuskan melalui diskusi dengan *foreman*,

leader kelompok NC *Machining*, dan *Top Board*, memastikan solusi didasarkan pada pemahaman mendalam tentang masalah. Berikut merupakan *kaizen* yang terkait dengan pemborosan yang ditemukan dalam kelompok kerja NC *Machining* dan *Top Board* :

1. Proses Modifikasi Meja Menjadi Meja Putar Proses Serut *Top Board*

Berikut merupakan *kaizen* waktu kelonggaran (*allowance*) yaitu modifikasi meja putar proses serut *Top Board* :

Before *After*



Gambar 4. 15 *Kaizen* 1 Modifikasi Meja menjadi Meja Putar Proses Serut *Top Board*

Pada *Kaizen* 1 dilakukan Proses serut *Top Board* memakan waktu karena operator harus berputar mengelilingi kabinet yang diletakkan dimeja. Dalam perbaikannya dilakukan dengan membuat meja yang bisa diputar, sehingga lebih efektif & operator tidak perlu berputar

2. Proses pengeleman menggunakan *roller* lem pada NC Anderson 1

Before *After*



Gambar 4. 16 *Kaizen* 2 Pengeleman dengan *Roller* Lem

Pada *Kaizen* 2 ini merupakan gambar sebelum dilakuakan perbaikan, Pada Anderson 1 saat mengelem material, terdapat dua proses, yaitu pengolesan lem dan pemerataan lem, sehingga memerlukan waktu yang cukup banyak, maka dilakukan perbaikan berupa menggunakan alat lem *roller* ukuran 3 *inch* yang dapat menggabungkan 2 proses tersebut menjadi 1 proses.

3. Proses pengeleman menggunakan *roller* lem pada area *Top Board*

Before *After*



Gambar 4. 17 *Kaizen* 3 Pengeleman menggunakan *Roller* Lem pada Area *Top Board*

Pada *Kaizen* 3 sebelum dilakuakan perbaikan, Pada area *Top Board* saat mengelem material, terdapat 2 proses, yaitu pengolesan lem dan pemerataan lem, sehingga memerlukan waktu yang cukup banyak, maka dilakukan perbaikan berupa menggunakan alat lem *roller* berukuran 6 *inch* yang bisa menggabungkan 2 proses tersebut menjadi 1 proses.

4. Perbaikan proses penambahan label nama untuk tempat penyimpanan jig dan penambahan sekat pada tempat penyimpanan jig.

Before *After*



Gambar 4. 18 *Kaizen* 4 Perbaikan Proses Penambahan Label Nama untuk Tempat Penyimpanan Jig

Pada *Kaizen* 4 sebelum dilakukan perbaikan belum ada label nama di bagian penyimpanan jig, sehingga operator harus memilah dulu saat memilih jig dan tempat jig belum ada sekat sehingga jig kurang rapi dan operator harus memilah terlebih dahulu saat mengambil jig, maka perlu membuat label nama agar memudahkan operator dalam mencari jig yang diinginkan dan mengurangi margin kerja dan memberikan skat pada rak tempat jig sehingga penempatan jig rapi dan memudahkan operator saat mengambil jig yang termasuk dalam kategori *Kaizen* 5S & Margin.

5. Perbaikan proses pengadaan *handlift*

Before *Plan*



Gambar 4. 19 *Kaizen* 5 Perbaikan Proses Pengadaan *Handlift*

Pada *Kaizen* 5 sebelum dilakukan perbaikan proses *handling* keybed GP yang memiliki bobot cukup berat masih manual, sehingga dilakukan pengadaan *handlift* sebagai alat bantu untuk *handling* keybed GP.

6. Perbaikan proses pengadaan *handlift* pada material Key bed

Before *After*



Gambar 4. 20 *Kaizen* 6 Perbaikan Proses Pengadaan *Handlift*

Pada *Kaizen* 6 sebelum dilakukan perbaikan proses *handling* operator kesulitan mengangkat kabinet yang cukup besar pada mesin Heian, sehingga operator harus membutuhkan 2 orang lebih untuk mengangkat kabinet

7. Perbaikan Proses Pembuatan Tempat Penyimpanan *Tools* Didekat Masing-Masing Mesin *Numerical Control*.

Before *After*



Gambar 4. 21 *Kaizen* 7 Perbaikan Proses Pembuatan Tempat Penyimpanan *Tools*

Pada *Kaizen* 7 sebelum dilakukan perbaikan posisi penyimpanan *tools* cukup jauh dari mesin NC, sehingga dilakukan penyediaan tempat *tools* yang akan ditempatkan di dekat masing-masing mesin NC agar dapat memudahkan saat akan perubahan pengerjaan kabinet.

8. Perbaikan proses penambahan label nama tempat alat.

Before *After*



Gambar 4. 22 *Kaizen* 8 Perbaikan Proses Penambahan Label Nama Tempat Alat.

Pada *Kaizen* 8 sebelum dilakukan perbaikan proses Tidak ada labet pada tempat alat, meja kerja, lemari, dll., sehingga dilakukan pengadaan perbaikan membuat label nama untuk tempat tersebut sehingga peletakan barang menjadi rapi.

9. Perbaikan proses pembuatan meja penampung debu *scraf*

Before *After*

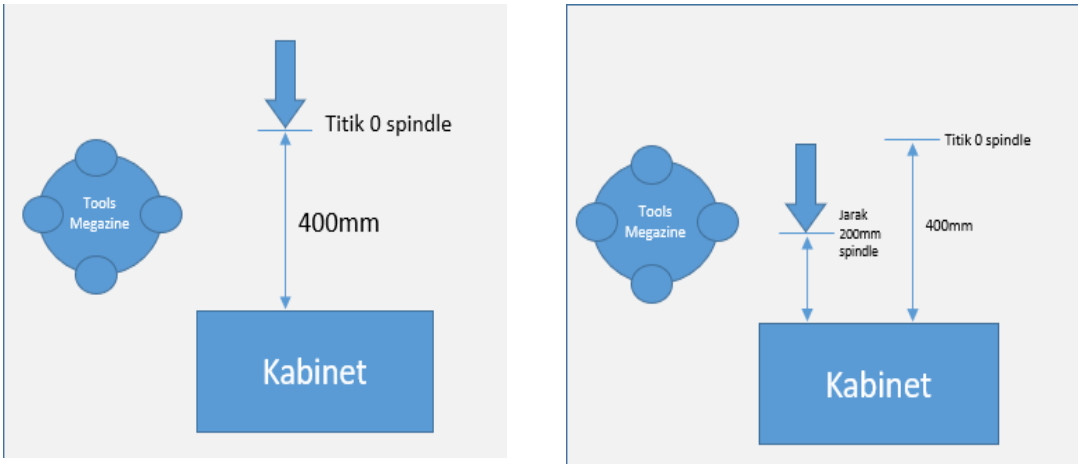


Gambar 4. 23 *Kaizen* 9 Perbaikan Proses Pembuatan Meja Penampung Debu *Scraf*

Pada *Kaizen* 9 sebelum dilakukan perbaikan proses awal debu dari proses mentori dan *finishing* Keybed GP tidak seluruhnya terhisap oleh *vacuum* sehingga berterbaran pada lantai dan jalan, sehingga dilakukan perbaikan Pembuatan meja penampung debu *scraf* pada proses *mentory* & *finishing* keybed GB.

10. Perbaikan proses *setting* Sumbu Z *Spindle*

Before *After*

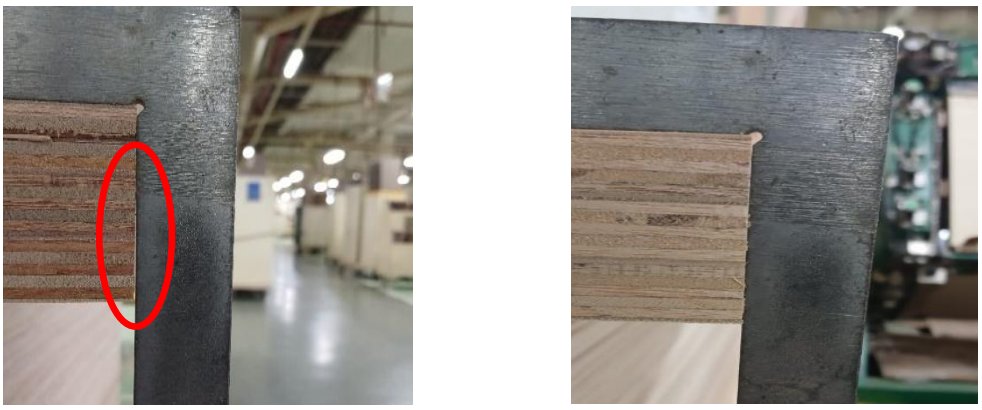


Gambar 4. 24 *Kaizen* 10 Perbaikan proses *setting* Sumbu Z *Spindle*

Pada *Kaizen* 10 sebelum dilakukan perbaikan proses, Untuk kabinet yang prosesnya menggunakan lebih dari *tools* saat ini *setting* pergerakan *spindle* kembali ke titik 0, sehingga dilakukan perbaikan mengubah *setting* sumbu Z *spindle* dengan tidak harus kembali ke titik 0 agara dapat mempercepat proses

11. Perbaikan proses pada *section Cutting Sizer* agar hasil potong sisi material Keybed sesuai *standard*

Before *After*

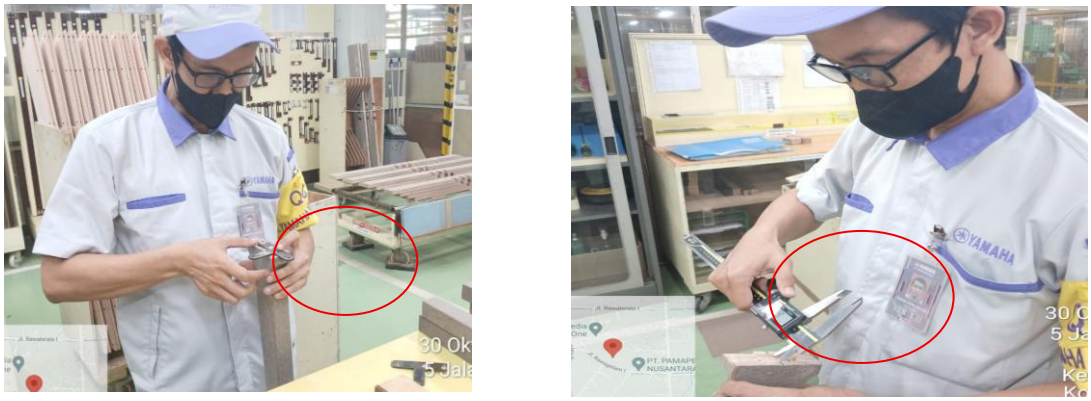


Gambar 4. 25 *Kaizen* 11 Perbaikan Proses pada *Section Cutting Sizer* agar Hasil Potong Sisi Material Keybed Sesuai *Standard*

Pada *Kaizen* 11 sebelum dilakukan perbaikan hasil potong material *Key Bed* ada sisi yang tidak rata, berpotensi menghasilkan NG Uki pada saat proses press Mambo, Sehingga Koordinasi dengan tim *Cutting Sizer* untuk analisa perbaikan hasil potong material keybed rata dan material yang di *supply* ke tim NC sesuai *standard*

12. Perbaikan proses pengukuran manual yang memakan waktu karena ketelitian operator.

Before *After*

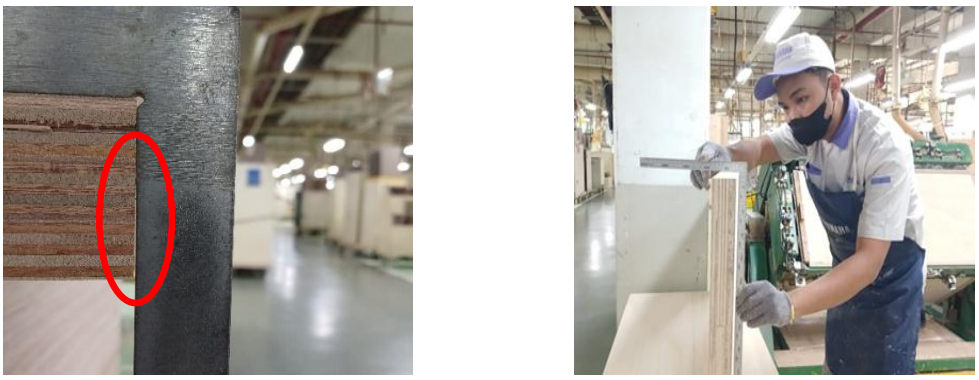


Gambar 4. 26 *Kaizen* 12 Perbaikan Proses Pengukuran Manual yang Memakan Waktu Karena Ketelitian Operator.

Pada *Kaizen* 12 sebelum dilakukan perbaikan, Proses pengukuran manual lebih lama karena operator harus teliti dalam melihatnya. Material yang harus melalui pengecekan kontrol kualitas berpotensi lolos dengan keadaan kabinet tidak standar, sehingga melakukan perbaikan pengecekan menggunakan jangka sorong digital secara menyeluruh menggunakan angka yang valid dengan standar pada prosedur kerja (PK) mengurangi waktu tunggu dan mempercepat proses kerja.

13. Perbaikan proses pada *section Cutting Sizer* Pengecekan sisi keybed sebelum di proses *Press*

Before *After*



Gambar 4. 27 *Kaizen* 13 Perbaikan Proses *Section Cutting Sizer* agar Hasil Potong Sisi Material Keybed Sesuai *Standard*

Pada *Kaizen* 13 sebelum dilakukan perbaikan Tidak ada pengecekan kerataan material keybed yang di *supply* ke tim NC. Material yang tidak rata berpotensi menghasilkan NG Uki saat proses *Press*, Sehingga dilakukan pengecekan kerataan sisi keybed secara menyeluruh menggunakan

jig ukur siku dan disertai perubahan standar pada Prosedur Kerja (PK) untuk memastikan kualitas material yang digunakan.

14. Proses pergantian bahan *stopper* mesin *Rotary Press* dari karet menjadi *silicon*

Before *After*



Gambar 4. 28 *Kaizen* 14 Pergantian Bahan *Stopper* Mesin *Rotary Press* dari Karet menjadi Silikon.

Pada *Kaizen* 14 sebelum dilakuakan perbaikan, ada potensi temuan NG Uki karena pergantian *Stopper Rotary Press* (Karet) sempat terlambat, *lifetime* karet stoper maksimal 3 bulan, maka dilakukan perbaikan berupa mengganti *stoper Rotary Press* dengan menggunakan bahan silikon yang lebih tahan lama. Lalu melakukan *control* pergantian secara periodik.

15. Proses penyesuaian proses *press mambo Keybed*

Before *After*



Gambar 4. 29 *Kaizen* 15 Perbaikan Proses *Cutting Sizer* pada Proses *Press Veneer*.

Pada *Kaizen* 15, ditemukan sisi potongan material kabinet keybed yang tidak rata. Sebagai *tindakan perbaikan*, material keybed dengan potongan sisi tidak rata hanya diperuntukkan untuk *press veneer* karena sifatnya lebih lentur dan fleksibel dibandingkan *mambo*.

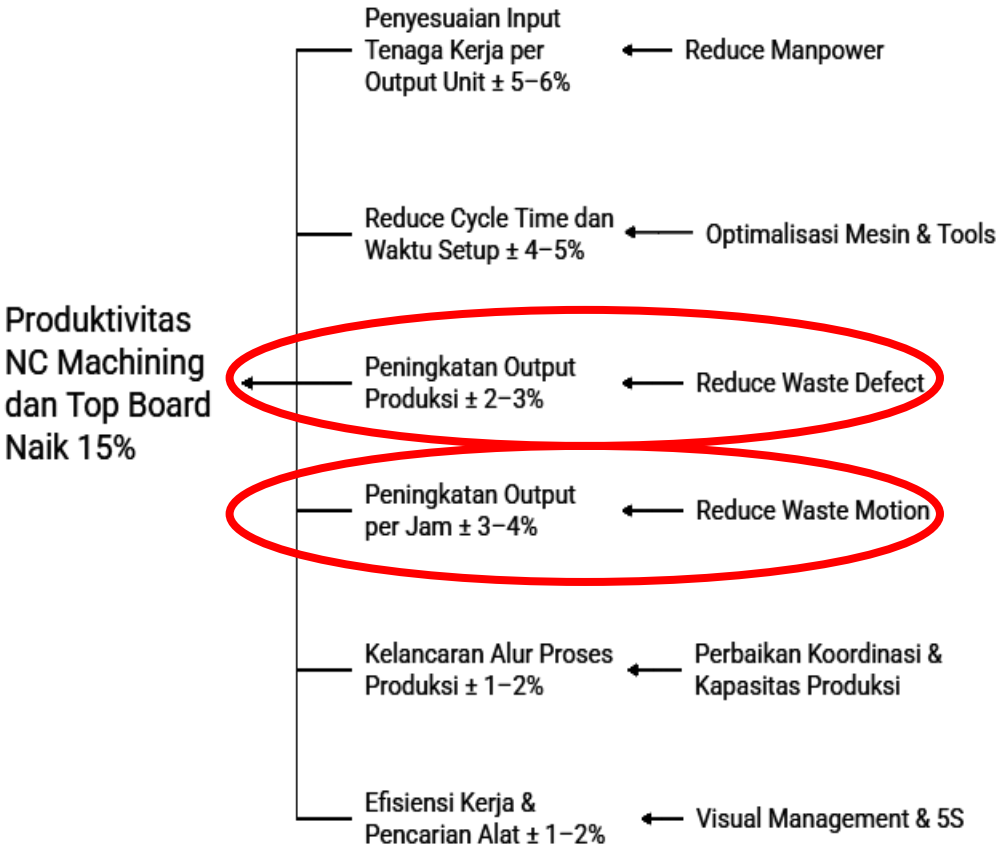
Dengan keseluruhan berjumlah 15 perbaikan *kaizen* yang telah dilakukan di kelompok NC *Machining* dan *Top Board*, penulis mengestimasi dapat meningkatkan produktivitas melalui identifikasi dan pengurangan pemborosan dari implementasi dengan pendekatan *kaizen* yang telah dilakukan.

BAB V
PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan analisa perhitungan dan pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Analisis mencakup penjelasan mengenai angka-angka yang diperoleh dan hasil yang dihasilkan dengan menggunakan metode yang digunakan dalam penelitian ini, hasil analisis kemudian digunakan untuk landasan dalam tindakan yang dilakukan. Berikut ini adalah pembahasan dari perhitungan dan pengolahan data yang telah penulis lakukan:

5.1 Peningkatan Produktivitas di NC *Machining* dan *Top Board*

Pada gambar 5.1 menjelaskan faktor penunjang yang dapat meningkatkan produktivitas pada kelompok NC *Machining* dan *Top Board*:



Gambar 5. 1 Identifikasi Faktor Peningkatan Produktivitas

Pada PT Yamaha Indonesia untuk meningkatkan produktivitas sebesar 15% terdapat lima faktor penunjang yaitu penyesuaian input tenaga kerja dengan reduce *manpower*, reduce cycle time, *reduce waste defect*, *reduce waste defect* dan penyesuaian kapasitas produksi serta penerapan 5S. Berdasarkan hasil observasi pada kelompok NC *Machining* dan *Top Board*

faktor penunjang yang berpotensi dapat meningkatkan produktivitas sebesar 15% adalah *reduce man power* dan *reduce cycle time*. Tahap awal untuk meningkatkan produktivitas dimulai dengan melakukan optimalisasi pada proses produksi. Optimalisasi ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan menghilangkan aktivitas-aktivitas NNVA maupun NVA. Hasil dari optimisasi proses ini adalah pengurangan waktu siklus (cycle time). Waktu siklus adalah total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus produksi, mulai dari input bahan baku hingga menjadi produk jadi. Dengan mengoptimalkan proses, waktu siklus bisa berkurang karena peningkatan efisiensi.

5.2 Analisis Hasil Identifikasi *Waste*

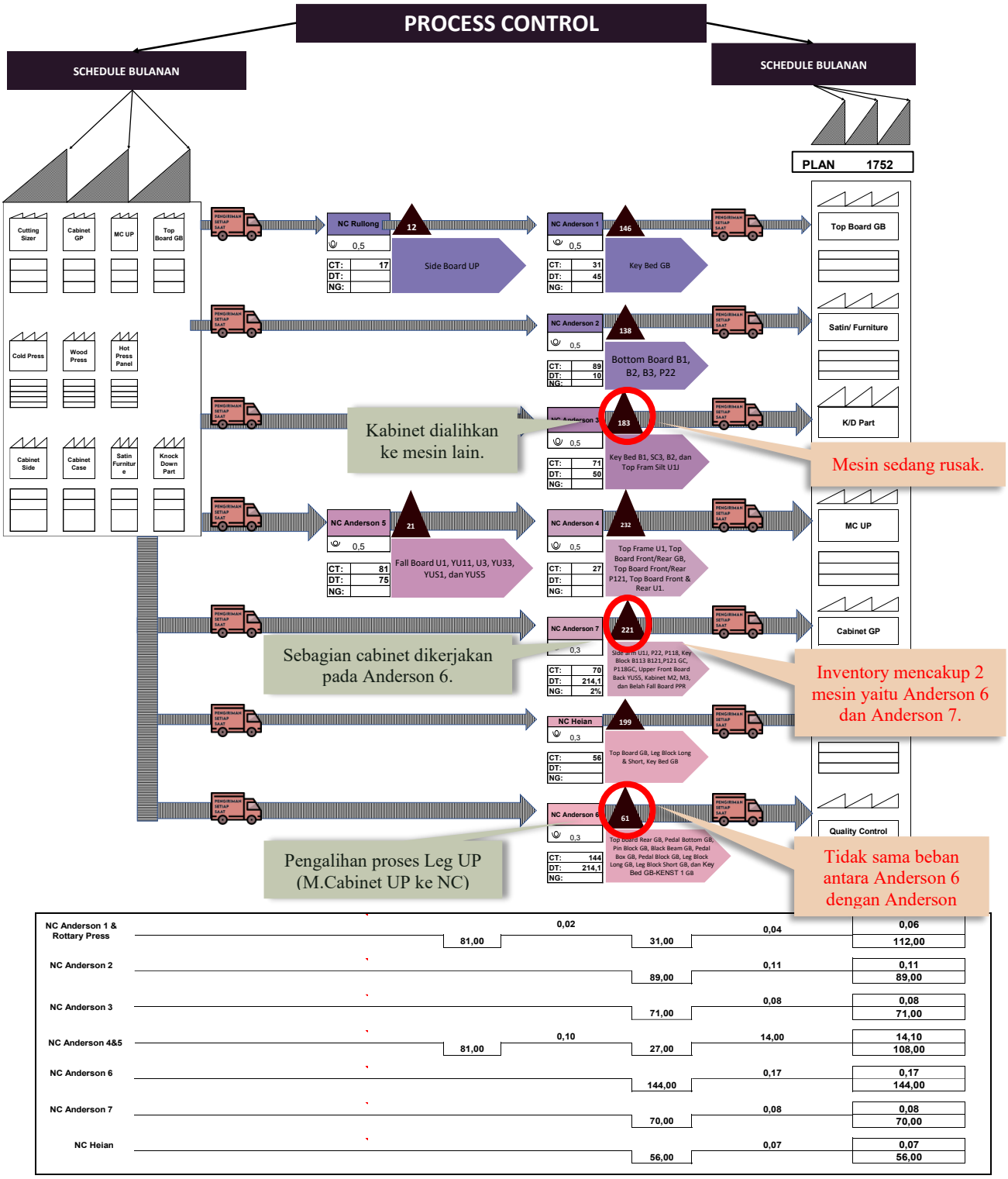
Pada sub bab ini berfokus pada identifikasi dan analisa jenis pemborosan yang paling dominan. Dengan begitu, perusahaan dapat merancang langkah-langkah perbaikan yang efektif untuk mengurangi atau menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Bagian ini penting untuk mengenali pemborosan yang tidak terkendali menghabiskan sumber daya, waktu, dan tenaga tanpa meningkatkan kualitas atau efisiensi produksi. Dengan upaya ini, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi, menekan biaya operasional, memperbaiki kualitas produk, mempercepat waktu produksi, dan meningkatkan kepuasan pelanggan, menjadikannya lebih kompetitif di pasar (Rawabdeh, 2005).

5.2.1 Analisis *Current Value Stream Mapping*

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan *Current Value Stream Mapping* (VSM) untuk menganalisis proses produksi di kelompok NC *Machining* dan *Top Board*. CVSM membantu penulis memahami dan memvisualisasikan semua aliran proses yang terjadi, mulai dari awal hingga akhir. Dengan mengumpulkan data penting seperti jumlah operator, inventoty, dan waktu yang dibutuhkan untuk setiap tahap produksi, penulis dapat mengidentifikasi proses yang perlu diperbaiki dengan tujuan untuk mengurangi pemborosan, meningkatkan efisiensi, dan mengoptimalkan keseluruhan proses produksi.

Di kelompok NC *Machining* dan *Top Board,* kabinet dari Departemen *Woodworking* diproses menjadi dua bagian utama, yakni melalui mesin NC dan mesin *Top Board*, sebelum masuk ke tahap *Quality Control (*QC) dan dikirim ke Departemen *Assembling*. Berdasarkan analisis *Current Value Stream Mapping* (CVSM), menunjukkan bahwa beberapa proses memakan waktu cukup lama, seperti meratakan sisi kabinet hasil proses NC Anderson 1 dan pengambilan kabinet yang telah diserut. Upaya peningkatan produktivitas sedang dilakukan melalui beberapa perbaikan seperti kondisi mesin NC yang sebelumnya bermasalah dan melalui

pemerataan keterampilan operator menggunakan pendekatan pemetaan skill. Namun, realisasi pengurangan operator belum dapat dilakukan secara optimal karena beberapa faktor: (1) penerapan kaizen terkait pengaturan waktu standar (*standard time*) belum rampung dan baru mencakup 5S serta *margin improvement*; (2) distribusi keterampilan operator belum merata, sehingga tidak semua operator dapat mengoperasikan seluruh mesin; (3) masih terdapat mesin NC yang mengalami kerusakan karena keterlambatan pengadaan suku cadang, yang semula direncanakan pengurangan dari 7 mesin menjadi 5 mesin aktif; dan (4) secara kapasitas, kelompok NC masih dalam kondisi *under capacity*, sebagai contoh proses kabinet yang menggunakan lebih dari 2 *tools* megazine (contoh : coak dan bor) saat *setting* pergerakan posisi sumbu Z *spindle* harus kembali ke titik 0 sehingga dibutuhkan program kaizen tambahan untuk optimalisasi kapasitas produksi. Oleh karena itu, strategi optimalisasi mesin dan penyesuaian jumlah tenaga kerja tetap menjadi fokus utama dalam pencapaian target produktivitas dibantu dengan dorongan analisis pemborosan di kelompok ini. Pada gambar terlihat bahwa aliran nilai masih kurang optimal, berikut merupakan *Current Value Stream Mapping* dari Proses NC *Machining* :



Gambar 4. 30 *Current Value Stream Mapping* kelompok *NC Machining*

Pada gambar 4.10. Setelah seluruh data yang diperlukan berhasil dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah menyusun *Current Value Stream Mapping* (CVSM) untuk menggambarkan alur proses produksi yang terjadi di kelompok NC *Machining* dan Top Board. Peta ini

memberikan visualisasi menyeluruh mengenai aliran material dan informasi mulai dari proses awal hingga tahap *finishing*. Berdasarkan CVSM, ditemukan total 118 aktivitas, yang diklasifikasikan menjadi tiga kategori utama: *Value Added* (VA) sebanyak 43 aktivitas dengan total waktu 81,54 menit, *Non Value Added* (NVA) sebanyak 1 aktivitas dengan waktu 0,38 menit, dan *Necessary But Non-Value Added* (NNVA) sebanyak 74 aktivitas dengan total waktu 21,27 menit.

Tabel 5. 1 Hasil *Current Value Stream Mapping*

Aktivitas	Jumlah	Waktu (Menit)
VA	43	81,54
NVA	1	0,38
NNVA	74	21,27
TOTAL	118	103,19

Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun aktivitas VA mendominasi secara waktu, namun jumlah aktivitas NVA masih ada, mencapai 0,8% dari total aktivitas. Hal ini menandakan terdapat peluang perbaikan dalam alur produksi dengan menargetkan pengurangan aktivitas NVA dan minimasi NNVA

5.2.2 Analisis *Waste Assessment Model*

Dalam perhitungan menggunakan *Waste Assessment Model* digunakan untuk mengidentifikasi dan menentukan jenis pemborosan yang paling sering terjadi di lini produksi. Berikut merupakan hasil akhir *waste assesment model* dan pembobotannya:

Tabel 5. 2 Hasil Akhir *Waste Assessment Model*

	O	I	D	M	T	P	W
Score (Yj)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Pj Factor	197,92	197,92	320,83	306,25	111,11	111,11	208,33
Final Result (Yj Final)	2,79	1,94	3,79	3,52	1,36	0,71	2,94
Final Result (%)	16,38%	11,34%	22,21%	20,65%	7,99%	4,19%	17,23%
Peringkat	4	5	1	2	6	7	3

Berdasarkan Tabel 5.1, dapat dilihat bahwa hasil persentase untuk masing-masing kategori pemborosan (*waste*) diperoleh melalui tahapan *Waste Relationship Matrix* dan *Waste Assessment Questionnaire*. Nilai tertinggi ditunjukkan oleh *waste defect* sebesar 22,21%,

diikuti oleh *waste* motion sebesar 20,65%, dan *waste waiting* sebesar 17,23%. Adapun kategori *waste* lainnya hanya menyumbang sekitar 30% dari total pemborosan yang terjadi di kelompok NC *Machining* dan *Top Board*. Dari hasil tersebut menjadi prioritas utama untuk dianalisis lebih lanjut dalam perbaikan sistem produksi, dapat diketahui bahwa jenis *waste* yang paling banyak terjadi di NC *Machining* dan *Top Board* adalah *waste defect* dan *motion.*

5.3 Analisis *Value Stream Analysis Tools*

5.3.1 Analisis *Tools* VALSAT

Value Stream Analysis Tools adalah alat yang digunakan untuk memberikan bobot pada berbagai jenis pemborosan yang terjadi dalam proses produksi. Setelah pembobotan selesai, alat ini membantu dalam memilih *tool* yang paling tepat melalui penggunaan matriks dalam teori Hines & Rich tahun 1997 (Hasanah, 2023). *Tools* dengan skor VALSAT tertinggi akan dipilih untuk mengidentifikasi pemborosan di lini produksi. Alat yang terpilih ini kemudian digunakan untuk menganalisis pemborosan tersebut, sehingga perbaikan yang paling efektif dapat dilakukan untuk menguranginya. Berikut adalah hasil skor pemilihan *tools* VALSAT:

Tabel 5. 3 Hasil Total Skor *Tools VALSAT*

Waste	**Bobot**	**PAM**	**SCRM**	**PVF**	**QFM**	**DAM**	**DPA**	**PS**
O	2,79 %	2,79 %	8,38 %	0,00 %	2,79 %	8,38 %	8,38 %	0,00 %
I	1,94 %	5,81 %	17,42 %	5,81 %	0,00 %	17,42 %	5,81 %	1,94 %
D	3,79 %	34,10 %	0,00 %	0,00 %	34,10 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
M	3,52 %	31,71 %	3,52 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
T	1,36 %	1,36 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	1,36 %
P	0,71 %	6,43 %	0,00 %	2,14 %	0,71 %	0,00 %	0,71 %	0,00 %
W	2,94 %	26,46 %	26,46 %	2,94 %	0,00 %	8,82 %	8,82 %	0,00 %
Total		**108,65 %**	**55,78 %**	**10,89 %**	**37,61 %**	**34,62 %**	**23,72 %**	**3,30 %**

Berdasarkan tabel 5.2 dapat diketahui bahwa nilai skor PAM sebesar 108,65%, SCRM sebesar 55,78%, PVF sebesar 10,89%, QFM sebesar 37,61%, DAM sebesar 34,62%, DPA sebesar 23,72%, dan PS sebesar 3,30%. Maka dari itu, *tools* VALSAT dengan skor tertinggi yaitu *Process Activity Mapping* (PAM) dengan nilai skor sebesar 108,65%.

5.3.2 Analisis *Process Activity Mapping* (PAM)

Setelah terpilih *tools* yang digunakan adalah *Process Activity Mapping (PAM)*, langkah berikutnya adalah membuat *PAM* sesuai dengan panduan yang ada. *PAM*, sebagai bagian dari *VALSAT* yang bertujuan untuk mengidentifikasi seluruh aktivitas yang terjadi dalam proses produksi, sekaligus mengevaluasi apakah terdapat aktivitas yang masih bisa dioptimalkan. Mengacu pada teori yang dikembangkan oleh Hines & Rich (1997) (Hasanah, 2023). Setelah aktivitas diidentifikasi, mereka akan dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu *Value Added* (VA), *Necessary Non-Value Added* (NNVA), dan *Non-Value Added* (NVA).

Tabel 5. 4 *Process Activity Mapping*

Aktivitas	Jumlah	Waktu (Menit)	% (Jumlah)	% (Waktu)
VA	43	81,54	36,4%	79,0%
NVA	1	0,38	0,8%	0,4%
NNVA	74	21,27	62,7%	20,6%
TOTAL	118	103,19	100,0%	100,0%

Berdasarkan Tabel 5.3, dapat diketahui bahwa aktivitas *Necessary Non Value Added* (NNVA) menyumbang persentase yang cukup besar, yaitu 62,70% dari total waktu proses, atau sekitar 21,27 menit dari total 103.19 menit. Meskipun aktivitas NNVA ini masih diperlukan untuk mendukung proses produksi, banyak di antaranya berkontribusi pada pemborosan (*waste*) waktu yang signifikan. Berdasarkan hasil pembuatan *Process Activity Mapping* (PAM) yang tercantum dalam Tabel 5.3, menunjukkan terdapat 43 aktivitas *Value Added* (VA) yang menyumbang 36,4% dari total waktu 81,54 menit, sementara ada 1 aktivitas *Non-Value Added* (NVA) yang teridentifikasi. Meskipun aktivitas NNVA tidak memberikan efek nilai tambah langsung dari perspektif pelanggan, aktivitas NNVA tetap penting untuk kelancaran proses produksi, seperti kalibrasi *mesin mentory* dan *setting tools* mesin serta pengangkutan material antar stasiun kerja. Aktivitas ini sulit dihilangkan secara instan, sehingga memerlukan fokus perbaikan untuk meminimalisir aktivitas ini. Di sisi lain, terdapat identifikasi untuk menghilangkan aktivitas NVA, seperti pengambilan lem dari sisi kabinet dan meratakan sisi kabinet akibat serut manual, yang menunjukkan peluang perbaikan dalam desain alat kerja dan tata letak *workstation*. Aktivitas VA yang memberikan nilai tambah langsung meliputi pengeboran, pemesinan, pengamplasan, Penempelan lem ke sisi kabinet, proses *pressing*, dan proses *finishing*. Oleh karena itu, strategi peningkatan efisiensi harus difokuskan pada eliminasi

aktivitas NVA dan peningkatan efisiensi aktivitas NNVA melalui pendekatan *kaizen*, perbaikan tata letak, dan otomasi alat bantu untuk mencapai perbaikan berkelanjutan yang terukur.

5.4 Analisis *Fishbone Diagram*

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

5.4.1 *Motion*

a. *Method*

Dari faktor *Method*, *waste motion* terjadi karena metode kerja saat ini menunjukkan ketidaksesuaian dengan prinsip *lean flow*. *Layout* proses belum dirancang secara linier; misalnya, urutan kerja dari kelompok *supplier* ke mesin NC justru memaksa operator untuk berputar arah, yang menambah waktu dan jarak tempuh. Tidak adanya standar batas *operating motion* menyebabkan banyaknya gerakan operator cukup tinggi, mengakibatkan inkonsistensi dan inefisiensi proses. Selain itu, ketidakpastian urutan proses yang bergantung pada antrian mesin memaksa operator untuk menyesuaikan diri secara situasional, yang berdampak pada gerakan tambahan yang tidak memberikan nilai tambah.

b. *Machine*

Dari sisi mesin, pemborosan motion terjadi ketika alat tidak dirancang untuk mendukung kelancaran alur kerja. Mesin NC dalam kelompok kerja ini belum dilengkapi dengan sistem *auto feeder* dan *auto ejector*, sehingga operator harus memuat dan mengeluarkan komponen secara manual. Beberapa mesin juga tidak terintegrasi dalam 1 lini kerja yang rapi, menyebabkan alur material tidak berjalan otomatis dan menuntut pergerakan manual yang berulang. Walaupun dalam mesin NC sudah ada sistem sensor Gerak agar tidak banyak terjadi kecelakaan kerja tidak semua sensor berjalan optimal karena kurangnya perawatan preventif. Kondisi ini memperbesar peluang terjadinya produk cacat, terutama pada bagian kabinet yang membutuhkan presisi tinggi.

c. *Environment*

Pemborosan *motion* yang terjadi karena faktor lingkungan juga berkontribusi pada pemborosan

gerakan. Misalnya, pencahayaan yang kurang memadai di area kerja dapat menyebabkan kesalahan visual saat pengukuran atau pengambilan material. Selain itu, suhu dan kelembaban yang tidak terkontrol dapat mempengaruhi kenyamanan operator, sehingga meningkatkan kelelahan dan mengurangi efisiensi kerja. Tata letak area kerja yang tidak ergonomis juga dapat menyebabkan operator harus melakukan gerakan yang tidak perlu, seperti berjalan jauh untuk mengambil alat atau material.

d. *Material*

Pemborosan yang terjadi karena Faktor material juga menjadi penyebab motion *waste* karena tata letak penyimpanan bahan yang tidak efisien. Rak penyimpanan komponen kabinet berada cukup jauh dari area kerja, sehingga operator harus berjalan jauh untuk mengambil material. Penempatan material yang tidak mengikuti urutan proses produksi menyebabkan alur material tidak linier, memaksa operator untuk memindahkan material secara bolak-balik. Beberapa jenis material juga perlu dibalik secara manual sebelum diproses karena belum tersedia alat bantu rotasi, yang menambah jumlah gerakan dan potensi cedera kerja

5.4.2 *Defect*

a. *Method*

Pemborosan akibat *defect* yang terkait dengan metode terjadi karena metode kerja yang belum baku juga berkontribusi terhadap terjadinya *defect*. Inspeksi kualitas hanya dilakukan di akhir proses, tanpa adanya kontrol di tengah jalur produksi, sehingga cacat baru terdeteksi setelah banyak tahapan lanjutan dilakukan. Ketidaksinkronan prosedur antara 1 stasiun ke stasiun lain, serta proses *trial and error* yang masih dilakukan pada pekerjaan *coak* dan *boring*, memperbesar potensi kerusakan komponen. *Rework* atau perbaikan manual akibat cacat ini juga menyita waktu dan tenaga kerja secara signifikan.

b. *Machine*

Dari sisi mesin, pemborosan *defect* muncul akibat kondisi peralatan yang belum menjalani kalibrasi berkala secara optimal. Beberapa mesin NC mengalami penyimpangan posisi *spindle*, tools (contoh *nozzle*) yang aus, atau ketidaktepatan kecepatan *feeding* yang tidak dikoreksi secara rutin. Hal ini menyebabkan hasil proses coak atau bor tidak sesuai dengan spesifikasi. Selain itu, terdapat indikasi ketidakseimbangan tekanan udara (pneumatik) yang mengganggu kestabilan saat pemotongan berlangsung. Kerusakan minor yang tidak segera ditangani dapat menjadi penyebab akumulatif dari cacat produk. Oleh karena itu, diperlukan penguatan sistem *preventive maintenance* dan pemantauan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) secara

berkala untuk mengurangi terjadinya defect dari sisi mesin.

c. *Environment*

Lingkungan kerja yang tidak terkendali juga berkontribusi terhadap defect dalam hasil produksi. Misalnya, fluktuasi suhu dan kelembaban dalam departemen *Wood working* berdampak langsung pada kestabilan kayu saat pengeboran atau pemotongan. Material kayu yang lembab atau tidak cukup kering dapat mengalami pecah, belah, atau ketidakpresisian saat diproses di mesin NC. Selain itu, pencahayaan yang kurang memadai di area kerja dapat menyebabkan kesalahan visual saat pengukuran manual atau pengaturan *fixture*, terutama pada model dengan toleransi presisi tinggi. Untuk meminimalkan *defect* akibat lingkungan, perlu dilakukan pengendalian suhu dan kelembaban ruangan (*climate control*), serta penataan pencahayaan kerja sesuai dengan standar industri *Wood working*.

d. *Material*

Faktor material juga menjadi penyumbang besar terjadinya *defect*, terutama karena variasi kualitas bahan baku dari *supplier* internal. Beberapa part kabinet yang dikirimkan ke mesin NC memiliki ketebalan yang tidak seragam, kadar air yang tinggi, atau cacat alami kayu seperti *knots* (mata kayu) yang tidak terdeteksi pada inspeksi awal. Hal ini menyebabkan kerusakan saat pemrosesan, seperti kayu yang patah saat pengeboran atau pecah saat *routing*. Selain itu, ketiadaan sistem material *traceability* menyulitkan identifikasi penyebab kerusakan pasca produksi. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan sistem inspeksi material yang masuk dan penerapan *grading system* untuk memilah material sebelum masuk ke proses NC *Machining*.

5.5 Analisis *Kaizen* dan Produktivitas

5.5.1 Analisis *Kaizen*

Kaizen adalah filosofi perbaikan yang berfokus pada peningkatan berkelanjutan dan melibatkan partisipasi aktif dari semua anggota perusahaan (Dr. Lilis Kholisoh Nuryani, 2024). Melalui pendekatan ini, perbaikan yang dilakukan dapat secara efektif mengurangi pemborosan yang ada. Dalam kelompok kerja NC *Machining* dan *Top Board*, kontribusi *kaizen* digunakan untuk meningkatkan produktivitas secara keseluruhan. Dengan demikian, *kaizen* tidak hanya menjadi alat untuk perbaikan, tetapi juga menciptakan budaya kolaborasi yang mendorong semua orang untuk berkontribusi dalam mencapai tujuan bersama. Berikut rincian *kaizen* yang termasuk kategori pemborosan dalam kelompok kerja NC *Machining* dan *Top Board* :

Tabel 5. 5 Kontribusi *Kaizen* terhadap Produktivitas

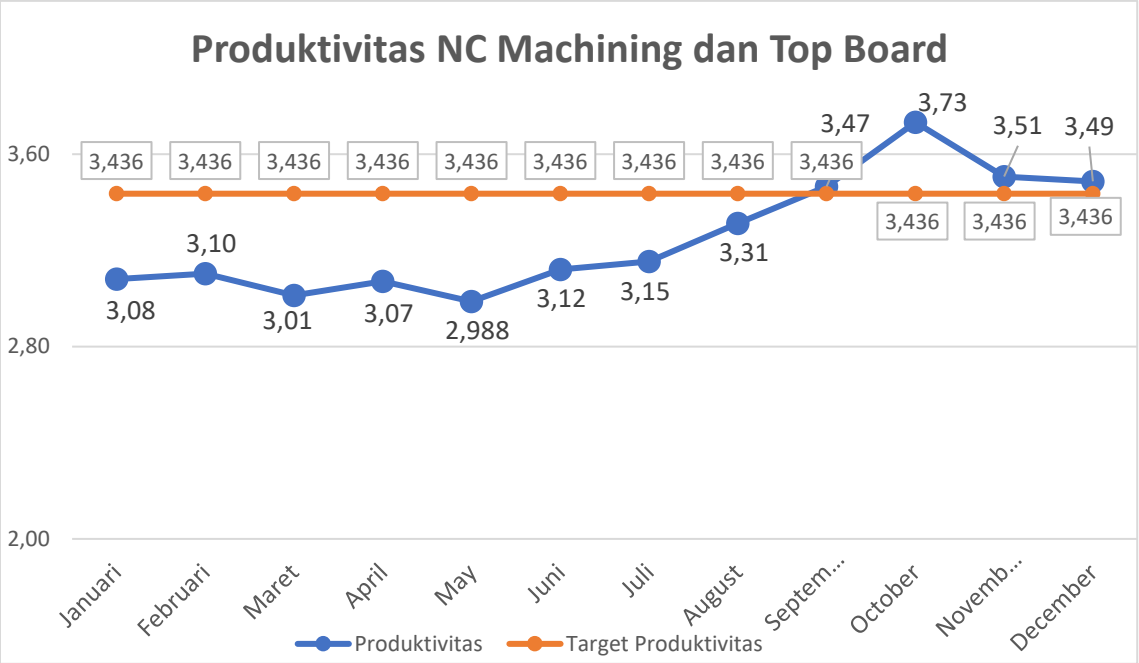
No	*Kaizen* Description	Estimasi %
1	Proses Modifikasi Meja Menjadi Meja Putar Proses Serut *Top Board*.	0,92%
2	Proses pengeleman menggunakan *roller* lem pada NC Anderson 1.	0,68%
3	Proses pengeleman menggunakan *roller* lem pada area Top Board.	0,63%
4	Perbaikan proses penambahan label nama untuk tempat penyimpanan jig dan penambahan sekat pada tempat penyimpanan jig.	0,68%
5	Perbaikan proses *handling* diperlukan karena operator kesulitan mengangkat kabinet mesin Heian yang besar, sehingga membutuhkan lebih dari 2 orang.	0,88%
6	Perbaikan Proses Pengadaan *Handlift* pada material Key bed.	0,76%
7	Perbaikan Proses Pembuatan Tempat Penyimpanan *Tools.*	0,51%
8	Perbaikan Proses Penambahan Label Nama Tempat Alat.	0,67%
9	Perbaikan Proses Pembuatan Meja Penampung Debu *Scraf*.	0,37%
10	Perbaikan proses *setting* Sumbu Z *Spindle*.	0,43%
11	Perbaikan Proses pada *Section Cutting Sizer* agar Hasil Potong Sisi Material Keybed Sesuai *Standard.*	0,42%
12	Perbaikan Proses Pengukuran Manual yang Memakan Waktu Karena Ketelitian Operator.	0,53%
13	Perbaikan Proses *Section Cutting Sizer* agar Hasil Potong Sisi Material Keybed Sesuai *Standard.*	0,41%
14	Pergantian Bahan *Stopper* Mesin *Rotary Press* dari Karet menjadi Silikon	0,67%
15	Perbaikan Proses *Cutting Sizer* pada Proses *Press Veneer*.	0,57%
	Total	**9,13%**

Pada Tabel 5.4 menggambarkan Kontribusi perbaikan atau hasil *kaizen* yang dirancang untuk meningkatkan produktivitas kelompok NC *Machining* dan *Top Board* secara menyeluruh melalui eliminasi pemborosan, peningkatan ergonomi kerja, dan efisiensi aliran proses produksi. Dari hasil *kaizen* yang ada berhasil diimplementasikan, dan terjadi peningkatan produktivitas sebesar 15,13%. Perbaikan mencakup berbagai aspek, mulai dari teknis mesin, tata letak kerja, hingga sistem *inventory* (penyimpanan) dan alur audit. Salah satu perbaikan dengan dampak tertinggi adalah perbaikan proses pengadaan *handlift* pada material Key bed. (1,76%) yang dapat mengurangi waktu operator dan dan mempercepat proses kerja dengan 1 operator saja. Selain itu,

penyesuaian posisi sumbu Z pada mesin NC (1,63%) berasil mengurangi *waste motion* yang selama ini mendominasi kenyamanan kerja dan mengurangi beban fisik operator, langkah-langkah yang diambil meliputi pengurangan waktu standar, implementasi metode 5S, dan peningkatan efisiensi melalui modifikasi alat kerja. *Kaizen* meja putar untuk proses serut Top Board (0,92%) menggantikan metode lama sehingga operator tidak perlu lagi bergerak mengelilingi kabinet yang mengurangi *waste motion*. Perbaikan juga dilakukan pada proses pengeleman menggunakan *roller* lem berukuran 3 dan 6 inci untuk menyederhanakan tahapan pengerjaan. *Kaizen* diterapkan pada pengelolaan tempat kerja dengan penambahan label pada tempat penyimpanan jig (0,67%) dan penambahan sekat untuk mempermudah akses (0,71%). Secara keseluruhan, meskipun perbaikan terlihat kecil secara individu, namun jika diakumulasikan secara sistematis dan terintegrasi, hasil *kaizen* ini membentuk sebuah perbaikan menyeluruh yang berdampak langsung pada peningkatan produktivitas, penurunan *waste defect* dan *waste motion*, serta perbaikan alur kerja operator secara signifikan.

5.5.2 Analisis Produktivitas

Produktivitas sendiri merujuk pada efisiensi dan efektivitas dalam menghasilkan *output* (hasil) dari *input* (sumber daya) yang tersedia, seperti tenaga kerja, waktu, atau bahan baku (Krisnanti & Garside, 2022). Peningkatan produktivitas bertujuan untuk meningkatkan laba, yang mempengaruhi kelangsungan hidup dan ekspansi jangka panjang perusahaan (Baiti, 2020). Berikut merupakan hasil akhir produktivitas dengan target perusahaan tercapai yaitu peningkatan produktivitas sebesar 15% (Unit/*man hours*) untuk kelompok NC *Machining* dan *Top Board* :



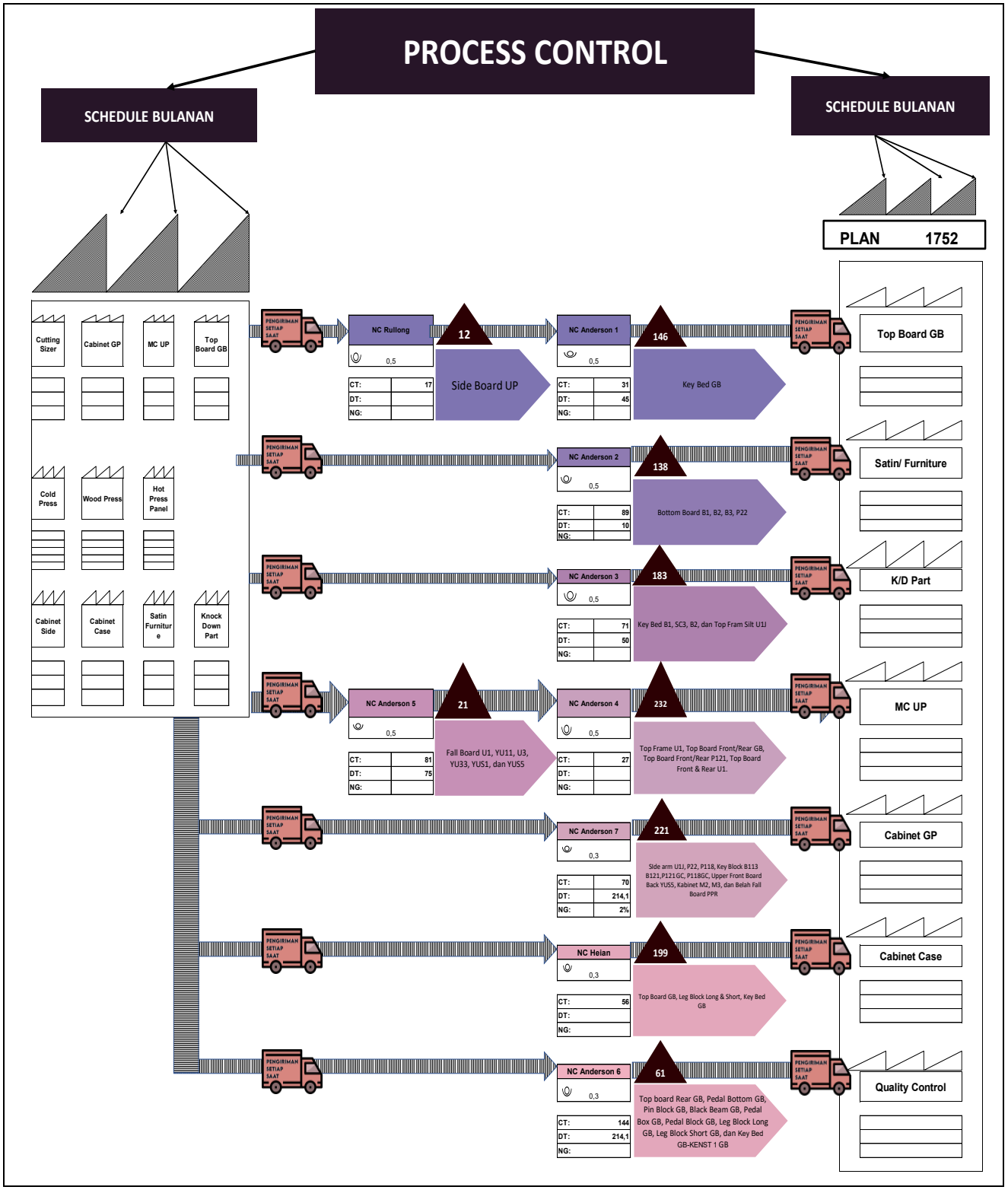
Gambar 5. 2 Analisa Produktivitas Kelompok NC *Machining* dan *Top Board*

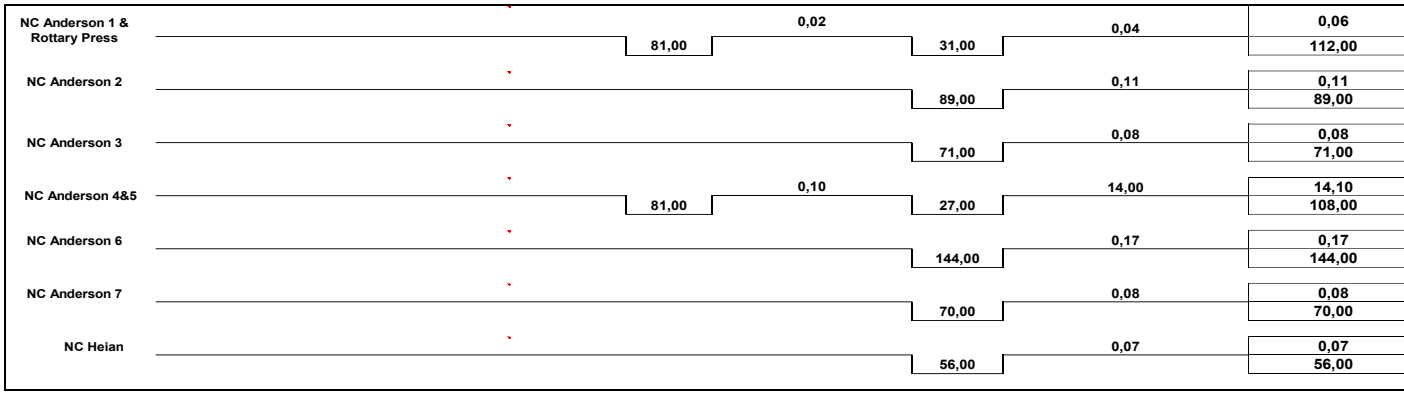
Pada gambar 5.2, Implementasi *kaizen* dan penyeimbangan lini di kelompok NC *Machining* dan *Top Board* PT Yamaha Indonesia berhasil meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Melalui pengurangan waktu standar, 5S, dan modifikasi alat kerja seperti meja putar dan roller lem, produktivitas kelompok NC *Machining* dan *Top Board* mengalami peningkatan, dengan *output* tertinggi 3,730 pcs/*man-hour* pada Bulan Oktober 2024 dengan target 3,425 sudah tercapai, terlihat dari bulan September hingga Minggu ke-2 Oktober 2024. Capaian ini menunjukkan metode *waste assessment model* dan metode *value stream analysis tools* memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan berkelanjutan dalam target produktivitas Perusahaan.

5.6 *Future State Value Stream Mapping*

Setelah selesai membuat *Current Value Stream Mapping* dan berhasil mengidentifikasi berbagai *waste* pemborosan yang ada dalam proses kelompok NC *Machining* dan *Top Board*, kemudian merancang *Future State Value Stream Mapping* sebagai kondisi saat seluruh perbaikan berkelanjutan (*kaizen*) sudah dilakukan. Tujuannya *Future State Value Stream Mapping* guna merincikan kondisi optimal setelah dilakukan perbaikan kecil (*kaizen*) pada kelompok NC *Machining* dan *Top Board*. Proses ini menjadikan alur proses produksi menjadi lebih efisien, bebas dari pemborosan yang menghambat untuk pencapaian produktivitas yang maksimal. Berikut merupakan Gambaran *Future Value Stream Mappping* :

A. *Future Value Stream Mapping* Proses NC *Machining*





Gambar 5. 3 *Future State Value Stream Mapping* NC *Machining*

Pada gambar 5.3 *Future Value Stream Mapping* NC *Machining*, tidakan *kaizen* yang dilakukan pada proses mesin NC adalah : *Kaizen* No 1. Terdapat penggabungan proses pada Anderson 1 saat proses pengeleman yang sebelumnya menggunakan pengolesan lem dan pemerataan lem manuak, sekarang dapat digabung diproses menggunakan alat roller lem ukuran 3 inch yang menggabung 2 proses jadi 1. Sebelumnya untuk kabinet yang prosesnya menggunakan lebih dari 2 *tools* saat ini *setting* pergerakan *spindle* kembali ke titik 0, sekarang merubah *setting* sumbu Z *spindle* dengan tidak harus kembali ke titik 0 agar dapat mempercepat proses. Kemudian Terdapat *kaizen* perubahan penyimpanan tools cukup jauh dari mesin NC sehingga di dekatkan pada mesin NC agar dapat memudahkan saat akan perubahan pengerjaan kabinet. (Tindakan *kaizen* 1,2 dan 3 terkait pemborosan waktu proses sudah terimplementasikan pada mesin NC).

Tabel 5. 6 Hasil Akhir *Future State Value Stream Mapping*

Aktivitas	Jumlah	Waktu (Menit)	% (Jumlah)	% (Waktu)
VA	45	82,00	38,1%	79,5%
NVA	0	0,00	0,0%	0,0%
NNVA	73	20,19	61,9%	19,6%
TOTAL	118	102,19	100,0%	99,0%

Pada gambar 5.10 menunjukan *Future Value Stream Mapping* setelah dilakukan seluruh perbaikan seperti proses meratakan sisi cabinet yang terkena serut dan mengambil cabinet yang telah diserut menjadi 1 proses sehingga mengoptimalisasi waktu proses yang cukup panjang. Peningkatan produktivitas di kelompok ini dicapai melalui beberapa strategi utama: optimalisasi kinerja mesin dan pengurangan jumlah tenaga kerja (manpower). Dengan

perbaikan kondisi mesin NC yang sebelumnya mengalami kendala, serta pemerataan keterampilan operator melalui pemetaan skill yang efektif, jumlah operator berhasil dikurangi dari rencana awal tujuh mesin menjadi lima mesin aktif. Selain itu, penerapan kaizen seperti 5S dan margin improvement telah membantu meningkatkan efisiensi, dan telah dilakukan peningkatan kapasitas produksi melalui kaizen tambahan yang lebih spesifik pada aspek standard time (ST). kemudian penggantian Meja Proses Serut *Top Board* yang berputar dan menggabungkan proses pengeleman menggunakan *roller* lem pada NC Anderson 1 dengan ukuran 3 inch yang bisa menggabungkan 2 proses tersebut menjadi 1 proses dan mengurangi gerakan operator dengan kaizen pengadaan *handlift* saat pengangkatan material Key bed, sehingga membuat proses produksi menjadi lebih efisien dan diperkirakan terdapat pengurangan waktu dari usulan perbaikan ini sekitar 2 menit disetiap kaizen nya. Sedangkan, pada tabel 5.6 menunjukkan analisis *Future Value Stream Mapping* dari tabel tersebut, kita dapat melihat bahwa terdapat 118 aktivitas secara keseluruhan. Dari jumlah tersebut, sebanyak 45 aktivitas atau 38,1% termasuk kategori VA yang menambah nilai langsung kepada produk, dengan alokasi waktu sebesar 82,00 menit atau 79,5% dari total waktu. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas aktivitas dalam proses ini berfokus pada meningkatkan nilai produk secara langsung, yang merupakan hal positif dalam konteks efisiensi proses. Namun, terdapat 73 aktivitas atau 61,9% yang masuk kategori NNVA, yang meskipun tidak menambah nilai langsung kepada produk, dianggap perlu untuk kelangsungan proses, seperti kegiatan yang harus dilakukan untuk mengatur waktu mesin NC berjalan atau regulasi atau Kalibrasi Mesin Mentory. Aktivitas NNVA ini memakan waktu 20,19 menit atau sekitar 19,6% dari total waktu. Sementara itu, tidak terdapat 0 aktivitas NVA yang merupakan pemborosan, dengan waktu yang sangat minim, yaitu 0,00 menit atau 0 % dari total waktu, yang berarti proses ini memiliki tidak ada aktivitas yang tidak perlu.

BAB VI
PENUTUP

6.1 Kesimpulan

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

1. Jenis pemborosan (*waste*) yang paling dominan pada proses produksi di kelompok NC Machining dan Top Board adalah defect sebesar 22,21% dan motion sebesar 20,65%, berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *Waste Relationship Matrix* dan *Waste Assessment Questionnaire*. Melalui pendekatan *Lean Manufacturing* dan analisis *Process Activity Mapping* (PAM), aktivitas produksi telah berhasil diklasifikasikan ke dalam *Value Added* (VA) sebesar 85,53%, *Necessary Non-Value Added* (NNVA) sebesar 14,47%, dan tidak ditemukan aktivitas *Non-Value Added* (NVA). Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar proses telah memberikan nilai tambah, meskipun masih terdapat aktivitas yang berpotensi dioptimalkan.
2. Solusi perbaikan yang dapat terlaksanakan untuk mengurangi pemborosan utama (*defect* dan *motion*) difokuskan pada perbaikan akar masalah melalui pendekatan *Fishbone Diagram* dan pendekatan PAM untuk mengeliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Berikut merupakan beberapa hasil *kaizen* yang telah terlaksana untuk meningkatkan produktivitas :

A. *Defect*:

a. Kalibrasi ulang mesin potong untuk memastikan hasil output material keybed rata dan sesuai spesifikasi.
b. Pemisahan dan pengalokasian material NG (Not Good) hanya untuk proses alternatif seperti press veener.
c. Penggantian stopper press dengan bahan silikon untuk meningkatkan presisi hasil dan menghindari cacat produk.
d. Peningkatan koordinasi antara tim produksi dan tim audit guna memastikan proses FDT dilakukan tepat waktu.
e. Penyesuaian prosedur kerja agar pintu lemari dalam kondisi terbuka saat proses lem berlangsung, mencegah kesalahan pemasangan.

B. *Motion*:

a. Penambahan meja putar atau desain kerja ergonomis agar operator tidak perlu mengelilingi kabinet saat proses serut.
b. Pengurangan frekuensi pergantian tools dengan melakukan standarisasi tools untuk proses coak dan hinge.
c. Pemasangan label pada setiap jig dan tempat penyimpanan untuk mempercepat pencarian dan menghindari stok berlebih.
d. Penyediaan wadah tools langsung di setiap mesin NC agar operator tidak perlu berpindah tempat untuk mengambil alat.
e. Pengadaan handlift sebagai alat bantu handling material berat, khususnya pada proses di mesin Heian.
f. Penambahan meja penampung debu untuk meminimalkan aktivitas membersihkan area kerja secara manual oleh operator.

Rekomendasi-rekomendasi ini disusun berdasarkan temuan lapangan dan diarahkan untuk menghilangkan akar pemborosan secara sistematis. Dengan menerapkan usulan perbaikan ini, diharapkan efektivitas kerja meningkat dan pemborosan dapat ditekan secara signifikan di area NC *Machining* dan *Top Board*.

3. Hasil implementasi perbaikan yang telah dilakukan menunjukkan peningkatan efektivitas dan produktivitas. Dengan mengurangi waktu tidak bernilai tambah (NNVA) dan menghilangkan sumber pemborosan, proses produksi pada kelompok NC *Machining* dan *Top Board* dapat berjalan efisien dan mencapai target produktivitas yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

6.2 Saran

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

1. Perusahaan sebaiknya melakukan peningkatan kompetensi operator mesin NC dan mesin *Top Board* melalui pelatihan teknis menyeluruh terkait standar kualitas dan prosedur kerja pada kelompok NC *Machining* dan *Top Board*.

2. Untuk penelitian berikutnya, penulis merekomendasikan penelitian perubahan *layout* area produksi NC *Machining* dan *Top Board* yang lebih efisien. Juga fokus selanjutnya bisa diarahkan untuk meningkatkan line balancing NC *machining*, misalnya dengan evaluasi alokasi beban kerja antar mesin dan operator.

DAFTAR PUSTAKA

A. Andreas Tri Panudju, L. J. (2025). Pengantar Teknik Industri. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.

AGENG, S. (2020). Peningkatan kualitas dan efisiensi pada proses produksi dunnage menggunakan metode lean six sigma (Studi kasus di PT. XYZ). Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi, Vol. 16 (2), 186.

Agus Surya Bharmawan, S. M. (2022). MANAJEMEN PEMASARAN JASA: STRATEGI, MENGUKUR KEPUASAN DAN LOYALITAS PELANGGAN. Surabaya: Scopindo Media Pustaka.

Alfian Destha, J. A. (2022). Studi Perbandingan Material Handling Antara Towing Dengan Automated Guided Vehicle (Agv) Dengan Metode Sistem Produksi Toyota Di Pt X. Jurnal Sains & Teknologi Fakultas Teknik, , 12(1).

Amrina, E. N. (2019). *Waste* assessment using lean manufacturing in rubber production. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering., Vol. 528. No. 1. IOP Publishing,.

Annisa, R. (2023). Topik Khusus Analisis dan Perancangan Sistem Kerja Edisi Ke -1. Malang: MNC Publishing.

Ashri Indriati1, D. D. (2019). PERBAIKAN ALIRAN PROSES PRODUKSI COKELAT BAR DENGAN METODE *VALUE* STREAM MAPPING. Jurnal Riset Teknologi Industri, 4.

Badhotiya, G. K. (2024). Lean manufacturing in the last decade: insights from published case studies. Journal of Manufacturing Technology Management., 1-6.

Baiti, K. N. (2020). Produktivitas Kerja Karyawan Ditinjau dari Motivasi, Disiplin Kerja dan Lingkungan pada PT. Iskandar Indah Printing Textile Surakarta. Jurnal Ilmiah Edunomika, 4(01),, 460548.

Basalamah, M. R. (2021). "Implementasi line balancing pada proses produksi baju taqwa di UD. Sofi Garment.". Prosiding SENASTITAN: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan. Vol. 1. No. 1., 307-312.

Becker, C. &. (2006). A survey on problems and methods in generalized assembly line balancing. European journal of operational research, 168(3), , 694-715.

Berhe, H. H. (2022). "Application of Kaizen philosophy for enhancing manufacturing industries' performance: exploratory study of Ethiopian chemical industries.". International Journal of Quality & Reliability Management 39, no. 1, 204-235.

Bizuneh, B. &. (2024). Lean *Waste* Prioritisation and Reduction in the Apparel Industry: Application of *Waste* Assessment Model and *Value* Stream Mapping. International Journal of Lean Six Sigma, 123-140.

Boge Triatmanto, M. Y. (2025). Berpikir Kritis dan Kreativitas Panduan Sistematis dalam Mengelola dan Menyelesaikan Masalah. Sleman: DEEPUBLISH DIGITAL.

Dana Marsetya Utama1, S. K. (2016). Identifikasi *Waste* Pada Proses Produksi Key Set Clarinet Dengan Pendekatan Lean Manufacturing. Jurnal Ilmiah Teknik Industri, 6.

Daonil, D. a. (2021). "Implementasi Lean Manufaturing Pada Produksi Machining Cast Wheel Dengan Menggunakan Metode WAM dan VALSAT. Journal of Industrial and Engineering System 2.1, 1.

Dr. Irawati Sabban, M. (2022). Model KASE2F Sebagai Strategi Perbaikan Mutu Pendidikan Tinggi. Bandung: Indonesia Emas Group.

Dr. Lilis Kholisoh Nuryani, M. (2024). Manajemen Mutu Pendidikan : Strategi Penjaminan dan Peningkatan Mutu di Lembaga Pendidikan. In P. I. GROUP, Manajemen Mutu Pendidikan : Strategi Penjaminan dan Peningkatan Mutu di Lembaga Pendidikan (p. 42). Kota Bandung: Indonesia Emas Group.

Firdaus, R. Z. (2023). Penerapan Konsep Lean Manufacturing untuk Meminimasi *Waste* pada PT Anugerah Damai Mandiri (ADM). Journal of Integrated System, 6(1), 21-31.

Fitriadi, R. &. (2024). Identification of *Waste* in The Production Process Using Lean Manufacturing Approach (Case Study: PT. Multiyasa Abadi Sentosa). In E3S Web of Conferences (Vol. 517, p. 06004). EDP Sciences., Vol 517.

Govender, P., & Dewa, M. (Nov 2022). Use of Kaizen Principle and Line Balancing Technique for Process Improvement. South African Journal of Industrial Engineering, Vol 33(3), , 69-82.

Haekal, J. (2022). Integration of Lean Manufacturing and Promodel Simulation on Repair Production Process Flow of Polysilane Bottle Printing Using VSM, WAM, VALSAT, And RCA Methods: Case Study Packaging Manufacturing Company. International Journal of Scie, 235-243.

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.

Hasanah, S. Z. (2023). Pemetaan Penciptaan Nilai Pada Aktivitas Pengadaan Dan Penjualan Skrap Logam Kaleng Menggunakan *Value* Stream Mapping Untuk Mengurangi *Waste* Di Pt Anisa Jaya Utama. Jurnal Ilmiah Teknik, 2(3), 01-14.

Herdiana, B. S. (2023). Tinjauan Komprehensif Evolusi, Aplikasi, dan Tren Masa Depan Programmable Logic Controllers (A Comprehensive Review of the Evolution, Applications, and Future Trends of Programmable Logic Controllers). . Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan, 11(2),, 173-193.

Hidayat, S. &. (2021). Application Of Lean Manufacturing In The Production Of Spun Pile Using *Waste* Assesment Model And *Value* Stream Analysis. Proceeding of 9th International Seminar on Industrial Engineering and Management, 1-6.

Jufrijal, J. &. (2022). Identifikasi *waste* crude palm oil dengan Menggunakan *waste* assessment model. Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya, 8(1), 43-53.

Khawka, Z. M.-H.-D. (2024). Effect of lean supply chain on competitive advantage: a systematic literature review. Cogent Business & Management, 11(1), 2370445.

Kholil, M. S. (2022). Lean approach for *waste* reduction in production line by integrating DMAIC, VSM, and VALSAT method (Study case: Assembling bracket manufacturing automotive industry). Journal of Intelligent Decision Support System (IDSS), 5(1),, 37-43.

Krisnanti, E. D. (2022). Penerapan Lean Manufacturing untuk Meminimasi *Waste* Percetakan Box. Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya, 8(2), 99-108., 99-108.

Mahmud, I. &. (2024). Effect of Cage Type (Close House and Open House) and Strain on Layer Productivity in The Final Period (85 Weeks) Case Study at Buana Intan Sejati Farm. Tropical Poultry Science and Technology, 1(1), , 9-17.

Marasabessy, U. R. (2023). Analysis of Work Measurement Using the Stopwatch Time Study Method at PTEA. Journal of Industrial System Engineering and Management, 2(1),, 23-31.

Maryadi, D. R. (2024). "SOSIALISASI PENERAPAN CONTINUOUS IMPROVEMENT (KAIZEN) PADA UMKM PERCETAKAN AL-TISYAH DI KOTA PALEMBANG.". Jurnal Akademik Pengabdian Masyarakat 2.1, 97-103.

Matindana, J. M. (2025). Lean manufacturing implementation in food and beverage SMEs in Tanzania: using structural equation modelling (SEM). Management System Engineering, 4(1), 1-14.

Maulana, I. W. (2024). Minimalisasi Defect Produk Granite Tile Pada Proses Sorting & Polishing Dengan Pendekatan Root Cause Analysis (RCA)(Studi Kasus di PT. Niro Ceramic Nasional Indonesia, Bogor–Jawa Barat). Journal Industrial Manufacturing, 9(1), , 17-30.

Novitasari, R. &. (2020). Analisis Lean Manufacturing untuk minimasi *waste* pada proses door PU. Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya, 6(1), 65-74.

Ns. I Wayan Septa Wijaya, S. M. (2024). Manajemen Sumber daya Manusia Rumah Sakit. Cendekia Publisher. Sulawesi Selatan: CENDEKIA PUBLISHER.

Nurul Hidayat, S. M. (2024). TOTAL QUALITY CONTROL. Batam: Cendikia Mulia Mandiri.

Nurwulan, N. R. (2021). Penerapan Lean Manufacturing di Industri Makanan dan Minuman: Kajian Literatur. . IKRAITH-EKONOMIKA, 4(2), 62-68.

Oktafiani, I. S. (2022). Application of 5S Management in Improving the Quality of Furniture Production in Meubel Karya Agung of Ponorogo Regency. . PALAPA, 10(1), , 45-60.

Palange, A. &. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. . Materials Today: Proceedings, 46, , 729-736.

Parwati, C. I. (2023). "Pendekatan Lean Manufacturing Dengan *Value* Stream Mapping (VSM) Dan Kaizen Pada Proses Produksi Tas Kulit.". Nusantara of Engineering (NOE) 6, no. 1, 74-81.

Pratama, R. A. (2024). Optimalisasi Proses Produksi Briket dengan Metode Lean Manufacturing:(Studi Kasus: CV Harico). Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan, 3(2), 220-229.

PUSPITASARI, F. (2024). USULAN PENERAPAN LEAN MANUFACTURING UNTUK MENGIDENTIFIKASI DAN MENGELIMINASI PEMBOROSAN (*WASTE*) PADA PROSES PRODUKSI BENANG POLYESTER DENGAN METODE WAM, VALSAT DAN RCA (Studi Kasus: PT Kamaltex Indonesia) (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan . Repository Universitas Islam Sultan Agung Semarang, 60.

Putri, A. R. (2024). "Pendekatan Lean dalam *Waste* Assessment Model untuk Efektivitas Manajemen Rantai Pasok di Gudang Perusahaan.". Integrasi: Jurnal Ilmiah Teknik Industri 9.2, 193-201.

Rahayu, P. S. (2024). Meningkatkan Produktivitas Checking Belt Variable Speed Dengan Optimalisasi Sistem Manajemen Informasi Dengan Metode Ahp, Use Case & UML (Studi Kasus Pt. Bando Indonesia). Journal Industrial Manufacturing, 9(2), , 111-118.

REFLIAN, R. A. (2025). EVALUASI SISTEM KERJA DAN EFISIENSI PEMINDAHAN UNIT ESCALATOR MENGGUNAKAN METODE *WASTE* ASSESSMENT MODEL (WAM) DAN *VALUE* STREAM MAPPING (VSM) (Doctoral dissertation,. UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU, 29.

Ristumadin, I. (2016). "Analisa Produktivitas Dan Efisiensi Kerja Dengan Line Balancing Pada Area Lead Connection Di PTA." . Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri 9.3, 182916.

Siska, E. P. (2025). Mendongkrak Kinerja UMKM: Peran Financial Literacy, Credit Scoring, dan Kebijakan Pemerintah. Bekasi: publisher@alungcipta.com.

Sridhar, S. &. (2023). The Need for Kaizen Culture for Manufacturing Industries in Industry 4.0. International Journal of Professional Business Review: Int. J. Prof. Bus. Rev. 8, no. 5, 9.

Sridhar, S. a. (2023). "The Need for Kaizen Culture for Manufacturing Industries in Industry 4.0.". International Journal of Professional Business Review: Int. J. Prof. Bus. Rev. 8, no. 5, 9.

Suri, F., & Mariatin, E. (2017). Pengaruh Pencahayaan Ruang Kerja Terhadap Stres Kerja Karyawan Biro Perencanaan dan Kerjasama Universitas Sumatera Utara. Jurnal Diversita.

Tannady, H. (2019). Process improvement to reduce *waste* in the biggest instant noodle manufacturing company in South East Asia. Journal of applied engineering science, 17(2)., 203-212.

Yadrifil, Y. P. (2020, May). Improvement recommendation to eliminate *waste* on the production process of line laminating door component with *value* stream mapping and *waste* assessment model method. In AIP Conference Proceedings AIP Publishing., Vol. 2227, No. 1.

Younus, M. (2025). The Economics of A Zero-*Waste* Fashion Industry: Strategies To Reduce Wastage, Minimize Clothing Costs, And Maximize & Sustainability. Strategic Data Management and Innovation, 2(01), 116-137.

Yunus, E. N. (2023). Peningkatan Produktivitas Secara Menyeluruh. -: Reativ Publisher.

Zadry, H. R. (2020). The Success of 5S and PDCA Implementation in Increasing the Productivity of an SME in West Sumatra. In IOP conference series: materials science and engineering (Vol. 1003, No. 1, p). IOP Publishing., 012075.

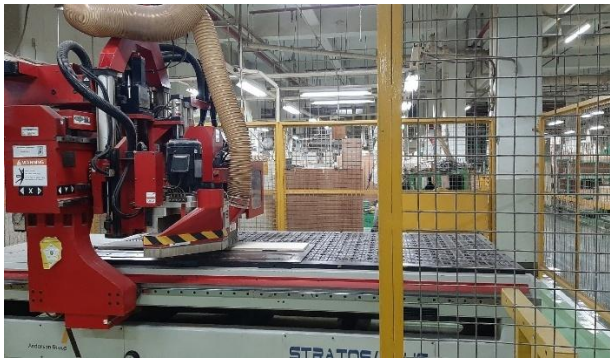
Zadry, H. R. (2020, December). The Success of 5S and PDCA Implementation in Increasing the Productivity of an SME in West Sumatra. In IOP conference series: materials science and engineering (Vol. 1003, No. 1, p). IOP Publishing., 012075.

7.1 Lampiran

7.1.1 Dokumentasi Mesin *Numerical Control*



Gambar 7. 1 Mesin NC Anderson 1



Gambar 7. 2 Mesin NC Anderson 2



Gambar 7. 3 Mesin NC Anderson 3



Gambar 7. 4 Mesin NC Anderson 4



Gambar 7. 5 Mesin NC Anderson 5



Gambar 7. 6 Mesin NC Anderson 6



Gambar 7. 7 Mesin NC Anderson 7



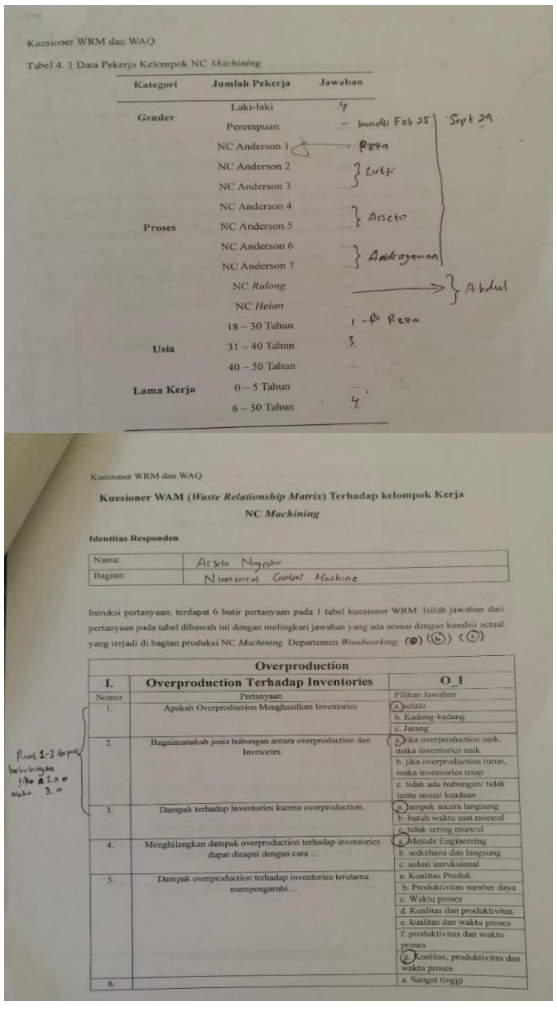
Gambar 7. 8 Mesin NC Rulong



Gambar 7. 9 Mesin NC Heian

rgregergregergrehrthntrnjfmfnf

7.1.2 Kuesioner *Waste Assessment Model* (WAM)



Kuesioner WRM dan WAQ

Tabel 4. 1 Data Pekerja Kelompok NC *Machining*

Kategori	Jumlah Pekerja	Jawaban
Gender	Laki-laki	4
	Perempuan	1
Proses	NC Anderson 1	1
	NC Anderson 2	1
	NC Anderson 3	1
	NC Anderson 4	1
	NC Anderson 5	1
	NC Anderson 6	1
	NC Anderson 7	1
	NC *Rulong*	1
	NC *Heian*	1
Usia	18 – 30 Tahun	1
	31 – 40 Tahun	3
	40 – 50 Tahun	1
Lama Kerja	0 – 5 Tahun	1
	6 – 30 Tahun	4

Kuesioner WRM dan WAQ

Kuesioner WAM (*Waste Relationship Matrix*) Terhadap kelompok Kerja NC *Machining*

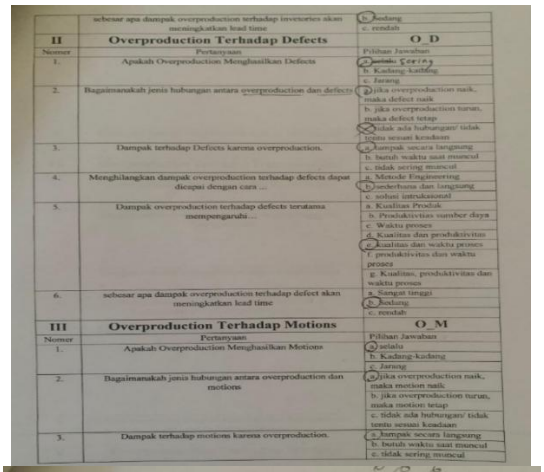
Identitas Responden

Nama:	Arseto Nugroho
Bagian:	Numerical Control Machine

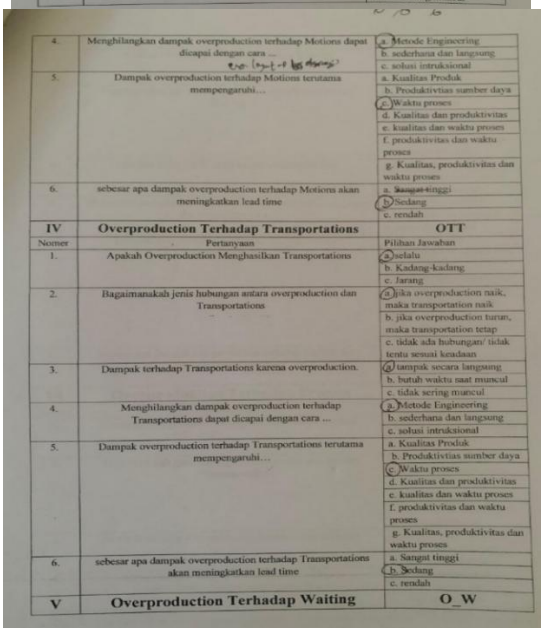
Intruksi pertanyaan: terdapat 6 butir pertanyaan pada 1 tabel kuesioner WRM. Isilah jawaban dari pertanyaan pada tabel dibawah ini dengan melingkari jawaban yang ada sesuai dengan kondisi actual yang terjadi di bagian produksi NC *Machining*. Departemen *Woodworking*.

Overproduction

I.	Overproduction Terhadap Inventories	O_I
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Overproduction Menghasilkan Inventories	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara overproduction dan Inventories	a. jika overproduction naik, maka inventories naik
		b. jika overproduction turun, maka inventories tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Inventories karena overproduction.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak overproduction terhadap inventories dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak overproduction terhadap inventories terutama mempengaruhi...	a. Kualitas Produk
		b. Produktivitas sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.		a. Sangat tinggi



	sebesar apa dampak overproduction terhadap inventories akan meningkatkan lead time	b. Sedang c. rendah
II	**Overproduction Terhadap Defects**	**O_D**
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Overproduction Menghasilkan Defects	a. selalu b. Kadang-kadang c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara overproduction dan defects	a. jika overproduction naik, maka defect naik b. jika overproduction turun, maka defect tetap c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Defects karena overproduction.	a. tampak secara langsung b. butuh waktu saat muncul c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak overproduction terhadap defects dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering b. sederhana dan langsung c. solusi intruksional
5.	Dampak overproduction terhadap defects terutama mempengaruhi...	a. Kualitas Produk b. Produktivitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktivitas e. kualitas dan waktu proses f. produktivitas dan waktu proses g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak overproduction terhadap defect akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi b. Sedang c. rendah
III	**Overproduction Terhadap Motions**	**O_M**
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Overproduction Menghasilkan Motions	a. selalu b. Kadang-kadang c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara overproduction dan motions	a. jika overproduction naik, maka motion naik b. jika overproduction turun, maka motion tetap c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap motions karena overproduction.	a. tampak secara langsung b. butuh waktu saat muncul c. tidak sering muncul



4.	Menghilangkan dampak overproduction terhadap Motions dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering b. sederhana dan langsung c. solusi intruksional
5.	Dampak overproduction terhadap Motions terutama mempengaruhi...	a. Kualitas Produk b. Produktivitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktivitas e. kualitas dan waktu proses f. produktivitas dan waktu proses g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak overproduction terhadap Motions akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi b. Sedang c. rendah
IV	**Overproduction Terhadap Transportations**	**OTT**
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Overproduction Menghasilkan Transportations	a. selalu b. Kadang-kadang c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara overproduction dan Transportations	a. jika overproduction naik, maka transportation naik b. jika overproduction turun, maka transportation tetap c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Transportations karena overproduction.	a. tampak secara langsung b. butuh waktu saat muncul c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak overproduction terhadap Transportations dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering b. sederhana dan langsung c. solusi intruksional
5.	Dampak overproduction terhadap Transportations terutama mempengaruhi...	a. Kualitas Produk b. Produktivitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktivitas e. kualitas dan waktu proses f. produktivitas dan waktu proses g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak overproduction terhadap Transportations akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi b. Sedang c. rendah
V	**Overproduction Terhadap Waiting**	**O_W**

Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Overproduction Menghasilkan Waiting	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara overproduction dan Waiting	a. jika overproduction naik, maka waiting naik
		b. jika overproduction turun, maka waiting tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Waiting karena overproduction.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak overproduction terhadap Waiting dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak overproduction terhadap Waiting terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak overproduction terhadap Waiting akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah

VI	Overproduction Terhadap Process	O_P
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Overproduction Menghasilkan Overprocessing	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara overproduction dan Overprocessing	a. jika overproduction naik, maka Overprocessing naik
		b. jika overproduction turun, maka Overprocessing tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Overprocessing karena overproduction.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak overproduction terhadap Overprocessing dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak overproduction terhadap Overprocessing terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak overproduction terhadap Overprocessing akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah

1. ranger nya bukan yokanya
2. chance - nya
lihat di knowledge VSM, pengumuman - harga segitiga.

INVENTORIES		
I.	Inventories Terhadap Overproduction	I_O
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Inventories Menghasilkan Overproduction	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Inventories dan Overproduction	a. jika Inventories naik, maka Overproduction naik
		b. jika Inventories turun, maka Overproduction tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Overproduction karena Inventories.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Inventories terhadap Overproduction dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Inventories terhadap Overproduction terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Inventories terhadap Overproduction akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah

II	Inventories Terhadap Defects	I_D
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Inventories Menghasilkan Defects	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Inventories dan defects	a. jika Inventories naik, maka defect naik
		b. jika Inventories turun, maka defect tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Defects karena Inventories.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Inventories terhadap defects dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Inventories terhadap defects terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Inventories terhadap defect akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah

III	Inventories Terhadap Motions	I_M
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Inventories Menghasilkan Motions	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Inventories dan motions	a. jika Inventories naik, maka motion naik
		b. jika Inventories turun, maka motion tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap motions karena Inventories.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.		a. Metode Engineering
	Menghilangkan dampak Inventories terhadap motions dapat dicapai dengan cara ...	b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Inventories terhadap motions terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Inventories terhadap motions akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah

IV	Inventories Terhadap Transportations	I_T
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Inventories Menghasilkan Transportations	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara overproduction dan Transportations	a. jika Inventories naik, maka transportation naik
		b. jika Inventories turun, maka transportation tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Transportations karena Inventories.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Inventories terhadap Transportations dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Inventories terhadap Transportations terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Inventories terhadap Transportations akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah

V	Inventories Terhadap Waiting	I_W
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Inventories Menghasilkan Waiting	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Inventories dan Waiting	a. jika Inventories naik, maka waiting naik
		b. jika Inventories turun, maka waiting tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Waiting karena Inventories.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Inventories terhadap Waiting dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Inventories terhadap Waiting terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Inventories terhadap Waiting akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah
VI	Inventories Terhadap Process	I_P
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Inventories Menghasilkan Overprocessing	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Inventories dan Overprocessing	a. jika Inventories naik, maka Overprocessing naik
		b. jika Inventories turun, maka Overprocessing tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Overprocessing karena Inventories.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.		a. Metode Engineering

	Menghilangkan dampak Inventories terhadap Overprocessing dapat dicapai dengan cara ...	b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Inventories terhadap Overprocessing terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Inventories terhadap Overprocessing akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah

Bapak Ibuk Mc Mochas

Mesin 7
Proyek 9
Waktu 9
Barang 3
Proses 3
Produksi 1

DEFECTS → Barang NG

I.	Defects Terhadap Overproduction	D_O
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Defects Menghasilkan Overproduction	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Defects dan Overproduction	a. jika defects naik, maka overproduction naik
		b. jika defects turun, maka Overproduction tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Overproduction karena Defects.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Defects terhadap Overproduction dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Defects terhadap Overproduction terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses

bagian akhir output

Jawab :- apakah data dan contoh ini:
- Sesuaikan dgn solusi yg sudah di perbaiki, AC: waiting
- Sesuaikan solusi yg ada di Project VSM dgn AC, contoh [illegible]
Tp ini yg diperbaiki

6.	sebesar apa dampak Defects terhadap Overproduction akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah
II.	Defects Terhadap Inventories	D_I
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Defects Menghasilkan Inventories	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Defects dan Invetories	a. jika Defects naik, maka inventories naik
		b. jika Defects turun, maka inventories tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Inventories karena Defects.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Defects terhadap inventories dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Defects terhadap inventories terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Defects terhadap invetories akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah
III	~~Overproduction~~ Terhadap Motions	D_M
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Defects Menghasilkan Motions	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Defects dan motions	a. jika Defects naik, maka motion naik
		b. jika Defects turun, maka motion tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap motions karena Defects.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul

		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Defects terhadap Motions dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Defects terhadap Motions terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Defects terhadap Motions akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah
IV	Defects Terhadap Transportations	D_T
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Defects Menghasilkan Transportations	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Defects dan Transportations	a. jika Defects naik, maka transportation naik
		b. jika Defects turun, maka transportation tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Transportations karena Defects.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Defects terhadap Transportations dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Defects terhadap Transportations terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Defects terhadap Transportations akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah

V	Defects Terhadap Waiting	D_W
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Defects Menghasilkan Waiting	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Defects dan Waiting	a. jika Defects naik, maka Defects naik
		b. jika Defects turun, maka Defects tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Waiting karena Defects.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Defects terhadap Waiting dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Defects terhadap Waiting terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Defects terhadap Waiting akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah

VI	Defects Terhadap Process	D_P
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Defects Menghasilkan Overprocessing	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Defects dan Overprocessing	a. jika Defects naik, maka Overprocessing naik
		b. jika Defects turun, maka Overprocessing tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Overprocessing karena Defects.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Defects terhadap Overprocessing dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Defects terhadap Overprocessing terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Defects terhadap Overprocessing akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah

6.	sebesar apa dampak Motions terhadap Overproduction akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah

II.	Motions Terhadap Inventories	M_I
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Motions Menghasilkan Inventories	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Motions dan Invetories	a. jika Motions naik, maka inventories naik
		b. jika Motions turun, maka inventories tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Inventories karena Motions.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Motions terhadap inventories dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Motions terhadap inventories terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Motions terhadap invetories akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah

III	Motions Terhadap Defects	M_D
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Motions Menghasilkan Defects	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Motions dan defects	a. jika Motions naik, maka defect naik
		b. jika Motions turun, maka defect tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan

		c. solusi intruksional
5.	Dampak Defects terhadap Overprocessing terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Defects terhadap Overprocessing akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah

	MOTIONS	
I.	Motions Terhadap Overproduction	M_O
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Motions Menghasilkan Overproduction	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Motions dan Overproduction	a. jika Motions naik, maka Overproduction naik
		b. jika Motions turun, maka Overproduction tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Overproduction karena Motions.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Motions terhadap Overproduction dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Motions terhadap Overproduction terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses

3.	Dampak terhadap Defects karena Motions.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Motions terhadap defects dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Motions terhadap defects terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Motions terhadap defect akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah

IV	Motions Terhadap Transportations	M_T
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Motions Menghasilkan Transportations	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Motions dan Transportations	a. jika Motions naik, maka transportation naik
		b. jika Motions turun, maka transportation tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Transportations karena Motions.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Motions terhadap Transportations dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Motions terhadap Transportations terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses

		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Motions terhadap Transportations akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah
V	**Motions Terhadap Waiting**	**M_W**
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Motions Menghasilkan Waiting	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Motions dan Waiting	a. jika Motions naik, maka waiting naik
		b. jika Motions turun, maka waiting tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Waiting karena Motions.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Motions terhadap Waiting dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Motions terhadap Waiting terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Motions terhadap Waiting akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah
VI	**Motions Terhadap Process**	**M_P**
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Motions Menghasilkan Overprocessing	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Motions dan Overprocessing	a. jika Motions naik, maka Overprocessing naik
		b. jika Motions turun, maka Overprocessing tetap

		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Overprocessing karena Motions.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Motions terhadap Overprocessing dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Motions terhadap Overprocessing terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Motions terhadap Overprocessing akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah

TRANSPORTATIONS		
I.	**Transportations Terhadap Overproduction**	**T_O**
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Transportations Menghasilkan Overproduction	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Transportations dan Overproduction	a. jika Transportations naik, maka Overproduction naik
		b. jika Transportations turun, maka Overproduction tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Overproduction karena Transportations.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Transportations terhadap Overproduction dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Transportations terhadap Overproduction terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya

		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Transportations terhadap Overproduction akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah
II.	**Transportations Terhadap Inventories**	**T_I**
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Transportations Menghasilkan Inventories	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Transportations dan Invetories	a. jika Transportations naik, maka inventories naik
		b. jika Transportations turun, maka inventories tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Inventories karena Transportations.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Transportations terhadap inventories dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Transportations terhadap inventories terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Transportations terhadap invetories akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah
III	**Transportations Terhadap Defects**	**T_D**
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Transportations Menghasilkan Defects	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang

2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Transportations dan defects	a. jika Transportations naik, maka defect naik
		b. jika Transportations turun, maka defect tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Defects karena Transportations.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Transportations terhadap defects dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Transportations terhadap defects terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Transportations terhadap defect akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah
IV	**Transportations Terhadap Motions**	**T_M**
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Transportations Menghasilkan Motions	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Transportations dan motions	a. jika Transportations naik, maka motion naik
		b. jika Transportations turun, maka motion tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap motions karena Transportations.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Transportations terhadap Motions dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Transportations terhadap Motions terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses

		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Overprocessing karena Transportations.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Transportations terhadap Overprocessing dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Transportations terhadap Overprocessing terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Transportations terhadap Overprocessing akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah

WAITING		
I.	**Waiting Terhadap Overproduction**	**W_O**
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Waiting Menghasilkan Overproduction	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Waiting dan Overproduction	a. jika Waiting naik, maka Overproduction naik
		b. jika Waiting turun, maka Overproduction tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Overproduction karena Waiting.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Waiting terhadap Overproduction dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Waiting terhadap Overproduction terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Waiting terhadap Overproduction akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah
II.	**Waiting Terhadap Inventories**	**W_I**
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Waiting Menghasilkan Inventories	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara Waiting dan Invetories	a. jika Waiting naik, maka inventories naik
		b. jika Waiting turun, maka inventories tetap
		c. tidak ada hubungan/ tidak tentu sesuai keadaan
3.	Dampak terhadap Inventories karena Waiting.	a. tampak secara langsung
		b. butuh waktu saat muncul
		c. tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Waiting terhadap inventories dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode Engineering
		b. sederhana dan langsung
		c. solusi intruksional
5.	Dampak Waiting terhadap inventories terutama mempengaruhi…	a. Kualitas Produk
		b. Produktivtias sumber daya
		c. Waktu proses
		d. Kualitas dan produktivitas
		e. kualitas dan waktu proses
		f. produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	sebesar apa dampak Waiting terhadap invetories akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi
		b. Sedang
		c. rendah
III.	**Waiting Terhadap Defects**	**W_D**
Nomer	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah Waiting Menghasilkan Defects	a. selalu
		b. Kadang-kadang
		c. Jarang

7.1.3 Dokumentasi Pengamatan Langsung







