ANALISIS *WASTE* DAN BEBAN KERJA OPERATOR MENGGUNAKAN *WASTE ASSESSMENT MODEL* (WAM) DAN NASA-TLX UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS

(Studi Kasus: *Section Keyboard Assy UP,* 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 : Zahra Nasywari Firdantara
No. Mahasiswa : 20 522 198

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

PERNYATAAN KEASLIAN

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



Jakarta, 23 Agustus 2024

(Zahra Nasywari Firdantara)
20522198

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

SURAT KETERANGAN
No. : 35/YI/PKL/VIII/2024

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

Nama	: ZAHRA NASYWARI FIRDANTARA
Nomor Induk Mahasiswa	: 20522198
Jurusan	: Teknik Industri
Fakultas	: Teknologi Industri
Alamat	: UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA

Telah selesai melaksanakan kegiatan Internship di lingkungan / area divisi Production Engineering.
Kegiatan Internship dilaksanakan mulai Tanggal 26 Februari 2024 sampai dengan Tanggal 31 Agustus 2024.
Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 2 September 2024

HRD Department
PT. YAMAHA INDONESIA

P.T. YAMAHA INDONESIA
JAKARTA

Muhammad Isnaini
Manager

CC: - Arsip

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS *WASTE* DAN BEBAN KERJA OPERATOR MENGGUNAKAN *WASTE ASSESSMENT MODEL* (WAM) DAN NASA-TLX UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS

(Studi Kasus: *Section Keyboard Assy UP*, PT Yamaha Indonesia)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Zahra Nasywari Firdantara

No. Mahasiswa : 20 522 198

Yogyakarta, 23 Agustus 2024

Dosen Pembimbing

(Dr. Ir. Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc., IPU)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

ANALISIS *WASTE* DAN BEBAN KERJA OPERATOR MENGGUNAKAN *WASTE ASSESSMENT MODEL* (WAM) DAN NASA-TLX UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS
(Studi Kasus: *Section Keyboard Assy UP,* PT Yamaha IndonesiA)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Zahra Nasywari Firdantara
No. Mahasiswa : 20 522 198

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

Jakarta, 3 September 2024

Tim Penguji

Dr. Ir. Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc., IPU Ketua	
Ir. Muchamad Sugarindra, S.T., M.T.I., IPM. Anggota I	19/09/24
Muhamad Ari Kosasih, S.T. Anggota II	

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.
NIK. 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis persembahkan kepada kedua orang tua tercinta yang dengan kesabaran, ketulusan, dan kasih sayang senantiasa mendampingi, mendukung, dan mendoakan setiap langkah penulis. Terima kasih atas segala pengorbanan dan bimbingan yang telah mengantarkan penulis sampai ke tahap ini. Kepada adik yang selalu membantu penulis dalam segala hal, serta keluarga besar yang selalu memberikan doa dan dorongan moral, terima kasih atas kepercayaan dan keyakinan yan diberikan. Tak lupa kepada sahabat dan teman penulis yang telah berbagi pengalaman, pengetahuan, dan kebersamaan selama masa perkuliahan. Terima kasih sudah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk mendukung penulis dari awal sampai akhir perkuliahan ini.

MOTTO

”Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
(Q.S. Al-Baqarah 1:286)

”Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan**”**
(Q.S. Al-Insyirah 30:5)

”Tidak ada kata terlambat untuk menjadi apa yang kamu inginkan”
-George Eliot

”Orang lain ga akan paham *struggle* dan masa sulitnya kita, yang mereka ingin tahu hanya bagian *success storiesnya* aja. Jadi berjuanglah untuk diri sendiri meskipun ga akan ada yang bertepuk tangan. Kelak diri kita di masa depan akan sangat sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini. Jadi tetap berjuang ya”

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim,
Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Segala puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat melaksanakan penelitian dan penyusunan Tugas Akhir di PT Yamaha Indonesia dengan judul ”Analisis *Waste* Dan Beban Kerja Operator Menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM) Dan NASA-TLX Untuk Meningkatkan Produktivitas (Studi Kasus: *Section Keyboard Assy UP*, PT Yamaha Indonesia”. Tidak lupa sholawat serta salam senantiasa saya panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, serta para pengikutnya hingga akhir zaman.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Selain itu, penulisan laporan tugas akhir ini bertujuan untuk menguraikan hasil penelitian yang telah dilaksanakan serta memberikan solusi atas permasalahan yang diangkat. Dalam pelaksanaan tugas akhir ini, kesulitan yang dihadapi yaitu saat proses analisis karena membutuhkan pemahaman mendalam terhadap metode yang digunakan. Meskipun demikian, dengan tekad yang kuat serta bimbingan dari berbagai pihak, penulis berhasil menyelesaikan laporan ini dengan baik.

Selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa kelancaran proses tersebut tidak mungkin tercapai tanpa dukungan berupa bimbingan, doa, arahan, dan bantuan yang diberikan oleh berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., 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 Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Ir. Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc., IPU selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir.
4. Koyo Shirasawa *Shachou* dan Bapak Samsudin DS Selaku *President* dan *Vice President* PT Yamaha Indonesia yang telah memberikan izin untuk melakukan magang dan penelitian selama 6 bulan.
5. Bapak M. Syah Fatahillah selaku *Manager Production Engineering* PT Yamaha Indonesia yang telah banyak membantu dan memfasilitasi siswa latih selama penelitian.
6. Bapak Ahmad Sunaryo Condro selaku mentor, Bapak Aris dan Ibu Leli selaku *Leader* dan *Sub Leader Section Keyboard Assy UP* yang telah banyak membantu secara langsung dalam memberikan arahan dan masukan kepada penulis.
7. Bapak Ir. Rambat Wulantara dan Almh. Asih Kurniati, S.H. selaku orang tua serta Ayesha Raushani Fayyazantara selaku adik penulis yang selalu memberikan dukungan, nasihat, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan lancar.
8. Callista, Alda, dan, Lintang selaku teman yang selalu ada untuk memberi semangat, mendengar keluh kesah, dan menemani *refreshing* selama kuliah.
9. Siswa Latih PT Yamaha Indonesia Batch 18 yang telah memberikan masukan, dukungan, dan semangat.

10. Seluruh pihak yang tidak dapat penuliskan sebutkan satu persatu namun telah memberikan semangat dan dukungan penuh kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, tentunya masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala macam kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan demi perbaikan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat dipergunakan sebagaimana mestinya serta bermanfaat bagi penulis dan bagi para pembaca. *Aamiin Yaa Robbal 'Aalamiin.*

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Jakarta, 23 Agustus 2024



Zahra Nasywari Firdantara

NIM 20522198

ABSTRAK

PT Yamaha Indonesia merupakan perusahaan yang memproduksi berbagai jenis piano *Grand Piano* (GP) dan *Upright Piano* (UP), baik piano akustik maupun piano *silent*. Penelitian ini dilakukan di *Section Keyboard Assy UP* yang menangani proses *assembly* keyboard. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi pemborosan paling kritis dalam proses *assembly*, menilai tingkat beban kerja yang dialami oleh operator, serta mengusulkan solusi perbaikan untuk mengurangi pemborosan dan beban kerja, sehingga dapat meningkatkan produktivitas. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Waste Assessment Model* (WAM) untuk mengidentifikasi, mengkategorikan, dan mengukur berbagai jenis pemborosan dalam proses produksi Sedangkan metode NASA-TLX digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana *waste* tersebut berdampak pada beban kerja operator, baik dari aspek fisik, mental, mapun waktu. Integrasi kedua metode ini memungkinkan penilaian yang komprehensif terhadap lingkungan produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor pemborosan paling signifikan adalah *inventory*, *motion*, dan *defect*, yang secara langsung mempengaruhi produktivitas dan meningkatkan beban kerja operator. Analisis NASA-TLX menunjukkan tingginya beban kerja fisik pada operator menyebabkan kelelahan, kesalahan, serta penurunan kinerja yang berkontribusi pada turunnya produktivitas. Berdasarkan temuan ini, penelitian mengusulkan beberapa perbaikan berbasis *kaizen* untuk merampingkan proses, mengurangi pemborosan, dan menyeimbangkan beban kerja di antara operator. Perbaikan ini berhasil meningkatkan efisiensi dan produktivitas sebesar 17,09%. Dari yang sebelumnya 1,58 unit/orang/jam menjadi 1,85 unit/orang/jam.

Kata Kunci: *Waste Assessment Model*, NASA-TLX, Produktivitas, Beban Kerja Operator.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN ..... **ii**
SURAT BUKTI PENELITIAN ..... **iii**
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING ..... **iv**
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI ..... **v**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **vi**
MOTTO ..... **vii**
KATA PENGANTAR ..... **viii**
ABSTRAK ..... **x**
DAFTAR ISI ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan Penelitian 6
1.4 Manfaat Penelitian 6
1.5 Batasan Penelitian 7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **8**
2.1 Kajian Literatur 8
2.2 Landasan Teori 20
2.2.1 Produktivitas 20
2.2.2 *Waste* (Pemborosan) 20
2.2.3 *Value Stream Mapping* (VSM) 21
2.2.4 *Waste Assessment Model* (WAM) 22
2.2.5 *National Aeronautics and Space Administration – Task Load Index* (NASA – TLX) 31
2.2.6 *Fishbone* Diagram 34
2.2.7 *Work Sampling* 35
2.2.8 *Kaizen* 36
BAB III METODE PENELITIAN **37**
3.1 Subjek Penelitian 37
3.2 Objek Penelitian 37
3.3 Metode Pengumpulan Data 37
3.4 Jenis Data 38
3.5 Alur Penelitian 39
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA **42**
4.1 Profil Perusahaan 42
4.2 Pengumpulan Data 48
4.3 Pengolahan Data 56
BAB V PEMBAHASAN **83**
5.1 Analisis Identifikasi *Waste* 83
5.1.1 Analisis Hasil *Waste Assessment Model* 83
5.1.2 Analisis Diagram *Fishbone* 83
5.2 Analisis Beban Kerja Operator 86

5.2.1 Analisis NASA-TLX 86
5.2.2 Analisis Diagram *Fishbone* 86
5.3 Analisis Hasil *Kaizen* 87
5.4 Analisis Produktivitas 95
BAB VI PENUTUP 97
6.1 Kesimpulan 97
6.2 Saran 98
DAFTAR PUSTAKA 99
LAMPIRAN A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Literatur 15
Tabel 2. 2 *The Explanation of Waste Relationship* 24
Tabel 2. 3 Kriteria Pembobotan *Waste Relationship* 27
Tabel 2. 4 Nilai Konversi pada WRM 28
Tabel 2. 5 *Waste Relationship Matrix* 29
Tabel 2. 6 Pengelompokan *Waste Assessment Questionnaire* 29
Tabel 2. 7 Indikator NASA-TLX 31
Tabel 2. 8 Perbandingan Indikator 33
Tabel 2. 9 Skor NASA-TLX 34
Tabel 4. 1 Efisiensi *Keyboard Assy* 48
Tabel 4. 2 Waktu *Margin* 50
Tabel 4. 3 Hasil Kuesioner *Seven Waste Relationship* 50
Tabel 4. 4 Hasil *Waste Assessment Questionnaire* 52
Tabel 4. 5 Hasil Perbandingan Pembobotan 54
Tabel 4. 6 Hasil *Rating* NASA-TLX 55
Tabel 4. 7 Hasil Pembobotan Kuesioner *Seven Waste Relationship* 56
Tabel 4. 8 *Waste Relationship Matrix* 57
Tabel 4. 9 Konversi *Waste Relationship Matrix* 58
Tabel 4. 10 Pengelompokan Pertanyaan 59
Tabel 4. 11 Pembobotan Awal *Waste Assessment Questionnaire* 59
Tabel 4. 12 Pembagian Pembobotan Awal dengan Ni 62
Tabel 4. 13 Pembobotan Akhir *Waste Assessment Questionnaire* 65
Tabel 4. 14 *Final Result Waste Assessment Model* 68
Tabel 4. 15 *Value* Produk 69
Tabel 4. 16 Nilai Rata-Rata *Weighted Workload* 70
Tabel 4. 17 Faktor Penyebab *Waste Inventory* 74
Tabel 4. 18 Faktor Penyebab *Waste Transportation* 75
Tabel 4. 19 Data Temuan *Defect* 77
Tabel 4. 20 Faktor Penyebab *Waste Defect* 77
Tabel 4. 21 Faktor Penyebab *Physical Demand* Tinggi 79
Tabel 5. 1 Hasil *Waste Assessment Model* 83
Tabel 5. 2 Rincian Pekerjaan Tambahan *After* 88
Tabel 5. 3 Data Temuan *Defect* 90
Tabel 5. 4 Kontribusi *Kaizen* 91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Produktivitas *Keyboard Assy* UP 2
Gambar 1. 2 Persentase *Work Sampling* 3
Gambar 1. 3 *Line Balance Before* 4
Gambar 2. 1 Simbol *Value Stream Mapping* 22
Gambar 2. 2 *Seven Waste Relationship* 23
Gambar 2. 3 *Rating* NASA-TLX 33
Gambar 2. 4 Diagram *Fishbone* 35
Gambar 3. 1 Alur Penelitian 39
Gambar 4. 1 Logo PT Yamaha Indonesia 43
Gambar 4. 2 Lokasi PT Yamaha Indonesia 44
Gambar 4. 3 Struktur Organisasi PT Yamaha Indonesia 45
Gambar 4. 4 *Grand Piano* (GP) 46
Gambar 4. 5 *Upright Piano* (UP) 47
Gambar 4. 6 *Layout* dan Aliran Produksi *Work Section Keyboard Assy* UP 47
Gambar 4. 7 Hasil *Work Sampling Keyboard Assy* 49
Gambar 4. 8 Grafik *Final Result* 69
Gambar 4. 9 *Fishbone Waste Inventory* 71
Gambar 4. 10 *Fishbone Waste Transportation* 71
Gambar 4. 11 *Fishbone Waste Defect* 72
Gambar 4. 12 *Fishbone Physical Demand* 73
Gambar 4. 13 *Mapping Before* 74
Gambar 4. 14 *Before Kaizen Inventory* 75
Gambar 4. 15 *After Kaizen Inventory* 75
Gambar 4. 16 *Before Kaizen Transportation* 1 76
Gambar 4. 17 *After Kaizen Transportation* 1 76
Gambar 4. 18 *Before Kaizen Transportation* 2 76
Gambar 4. 19 *After Kaizen Transportation* 2 76
Gambar 4. 20 *Before Kaizen Defect* 1 78
Gambar 4. 21 *After Kaizen Defect* 2 78
Gambar 4. 22 *Before Kaizen Defect* 2 78
Gambar 4. 23 *After Kaizen Defect* 2 78
Gambar 4. 24 *Before Kaizen Defect* 3 79
Gambar 4. 25 *After Kaizen Defect* 3 79
Gambar 4. 26 *Before Kaizen* 80
Gambar 4. 27 *After Kaizen* 80
Gambar 4. 28 *Before Kaizen* 80
Gambar 4. 29 *After Kaizen* 80
Gambar 4. 30 *Before Kaizen* 81
Gambar 4. 31 *After Kaizen* 81
Gambar 4. 32 *Before Kaizen* 81
Gambar 4. 33 *After Kaizen* 81
Gambar 4. 34 *Before Kaizen* 82
Gambar 4. 35 *After Kaizen* 82
Gambar 5. 1 *Mapping After* 88
Gambar 5. 2 Produktivitas *Keyboard Assy* UP 95
Gambar 5. 3 *Line Balance After* 96

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

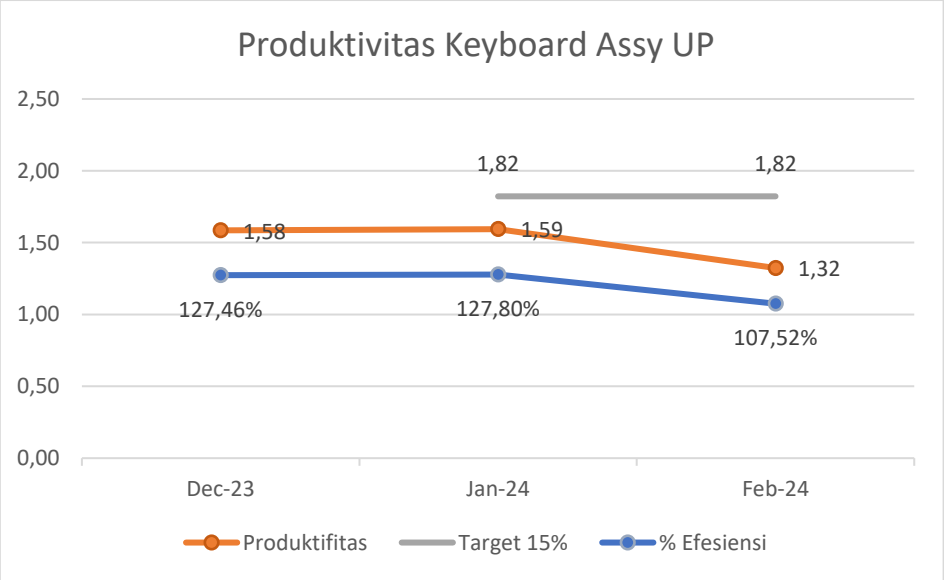
Indonesia memiliki peran penting dalam pertumbuhan ekonomi global sebagai salah satu pemasok barang di pasar global, terutama dalam industri manufaktur. Dengan populasi penduduk yang besar dan tenaga kerja yang melimpah, Indonesia menawarkan keunggulan kompetitif dalam memproduksi barang-barang manufaktur yang membutuhkan banyak tenaga kerja. Sektor industri manufaktur Indonesia telah berkontribusi signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) negara. Industri manufaktur merupakan salah satu sektor perekonomian yang berperan dalam mendorong pertumbuhan perekonomian di Indonesia dan juga membuka lapangan pekerjaan, menarik investasi asing, meningkatkan ekspor, dan meningkatkan devisa negara (Sianipar et al., 2023). Produk-produk tersebut di ekspor ke berbagai negara di seluruh dunia, terutama negara-negara maju seperti Amerika Serikat, Jepang, dan Uni Eropa.

PT Yamaha Indonesia, sebagai anak perusahaan dari Yamaha Corporation Jepang telah beroperasi di Indonesia sejak tahun 1974. Perusahaan ini memproduksi berbagai jenis piano yaitu *Grand Piano* (GP) dan *Upright Piano* (UP), baik piano akustik maupun piano *silent* untuk pasar domestik dan ekspor. Dengan memanfaatkan keunggulan kompetitif Indonesia dalam hal sumber daya manusia dan biaya produksi yang relatif rendah, perusahaan ini berhasil menjadi salah satu pemasok piano terkemuka di pasar global. Untuk mempertahankan dan meningkatkan produktivitasnya agar tetap kompetitif di pasar global, mendorong perusahaan untuk mencari cara-cara inovatif dalam meningkatkan efisiensi produksi.

PT Yamaha Indonesia selalu memiliki *plan* produksi untuk setiap bulannya. Target produksi ini dihasilkan dari aktivitas produksi yang menggunakan sumber daya seperti material, tenaga kerja, mesin, dan lainnya (Igindi, 2023). Untuk menghindari kerugian tersebut, sumber daya harus dikelola dengan tepat. Salah satunya yaitu dengan meningkatkan produktivitas dan efisiensi. Produktivitas adalah pendekatan interdisipliner untuk menentukan tujuan yang efektif, pembuatan rencana, dan menggunakan cara yang produktif untuk menggunakan sumber-sumber secara efisien dengan tetap menjaga kualitas yang tinggi (Manullang, 2020). Produktivitas didefinisikan sebagai perbandingan efisiensi *output* degan efisiensi *input*.

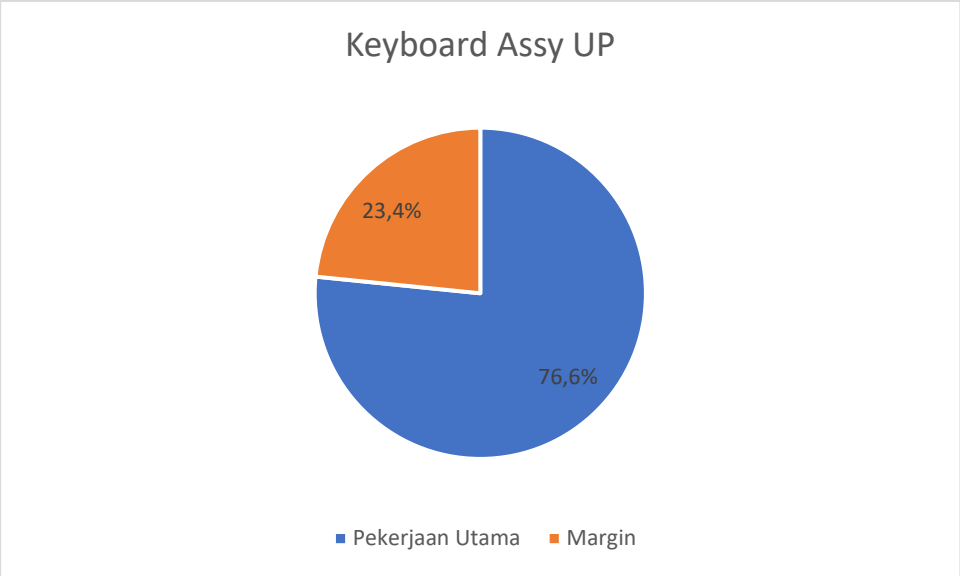
Dalam proses produksi piano di PT Yamaha Indonesia terdapat empat departemen yaitu departemen *wood working*, *painting*, *assembly*, dan *quality control*. Setiap departemen

memiliki tugas yang berbeda, tetapi kualitas produk yang dihasilkan tetap diutamakan. *Section Keyboard Assy* merupakan salah satu kelompok kerja pada departemen *Assembly UP* yang bertugas melakukan proses *assembly keyweight* dan *reheat* pada *keyboard*. Pada *section* ini terdapat tiga proses yaitu *keylead, keysteel*, dan *reheat*. Sebelum *keyboard* dikirim ke *section first regulation* dan dipasang pada *body* piano, dilakukan proses *assembly keyweight* baik di *keylead* maupun *keysteel* dan selanjutnya dilakukan proses *reheat* untuk piano tujuan Eropa. Proses produksi di *section Keyboard Assy UP* menggunakan mesin dan tenaga manusia. Dalam proses produksi terdapat pemborosan (*waste*) yang terjadi dan berdampak pada *output* yang dihasilkan, seperti penumpukan *inventory* yang menyebabkan tidak tercapainya target produktivitas dan efisiensi.



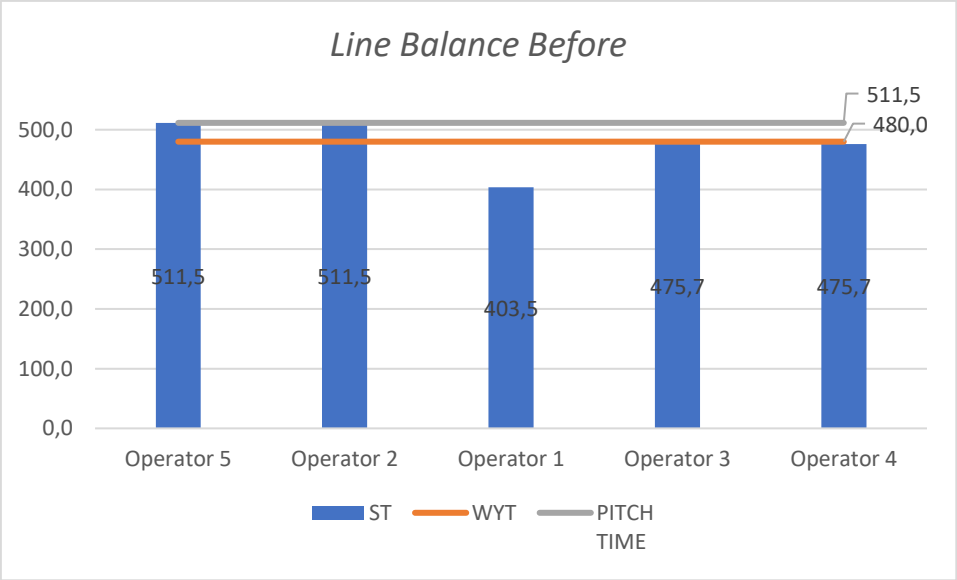
Gambar 1. 1 Produktivitas *Keyboard Assy* UP

Berdasarkan gambar 1. 1 didapatkan bahwa produktivitas pada 3 bulan terakhir masih dibawah target yang ditetapkan perusahaan yaitu kenaikan sebesar 15% dari *base* awal. *Base* awal yaitu nilai bulan Desember 2023 sebesar 1,58 unit/orang/jam, pada bulan Januari 2024 produktivitas sebesar 1,59 unit/orang/jam, dan pada bulan Februari 2024 produktivitas 1,32 unit/orang/jam. Penurunan ini dipengaruhi karena adanya jumlah operator yang belum disesuaikan dengan plan produksi. Selain itu, *waste* yang tidak perlu tidak hanya menghambat aliran produksi, tetapi juga menambah beban kerja fisik dan mental bagi operator. Adanya *waste* dibuktikan dengan hasil perhitungan *work sampling* yang telah dilakukan.



Gambar 1. 2 Persentase *Work Sampling*

Data pada gambar 1. 2 didapatkan dari hasil *work sampling* yang menunjukkan bahwa persentase pekerjaan utama sebesar 76,6% dan pekerjaan tambahan atau *margin* sebesar 23,4%. *Margin* yang dilakukan terdapat aktivitas yang tidak menambah nilai atau yang disebut *waste* dan menyebabkan inefisiensi. Tujuh macam *waste* yaitu *waste over production, defect, inventory, transportation, motion, waiting,* dan *over processing* (Setiawan & Rahman, 2021). Pendekatan yang holistik yang mencakup pengurangan *waste* sangat penting untuk meningkatkan produktivitas. Tidak hanya itu, beban kerja yang berlebihan pada operator juga dapat menghambat produktivitas. Beban kerja yang tinggi dapat menyebabkan kelelahan, kesalahan, dan penurunan kinerja. Oleh karena itu, pentingnya untuk mengurangi *waste* serta meminimalisir beban kerja operator agar meningkatkan produktivitas secara keseluruhan.



Gambar 1. 3 *Line Balance Before*

Dalam grafik produktivitas gambar 1.1 terlihat bahwa adanya penurunan produktivitas secara bertahap dari Desember 2023 hingga Februari 2024. Selain disebabkan karena adanya *waste* yang terjadi di tempat produksi, jumlah operator yang tidak sesuai *plan* produksi juga mempengaruhi turunnya produktivitas. Gambar 1.3 menunjukkan *line balance* dari 5 operator yang tidak seimbang. Jika *line balance* tidak optimal, akan ada ketidakseimbangan dalam beban kerja antar operator yang menyebabkan beberapa operator menunggu atau bekerja lebih keras dibandingkan yang lain. Hal ini menyebabkan *bottleneck* pada operator dengan waktu siklus tinggi yang mempengaruhi produktivitas keseluruhan. Dengan beban kerja yang tidak seimbang, efisiensi operator menjadi tidak optimal yang pada akhirnya berkontribusi terhadap penurunan produktivitas. Operator yang memiliki beban kerja lebih berat akan mengalami kelelahan yang akan mempengaruhi kualitas dan kecepatan keja mereka, sehingga semakin memperburuk produktivitas secara keseluruhan. Oleh karena itu, dalam meningkatkan produktivitas harus memastikan bahwa beban kerja operator tetap seimbang dan terkendali untuk menjaga produktivitas dan kualitas hasil produksi.

Metode *Waste Assessment Model* (WAM) menggunakan 2 *tools* yaitu *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). WRM adalah alat matrix yang digunakan untuk melakukan analisis ukuran kriteria relasi antar *waste* selama proses produksi, sedangkan WAQ adalah metode yang dikembangkan untuk mengelompokkan *waste* yang terjadi dan menentukan *waste* mana yang mendominasi selama proses produksi (Naufal & Rosyada, 2023). Hasil observasi tersebut kemudian dimasukkan dalam kuesioner

WAM. Dengan menggunakan WAM, PT Yamaha Indonesia dapat menganalisis alur kerja saat ini dan menemukan area yang memerlukan perbaikan. WAM membantu dalam merancang strategi untuk menghilangkan pemborosan, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Penelitian Irwan Setiawan, A.R. (2021) berhasil menunjukkan bahwa penerapan WAM efektif dalam meminimalkan pemborosan di PT XYZ. Identifikasi dan eliminasi pemborosan tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kualitas produk dan kepuasan pelanggan (Setiawan & Rahman, 2021).

National Aeronautics and Space Administration (NASA) – *Task Load Index* (TLX) atau yang sering disebut NASA-TLX merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis beban kerja yang dihadapi oleh pekerja yang melakukan berbagai aktivitas dalam pekerjaannya. Metode ini mengukur kedalam 6 dimensi pengukuran beban kerja, yaitu *Mental Demands* (MD), *Physical Demands* (PD), *Temporal Demands* (TD), *Own Performance* (OP), *Effort* (EF), dan *Frustation* (FR) (Santika Sari, 2019). Dengan menggunakan metode ini, dapat mengevaluasi dampak dari perubahan proses produksi terhadap beban kerja operator dan memastikan bahwa perubahan tersebut tidak meningkatkan stress mental operator.

Integrasi antara metode *Waste Assessment Model* (WAM) dan *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index* (NASA-TLX) diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan operator pada *section Keyboard Assy UP* PT Yamaha Indonesia. Dengan mengidentifikasi dan mengurangi *waste* serta mengelola beban kerja operator, perusahaan dapat mencapai efisiensi operasional yang lebih tinggi dan kualitas produk yang lebih baik. Tidak hanya bermanfaat bagi perusahaan, tetapi juga memastikan kesejahteraan operator yang merupakan faktor penting untuk produktivitas jangka panjang dan keberlanjutan perusahaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa *waste* paling kritis yang terjadi pada proses *assembly keyboard* di *Section Keyboard Assy* UP dan akar penyebabnya?
2. Bagaimana tingkat beban kerja operator *Keyboard Assy* UP yang diukur menggunakan NASA-TLX?

3. Bagaimana solusi perbaikan yang dilakukan untuk mengurangi *waste* dan beban kerja operator terhadap peningkatan produktivitas?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai diantaranya:

1. Mengidentifikasi *waste* paling kritis yang terjadi pada proses *assembly keyboard* di *Section Keyboard Assy* UP dan akar penyebabnya
2. Mengetahui tingkat beban kerja operator *Keyboard Assy* UP.
3. Mendapatkan solusi perbaikan untuk mengurangi *waste* dan beban kerja operator terhadap peningkatan produktivitas.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat kepada berbagai pihak, diantaranya:

1. Manfaat bagi Peneliti

   Manfaat bagi peneliti yaitu dapat mengimplementasikan keilmuan Teknik Industri yang telah didapatkan selama perkuliahan untuk menganalisa serta memberikan solusi yang tepat terhadap permasalahan yang muncul pada PT Yamaha Indonesia.
2. Manfaat bagi Perguruan Tinggi

   Manfaat bagi perusahaan tinggi yaitu untuk mengetahui sejauh mana kemampuan mahasiswa dalam mengimplementasikan keilmuan yang didapat di perkuliahan dan hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan studi kasus dan acuan bagi pembaca dalam menambah pengetahuan.
3. Manfaat bagi Perusahaan

   Manfaat bagi perusahaan yaitu dapat mengetahui informasi terkait waste yang terjadi di section *Keyboard Assy UP* dan akar penyebab terjadinya waste berdasarkan perhitungan menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM), mengetahui beban kerja yang dirasakan oleh operator sehingga dapat dijadikan acuan perusahaan dalam mengambil keputusan dan pertimbangan dalam menentukan usulan perbaikan untuk kedepannya.

1.5 Batasan Penelitian

Supaya memperjelas lingkup permasalahan dan memudahkan dalam menganalisis, maka diberikan batasan – batasan masalah yang ada di dalam perusahaan antara lain:

1. Dilakukan pada bulan Maret 2024 – Agustus 2024.
2. Tidak memperhitungkan aspek finansial perusahaan selama proses penelitian.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur memberikan penjelasan tentang penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan. Tujuan dari kajian literatur yaitu untuk menjaga kredibilitas peeliti yang bersumber dari jurnal, proseding, seminar, majalah, dan lainnya dalam jangka waktu 5 tahun terakhir. Kajian literatur membantu kita mengetahui tentang kemajuan penelitian, metode, batasan dan kekurangan penelitian sebelumnya, dan bagaimana penelitian berikutnya dapat dievaluasi dan diperbaiki.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Yadrifil et al., 2020) terdapat pemborosan (*waste*) dalam proses produksi komponen pintu laminasi di sebuah perusahaan manufaktur. Untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste* tersebut digunakan metode *Value Stream Mapping* (VSM) untuk memvisualisasikan aluran proses produksi dan mengidentifikasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Selanjutnya, *Waste Assessment Model* (WAM) digunakan untuk menguantifikasi dan menganalisis jenis-jenis pemborosan yang terjadi. Berdasarkan analisis metode tersebut pada jalur produksi laminasi, komponen JCL *Skin* menghasilkan tiga limbah yang memiliki berat terbesar adalah *motion* (18,82%), *waiting* (16,66%) dan *over processing* (15,05%). Saran untuk pebaikan dalam produksi komponen laminasi kulit JCL yaitu dapat dengan menambahkan beberapa jalur perakitan dan memasang mesin *lifter hidrolik* dan merancang aliran lanjutan di jalur manufaktur. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rekomendasi perbaikan dapat mengurangi waktu produksi hingga 20.640.4 detik, meningkatkan waktu siklus hingga 24.07 detik dan meningkatkan kapasitas produksi hingga 2.244 unit per hari.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Naufal & Rosyada, 2023) di Unit Instalasi Penjernihan Air Wonotunggal, Perumda Air Minum Kabupaten Batang, dengan tujuan untuk mengidentifikasi adanya pemborosan yang terjadi dalam proses produksi dan memberikan rekomendasi perbaikan minimasi *waste* menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing* dan *Waste Assessment Model* (WAM). *Lean Manufacturing* bertujuan untuk meningkatkan efisiensi produksi dengan mengeliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. *Waste Assessment Model* (WAM) digunakan sebagai alat

untuk mengidentifikasi dan mengukur pemborosan dalam proses produksi. WAM membantu dalam memetakan berbagai jenis waste yang terjadi dan menentukan prioritas untuk mengurangi atau melakukan perbaikan. Berdasarkan hasil perhitungan dengan WRM didapat nilai *from process, transportation, defect,*dan *inventory* memiliki presentase tertinggi yang menyebabkan terjadinya *waste to defect*. Dari perhitungan WAM didapat 4 jenis *waste* dominan yaitu *defect* sebesar 28,30%, *motion* sebesar 17,12%, *inventory* sebesar 15,30%, dan *transportation* sebesar 14,45%. Langkah perbaikan yang dilakukan yaitu bersifat teknis seperti pengecekan dan perawatan area produksi secara rutin, perancanaan sistem informasi terintegrasi, penerapan, sosialisasi, pelatihan terhadap pekerja, dan penerapan 5S. Sedangkan langkah non teknis yaitu berupa perbaikan sistem pemberian bahan kimia dan evaluasi serta pembaaruan SOP produksi dan beban kerja.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Afriandi & Aidil Saifuddin, 2023) di PT Gerbang Saranabaja yaitu perusahaan yang bergerak di bidang industri fabrikasi dan konstruksi baja. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi *waste* kritis dengan metode *Waste Assessment Model,* mengetahui akar penyebab terjadinya *waste* kritis dengan *Root Cause Analyst* dan menghasilkan rekomendasi alternatif perbaikan dengan analisis 5W+1H. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan *waste* krisis yaitu *motion* sebesar 19,10%, *defect* sebesar 17,49%, dan *inventory* sebesar 17,05%. Penyebab terjadinya *waste motion* yaitu karena adanya truk tronton yang melakukan material *handling,* terdapat produk WIP pada area pedestrian, tidak tersedia alat *material handling* lain dan keputusan Kepala Produksi untuk tetap melakukan produksi meskipun belum adanya gambar teknik. Penyebab terjadinya *waste defect* yaitu karena tingginya beban kerja pada proses produksi, dan penyebab terjadinya *waste inventory* yaitu karena keputusan Manajer untuk mencegah terjadinya keterlambatan proses produksi, operator kurang fokus dalam menjalankan tugasnya, beban kerja yang tinggi, dan pennerapan *line balancing* yang kurang optimal. Alternatif perbaikan yang dilakukan berdasarkan analisis 5W+1H adalah dengan meningkatkan koordinasi tim dalam berbagai aspek, mengevaluasi dan mengoptimalkan tata letak area kerja, melakukan pelatihan untuk meningkatkan kesadaran akan kualitas kerja, meninjau ulang dan memperbaiki perencanaan kapasitas produksi serta mengoptimalkan *line balancing*.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Mulyana et al., 2022) tentang identifikasi *waste* di lembaga pendidikan tinggi menggunakan metode *Waste Assessment Model* untuk mengidentifikasi pemborosan kritis, menentukan hubungannya, dan menggunakan 5W+1H untuk menganalisis akar permasalahan. Dari pengumpulan data menunjukkan bahwa terdapat 46 jenis *waste* dalam pengajaran dan proses pembelajaran. Hasil *Waste Relationship Matrix* menunjukkan ada tiga jenis *waste* yang harus dihilangkan, yaitu *waste overproduction, defect*, dan *non-utilized talents*. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa penerapan prinsip *lean* di perguruan tinggi dapat secara signifikan mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi dalam proses belajar mengajar. Pemborosan kritis yang teridentifikasi harus diatasi terlebih dahulu untuk menciptakan lingkungan pendidikan yang lebih efisien dan efektif.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Frabun et al., 2023) menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) untuk menganalisis dan meminimalkan pemborosan dalam proses lelang di BidFish. BidFish adalah *startup* lelang ikan yang melayani proses penawaran hasil laut seperti ikan, kepiting, cumi, siput laut, dan udang di Kalimantan, Jawa, dan Bali. *Startup* ini menjadi penghubung antar *supplier* dan pembeli. Proses penawaran dari pemasok ke pembeli dikelola oleh BidFish, namun dalam proses penawaran masih adanya permasalahan yang dikategorikan sebagai *waste*. Metode VSM digunakan untuk memfasilitasi proses bantuan *waste* menggunakan metode *Process Activity Mapping* (PAM). *Waste* yang telah diidentifikasi dalam 7 kategori *waste*, kemudian dinilai menggunakan metode WAM. Hasil dari WAM adalah memilih 3 *waste* tertinggi, yaitu *waste inventory* sebesar 20,79%, *waste motion* dan *waiting* sebesar 18,81%. Pemborosan tersebut menyebabkan efisiensi saat ini yaitu 7%. Analisis akar penyebab *waste* menggunakan *fishbone diagram.* Berdasarkan akar penyebab, kemudian menciptakan solusi yang diusulkan yaitu memaksimalkan proses untuk *waste waiting*. Dengan demikian akan menghasilkan lebih banyak kegiatan nilai tambah. Perbaikan berikutnya yaitu persediaan harus dikelola menggunakan metode rantai pasokan. Tindakan yang tidak perlu akan mengurangi kegiatan yang tidak bernilai tambah. Berdasarkan solusi yang diusulkan diharapkan efisiensi meningkat 29%.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Kusumawardani et al., 2024) di perusahaan manufaktur baja terkemuka memiliki kapasitas produksi yang signifikan untuk *Hot Rolled Coil* (HRC) dan *Cold Produk Rolled Coil* (CRC), dengan kapasitas

2.400.000 dan 850.000 ton per tahun. Namun, produksi saat ini tertinggal di angka 1.500.000 dan 500.000 ton per tahun untuk HRC dan CRC. Khususnya pada proses produksi tercatat rasio cacat sebesar 15,85%, 15,65%, dan 15,56% dari tahun 2020 hingga 2022 dengan perhitungan *waste waiting* untuk rasio waktu kerusakan dan pengoperasian ±40%. Penelitian ini menggunakan *lean six sigma* untuk menganalisis dan mengurangi *waste* selama produksi HRC, yang bertujuan untuk meningkatkan nilai produk, efisiensi produksi, dan biaya pengurangan. Melalui *value stream mapping* dan *process activity mapping*, 44,93% *Necessary Not Value Added Activity* (NNVA). Didapatkan hasil *Waste Assessment Model waste defect* sebesar 37,461, *overproduction* sebesar 34,351, dan *waiting* sebesar 23,230. Tahap selanjutnya yaitu analisis menggunakan *Fishbone Diagrams* dan *Failure Mode and Effect Analysis* untuk mengetahui akar penyebab terjadinya *waste*. Berdasarkan akar penyebab, kemudian menciptakan usulan perbaikan termasuk rapat *toolbox*, membuat jadwal *maintenance*, membuat daftar periksa awal di setiap shift perubahan dan daftar periksa kondisi pergantian suku cadang dan bahan baku, pengembangan dan penerapan algoritma prediksi penggantian gulungan kerja, dan meningkatkan akurasi deketsi sensor dengan melakukan relokasi ke posisi yang lebih sesuai dan menambahkan jumlah sensor.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Bizuneh & Omer, 2024) tentang peningkatan efisiensi produksi dalam industri pakaian jadi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kinerja perusahaan manufaktur kaos melalui penerapan *Value Stream Mapping* (VSM) dan metode *Lean.* Data dikumpulkan melalui studi berbasis waktu dan kuesioner. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa *waste motion, inventory*, dan *overproduction* adalah tiga pemborosan utama. Proses *activity mapping* menunjukkan bahwa sekitar 91,86% wakstu tunggu produksi adalah aktivitas *Non Value Added* (NVA). Penerapan perbaikan tata letak dan 5S menghasilkan perubahan keadaan lama menjadi baru dengan pengurangan signifikan jumlah operator, waktu bernilai tambah, WIP *inventory*, dan SMV kaos. Berdasarkan temuan ini menunjukkan bahwa manajer manufaktur garmen Perusahaan di Etiopia harus mempeprhatikan tingkat produksi mereka, memulai sistem produksi *lean*, menciptakan kesadaran, mengalokasikan sumber daya dan melakukan pelatihan karywan untuk menghilangkan pemborosan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Yuslistyari et al., 2022) dibidang pelayanan jasa *cargo* pada PT. Krakatau Bandar Sumatera terdapat kegiatan pengangkatan dan pemindahan barang menggunakan *forklift* dalam durasi yang lama. Pengoperasian *forklift* dalam durasi yang lama berpengaruh terhadap keselamatan dan kesehatan operator. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui besarnya beban kerja fisik dan beban kerja mental operator serta rekomendasi untuk mengurangi beban kerja menggunakan metode *Cardiovascular Load* (% CVL) dan *National Aeronautics and Space Administration – Task Load Index* (NASA-TLX). Hasil penelitian ini didapatkan rata-rata % CVL sebesar 24,78 yang berarti tidak terjadi pembebnan yang berarti dalam menjalankan pekerjaannya dan tidak diperlukan perbaikan, sedangkan hasil dari NASA-TLX yaitu didapatkan rata-rata sebesar 53,32 yang artinya operator dalam kategori beban kerja tinggi dan memerlukan perbaikan. Rekomendasi perbaikan yaitu dengan penambahan operator dan juga pemindahan tempat kerja operator supaya tidak bekerja secara monoton.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Dewi, 2020) tentang pengukuran tingkat beban kerja mental operator mesin untuk mengetahui area mana yang memiliki tingkat beban mental paling tinggi pada operator mesin PTJL menggunakan metode NASA-TLX. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa 92,8 dengan tingkat beban kerja berat, 68,11 dengan tingkat beban kerja sedang, dan 70,6 dengan tingkat beban kerja rendah. Tingkat beban kerja paling berat berada pada operator mesin BG *Plant* (BGP) pada area *Amine System*. Usulan perbaikan yang diberikan yaitu dengan melakukan penambahan pekerja dengan cara membagi total beban kerja mental dengan jumlah pekerja yang akan diperoleh rata-rata beban kerja. Penambahan operator bertujuan untuk mengurangi beban kerja mental operator. Jika ditambahkan 1 operator, maka rata-rata beban kerjanya menjadi 69,25.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Masniar et al., 2022) tentang beban kerja mental yang dilakukan di PT. Wika Sarana Abadi terdapat banyaknya aktivitas yang memerlukan tenaga dan konsentrasi tinggi yang menyebabkan beban kerja mental. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui besarnya beban kerja mental operator menggunakan NASA-TLX. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan NASA-TLX diperoleh nilai rata-rata beban kerja mental keseluruhan sebesar 64,38. Aspek yang paling

mempengaruhi yaitu aspek *Mental Demand* (MD) sebesar 5,83 dan aspek *Physical Demand* (PB) sebesar 14,08.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Braarud, 2020) membahas masalah beban kerja mental di lingkungan berisiko tinggi, khususnya ruang kontrol. Metode yang digunakan yaitu NASA-TLX yang bertujuan untuk menilai secara efisien apakah beban kerja mental dalam situasi seperti itu masih dalam batas yang dapat diterima. Hal ini penting karena beban kerja yang berlebihan dapat menyebabkan kesalahan, penurunan kinerja, dan bahaya keselamatan. Hasil penilaian operator terhadap beban kerja yang dapat diterima dan tidak dapat diterima terkait dengan tingginya skala TLX yang menunjukkan bahwa penilaian yang efisien dapat dicapai denan dengan menerapkan TLX *mental demand item* dan dengan melengkapi atau mengganti skala penilaian asli dengan skala penelitian akseptabilitas.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Setiadi et al., 2020) tentang analisis postur kerja operator pada proses produksi *Ethylene Dichloride* (EDC) di perusahaan Petrokimia, Qatar. Tujuannya yaitu untuk menilai risiko yang dilakukan oleh panel dan operator lapangan serta untuk menjaga produktivitas operator dalam konteks sistem industri. Metode yang digunakan yaitu dengan *Nordic questionnaire* unruk mengumpulkan informasi mengenai gejala *musculoskeletal disorders* (MSDs), RULA dan REBA digunakan untuk menganalisis risiko postur kerja, dan NASA-TLX digunakan untuk menganalisis beban kerja yang mereka rasakan. Sekitar 79% operator menderita nyeri bahu, 70% mengalami gangguan pinggang sebagai gejala MSDs dan menyebabkan terganggunya produktivitas dalam jangka panjang. Berdasarkan analisis RULA dan REBA teridentifikasi postur operator memiliki tingkat risiko yang tinggi dan memerlukan tindakan segera. Hasil NASA-TLX, operator mempersepsikan beban kerja sedikit tinggi hingga tinggi dengan skor rata-rata 49-60. Solusi untuk mengurangi gejaka MSDs dan risiko postur yaitu dengan mengusulkan platform portabel dan *handle wheel chain*, sedangkan untuk beban mental yaitu dengan menambahkan personel *outsourcing* untuk mengurangi tingkat beban kerja pada suatu operasi tertentu.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Cahyadi et al., 2020) di perusahaan jasa perbaikan mesin kelistrikan terdapat aktivitas operator yang padat yang dapat mempengaruhi kelelahan pekerja. Penelitian ini dilakukan untuk mengitung tingkat beban kerja fisiologis dan psikologis serta waktu istirahat ideal bagi operator di Departemen

Mekanik PT. XYZ. Metode untuk menghitung beban kerja fisiologis adalah pengukuran langsung dengan mengukur detak jantung dan metode yang digunakan untuk mengitung beban kerja psikologis adalah NASA-TLX. Hasil menunjukkan bahwa beban kerja fisiologis paling berat dialami oleh Bapak Nur yaitu operator mesin bubut berukuran sedang dengan nilai *energy consumption* sebesar 8,497 Kcal/menit sebelum istirahat dan 7,602 Kcal/menit setelah istirahat. Tingkat beban psikologis kerja yang dialami seluruh operator termasuk dalam kriteria tinggi dan sangat tinggi dengan indikator tertinggi adalah *Effort* (EF) dengan nilai sebesar 2770.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Widiastuti et al., 2019) yang membahas beban kerja yang melebihi kemampuan pekerja atau sebaliknya dapat menimbulkan masalah bagi pekerja. Dalam penelitian ini penulis mengukur beban kerja fisik dan mental pekerja di UKM Batik Jumputan Ibu Sejahtera Yogyakarta dengan menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) dan *National Aeronautics and Space Administration – Task Load Index* (NASA-TLX) untuk diusulkan rekomendasi perbaikan dan pemecahan masalah lebih lanjut. Penelitian berhasil mengungkap permasalahan pada pekerja seperti adanya perbedaan tingkat risiko pekerja yang disebabkan oleh perbedaan usia dan perbedaan persepsi pekerja terhadap dimensi beban kerja, serta pekerja yang mengalami tingkat risiko tinggi yang disebabkan oleh postur kerja yang todak tepat. Rekomendasi yang dilakukan yaitu dengan menambah atau mengganti pekerja, meningkatkan kemampuan kerja pekerja.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Ghanavati et al., 2019) kepada operator ruang kontrol untuk menilai beban kerja mental mereka. Pada penelitian ini menggunakan metode NASA-TLX untuk menilai beban kerja mental dan Indeks Kemampuan Kerja (WAI) untuk menentukan kemampuan keja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban kerja mental tinggi dan kemampuan kerja baik pada operator ruang kendali. Peningkatan beban kerja mental berkaitan dengan penurunan kemampuan kerja. Dengan demikian, mengidentifikasi dan mengoptimalkan faktor-faktor yang mempengaruhi beban kerja mental dan kemampuan kerja pada operator ruang kendali harus dipertimbangkan sebagai prioritas dalam setiap program intervensi.

Tabel 2. 1 Kajian Literatur

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode Penelitian				
				VSM	WAM	NASA-TLX	Fishbone Diagram	Kaizen
1	Yadrifil, Rizky Anugerah Pratama, Annisa Marlin Masbar Rus	2020	*Improvement Recommendation to Eliminate Waste on The Production Process of Line Laminating Door Component with Value Stream Mapping and Waste Assessment Model Method*	√	√		√	√
2	Alfito Fakhri Naufal & Zainal Fanani Rosyada	2023	Identifikasi *Waste* Dengan *Waste Assessment Model* (WAM) Dalam Penerapan *Lean Manufacturing* Untuk Perbaikan Proses Produksi Pengolahan Air (Studi Kasus: Unit Instalasi Penjernihan Air Wonotunggal Perumda Air Minum Kabupaten Batang)		√			
3	Faisal Afriandi & Joumil Aidil Saifuddin	2023	Penerapan *Lean Manufacturing* Menggunakan Metode *Waste Assessment Model* (WAM) Untuk		√			

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode Penelitian				
				VSM	WAM	NASA-TLX	Fishbone Diagram	Kaizen
			Mengurangi *Waste* Pada Lini Produksi *Steel Structure*					
4	Ig Jaka Mulyana, Lusia Permata Sari Hartanti, Vincentius Aditya Herdianto, Ivan Gunawan, Herwinarso	2022	*Lean Waste Identification in Higher Education Institution Using Waste Assessment Model*		√			
5	Michael Fernando Frabun, Sri Susilawati Islam, Anak Agung Ngurah Perwira Redi, Tika Lestari	2023	*Analyzing The Business Process Using Value Stream Mapping* (VSM) *to Minimize Waste* (*Case Study: Auction Process at BidFish*)	√	√		√	√
6	Rindi Kusumawardani, Hari Supriyanto, Muhammad Rinaldi Suryanto	2024	*Utilizing Lean Six Sigma and Waste Assessment Model to Reduce Waste in the Hot Rolled Coil Production*	√	√		√	√

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode Penelitian				
				VSM	WAM	NASA-TLX	Fishbone Diagram	Kaizen
7	Berihun Bizuneh & Rahmet Omer	2024	*Lean Waste Prioritisation And Reduction In The Apparel Industry: Application Of Waste Assessment Model And Value Stream Mapping*	√	√			√
8	Eka Indah Yuslistyari, Arifiatul Hasanah, Rifqi Dwi Andhika	2022	Analisis Beban Kerja Operator *Forklift* Berdasarkan %CVL Dan NASA-TLX			√		
9	Diana Chandra Dewi	2020	Analisis Beban Kerja Mental Operator Mesin Menggunakan Metode NASA TLX di PTJL			√		
10	Masniar, Aprisa Rian Histiarini, Dimas Arya Bagas Pangestu	2022	Analisa Beban Kerja Mental Menggunakan Metode NASA-TLX Pada Bagian Operator			√		
11	Per Øivind Braarud	2020	*An Efficient Screening Techique for Acceptable Mental Workload Based on the NASA Task Load Index-Development and Application to Control Room Validation*			√		

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode Penelitian				
				VSM	WAM	NASA-TLX	Fishbone Diagram	Kaizen
12	Karyawan Setiadi, Muhtadi, & Rida Zurida	2020	*Musculoskeletal Disorders and Posture Analysis of Ethylene Dichloride* (EDC) *Production Operator*			√		
13	B Cahyadi, A S Maryanti, G A Timang	2020	*Measurement of Physiological and Psychological Workloads of Mechanical Department Operator* PT. XYZ			√		
14	R Widiastuti, E Nurhayati, D P Wardani, E Sutanta	2022	*Workload Measurement of Batik Workers at UKM Batik Jumputan Yogyakarta using RULA and NASA-TLX*			√		
15	Fatemeh Kamari Ghanavati, Alireza Choobineh, Sareh Keshavarzi, Ali Asghar Nasihatkon,	2019	*Assessment of Mental Workload and its Association with Work Ability in Cotrol Room Operators*			√		

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode Penelitian				
				VSM	WAM	NASA-TLX	Fishbone Diagram	Kaizen
	Akram Sadat Jafari RoodBandi							

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Produktivitas

Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan peran serta tenaga kerja per satuan waktu (*input*) (Tertia et al., 2023). Produktivitas merupakan tolak ukur kinerja suatu perusahaan yang dipengaruhi oleh efisiensi, semakin tinggi efisiensi maka produktivitas akan meningkat. Efisiensi adalah kemampuan untuk mencapai hasil yang diinginkan dengan penggunaan sumber daya seminimal mungkin, termasuk waktu, tenaga, dan biaya. Produktivitas dinyatakan dengan persamaan berikut:

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

Output adalah hasil yang diharapkan dari pengolahan *input*, jumlah dan model sesuai, dan waktu yang dibutuhkan, sedangkan *input* adalah semua sumber daya yang digunakan dalam sebuah proses. *Input* terdiri dari *man, machine, material, money,* dan *method* (Martono Virona, 2019). Dalam meningkatkan produktivitas, segala hal yang tidak menghasilkan sesuatu yang memiliki nilai tambah (*added value*) maka harus dikurangi bahkan dihilangkan. Produktivitas dapat dinyatakan meningkat apabila (Nurfiat & Rustariyuni, 2018):

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

2.2.2 *Waste* (Pemborosan)

Waste merupakan aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream* (Baharudin et al., 2021). Maka dari itu *waste* harus di minimalisir atau dihilangkan karena berdampak pada penurunan produktivitas. Menurut (Maulana, 2019) terdapat 7 jenis *waste* sebagai berikut:

1. *Waste of Overproduction* (Produksi Berlebihan)

   Overproduction yaitu pemborosan disebabkan karena produksi yang berlebihan. Memproduksi barang melebihi yang dibutuhkan akan mengakibatkan kelebihan stok dan menimbulkan *waste inventory*. Untuk mencegah terjadinya *waste overproduction* yaitu dengan menjadwalkan dan memproduksi barang sesuai dengan yang dibutuhkan.

2. *Waste of Inventory* (Inventori)

   Inventory yaitu persediaan material yang terlalu banyak dan berhubungan dengan terjadinya *waste overproduction*. Karena penimbunan dari *raw material, WIP,* dan *finished goods* yang berlebihan di semua tahap produksi akan membutuhkan tempat penyimpanan.

3. *Waste of Defect* (Produk Cacat/Rusak)

   Defect yaitu produk yang cacat atau tidak sesuai dengan spesifikasi, sehingga perlu dilakukan proses *rework.* Salah satu penyebabnya dikarenakan kondisi mesin yang tidak baik. Beberapa perusahaan menerapkan konsep *zero defect* supaya penggunaan *warehouse* lebih maksimal.

4. *Waste of Motion* (Gerakan)

   Motion adalah aktivitas atau gerakan tambahan yang tidak perlu dilakukan operator karena tidak menambah nilai dan memperlambat proses yang menyebabkan *lead time* tinggi.

5. *Waste of Transportation* (Transportasi)

   Transportasi merupakan kegiatan yang penting tetapi tidak menambah nilai pada suatu pekerjaan. Hal ini berupa proses memindahkan material atau *Work in Process* (WIP) dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja yang lainnya, baik menggunakan *forklift* maupun *conveyor*.

6. *Waste of Overprocessing* (Proses Berlebihan)

   Pemborosan ini terjadi ketika metode kerja atau urutan proses kerja yang digunakan kurang baik dan fleksibel. Hal ini dapat terjadi ketika proses yang ada belum standar sehingga akan menyebabkan terjadinya produk rusak.

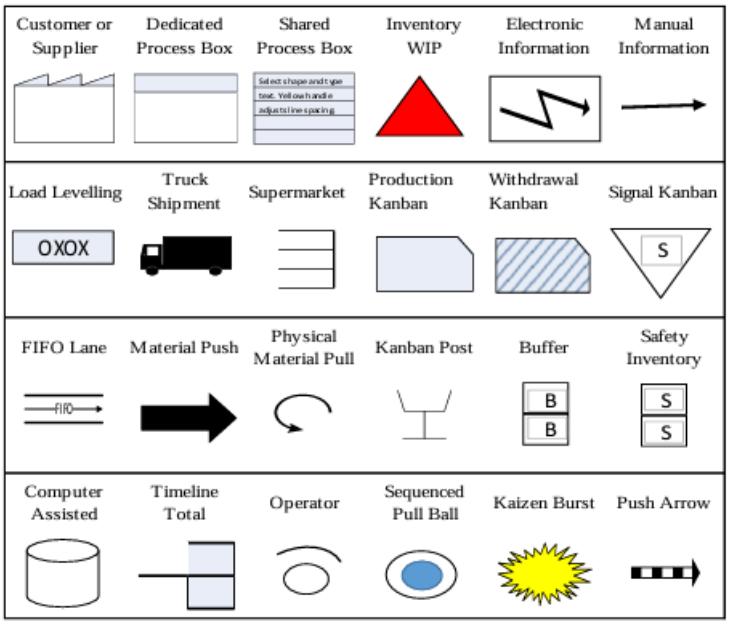
7. *Waste of Waiting* (Menunggu)

   Pemborosan ini terjadi ketika operator tidak menggunakan waktu untuk melakukan *value adding activity* dikarenakan menunggu aliran produk dari proses sebelumnya yang berakibat keterlambatan datangnya *material*, menunggu perbaikan saat mesin rusak, dan alur proses produksi tidak seimbang.

2.2.3 *Value Stream Mapping* (VSM)

Value Stream Mapping (VSM) adalah salah satu metode dari *lean manufacturing* yang digunakan untuk memetakan alur produksi dan informasi di dalam suatu rangkaian proses untuk

menghasilkan suatu produk sesuai permintaan pelanggan (J. Kurnia & Widyadana, 2022). Penggunaan VSM dapat mengidentifikasi aktivitas yang bersifat menambah nilai tambah dan tidak menambah nilai terhadap total *lead time* suatu proses. Aktivitas yang bersifat menambah nilai tambah dapat memenuhi kriteria yang diinginkan konsumen, sedangkan yang tidak memberikan nilai tambah akan menimbulkan *waste* dari segi material, biaya, dan sumber daya yang dikeluarkan. Tahap awal VSM yaitu memetakan aliran proses produksi saat ini (*current state*) yang kemudian diidentifikasi dan eliminasi pemborosan yang ada dengan memnentukan alternatif perbaikan. Setelah itu, memetakan kondisi masa depan (*future state*) yang sudah tidak terdapat pemborosan. Berikut merupakan simbol-simbol yang digunakan dalam VSM untuk menggambarkan aliran material dan aliran informasi (I. Kurnia, 2023).



Gambar 2. 1 Simbol *Value Stream Mapping*

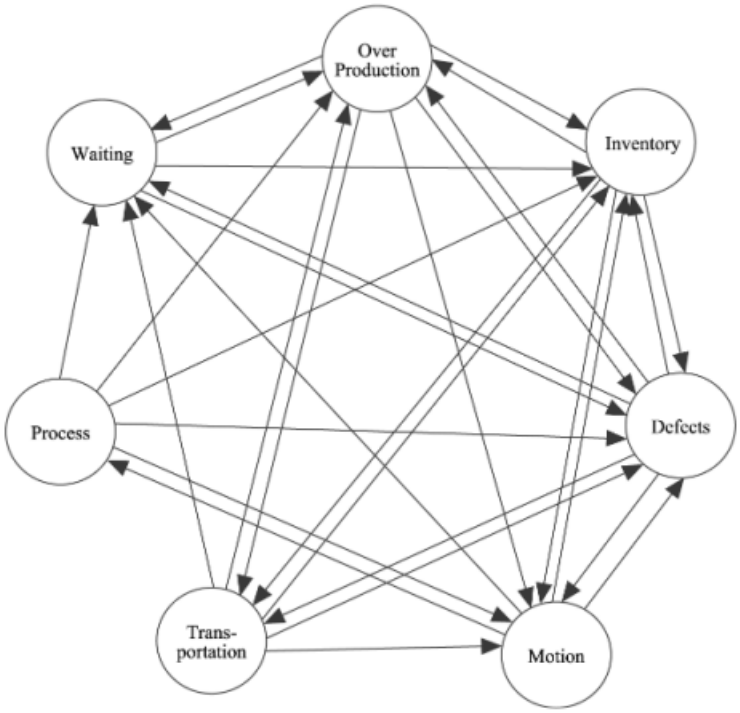
2.2.4 *Waste Assessment Model* (WAM)

Waste assessment model adalah suatu model yang bertujuan untuk menyederhanakan pencarian akar permasalahan agar dapat mengidentifikasi *waste* yang paling kritis (Jufrijal & Fitriadi, 2022). Metode ini menggambarkan hubungan antar *seven waste* yaitu *overproduction, inventory, defect, motion, transportation, overprocessing,* dan *waiting* dengan menggunakan 3 *tools* yaitu *Seven Waste Relationship* (SWR), *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). WAM menggunakan data dari kuesioner SWR untuk membentuk WRM yang digunakan untuk menganalisis ukuran kriteria hubungan antar *waste* yang terjadi, sedangkan WAQ digunakan untuk mengelompokkan *waste* yang terjadi dan

menentukan *waste* apa saja yang mendominasi dalam proses produksi (Naufal & Rosyada, 2023).

1. *Seven Waste Relationship* (SWR)

   Seven Waste Relationship (SWR) dilakukan untuk mengetahui hubungan keterkaitan antar *waste*. Semua jenis *waste* saling bergantung dan masing-masing mempunyai pengaruh terhadap *waste* lainnya. Hubungan antar *waste* sangat kompleks yang dilihat secara langsung maupun tidak langsung, sehingga diciptakan kerangka kerja penelitian tingkat pengaruh pemborosan (Rawabdeh, 2016).



Gambar 2. 2 *Seven Waste Relationship*

Masing-masing jenis *waste* disingkat menggunakan inisialnya, seperti (O: *Overproduction*, I: *Inventory*, D: *Defect*, M: *Motion*, T: *Transportation*, P: *Process*, W: *Waiting)*. Berdasarkan gambar 2. 2 hubungan antar *waste* saling berpengaruh kecuali P, sedangkan *waste* P berpengaruh terhadap semua *waste* kecuali terhadap T, dan seterusnya sampai jenis W yang hanya berpengaruh terhadap O, I, dan D. Total keselruruhan hubungan *seven waste* berjumlah 31. Setiap hubungannya disimbolkan dengan garis bawah ”_”, misalnya O_I menunjukkan efek langsung dari *overproduction* terhadap *inventory*.

Tabel 2. 2 *The Explanation of Waste Relationship*

No	Hubungan *Waste*	Keterangan
Overproduction		
1	O_I	Kelebihan produksi mengonsumsi dan membutuhkan bahan baku dalam jumlah besar yang mengakibatkan kelebihan barang saat proses produksi yang memenuhi lantai produksi karena tidak memiliki suatu proses untuk memprosesnya.
2	O_D	Kesadaran dan perhatian pekerja saat produksi barang terlalu berlebihan akan berkurang karena mereka berfikir bahwa masih ada bahan atau material yang bisa menggantikannya.
3	O_M	Produksi berlebihan mengarah pada metode kerja yang tidak terstandarisasi dengan jumlah kerugian gerak yang cukup besar.
4	O_T	Kelebihan produksi mengarah pada upaya pengangkutan yang lebih besar untuk mengikuti kelebihan material.
5	O_W	Saat memproduksi lebih banyak, maka proses lain akan menunggu dan mengakibatkan antrian proses yang tinggi akan terjadi.
Inventory		
6	I_O	Bahan mentah yang lebih banyak bisa membuat pekerja terdorong untuk bekerja lebih banyak.
7	I_D	Persediaan yang cukup besar akan membuat peningkatan kecacatan produk karena kondisi area untuk menyimpan produk menjadi tidak sesuai dan perhatian terhadap produk menjadi berkurang.
8	I_M	Persediaan yang meningkat akan membuat masa waktu untuk menjangkau, mengalihkan, mencari, dan lain-lain menjadi semakin meningkat.
9	I_T	Persediaan yang lebih tinggi biasanya akan menghalangi area yang ada, sehingga aktivitas untuk pengangkutan menjadi lebih lama.

No	Hubungan *Waste*	Keterangan
Defect		
10	D_O	*Overproduction* terjadi karena untuk mengatasi bagian yang kurang akibat kecacatan.
11	D_I	Memproduksi suku cadang cacat yang perlu dikerjakan ulang berarti peningkatan level *Work In Process* (WIP) ada dalam bentuk persediaan.
12	D_M	Memproduksi cacat meningkatkan waktu pencarian, pemilihan, dan inspeksi *part*, belum lagi terciptanya *rework* yang membutuhkan *skill* pelatihan yang lebih tinggi.
13	D_T	Memindahkan *part* yang cacat ke stasiun *rework* akan meningkatkan intensitas transportasi.
14	D_W	*Rework* akan mencadangkan stasiun kerja sehingga *part* baru akan menunggu dproses.
Motion		
15	M_I	Suatu cara bekerja yang tidak sesuai dengan yang seharusnya akan membuat jumlah pekerja pada suatu proses produksi menjadi lebih tinggi.
16	M_D	Standarisasi dan peltihan yang masih kurang akan meningkatkan kemungkinan barang yang mengalami kecacatan.
17	M_P	Pemborosan proses akan terus mengalami peningkatan karena pekerjaan yang tidak sesuai standar yang ada dan kurangnya pengetahuan akan kapasitas produksi yang ada.
18	M_W	Waktu yang tersedia akan terbuang untuk memindahkan, merakit, mencari, dan lain-lain ketika prosedur kerja yang sesuai dengan standar tidak di terapkan dengan baik yang akhirnya akan menyebabkan *waiting*.
Transportation		

No	Hubungan *Waste*	Keterangan
19	T_O	Suatu komponen diproduksi lebih banyak daripada yang diperlukan sesuai dengan daya muat sistem sehingga meminimalkan biaya pengangkutan per unit.
20	T_I	Kuantitas *material handling equipment* yang kurang cukup membuat persediaan yang berlebihan sehingga bisa membuat proses yang lain terpengaruh.
21	T_D	*Material handling equipment* berperan cukup besar dalam *waste transportation. Material handling equipment* yang tidak sebanding biasanya bisa membuat *item* rusak yang berujung kecacatan.
22	T_M	Saat material diangkut kemana saja, ini berarti kemungkinan lebih tinggi dari *waste motion* yang disajikan dengan penanganan dan pencarian ganda.
23	T_W	Jika *material handling equipment* tidak mencukupi, ini berarti barang akan tetap menganggur, menunggu untuk diangkut.
Process		
24	P_O	Untuk mengurangi biaya operasi pepr waku mesin, mesin didorong untuk beroperasi penuh waktu, yang akhirnya menghasilkan produksi yang berlebihan.
25	P_I	Menggabungkan operasi dalam satu sel akan mengakibatkan penurunan jumlah *Work In Process* (WIP) secara langsung karena menghilangkan *buffer*.
26	P_D	Apabila suatu mesin atau alat perawatnya kurang baik maka bisa mengakibatkan kecacatan.
27	P_M	Suatu proses baru yang ada akan membuat terjadinya *waste motion* apabila pelatihan masih kurang.
28	P_W	*Waste waiting* akan terjadi apabila suatu teknologi yang digunakan tidak cocok dan hanya menambah proses yang tidak perlu.
Waiting		

No	Hubungan *Waste*	Keterangan
29	W_O	Ketika sebuah mesin menunggu karena pemasoknya sedang dipakai untuk proses lain, mesin ini terkadang terpaksa memproduksi lebih banyak, hanya agar tetap berjalan.
30	W_I	Menunggu berarti lebih banyak *item* dari yang dibutuhkan pada titik tertentu, baik *raw material, work in process*, atau *finish goods.*
31	W_D	*Item* yang menunggu dapat menyebabkan cacat karena kondisi yang tidak sesuai.

Tabel 2. 3 Kriteria Pembobotan *Waste Relationship*

No	Pertanyaan	Pilihan Benar	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* naik, maka *j* naik	2
		b. Jika *i* naik, maka *j* tetap	1
		c. Tidak tentu, tergantung keadaan	0
3	Dampak *j* dikarenakan *i*	a. Tampak secara langsung dan jelas	4
		b. Butuh waktu untuk terlihat	2
		c. Tidak terlihat	0
4	Menghilangkan akibat *i* terhadap *j* dapat dicapai dengan cara	a. Metode *engineering*	2
		b. Sederhana dan langsung	1
		c. Solusi instruksional	0
5	Dampak *j* dikarenakan oleh *i* berpengaruh kepada	a. Kualitas produk	1
		b. Produktivitas sumber daya	1
		c. *Lead time*	1
		d. Kualitas dan produktivitas	2
		e. Kualitas dan *lead time*	2
		f. Produktivitas dan *lead time*	2

No	Pertanyaan	Pilihan Benar	Skor
		g. Kualitas, produktivitas, dan *lead time*	4
6	Sebesar apa dampak *i* terhadap *j* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi	4
		b. Sedang	2
		c. Rendah	0

Berdasarkan tabel 2. 2 menjelaskan hubungan antar *waste*. Berbagai jenis hubungan dan sifat masing-masing *waste* menunjukkan bahwa semua hubungan *waste* tidak memiliki bobot yang sama. Kriteria pengukuran berdasarkan kuesioner dikembangkan untuk mengukur kekuatan hubungan *waste* yang dapat dilihat pada tabel 2. 3. Terdiri dari enam pertanyaan dan masing-masing jawaban memiliki rentang bobot tertentu dari 0 sampai 4. Bobot seluruh jawaban dari masing-masing hubungan dijumlahkan dan penjumlahannya dicatat pada kolom ”skor”, dimana skor menunjukkan kekuatan masing-masing hubungan. Untuk membedakan hubungan yang berbeda, perlu diperhatikan bahawa skor yang lebih tinggi menunjukkan hubungan yang lebih kuat dan begitupun sebaliknya.

2. *Waste Relationship Matrix* (WRM)

   Waste Relationship Matrix (WRM) merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antar *waste* berdasarkan pengelompokan kriteria menggunakan matriks (Sutingkir, 2018). Setiap baris dan kolom menunjukkan pengaruh suatu *waste* tertentu terhadap 6 *waste* lainnya.

Tabel 2. 4 Nilai Konversi pada WRM

Skor	Jenis Hubungan	Simbol	Nilai
17 – 20	Absolut	A	10
13 – 16	Sangat Kuat	E	8
9 – 12	Kuat	I	6
5 – 8	Biasa	O	4
1 – 4	Tidak Penting	U	2
0	Tidak Ada Hubungan	X	0

Tabel 2. 5 *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

Hasil dari kuesioner dijumlahkan untuk memperoleh skor yang mewakili pengaruh suatu jenis *waste* terhadap *waste* lainnya. Skor ini dikonversi menjadi simbol dan dibuat matriks *waste relationship*. Pada tabel 2. 5, matriks diberi nilai dari kuesioner hubungan yang telah dikonversi nilainya melalui pembobotan. Apabila *waste* tidak memiliki hubungan langsung, maka dibobotkan menjadi 0 dengan simbol ”X”. Setelah itu, diubah menjadi presentase untuk memberikan metrik yang lebih sederhana.

3. *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ)

   Waste Assessment Questionnaire (WAQ) merupakan kuesioner yang terdiri dari 68 pertanyaan berbeda untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan pemborosan pada lantai produksi (Rawabdeh, 2016). Pertanyaan penilaian mempresentasikan suatu kegiatan, kondisi, dan perilaku yang dapat menghasilkan *waste*. Pertanyaan tersebut dikelompokkan menjadi empat kategori yaitu *man, machine, material,* dan *method* yang kemudian ditandai dengan catatan ”*from*” dan ”*to*”. *From* yang berarti *waste* yang terjadi saat ini akan memicu *waste* lainnya, sedangkan beberapa lainnya ditandai dengan catatan ”*to*” yang berarti suatu *waste* yang terjadi karena dipengaruhi oleh *waste* lainnya (Sutingkir, 2018). Terdapat 3 pilihan jawaban dalam setiap pertanyaan dengan bobot masing-masing, yaitu jawban ”Ya” akan diberi bobot 1, jawaban ”Sedang” akan diberi bobot ”0,5”, dan jawaban ”Tidak” akan diberi bobot 0.

Tabel 2. 6 Pengelompokan *Waste Assessment Questionnaire*

i	***Type of Question* (*i*)**	***Total* (*Ni*)**
1	*From Overproduction*	3
2	*From Inventory*	6
3	*From Defect*	8

i	*Type of Question* (*i*)	*Total* (*Ni*)
4	*From Motion*	11
5	*From Transportation*	4
6	*From Process*	7
7	*From Waiting*	8
8	*To Defect*	4
9	*To Motion*	9
10	*To Transportation*	3
11	*To Waiting*	5

Terdapat tahapan-tahapan dalam pembuatan WAQ dalam menentukan hasil akhir berupa peringkat *waste* (Satria, 2018):

a. Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner bedasarkan catatan ”*from*” dan ”*to*” untuk setiap jenis *waste*.
b. Memasukkan bobot dari setiap pertanyaan berdasarkan *Waste Relationshop Matrix* (WRM).
c. Menghilangkan efek dari variasi jumlah pertanyaan untuk setiap jenis pertanyaan dengan membagi tiap bobot dalam satu barus dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan (N_i)
d. Menghitung jumlah skor dari setiap kolom jenis *waste*, dan frekuensi (F_j) dari munculnya nilai pada setiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0.

$$Sj = \sum_{k=1}^{k} \frac{w_j.k}{N_t} \tag{2.2}$$

e. Memasukkan nilai dari hasil kuesioner (1, 0,5, atau 0) kedalam setiap bobot nilai di tabel dengan mengalikannya.
f. Menghitung total skor untuk setiap nilai bobot pada kolom *waste* dan frekuensi. Untuk nilai bobot pada kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0.

$$Sj = \sum_{k=1}^{k} Xk \frac{w_j.k}{N_t} \tag{2.3}$$

Dimana S_j adalah total bobot nilai *waste* dan X_k adalah nilai dari jawaban tiap kuesioner.

g. Menghitung indikator awal untuk setiap *waste* (Yj)

$$Yj = \frac{sj}{Sj} \times \frac{fj}{Fj} \tag{2.4}$$

h. Menghitung nilai *final waste factor* (Fjfinal) dengan mempersentasekan hasil dari Yj.

2.2.5 *National Aeronautics and Space Administration – Task Load Index* (NASA – TLX)

Beban kerja merupakan salah satu aspek yang harus diperhatikan operator dalam peningkatan produktivitas. Dengan adanya peningkatan produktivitas, maka *output* nya pun akan meningkat yang menyebabkan beban kerja operator semakin meningkat. Untuk mengurangi beban kerja yang dirasakan dibutuhkan analisis menggunakan metode NASA-TLX supaya mengetahui dimensi mana saja yang memberatkan operator dan perusahaan dapat memberikan solusi untuk mengurangi beban kerja yang tidak perlu. Metode ini digunakan untuk menganalisis beban kerja mental yang dihadapi oleh operator yang melakukan berbagai aktivitas pekerjaannya (Pradhana & Suliantoro, 2018). Metode ini dikembangkan oleh Sandra G. Hart dari NASA-Ames Research Center dan Lowell E. Staveland dari San Jose State University pada tahun 1981 berdasarkan munculnya kebutuhan pegukuran subjektif yang terdiri dari 9 faktor, yaitu kesulitan tugas, tekanan waktu, jenis aktivitas, usaha fisik, usaha mental, performansi, frustasi, stress, dan kelelahan yang kemudian disederhanakan lagi menjadi 6 faktor yaitu *Mental Demand* (MD), *Physical Demand* (PD), *Temporal Demand* (TD), *Own Performance* (PO), *Effort* (EF), dan *Frustation Level* (FR). Pengukuran yang dilakukan yaitu beban kerja dari jenis pekerjaannya, bukan beban kerja yang dimiliki oleh masing-masing pekerja. Pengukuran dengan metode NASA-TLX dibagi menjadi dua tahap, yaitu perbandingan tiap skala (*Paired Comparison*) dan pemberian nilai terhadap pekerjaan (*Event Scoring)*. Dalam melakukan pengukuran NASA – TLX terdapat 6 indikator yang harus diperhatikan (Hart & Staveland, 1988), yaitu:

Tabel 2. 7 Indikator NASA-TLX

Skala	***Rating***	**Keterangan**
Mental Demand (MD)	Rendah – Tingi	Seberapa besar aktivitas mental dan perseptual yang dibutuhkan untuk melihat, mengingat dan mencari. Apakah pekerjaan tersebut sulit, sederhana atau

Skala	*Rating*	Keterangan
		kompleks. Longgar atau ketat.
Physical Demand (PD)	Rendah – Tingi	Jumlah aktivitas fisik yang dibutuhkan (misalnya mendorong, menarik, dan mengontrol putaran).
Temporal Demand (TD)	Rendah – Tingi	Jumlah tekanan yang berkaitan dengan waktu yang dirasakan selama elemen pekerjaan berlangsung. Apakah pekerjaan perlahan atau santai atau cepat dan melelahkan.
Own Performance (OP)	Sempurna – Tidak Tepat	Seberapa besar keberhasilan seseorang di dalam pekerjaannya dan seberapa puas dengan hasil kerjanya.
Effort (EF)	Rendah – Tingi	Seberapa keras kerja yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat performansi.
Frustration Level (FR)	Rendah – Tingi	Seberapa tidak aman, putus asa, tersinggung, terganggu yang dirasakan.

Langkah-langkah pengukuran menggunakan NASA-TLX sebagai berikut (Hakiim et al., 2018):

1. Pembobotan

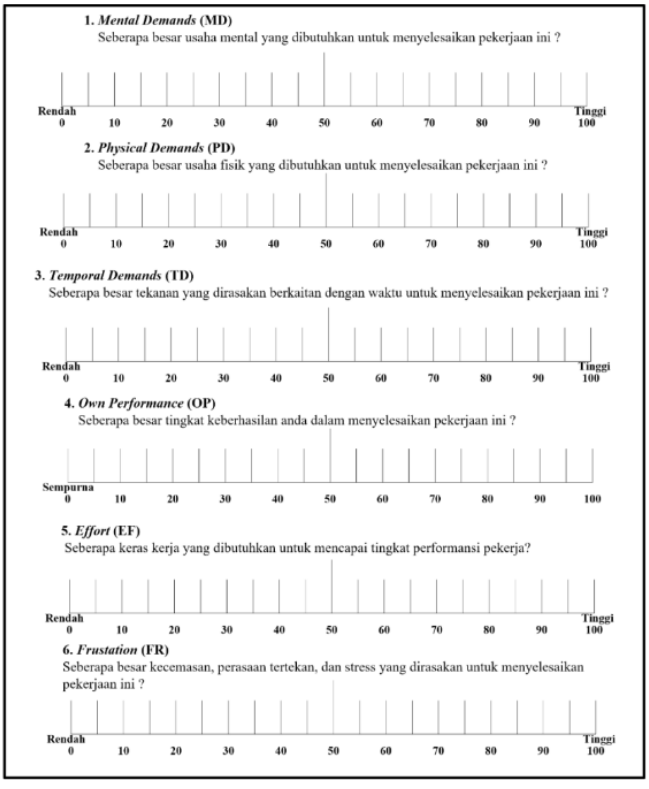
   Responden diminta untuk memilih salah satu dari dua indikator yang dirasakan lebih dominan menimbulkan beban kerja mental terhadap pekerjaan. Dari hasil kuesioner, dihitung jumlah *tally* dari setiap indikator yang dirasakan paling berpengaruh. Jumlah *tally* menjadi bobot untuk setiap indikator beban mental.

Tabel 2. 8 Perbandingan Indikator

	MD	PD	TD	OP	EF	FR
MD						
PD						
TD						
OP						
EF						
FR						

2. Pemberian Rating

Responden mengisi *rating* terhadap keenam indikator beban mental yang bersifat subjektif sesuai dengan beban mental yang dirasakan. Untuk mendapatkan skor beban mental NASA-TLX, bobot dan *rating* untuk tiap indikator dikalikan, kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan 15 (jumlah perbandingan berpasangan).



Gambar 2. 3 *Rating* NASA-TLX

3. Menghitung Nilai Produk

Diperoleh dengan mengalikan *rating* dengan bobot faktor untuk masing-masing deskriptor. Dihasilkan 6 nilai produk untuk 6 indikator yaitu MD, PD, TD, CE, EF, FR.

$$Produk = rating \times bobot\ faktor \quad (2.5)$$

4. Menghitung *Weighted Workload* (WWL)

   Diperoleh dengan menjumlahkan keenam nilai produk

$$WWL = \sum produk \quad (2.6)$$

5. Menghitung Rata-Rata WWL

   Diperoleh dengan membagi WWL dengan jumlah bobot total

$$Skor = \frac{\sum produk}{15} \quad (2.7)$$

6. Interpretasi Skor

   Skor beban kerja yang diperoleh terbagi menjadi 3 bagian yaitu:

Tabel 2. 9 Skor NASA-TLX

Golongan Beban Kerja	Nilai
Rendah	0 – 9
Sedang	10 – 29
Agak Tinggi	30 – 49
Tinggi	50 – 79
Sangat Tinggi	80 - 100

Output yang dihasilkan berupa tingkat beban kerja mental yang dialami operator. Hasil pengukuran dapat menjadi pertimbangan manajemen untuk melakukan rekomendasi, misalnya dengan mengurangi beban kerja untuk pekerjaan yang memiliki skor diatas 80, kemudian mengalokasikannya pada pekerjaan yang memiliki beban kerja dibawah 50.

2.2.6 *Fishbone Diagram*

Fishbone diagram atau bisa disebut *ishikawa* atau *cause and effect* diagram, dikembangkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa, seorang profesor manajemen di Universitas Tokyo pada tahun 1960-an. Diagram *fishbone* adalah salah satu metode untuk menunjukkan hubungan sebab-akibat yang berkaitan dengan produktivitas dan manajemen (Holifahtus Sakdiyah et al., 2022). Diagram ini menunjukkan faktor-faktor utama yang mempengaruhi kualitas dan dampak permasalahan yang terjadi secara jelas, mudah, dan detail. Alat ini juga membantu dalam menganalisis apa yang sebenarnya terjadi pada suatu proses yang dilakukan dengan memecah proses tersebut menjadi beberapa kategori yang terkait, termasuk aspek *material*, *machine*, *man*, *method*, dan *environment* (Thahira, 2023). Prinsip dasar dari diagram *fishbone* yaitu permasalahan yang ditemukan diletakkan pada bagian kepala dari kerangka tulang ikan atau

diletakkan di sebelah kanan dari diagram, sedangkan untuk penyebab dari permasalahan yang ada diletakkan pada sirip atau duri dari kerangkanya. Dalam pencarian penyebab masalah pada umumnya menggunakan metode *brainstorming.* Faktor utama diagram yaitu:

1. *Man* (Manusia)

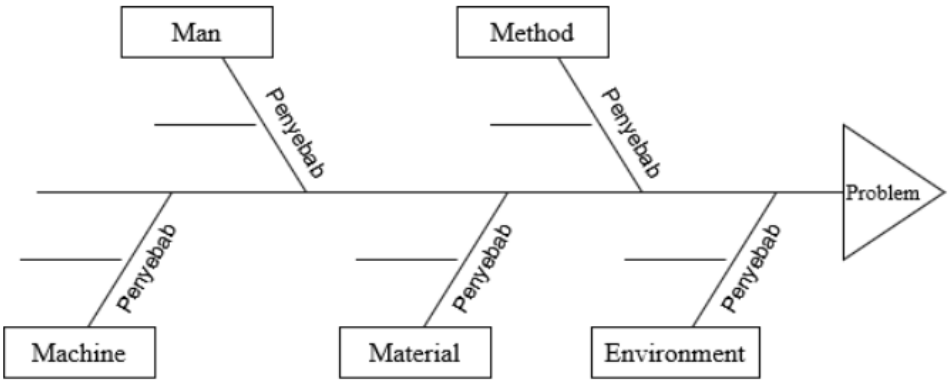
   Melibatkan faktor-faktor terkait pekerjaan atau keterampilan individu yang dapat menjadi penyebab masalah.
2. *Machine* (Mesin)

   Faktor-faktor terkait peralatan, teknologi, atau sistem yang mungkin menyebabkan masalah.
3. *Method* (Metode)

   Proses atau metode kerja yang mungkin menjadi sumber masalah.
4. *Material* (Material)

   Bahan atau sumber daya yang digunakan dalam proses yang dapat menyebabkan masalah.
5. *Environment* (Lingkungan)

   Faktor-faktor lingkungan atau kondisi yang mungkin mempengaruhi hasil atau kinerja.



Gambar 2. 4 Diagram *Fishbone*

2.2.7 *Work Sampling*

Work sampling atau sering disebut dengan *random observation method* adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengadakan sejumlah besar pengamatan terhadap aktivitas kerja dari mesin, proses, atau operator (Masniar & Irawan, 2021). Pengukuran ini termasuk ke dalam pengkuran kerja secara langsung dengan mengambil sampel acak pada interval waktu 5 menit sekali. *Output* yang diharapkan nantinya dapat memberikan gambaran tentang berapa perbandingan waktu kerja utama dan waktu luang operator. *Work sampling* membantu dalam

memahami distribusi waktu kerja antara berbagai aktivitas. Dengan melihat waktu pengerjaan utama dengan margin, manajemen dapat mengevaluasi apakah operator mengalami beban kerja mental yang seimbang atau jika ada tugas tertentu yang menyebabkan kelebihan beban kerja mental sehingga dapat didistribusikan secara merata diantara operator. Hal ini mencegah kelelahan mental dan meningkatkan kinerja keseluruhan operator.

2.2.8 *Kaizen*

Kaizen berasal dari kata *Kai* yang artinya perubahan dan *Zen* yaitu bagus. Budaya perusahaan Jepang yang dikenal sebagai *kaizen* pertama kali diperkenalkan oleh Taichi Ohno, mantan *Vice President Toyota Motor Corporation* yang berarti penyempurnaan dan perbaikan berkelanjutan melibatkan semua anggota perusahaan dengan menerapkan cara berpikir yang berfokus pada proses dan hasil, serta sistem manajemen yang mendukung dan menghargai upaya karyawan untuk memperbaiki. *Kaizen* (*Continous Improvement*) atau perbaikan berlanjut adalah aktivitas perubahan yang dilakukan secara terus-menerus untuk meningkatkan apa yang telah dicapai ke arah yang lebih baik (Nilawati, 2020).

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini yaitu *Section Keyboard Assy* di Departemen *Assy UP Factory* 3 Lantai 3 PT Yamaha Indonesia.

3.2 Objek Penelitian

Penelitian ini berfokus pada proses produksi di *Section Keyboard Assy UP* di PT Yamaha Indonesia. Objek dari penelitian ini yaitu menganalisis berbagai jenis *waste* yang terjadi dalam proses produksi dan juga beban kerja mental operator yang bekerja di *section* tersebut. Akan dilakukan perhitungan *Waste Assessment Model* (WAM) untuk mengetahui *waste* apa saja yang menjadi prioritas untuk dilakukan perbaikan dan mengukur beban kerja mental operator menggunakan *National Aeronautics and Space Administration – Task Load Index* (NASA-TLX). Analisis ini dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas *Section Keyboard Assy UP*.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini, diantaranya:

1. Observasi

   Observasi merupakan suatu pengamatan atau teknik yang dilakukan dengan mengadakan suatu pemngamatan secara teliti serta pencatatan secara sistematis (Husnul Khaatimah, 2017). Observasi dilakukan secara langsung di *Section Keyboard Assy UP, Factory* 3, Lantai 3, PT Yamaha Indonesia untuk memahami kondisi aktual dan permasalahan yang terjadi di *line* produksi.

2. Wawancara

   Wawancara merupakan pertemuan dua orang berkumpul untuk bertukar informasi dan gagasan melalui tanya jawab, sehingga peneliti dapat dikonstitusikan makna dalam suatu topik tertentu (Prawiyogi et al., 2021). Wawancara dilakukan dengan berbagai pihak, seperti *foreman, leader*, dan operator-operator *Keyboard Assy UP* yang bertujuan untuk mendapatkan informasi yang lebih mendalam dan spesifik mengenai proses produksi. Selain itu, wawancara juga digunakan untuk mengidentifikasi masalah yang

dihadapi operator yang berkaitan dengan beban kerja mental, seperti mengungkap masalah spesifik yang dialami operator dan faktor-faktor yang mempengaruhi beban kerja mereka.

3. Kuesioner

   Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan denga cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab (Shabrina et al., 2020). Pada penelitian ini menggunakan kuesioner *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) yang ditujukan kepada *foreman Assy UP* yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara berbagai jenis *waste* dan tingkat keparahan jenis *waste* dalam proses produksi. Sedangkan kuesioner NASA-TLX ditujukan kepada operator-operator *keyboard* untuk mengukur beban kerja mental yang dirasakan individu ketika melakukan pekerjaannya.

4. Studi Pustaka

   Studi pustaka merupakan kajian teoritis, referensi serta literatur ilmiah lainnya yang berkaitan dengan budaya, nilai, dan norma yang berkembang pada situasi sosial yang diteliti (Sofiah et al., 2020). Studi pustaka dilakukan dengan tujuan mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang subjek penelitian, mengidentifikasi kelemahan dalam penelitian, menentukan metode yang tepat, dan menguji kredibilitas dan validitas peneliti. Untuk memulai penelitian ini, peneliti mencari literatur dari buku, jurnal ilmiah, dan penelitian sebelumnya.

3.4 Jenis Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Data Primer

   Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumber yang bersangkutan. Pada penelitian ini didapatkan dari survei kuesioner *Seven Waste Relationship* (SWR), *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ), dan NASA-TLX. Selain itu, diperoleh juga dari kegiatan observasi yang mencakup hasil *work sampling*, *mapping layout,* dan faktor-faktor lainnya yang menyebabkan pemborosan dalam proses produksi.

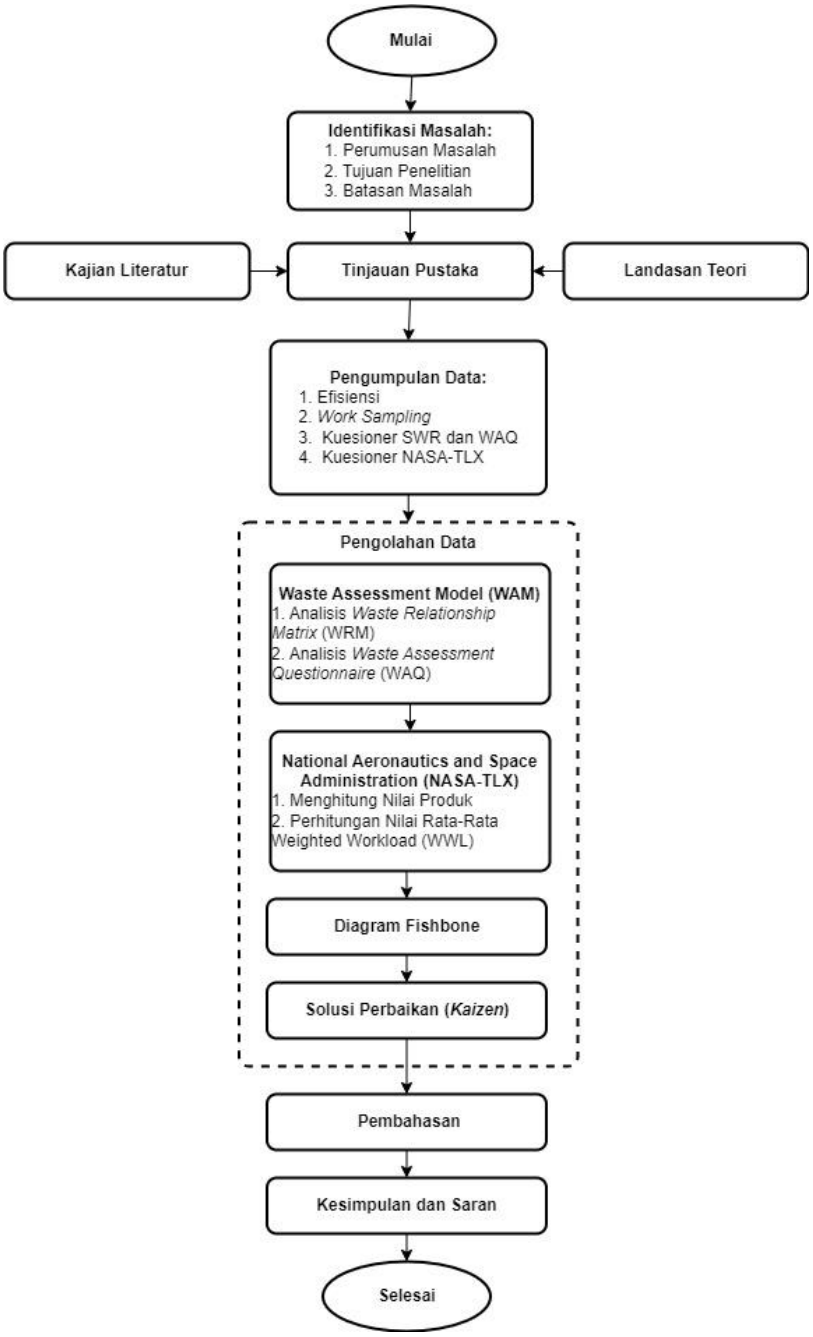
2. Data Sekunder

   Data sekunder adalah data yang diperoleh dari pengambilan data tidak langsung yang dipakai untuk mendukung data primer. Data yang digunakan pada penelitian ini antara

lain informasi struktur organisasi, proses produksi, dan efisiensi *section keyboard* yang diperoleh dari PT Yamaha Indonesia.

3.5 Alur Penelitian

Alur penelitian merupakan diagram alir yang menggambarkan langkah-langkah yang dilakukan selama penelitian. Diagram alir penelitian disajikan dalam gambar 3. 1.



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berdasarkan alur penelitian diatas, berikut merupakan penjelasan dari gambar 3. 1:

1. Mulai

   Tahapan ini sebagai tanda telah dimulainya penelitian dan observasi di *Section Keyboard, Department Assy UP,* PT Yamaha Indonesia.

2. Identifikasi Masalah

   Peneliti mengidentifikasi permasalahan yang terjadi dan dihubungkan dengan prosedur penelitian berdasarkan hasil observasi pada tahap sebelumnya. Setelah mengetahui permasalahan yang ada, dilakukan perumusan masalah, tujuan penelitian, dan batasan penelitian

3. Tinjauan Pustaka

   Tahap tinjauan pustaka terdiri dari kajian literatur dan landasan teori yang berkaitan dengan teori ahli yang diambil dari berbagai sumber, seperti buku, jurnal, proseding, dan artikel yang digunakan sebagai pedoman untuk penelitian ini. Kajian literatur berisi tentang penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini, sedangkan landasan teori berisi tentang teori yang menjelaskan dasar-dasar metode, definisi, mekanisme, dan lain sebagainya terkait metode yang digunakan dalam penelitian.

4. Pengumpulan Data

   Pengumpulan data merupakan proses pengumpulan informasi dari sumber yang relevan untuk menyelesaikan penelitian. Pada penelitian ini pengumpulan data dilakukan dengan cara menyebarkan kuesioner SWR, WAQ kepada *Foreman Assy UP*, dan kuesioner NASA-TLX kepada operator *Section Keyboard Assy UP*. Selain itu, data seperti efisiensi, *mapping layout*, dan *work sampling* didapatkan dengan observasi dan wawancara kepada beberapa pihak yang bersangkutan.

5. Pengolahan Data

   Pengolahan data diawali dengan menganalisis kuesioner WRM dan WAQ untuk mengetahui *waste* mana yang paling tertinggi diantara 7 *waste.* Setelah itu, NASA-TLX dengan menghitung rata-rata WWL sehingga didapatkan beban kerja mental setiap operator. Dari kedua data tersebut kemudian dianalisis akar penyebab dari permasalahan tersebut menggunakan diagram *fishbone*. Hasil dari *fishbone* akan menghasilkan solusi untuk perbaikan (*kaizen*).

6. Pembahasan

Pada tahap ini menjelaskan detail mengenai penelitian yang telah dilakukan serta menyajikan hasil pengolahan data dan menjabarkan solusi dari permasalahan yang terjadi.

7. Kesimpulan dan Saran

   Peneliti menyimpulkan hasil penelitian yang menjawab dari rumusan maslaah dan memberikan saran kepada perusahaan dan peneliti selanjutnya dengan harapan dapat memberikan perbaikan yang berkelanjutan.

8. Selesai

   Tahap ini sebagai tanda bahwa penelitian telah selesai.

BAB IV
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Profil Perusahaan

4.1.1. Sejarah Perusahaan

Nippon Gakki Co. Ltd atau yang saat ini dikenal sebagai Yamaha Corporation merupakan salah satu perusahaan di bidang manufaktur dengan hasil produksi yaitu alat musik piano yang didirikan oleh Torakusu Yamaha. Sejak muda beliau sangat mengenal teknologi dan pengetahuan dunia barat, dengan keahliannya beliau diminta untuk memperbaiki sebuah organ yang akhirnya melahirkan perusahaan yang bernama *Yamaha Organ Works*. Perusahaan tersebut memproduksi alat musik jenis organ pada tahun 1887 di Kota Hamamatsu, Jepang. Kemudian dibawah pimpinan Mr. Genichi Kawakami, Yamaha memperluas bisnisnya ke dalam dunia pendidikan, konser, festival, dan juga mendirikan *Yamaha Music Foundation* sebagai wadah kegiatan tersebut di Tokyo, Jepang.

Pada tahun 1970, perwakilan Yamaha Musik Jepang (Nippon Gakki), Mr. Yasuke Sato datang ke Indonesia dan bertemu Sri Sultan Hamengkubuwono IX untuk membahas kolaborasi dalam rangka mempopulerkan kegiatan bermusik di tanah air. Sri Sultan dengan aliran musik tradisional memiliki hubungan baik dengan Jenderal Polisi Drs. Hoegeng Iman Santoso yang aktif dalam komunitas musik pop. Beliau kemudian memperkenalkan Bapak Hoegeng yang kiranya tepat untuk diajak bekerja sama mendirikan yayasan musik di Indonesia. Pada Oktober 1971 mulai diselenggarakan kursus electone untuk siswa dari segala umur sebagai modal pertama. Dengan usaha yang keras, beliau berhasil meraih simpati dari masyarakat yang dibuktikan dengan penyelenggaraan kursus gitar pada Januari 1972 dan disusul dengan kursus piano dan drum.

Pada 22 Desember 1972, *Yamaha Music Foundation* mengubah namanya menjadi Yayasan Musik Indonesia (YMI) sebagai nama resmi yang bertahan hingga sekarang. Seiring meningkatnya berbagai aktivitas YMI, tahun 1973 Yamaha memulai distribusi alat-alat musik dengan rekan perusahaan lokal PT Nusantara Musik (NUSANTIK) sebagai agen tunggal dan berkegiatan di kantor yang sama dengan YMI. Pada tanggal 27 Juni 1974 PT Yamaha Indonesia (YI) didirikan sebagai pabrik pertama Yamaha Musik di Indonesia. Awalnya PT Yamaha Indonesia memproduksi berbagai alat musik seperti electone, pianica, dan piano namun pada Oktober 1998 mengkususkan diri pada produksi piano. Piano yang di produksi

beraneka ragam jenis model dan warna yang akan di distribusikan ke dalam negeri maupun luar negeri. Terdapat empat departemen pada PT Yamaha Indonesia yaitu *Wood Working, Painting, Assembly,* dan *Quality Control*. Dalam menjaga komitmennya, PT Yamaha Indonesia mengadakan berbagai aktivitas melalui *Yamaha Productivity Management* seperti YPM *Kaizen*, VSM, 5S, dan K3 yang berhubungan dengan pengembangan kualitas, waktu distribusi, biaya, keselamatan, dan keamanan lingkungan.

4.1.2. Visi dan Misi Perusahaan

PT Yamaha Indonesia mempunyai visi untuk menciptakan berbagai produk dan pelayanan yang mampu memuaskan berbagai macam kebutuhan dan keinginan dari berbagai pelanggan Yamaha di seluruh dunia. Bentuk pelayanan dan pemuasan dapat dilihat dari produk dan layanan Yamaha di bidang akustik, rancangan, teknologi, karya cipta, dan pelayanan yang selalu mengutamakan pelanggan. Sedangkan misi perusahaan diarahkan untuk mencapai visi yang telah ditetapkan. Berikut misi dari PT Yamaha Indonesia:

1. Mempromosikan dan mendukung popularitas pendidikan musik.
2. Operasi dan manajemen yang berorientasi pada pelanggan.
3. Kesempurnaan dalam produk dan pelayanan.
4. Usaha yang berkesinambungan untuk mengembangkan dan menciptakan pasar.
5. Peningkatan dalam bidang penelitian dan pengembangan secara berkala serta globalisasi dari bisnis positif melalui diverifikasi produk.

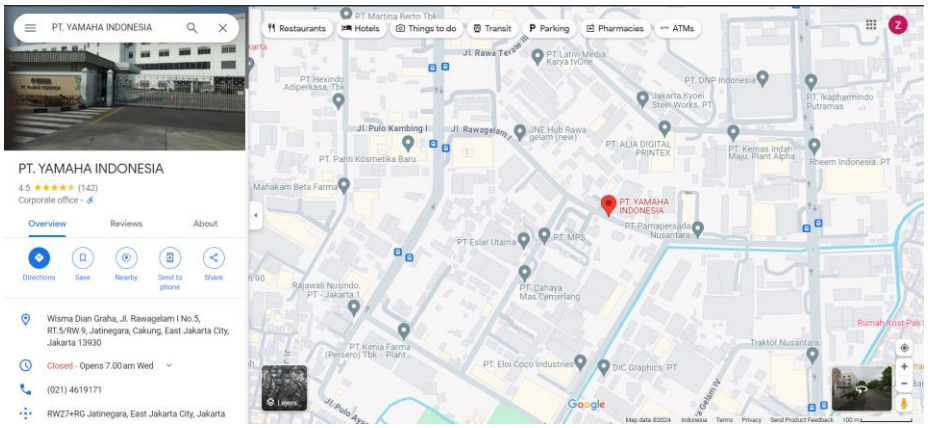
4.1.3. Logo Perusahaan

Gambar 4. 1 Logo PT Yamaha Indonesia

Berdasarkan gambar 4. 1 terdapat tiga buah garputala yang melambangkan huubungan kerjasama yang menghubungkan tiga tonggak bisnis Yamaha, yaitu teknologi, produksi, dan penjualan. Garputala tersebut juga melambangkan kekuatan energi dari suara dan musik di

dunia yang wilayahnya ditadai oleh lingkaran tertutup. Logo ini juga melambangkan tiga elemen penting musik yaitu melodi, harmoni, dan irama.

4.1.4. Lokasi Perushaaan

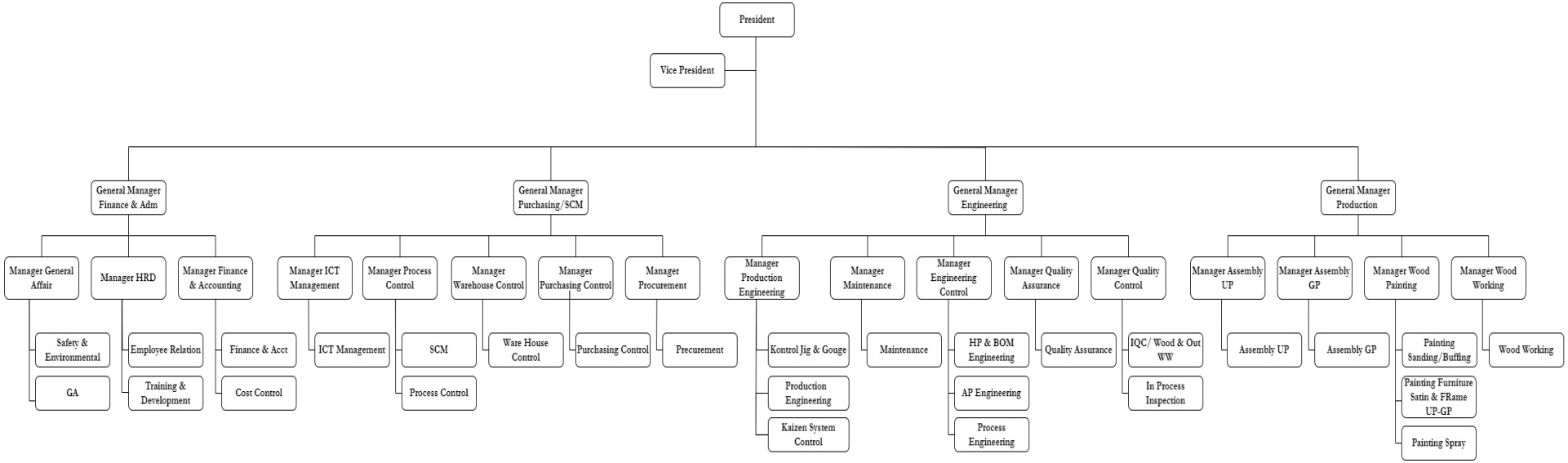


Gambar 4. 2 Lokasi PT Yamaha Indonesia

PT Yamaha Indonesia berlokasi di Kawasan Industri Pulo Gadung, Jl. Rawagelam I No. 5, RT.5/RW.9, Jatinegara, Cakung, Jakarta Timur yang berdiri pada lahan seluas 15.711 m^2.

4.1.5. Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan salah satu hal yang penting dalam perusahaan karena membantu dalam mencapai tujuan yang diharapkan sesuai dengan tugas dan kewajiban. Struktur organisasi pada PT Yamaha Indonesia dipimpin oleh *President* dan dibawahi oleh *Vice President* yang membawahi 4 divisi, yaitu *Finance & Adm*, *Purchasing/SCM*, *Engineering*, dan *Production.* Berikut merupakan struktur organisasi PT Yamaha Indonesia:



Gambar 4. 3 Struktur Organisasi PT Yamaha Indonesia

4.1.6. Hasil Produksi

PT Yamaha Indonesia memproduksi dua jenis piano yaitu *Grand Piano* (GP) dan *Upright Piano* (UP). *Grand Piano* (GP) memiliki posisi *soundboard* horizontal, sedangkan *Upright Piano* (UP) memiliki posisi *soundboard* tegak atau vertikal. Kedua jenis piano tersebut memiliki model, proses produksi, dan perencanaan produksi yang berbeda. *Grand Piano* (GP) memiliki beberapa model seperti GN1, GN2, GB1, GB 2, dan DKV, sedangkan *Upright Piano* (UP) memiliki beberapa model seperti B1, JU109, B2, B113, JX113, B3, B121, U1J, P118, P121, P124, M2, M3, P22, P116, dan *Silent*. Selain itu, perusahaan juga memproduksi *cabinet* atau *part* piano permintaan Jepang yang disebut YCJ *Parts* yang nantinya akan di ekspor untuk proses perakitan piano di Jepang. Terdapat empat warna piano yang diproduksi yaitu *Polished Ebony* (PE), *Polished White* (PWH), *Polished Mahogany* (PM), dan *Polished Walnut* (PW). Berikut contoh piano yang diproduksi PT Yamaha Indonesia ditunjukan pada gambar 4. 3 dan gambar 4. 4.



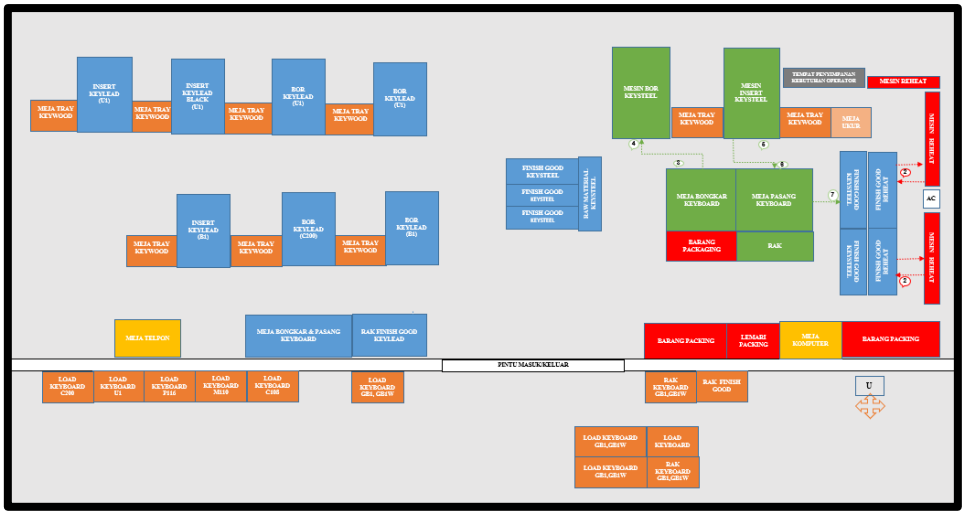
Gambar 4. 4 *Grand Piano* (GP)



Gambar 4. 5 *Upright Piano* (UP)

4.1.7. *Layout* dan Aliran Produksi *Work Section Keyboard Assy* UP

Section Keyboard Assy UP terletak di *Factory* 3, Lantai 3, PT Yamaha Indonesia yang termasuk dalam departemen *Assembly* UP. Berikut merupakan *layout* dan aliran produksi *Work Section Keyboard Assy* UP:



Gambar 4. 6 *Layout* dan Aliran Produksi *Work Section Keyboard Assy* UP

Berdasarkan gambar 4. 5 menunjukkan bahwa terdapat 3 proses pada *section* ini, yaitu proses *keylead*, *keysteel*, dan *reheat*. Pada proses *keylead* dan *keysteel* sama-sama melakukan pemasangan *keyweight* melalui proses pengeboran dengan mesin bor dan pemasangan dengan

mesin *insert*. Namun yang membedakan kedua proses tersebut yaitu model piano dan bahan *keyweight* yang digunakan. *Keylead* digunakan untuk piano akustik yang menggunakan *keyweight* berbahan timah, sedangkan *keylead* digunakan untuk piano *silent* yang menggunakan *keyweight* berbahan besi. Setelah melalui proses *keylead* atau *keysteel,* piano dengan tujuan eropa akan melalui proses *reheat* pada bagian *front pin hole* dipanaskan pada mesin *heater*. Jenis piano yang di *assembly* pada *section* ini yaitu U1, P116, M110, C108, C200, GB1, GBW, dan P22.

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Data Efisiensi

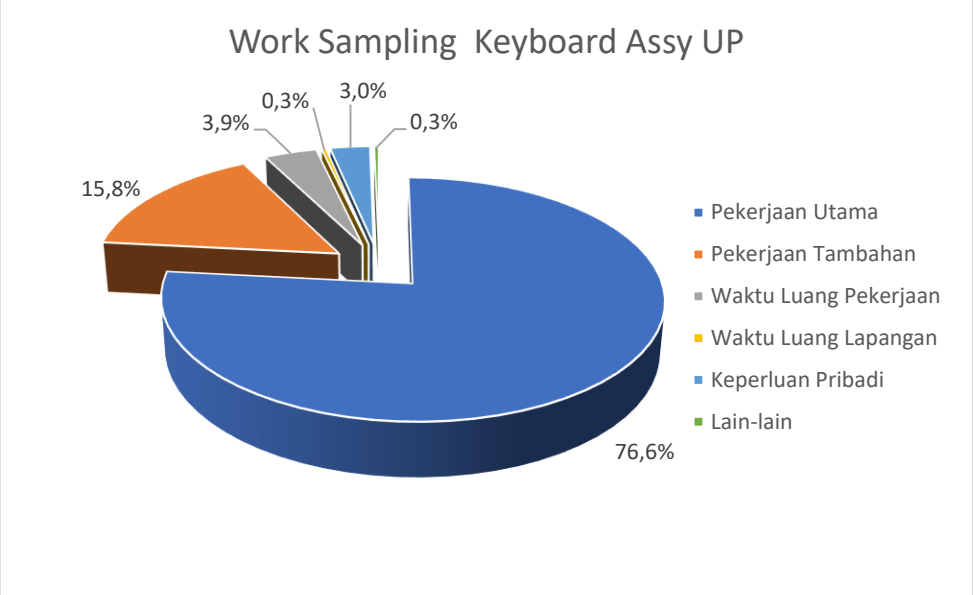
Data efisiensi didapat dari admin posko *Assy* UP, bagian yang menaungi *Department Assy* UP. Data efisiensi di *update* setiap minggunya. Berikut merupakan data *output* dan *input* yang menjadi acuan perhitungan efisiensi dan produktivitas:

Tabel 4. 1 Efisiensi *Keyboard Assy*

No	Bulan	*Output* (O)	*Input* (I)	Efisiensi (O/I)
1	Desember 2023	68,292	53,580	127,46%
2	Januari 2024	81,039	63,410	127,80%
3	Februari 2024	73,320	68,190	107,52%

4.2.2 *Work Sampling*

Work sampling dilakukan untuk mengetahui waktu pengerjaan utama dan margin pada *Section Keyboard*. Pengambilan data *work sampling* dilakukan setiap 5 menit sekali dalam 8 jam kerja atau 480 menit selama 2 hari. Hasil dari pengukuran ini digunakan untuk memberikan *allowance* sebagai tambahan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan yang diberikan.



Gambar 4. 7 Hasil *Work Sampling Keyboard Assy*

Tabel 4. 2 Rincian Pekerjaan Tambahan

Kegiatan Tambahan	Persentase
Kirim *keyboard finish good*	0.7%
Mengganti mata bor	0.4%
Repair keyboard	2.6%
Setting mesin bor/*insert key steel*	0.1%
Check card komputer	1.5%
Mengisi *lead/steel*	1.0%
Merapihkan kardus/membuang sampah kardus	0.7%
Siapin Keyboard ke rak	0.7%
Antar *key* ke *reg* 1 atau *Assy* GB	3.6%
Ambil Material	4.4%
Waktu Luang Pekerjaan	3.9%
Waktu Luang Lapangan	0.3%
Keperluan Pribadi	3.0%
Lain-lain	0.3%
Total	**23.4%**

Berdasarkan gambar 4. 7 didapatkan hasil *work sampling* dengan pekerjaan utama hanya sebesar 76,6% atau sekitar 367,7 menit dan pekerjaan di luar waktu kerja utama atau yang disebut *margin* sebesar 23,4% atau sekitar 112,3 menit per hari. *Margin* atau yang disebut sebagai waktu kelonggaran sebesar 112,3 menjadi salah satu faktor penurunan efisiensi pada *Section Keyboard Assy UP* karena termasuk kedalam pemborosan waktu. Berikut merupakan penjabaran waktu margin diluar pekerjaan utama:

Tabel 4. 3 Waktu Margin

Kategori	Persentase	
Pekerjaan Utama	76,6%	
Pekerjaan Tambahan	15,8%	
Waktu Luang Pekerjaan	3,9%	
Waktu Luang Lapangan	0,3%	23,4%
Keperluan Pribadi	3%	
Lain-lain	0,3%	

4.2.3 Data *Seven Waste Relationship*

Kuesioner ini ditujukan kepada seorang *expert* yaitu *foreman Assy* UP untuk mengetahui keterkaitan antar *waste* yang kemudian menghasilkan skor dan menemukan jenis hubungannya. Berikut hasil rekap kuesioner *seven waste relationship*:

Tabel 4. 4 Hasil Kuesioner *Seven Waste Relationship*

No	Jenis Hubungan	Skor
1	O_I	15
2	O_D	1
3	O_M	15
4	O_T	14
5	O_W	6
6	I_O	12
7	I_D	14
8	I_M	11
9	I_T	17
10	D_O	4
11	D_I	14

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

4.2.4 Data *Waste Assessment Questionnaire*

Waste Assessment Questionnaire berisi 68 pertanyaan yang mendefinisikan hubungan antara *man, material, method,* dan *machine* dengan 7 *waste*. Kuesioner ini ditujukan kepada *expert* yaitu *foreman Assy* UP. Kuesioner terbagi menjadi dua kategori, yaitu kategori A dan kategori B. Pada kategori A jawaban, ”Ya” diberi skor 1 yang menandakan adanya pemborosan, jawaban “Sedang” diberi skor 0,5 yang menandakan adanya pemborosan dengan skala kecil, dan jawaban ”Tidak” diberi skor 0 yang menandakan tidak adanya pemborosan. Sedangkan pada kategori B jawaban, “Ya” diberi skor 0 yang menandakan adanya pemborosan, jawaban ”Sedang” diberi skor 0,5 yang menandakan adanya pemborosan dengan skala kecil, dan

jawban ”Tidak” diberi skor 1 yang menandakan adanya pemborosan. Berikut hasil *waste assessment questionnaire* yang sudah direkap:

Tabel 4. 5 Hasil *Waste Assessment Questionnaire*

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	b	0,5
5	*From Motion*	B	a	0
6	*From Defect*	B	a	0
7	*From Process*	B	b	0,5
	Kategori *Material*			
8	*To Waiting*	B	a	0
9	*From Waiting*	B	a	0
10	*From Transportation*	B	b	0,5
11	*From Inventory*	B	b	0,5
12	*From Inventory*	B	a	0
13	*From Defect*	A	a	1
14	*From Inventory*	A	a	1
15	*From Waiting*	A	a	1
16	*To Defect*	A	a	1
17	*From Defect*	A	c	0
18	*From Transportation*	A	b	0,5
19	*To Motion*	A	a	1
20	*From Waiting*	B	a	0
21	*From Motion*	B	a	0
22	*From Transportation*	B	b	0,5
23	*From Defect*	B	a	0
24	*From Motion*	B	a	0
25	*From Inventory*	A	a	1
26	*From Inventory*	A	a	1

No	Pertanyaan	Kategori	Jawaban	Skor
27	*To Waiting*	A	b	0,5
28	*From Defect*	A	a	1
29	*From Waiting*	B	b	0,5
30	*From Overproduction*	A	a	1
31	*To Motion*	B	a	0
	Kategori *Machine*			
32	*From Process*	B	a	0
33	*To Waiting*	B	b	0,5
34	*From Process*	B	a	0
35	*From Transportation*	B	a	0
36	*To Motion*	B	a	0
37	*From Overproduction*	A	a	1
38	*From Waiting*	A	b	0,5
39	*From Waiting*	B	b	0,5
40	*To Defect*	A	a	1
41	*From Waiting*	A	b	0,5
42	*To Motion*	A	a	1
43	*From Process*	B	a	0
	Kategori *Method*			
44	*To Transportation*	B	b	0,5
45	*From Motion*	B	a	0
46	*From Waiting*	B	a	0
47	*To Motion*	B	a	0
48	*To Waiting*	B	a	0
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	b	0,5
54	*From Process*	B	b	0,5
55	*From Process*	B	b	0,5

No	Pertanyaan	Kategori	Jawaban	Skor
56	*To Defect*	B	b	0,5
57	*From Inventory*	B	b	0,5
58	*To Transportation*	B	b	0,5
59	*To Motion*	B	a	0
60	*To Transportation*	B	b	0,5
61	*To Motion*	A	b	0,5
62	*To Motion*	B	a	0
63	*From Motion*	B	a	0
64	*From Motion*	B	a	0
65	*From Motion*	B	b	0,5
66	*From Overproduction*	B	a	0
67	*From Process*	B	a	0
68	*From Defect*	B	a	0

4.2.5 Kuesioner NASA-TLX

Dalam melakukan pengukuran terhadap beban kerja mental digunakan 6 jenis indikator, yaitu MD (*Mental Demand*), PD (*Physical Demand*), TD (*Temporal Demand*), OP (*Own Performance*), EF (*Effort*), dan FR (*Frustration*). Kuesioner pertama yaitu perbandingan indikator yang ditujukan kepada operator *Keyboard Assy* UP yang diperoleh dengan cara wawancara. Responden diminta untuk memilih salah satu dari dua indikator yang dirasa lebih dominan menimbulkan beban kerja mental terhadap pekerjaan yang dikerjakan. Berikut hasil perbandingan antar aspek yang telah diisi oleh operator:

Tabel 4. 6 Hasil Perbandingan Pembobotan

Objek Penelitian	Indikator					
	MD	PD	TD	OP	EF	FR
Operator 1	1	4	2	5	3	0
Operator 2	1	4	3	3	4	0
Operator 3	2	3	1	1	3	5
Operator 4	1	4	2	4	4	0
Operator 5	0	4	3	3	4	1

Setelah melakukan wawancara perbandingan indikator kepada 5 operator, kemudian dilakukan wawancara pemberian *rating* NASA-TLX yaitu dengan memberikan skor terhadap keenam

indikator beban mental sesuai yang dirasakan. Berikut hasil rekap perbandingan *rating* tiap indikator yang diperoleh:

Tabel 4. 7 Hasil *Rating* NASA-TLX

Nama	Jenis Pekerjaan	No Soal	Rating
Responden 1	Operator	1. MD	65
		2. PD	75
		3. TD	70
		4. OP	25
		5. EF	25
		6. FR	25
Responden 2	Operator	1. MD	30
		2. PD	65
		3. TD	60
		4. OP	30
		5. EF	75
		6. FR	15
Responden 3	Operator	1. MD	45
		2. PD	55
		3. TD	60
		4. OP	30
		5. EF	75
		6. FR	60
Responden 4	Operator	1. MD	75
		2. PD	80
		3. TD	85
		4. OP	10
		5. EF	80
		6. FR	15
Responden 5	Operator	1. MD	30
		2. PD	80
		3. TD	80

Nama	Jenis Pekerjaan	No Soal	Rating
		4. OP	90
		5. EF	75
		6. FR	75

4.3 Pengolahan Data

4.3.1. *Waste Assessment Model* (WAM)

Waste Assessment Model digunakan untuk mengidentifikasi jenis *waste* yang dihasilkan selama proses *assembly keyboard* yang didapatkan dari pembobotan *Seven Waste Relationship* dan *Waste Assessment Questionnaire*. Berikut pembobotan dan pengolahan datanya:

4.3.1.1 *Seven Waste Relationship* (SWR)

Pada tahap ini dilakukan proses pembobotan dan analisis terhadap data yang diperoleh dari kuesioner *Seven Waste Relationship* yang mencakup 31 jenis hubungan untuk mengetahui hubungan keterkaitan antar *waste.* Berikut tabel yang menampilkan hasil data dari setiap jenis hubungan *waste*:

Tabel 4. 8 Hasil Pembobotan Kuesioner *Seven Waste Relationship*

No	Jenis Hubungan	Skor	Keterkaitan	Nilai
1	O_I	15	E	8
2	O_D	1	U	2
3	O_M	15	E	8
4	O_T	14	E	8
5	O_W	6	O	4
6	I_O	12	I	6
7	I_D	8	O	4
8	I_M	11	I	6
9	I_T	15	E	8
10	D_O	8	O	4
11	D_I	14	E	8
12	D_M	14	E	8
13	D_T	13	E	8
14	D_W	14	E	8

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

Dalam tabel 4. 7 setiap hubungan diberi simbol yang mencerminkan tingkat keterkaitannya sesuai dengan skor awalnya. Setiap keterkaitan kemudian diberi nilai yang sesuai. Untuk pembobotan *Seven Waste Relationship* digunakan simbol-simbol sebagai pedoman pembobotan berdasarkan tabel 2. 4.

4.3.1.2 *Waste Relationship Matrix* (WRM)

Setelah pembobotan *Seven Waste Relationship* selesai dilakukan, langkah berikutnya adalah membuat *Waste Relationship Matrix* dengan mengonversi data pembobotan menjadi simbol dalam bentuk matriks.

Tabel 4. 9 *Waste Relationship Matrix*

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

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

Pada tabel 4. 8, hubungan setiap *waste* yang terjadi di *Section Keyboard Assy* UP dipresentasikan dengan huruf A, E, I, O, U, dan X yang diperoleh dari hasil konversi kuesioner. Langkah berikutnya adalah mengonversi huruf-huruf WRM tersebut menjadi bobot angka sesuai tabel 2. 4. Konversi huruf WRM menjadi bobot ditunjukkan pada tabel 4. 9. Setelah dikonversi dilakukan perhitungan nilai skor dengan cara menjumlahkan nilai bobot dari masing-masing waste, kemudian dibuat menjadi presentase.

Tabel 4. 10 *Konversi Waste Relationship Matrix*

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Total Skor	%
O	10	8	2	8	8	0	4	40	14,71%
I	6	10	8	6	10	0	0	40	14,71%
D	2	8	10	8	8	0	8	44	16,18%
M	0	6	6	10	0	6	6	34	12,50%
T	4	6	6	8	10	0	6	40	14,71%
P	8	6	6	6	0	10	6	42	15,44%
W	8	8	6	0	0	0	10	32	11,76%
Total Skor	38	52	44	46	36	16	40	272	
%	13,97 %	19,12 %	16,18 %	16,91 %	13,24 %	5,88 %	14,71 %		100,00 %

Pada tabel 4. 9 dapat diketahui bahwa nilai *from defect* dan *to inventory* memiliki persentase tertinggi. Untuk *from defect* memiliki presentase sebesar 16,18% berarti memiliki pengaruh yang menyebabkan terjadinya *waste* lainnya. Untuk *to inventory* memiliki persentase sebesar 19,12% yang berarti *waste* ini dipengaruhi oleh *waste* lainnya.

4.3.1.3 Pembobotan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ)

Setelah hasil pembobotan pada WRM diketahui, Langkah selanjutnya yaitu menilai setiap jenis *waste* menggunakan *Waste Assessment Questionnaire.* Kuesioner ini digunakan untuk mengidentifikasi *waste* yang dianggap kritis yang terdiri dari 68 jenis pertanyaan dan dibagi

menjadi dua kategori ”*from*” dan ”*to*”. Pertanyaan “*from*” menunjukkan bahwa *waste* tersebut dapat mempengaruhi kemunculan *waste* lainnya, sedangkan ”*to*” menunjukkan bahwa *waste* tersebut terjadi karena dipengaruhi oleh *waste* lainnya.

Tabel 4. 11 Pengelompokan Pertanyaan

i	***Type of Question (i)***	***No. of Question (Ni)***
1	*From Overproduction*	3
2	*From Inventory*	6
3	*From Defect*	8
4	*From Motion*	11
5	*From Transportation*	4
6	*From Process*	7
7	*From Waiting*	8
8	*To Defect*	4
9	*To Motion*	9
10	*To Transportation*	3
11	*To Waiting*	5
	Total	**68**

Tabel 4. 12 Pembobotan Awal *Waste Assessment Questionnaire*

Pertanyaan	***Ni***	***Wo, k***	***Wi, k***	***Wd, k***	***Wm, k***	***Wt, k***	***Wp,k***	***Ww,k***
Kategori *Man*								
To Motion	9	8	6	8	10	8	6	0
From Motion	11	0	6	6	10	0	6	6
From Defect	8	2	8	10	8	8	0	8
From Motion	11	0	6	6	10	0	6	6
From Motion	11	0	6	6	10	0	6	6
From Defect	8	2	8	10	8	8	0	8
From Process	7	8	6	6	6	0	10	6
Kategori *Material*								
To Waiting	4	4	0	8	6	6	6	10
From Waiting	8	8	8	6	0	0	0	10

Pertanyaan	*Ni*	*Wo, k*	*Wi, k*	*Wd, k*	*Wm, k*	*Wt, k*	*Wp,k*	*Ww,k*
From Transportation	6	4	6	6	8	10	0	6
From Inventory	6	6	10	8	6	10	0	0
From Inventory	6	6	10	8	6	10	0	0
From Defect	4	2	8	10	8	8	0	8
From Inventory	6	6	10	8	6	10	0	0
From Waiting	8	8	8	6	0	0	0	10
To Defect	2	2	8	10	6	6	6	6
From Defect	4	2	8	10	8	8	0	8
From Transportation	6	4	6	6	8	10	0	6
To Motion	8	8	6	8	10	8	6	0
From Waiting	8	8	8	6	0	0	0	10
From Motion	0	0	6	6	10	0	6	6
From Transportation	6	4	6	6	8	10	0	6
From Defect	4	2	8	10	8	8	0	8
From Motion	0	0	6	6	10	0	6	6
From Inventory	6	6	10	8	6	10	0	0
From Inventory	6	6	10	8	6	10	0	0
To Waiting	4	4	0	8	6	6	6	10
From Defect	4	2	8	10	8	8	0	8
From Waiting	8	8	8	6	0	0	0	10
From Overproduction	10	10	8	2	8	8	0	4
To Motion	8	8	6	8	10	8	6	0
Kategori *Machine*								
From Process	7	8	6	6	6	0	10	6
To Waiting	5	4	0	8	6	6	6	10
From Process	7	8	6	6	6	0	10	6

Pertanyaan	*Ni*	*Wo, k*	*Wi, k*	*Wd, k*	*Wm, k*	*Wt, k*	*Wp,k*	*Ww,k*
From Transportation	4	4	6	6	8	10	0	6
To Motion	9	8	6	8	10	8	6	0
From Overproduction	3	10	8	2	8	8	0	4
From Waiting	8	8	8	6	0	0	0	10
From Waiting	8	8	8	6	0	0	0	10
To Defect	4	2	8	10	6	6	6	6
From Waiting	8	8	8	6	0	0	0	10
To Motion	9	8	6	8	10	8	6	0
From Process	7	8	6	6	6	0	10	6
Kategori *Method*								
To Transportation	3	8	10	8	0	10	0	0
From Motion	7	0	6	6	10	0	6	6
From Waiting	8	8	8	6	0	0	0	10
To Motion	9	8	6	8	10	8	6	0
To Waiting	5	4	0	8	6	6	6	10
To Defect	4	2	8	10	6	6	6	6
From Motion	11	0	6	6	10	0	6	6
From Defect	8	2	8	10	8	8	0	8
From Motion	11	0	6	6	10	0	6	6
To Waiting	5	4	0	8	6	6	6	10
From Process	7	8	6	6	6	0	10	6
From Process	7	8	6	6	6	0	10	6
To Defect	4	2	8	10	6	6	6	6
From Inventory	6	6	10	8	6	10	0	0
To Transportation	3	8	10	8	0	10	0	0
To Motion	9	8	6	8	10	8	6	0

Pertanyaan	*Ni*	*Wo, k*	*Wi, k*	*Wd, k*	*Wm, k*	*Wt, k*	*Wp,k*	*Ww,k*
To Transportation	3	8	10	8	0	10	0	0
To Motion	9	8	6	8	10	8	6	0
To Motion	9	8	6	8	10	8	6	0
From Motion	11	0	6	6	10	0	6	6
From Motion	11	0	6	6	10	0	6	6
From Motion	11	0	6	6	10	0	6	6
From Overproduction	3	10	8	2	8	8	0	4
From Process	7	8	6	6	6	0	10	6
From Defect	8	2	8	10	8	8	0	8

Dalam tabel 4. 11 dapat dilihat pembobotan untuk setiap jenis *waste* yang berasal dari konversi *Waste Relationship Matrix* pada tabel 4. 9, dan nilai *Ni* didapatkan dari tabel 4. 10. Selanjutnya dilakukan pembagian tiap nilai bobot dengan nilai *Ni* untuk mengurangi variasi pada setiap jenis pertanyaan. Berikut merupakan hasil pembagian pembobotan awal dengan *Ni*:

Tabel 4. 13 Pembagian Pembobotan Awal dengan *Ni*

Pertanyaan	*Ni*	*Wo, k*	*Wi, k*	*Wd, k*	*Wm, k*	*Wt, k*	*Wp,k*	*Ww,k*
Kategori *Man*								
To Motion	9	0,89	0,67	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00
From Motion	11	0	0,55	0,55	0,91	0	0,55	0,55
From Defect	8	0,25	1	1,25	1	1	0	1
From Motion	11	0	0,55	0,55	0,91	0	0,55	0,55
From Motion	11	0	0,55	0,55	0,91	0	0,55	0,55
From Defect	8	0,25	1	1,25	1	1	0	1
From Process	7	1,14	0,86	0,86	0,86	0	1,43	0,86
Kategori *Material*								
To Waiting	5	0,8	0	1,6	1,2	1,2	1,2	2
From Waiting	8	1	1	0,75	0	0	0	1,25
From Transportation	4	1	1,5	1,5	2	2,5	0	1,5
From Inventory	6	1,00	1,67	1,33	1,00	1,67	0,00	0,00

Pertanyaan	***Ni***	***Wo, k***	***Wi, k***	***Wd, k***	***Wm, k***	***Wt, k***	***Wp,k***	***Ww,k***
From Inventory	6	1,00	1,67	1,33	1,00	1,67	0,00	0,00
From Defect	8	0,25	1	1,25	1	1	0	1
From Inventory	6	1,00	1,67	1,33	1,00	1,67	0,00	0,00
From Waiting	8	1	1	0,75	0	0	0	1,25
To Defect	4	0,5	2	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5
From Defect	8	0,25	1	1,25	1	1	0	1
From Transportation	4	1	1,5	1,5	2	2,5	0	1,5
To Motion	9	0,89	0,67	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00
From Waiting	8	1	1	0,75	0	0	0	1,25
From Motion	11	0	0,55	0,55	0,91	0	0,55	0,55
From Transportation	4	1	1,5	1,5	2	2,5	0	1,5
From Defect	8	0,25	1	1,25	1	1	0	1
From Motion	11	0	0,55	0,55	0,91	0	0,55	0,55
From Inventory	6	1,00	1,67	1,33	1,00	1,67	0,00	0,00
From Inventory	6	1,00	1,67	1,33	1,00	1,67	0,00	0,00
To Waiting	5	0,8	0	1,6	1,2	1,2	1,2	2
From Defect	8	0,25	1	1,25	1	1	0	1
From Waiting	8	1	1	0,75	0	0	0	1,25
From Overproduction	3	3,33	2,67	0,67	2,67	2,67	0,00	1,33
To Motion	9	0,89	0,67	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00
Kategori *Machine*								
From Process	7	1,14	0,86	0,86	0,86	0	1,43	0,86
To Waiting	5	0,8	0	1,6	1,2	1,2	1,2	2
From Process	7	1,14	0,86	0,86	0,86	0	1,43	0,86
From Transportation	4	1	1,5	1,5	2	2,5	0	1,5
To Motion	9	0,89	0,67	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00

Pertanyaan	*Ni*	*Wo, k*	*Wi, k*	*Wd, k*	*Wm, k*	*Wt, k*	*Wp,k*	*Ww,k*
From Overproduction	3	3,33	2,67	0,67	2,67	2,67	0,00	1,33
From Waiting	8	1	1	0,75	0	0	0	1,25
From Waiting	8	1	1	0,75	0	0	0	1,25
To Defect	4	0,5	2	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5
From Waiting	8	1	1	0,75	0	0	0	1,25
To Motion	9	0,89	0,67	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00
From Process	7	1,14	0,86	0,86	0,86	0	1,43	0,86
Kategori *Method*								
To Transportation	3	2,67	3,33	2,67	0,00	3,33	0,00	0,00
From Motion	7	0,00	0,55	0,55	0,91	0,00	0,55	0,55
From Waiting	8	1,00	1,00	0,75	0,00	0,00	0,00	1,25
To Motion	9	0,89	0,67	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00
To Waiting	5	0,80	0,00	1,60	1,20	1,20	1,20	2,00
To Defect	4	0,50	2,00	2,50	1,50	1,50	1,50	1,50
From Motion	11	0,00	0,55	0,55	0,91	0,00	0,55	0,55
From Defect	8	0,25	1,00	1,25	1,00	1,00	0,00	1,00
From Motion	11	0,00	0,55	0,55	0,91	0,00	0,55	0,55
To Waiting	5	0,80	0,00	1,60	1,20	1,20	1,20	2,00
From Process	7	1,14	0,86	0,86	0,86	0,00	1,43	0,86
From Process	7	1,14	0,86	0,86	0,86	0,00	1,43	0,86
To Defect	4	0,50	2,00	2,50	1,50	1,50	1,50	1,50
From Inventory	6	1,00	1,67	1,33	1,00	1,67	0,00	0,00
To Transportation	3	2,67	3,33	2,67	0,00	3,33	0,00	0,00
To Motion	9	0,89	0,67	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00
To Transportation	3	2,67	3,33	2,67	0,00	3,33	0,00	0,00
To Motion	9	0,89	0,67	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00
To Motion	9	0,89	0,67	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00

Pertanyaan	*Ni*	*Wo, k*	*Wi, k*	*Wd, k*	*Wm, k*	*Wt, k*	*Wp,k*	*Ww,k*
From Motion	11	0,00	0,55	0,55	0,91	0,00	0,55	0,55
From Motion	11	0,00	0,55	0,55	0,91	0,00	0,55	0,55
From Motion	11	0,00	0,55	0,55	0,91	0,00	0,55	0,55
From Overproduction	3	3,33	2,67	0,67	2,67	2,67	0,00	1,33
From Process	7	1,14	0,86	0,86	0,86	0,00	1,43	0,86
From Defect	8	0,25	1,00	1,25	1,00	1,00	0,00	1,00
Score (Sj)		**60**	**76**	**78**	**68**	**66**	**34**	**56**
Frequency (Fj)		**57**	**63**	**68**	**57**	**42**	**36**	**50**

Berdasarkan tabel 4. 12 *Score* (Sj) didapatkan dari penjumlahan setiap baris *waste* dan *Frequency* (Fj) menunjukkan terdapat berapa pertanyaan yang nilainya bukan 0,00. Setelah melakukan pembobotan awal berdasarkan *Ni*, langkah selanjutnya yaitu melakukan pembobotan berdasarkan skor yang sesuai dengan kategorinya. Untuk kategori A, jawaban ”Ya” memiliki skor sebesar 1, jawaban ”Sedang” memiliki skor sebesar 0,5, dan jawaban ”Tidak” memiliki skor sebesar 0. Sedangkan untuk kategori B, jawaban ”Ya” memiliki skor sebesar 0, jawaban ”Sedang” memiliki skor sebesar 0,5, dan jawaban ”Tidak” memiliki skor sebesar 1. Berikut merupakan hasil pembobotan akhir *Waste Assessment Questionnaire.*

Tabel 4. 14 Pembobotan Akhir *Waste Assessment Questionnaire*

Pertanyaan	*Ni*	*Wo, k*	*Wi, k*	*Wd, k*	*Wm, k*	*Wt, k*	*Wp,k*	*Ww,k*
Kategori *Man*								
To Motion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Motion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Defect	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Motion	0,5	0,00	0,27	0,27	0,45	0,00	0,27	0,27
From Motion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Defect	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Process	0,5	0,57	0,43	0,43	0,43	0,00	0,71	0,43
Kategori *Material*								
To Waiting	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Waiting	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Pertanyaan	*Ni*	*Wo, k*	*Wi, k*	*Wd, k*	*Wm, k*	*Wt, k*	*Wp,k*	*Ww,k*
From Transportation	0,50	0,50	0,75	0,75	1,00	1,25	0,00	0,75
From Inventory	0,50	0,50	0,83	0,67	0,50	0,83	0,00	0,00
From Inventory	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Defect	1,00	0,25	1,00	1,25	1,00	1,00	0,00	1,00
From Inventory	1,00	1,00	1,67	1,33	1,00	1,67	0,00	0,00
From Waiting	1,00	1,00	1,00	0,75	0,00	0,00	0,00	1,25
To Defect	1,00	0,50	2,00	2,50	1,50	1,50	1,50	1,50
From Defect	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Transportation	0,50	0,50	0,75	0,75	1,00	1,25	0,00	0,75
To Motion	1,00	0,89	0,67	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00
From Waiting	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Motion	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Transportation	0,50	0,50	0,75	0,75	1,00	1,25	0,00	0,75
From Defect	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Motion	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Inventory	1,00	1,00	1,67	1,33	1,00	1,67	0,00	0,00
From Inventory	1,00	1,00	1,67	1,33	1,00	1,67	0,00	0,00
To Waiting	0,50	0,40	0,00	0,80	0,60	0,60	0,60	1,00
From Defect	1,00	0,25	1,00	1,25	1,00	1,00	0,00	1,00
From Waiting	0,50	0,50	0,50	0,38	0,00	0,00	0,00	0,63
From Overproduction	1,00	3,33	2,67	0,67	2,67	2,67	0,00	1,33
To Motion	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kategori *Machine*								
From Process	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
To Waiting	0,50	0,40	0,00	0,80	0,60	0,60	0,60	1,00
From Process	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Pertanyaan	*Ni*	*Wo, k*	*Wi, k*	*Wd, k*	*Wm, k*	*Wt, k*	*Wp,k*	*Ww,k*
From Transportation	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
To Motion	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Overproduction	1,00	3,33	2,67	0,67	2,67	2,67	0,00	1,33
From Waiting	0,50	0,50	0,50	0,38	0,00	0,00	0,00	0,63
From Waiting	0,50	0,50	0,50	0,38	0,00	0,00	0,00	0,63
To Defect	1,00	0,50	2,00	2,50	1,50	1,50	1,50	1,50
From Waiting	0,50	0,50	0,50	0,38	0,00	0,00	0,00	0,63
To Motion	1,00	0,89	0,67	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00
From Process	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kategori *Method*								
To Transportation	0,5	1,33	1,67	1,33	0,00	1,67	0,00	0,00
From Motion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Waiting	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
To Motion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
To Waiting	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
To Defect	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Motion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Defect	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Motion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
To Waiting	0,5	0,40	0,00	0,80	0,60	0,60	0,60	1,00
From Process	0,5	0,57	0,43	0,43	0,43	0,00	0,71	0,43
From Process	0,5	0,57	0,43	0,43	0,43	0,00	0,71	0,43
To Defect	0,5	0,25	1,00	1,25	0,75	0,75	0,75	0,75
From Inventory	0,5	0,50	0,83	0,67	0,50	0,83	0,00	0,00
To Transportation	0,5	1,33	1,67	1,33	0,00	1,67	0,00	0,00
To Motion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Pertanyaan	*Ni*	*Wo, k*	*Wi, k*	*Wd, k*	*Wm, k*	*Wt, k*	*Wp,k*	*Ww,k*
To Transportation	0,5	1,33	1,67	1,33	0,00	1,67	0,00	0,00
To Motion	0,5	0,44	0,33	0,44	0,56	0,44	0,33	0,00
To Motion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Motion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Motion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Motion	0,5	0,00	0,27	0,27	0,45	0,00	0,27	0,27
From Overproduction	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Process	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Defect	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Score (sj)		**26,05**	**32,75**	**30,37**	**24,86**	**30,52**	**9,90**	**19,25**
Frequency (fj)		**32**	**31**	**34**	**26**	**24**	**14**	**23**

4.3.1.4 Penilaian *Waste*

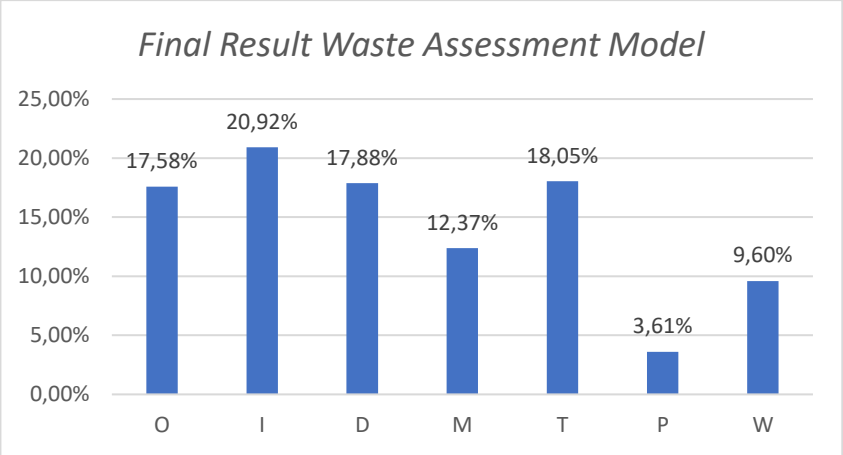
Setelah nilai Sj, Fj, sj, dan fj diketahui dari perhitungan pada tabel 4. 12 dan 4. 13, kemudian dilakukan peritungan *final result.* Untuk mendapatkan *final result* perlu dilakukan perhitungan untuk *score* (Yj) dan Pj *Factor.* Berikut contoh perhitungan *score* (Yj) dan Pj *Factor*.

$$Yj = \frac{sj}{Sj} \times \frac{fj}{Fj} = \frac{26{,}05}{60} \times \frac{32}{57} = 0{,}24$$

Pj *Factor* diperoleh dari perkalian antar persentase ”*from*” dengan ”*to*” dari tabel 4. 9. Setelah *score* (Yj) dan Pj *Factor* diketahui, kemudian menghitung Yj Final dengan cara mengalikan *score* Yj dengan Pj *Factor.* Berikut *final result* yang didapatkan:

Tabel 4. 15 *Final Result Waste Assessment Model*

	O	**I**	**D**	**M**	**T**	**P**	**W**
***Score* (Yj)**	0,24	0,21	0,19	0,17	0,26	0,11	0,16
Pj Factor	2,05	2,81	2,62	2,11	1,95	0,91	1,73
***Final Result* (Yj Final)**	0,50	0,60	0,51	0,35	0,51	0,10	0,27
***Final Result* (%)**	17,58%	20,92%	17,88%	12,37%	18,05%	3,61%	9,60%



Gambar 4. 8 Grafik *Final Result*

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, didapatkan grafik seperti pada gambar 4. 8 yang menunjukkan bahwa *waste* tertinggi yaitu *waste inventory* sebesar 20,92%, dilanjutkan dengan *waste transportation* sebesar 18,05%, *waste defect* sebesar 17,88%, *waste overproduction* sebesar 17,58%, *waste motion* sebesar 12,37%, *waste waiting* sebesar 9,60%, dan *waste process* sebesar 3,61%.

4.3.2. *National Aeronautics and Space Administration* (NASA-TLX)

4.3.2.1 Perhitungan *Value* Produk

Value produk diperoleh dari perkalian antara bobot faktor atau indikator pada tabel 4. 5 dengan *rating* pada tabel 4. 6 pada masing-masing operator. Berikut merupakan hasil perhitungan yang diperoleh:

Tabel 4. 16 *Value* Produk

Objek Penelitian	**Nilai Produk**						
	Indikator						**Total**
	MD	**PD**	**TD**	**OP**	**EF**	**FR**	
Operator 1	65	300	140	125	75	0	705
Operator 2	30	260	180	90	300	0	860
Operator 3	90	165	60	30	225	300	870
Operator 4	75	320	170	40	320	0	925
Operator 5	0	320	240	270	300	75	1205

4.3.2.2 Perhitungan Nilai Rata-Rata WWL

Nilai rata-rata WWL diperoleh dengan membagi nilai produk dengan 15 atau jumlah bobot total. Rumus perhitungan rata-rata WWL adalah sebagai berikut:

$$Skor = \frac{\Sigma \text{Produk}}{15}$$

Tabel 4. 17 Nilai Rata-Rata *Weighted Workload*

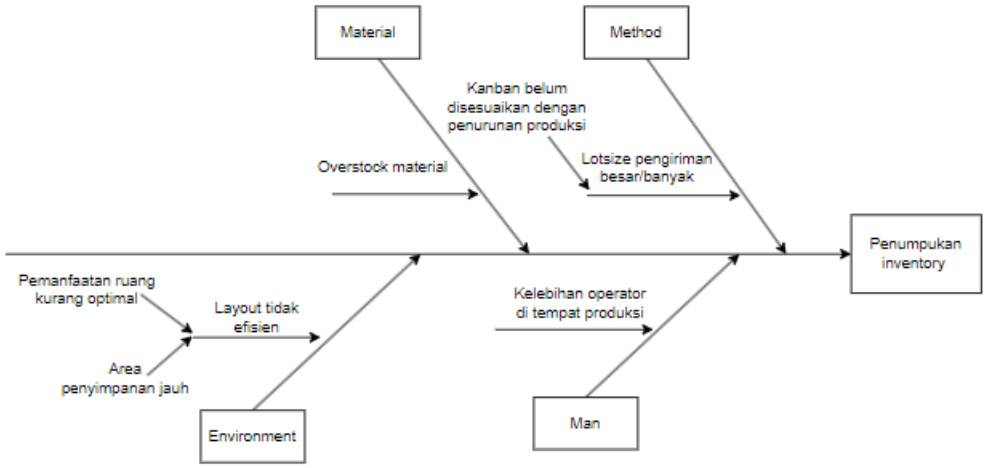
Rata-Rata *Weighted Workload* (WWL)								
Objek Penelitian	**Indikator**						**Total**	**Klasifikasi**
	MD	**PD**	**TD**	**OP**	**EF**	**FR**		
Operator 1	4,33	20	9,33	8,33	5	0	47	Agak Tinggi
Operator 2	2	17,33	12	6	20	0	57,33	Tinggi
Operator 3	6	11	4	2	15	20	58	Tinggi
Operator 4	5	21,33	11,33	2,67	21,33	0	61,67	Tinggi
Operator 5	0	21,33	16	18	20	5	80,33	Sangat Tinggi
Rata-rata	**3,47**	**18,20**	**10,53**	**7,40**	**16,27**	**5**	**60,87**	Tinggi

Berdasarkan tabel 4. 16 menunjukkan bahwa mayoritas operator merasakan beban kerja yang tergolong tinggi. Kelima operator tersebut memiliki rata-rata beban kerja yang tinggi pada aspek *physical demand*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa identifikasi lebih lanjut diperlukan untuk memperbaiki keadaan tersebut.

4.3.3. Diagram *Fishbone*

Diagram *fishbone* atau diagram sebab-akibat digunakan untuk menggambarkan hubungan antara sumber masalah atau pemborosan. Setelah mengidentifikasi pemborosan yang terjadi di lantai produksi, langkah berikutnya yaitu menemukan penyebab permasalahan tersebut. Dalam penelitian ini hanya tiga pemborosan tertinggi yang akan dicari penyebab permasalahannya dan penyebab *physical demand* yang tinggi.

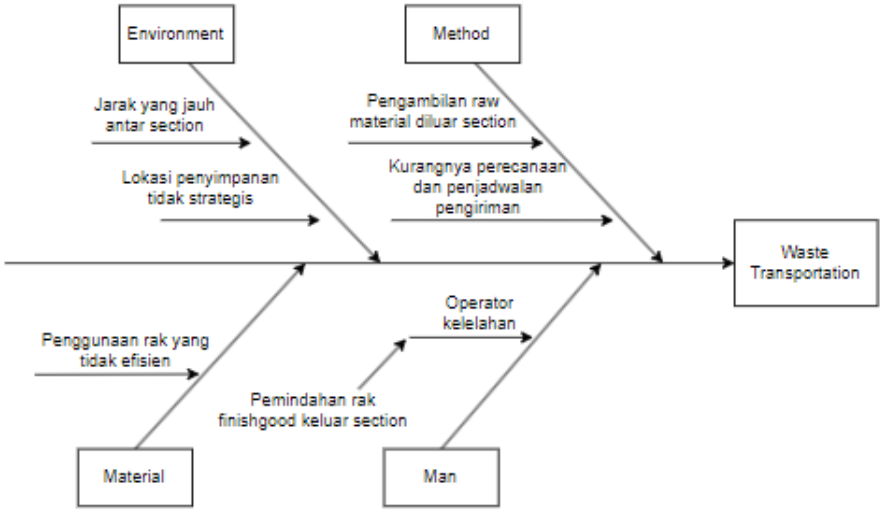
4.3.3.1 *Waste Inventory*



Gambar 4. 9 *Fishbone Waste Inventory*

Gambar 4. 9 menunjukkan bahwa penumpukan *inventory* di tempat produksi disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kelebihan operator, *overstock*, metode kerja yang tidak disesuaikan dengan penurunan produksi, pengiriman *lotsize* dalam jumlah besar, area penyimpanan yang jauh, dan *layout* yang tidak efisien.

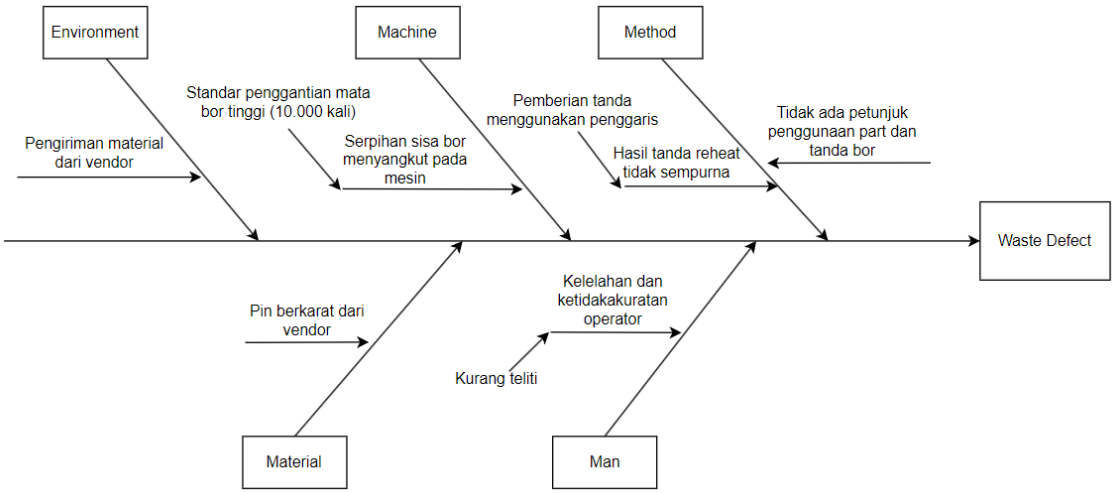
4.3.3.2 *Waste Transportation*



Gambar 4. 10 *Fishbone Waste Transportation*

Gambar 4. 10 menunjukkan bahwa *waste transportation* disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk metode pengambilan *raw material* dari luar *section*, kurangnya perencanaan dan penjadwalan pengiriman, penggunaan rak yang tidak efisien, pemindahan rak *finishgood* keluar *section* yang menyebabkan operator kelelahan, jarak antar *section* yang jauh, dan lokasi penyimpanan yang tidak strategis.

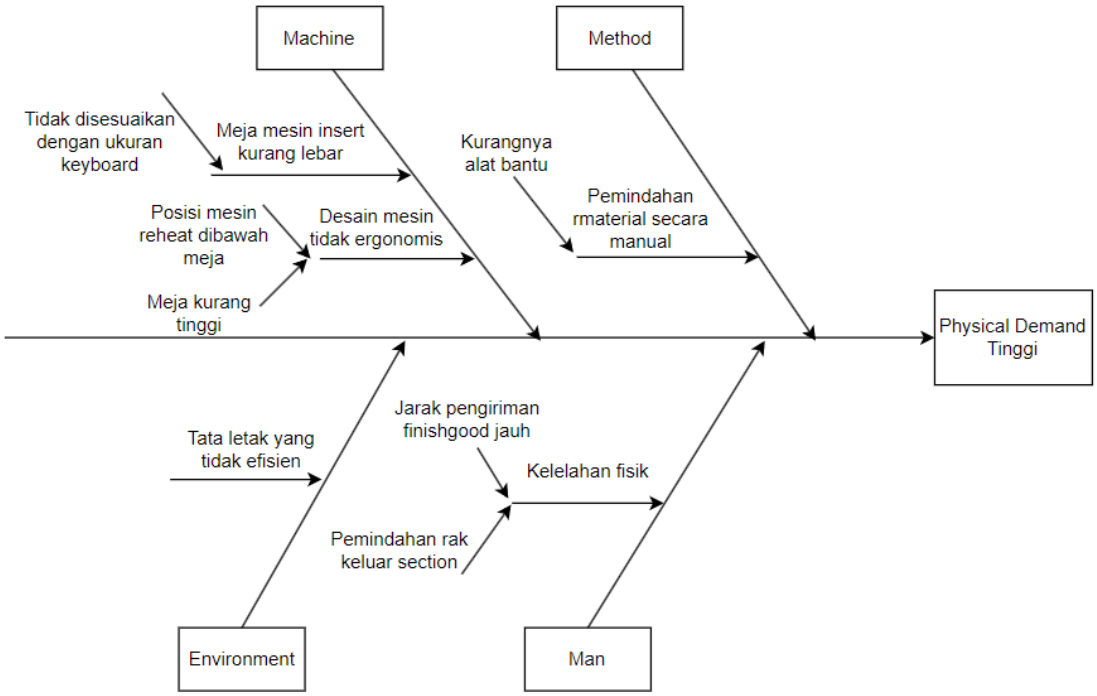
4.3.3.3 *Waste Defect*



Gambar 4. 11 *Fishbone Waste Defect*

Gambar 4. 11 menunjukkan bahwa *waste defect* disebabkan oleh faktor-faktor dari *environment, machine, method, material,* dan *man*. Pada kategori *environment,* pengiriman material dari vendor menjadi faktor utama. Dalam aspek *machine*, standar pergantian mata bor yang tinggi menyebabkan serpihan sisa bor menyangkut pada mesin dan menyebabkan grepes pada *keyboard*. Dari sisi *method*, pemberian tanda menggunakan penggaris dan ketiadaan petunjuk penggunaan *part* dan tanda bor mempengaruhi kualitas hasil kerja. Pada kategori *material,* pin berkarat dari vendor merupakan penyebab utama. Sedangkan dari sisi *man*, kelelahan dan ketidakakuratan operator serta kurangnya ketelitian menjadi faktor yang berkontribusi terhadap *waste defect*. Semua faktor ini seecara bersamaan menyebabkan penurunan kualitas produk dan peningkatan cacat dalam proses produksi.

4.3.3.4 *Physical Demand* Tinggi



Gambar 4. 12 *Fishbone Physical Demand*

Gambar 4. 12 menunjukkan bahwa *physical demand* tinggi dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berhubungan dari *environment*, *machine*, *method*, dan *man*. Faktor *machine* mencakup meja mesin *insert* yang kurang lebar, posisi mesin *reheat* yang tidak ergonomis. Dari sisi *method*, kurangnya alat bantu yang menyebabkan pemindahan material secara manual. Tata letak yang tidak efisien dan jarak pengiriman yang jauh juga memperburuk situasi. Selain itu, kelelahan fisik operator sebagai faktor *man* turut berperan dalam meningkatkan beban kerja. Keseluruhan faktor ini menyebabkan peningkatan signifikan dalam beban kerja dan menurunkan efisiensi serta kenyamanan dalam proses produksi.

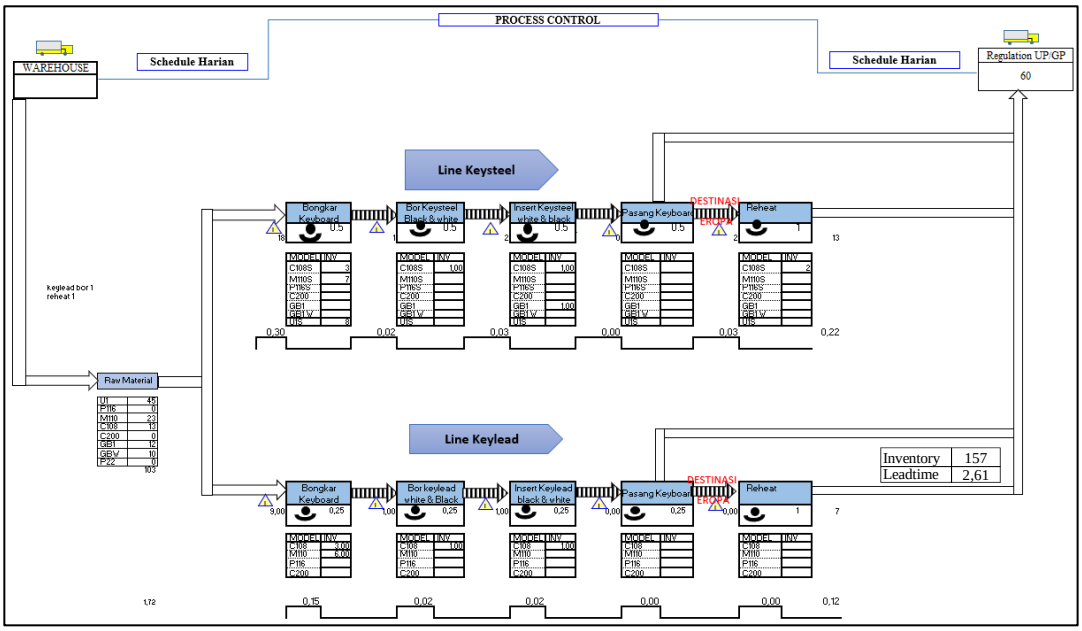
4.3.4. Solusi Perbaikan (*Kaizen*)

Setelah mengidentifikasi *waste* dan penyebabnya, langkah selanjutnya yaitu merancang rencana perbaikan dengan pendekatan *kaizen* atau yang sering disebut "*continuous improvement*". Dalam penelitian ini *kaizen* diterapkan untuk meminimalisir *waste* yang menjadi prioritas dan juga beban kerja operator:

4.3.4.1 *Waste Inventory*

Berdasarkan hasil analisis *fishbone* pada gambar 4. 9 terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi penumpukan *inventory*, salah satu penyebab utamanya yaitu pengiriman *lotsize*

dalam jumlah besar karena belum disesuaikan dengan penurunan produksi. Hal tersebut dapat dilihat dari *mapping keyboard* berikut:



Gambar 4. 13 *Mapping Before*

Pada gambar 4. 13 dapat diketahui jumlah *inventory* pada *Section Keyboard Assy* UP sebesar 157 unit dengan penumpukan *raw material* sebesar 103 unit sebelum proses bongkar *keyboard*. Faktor penyebab *waste inventory* dapat diidentifikasi dan diperbaiki melalui pendekatan *kaizen* sebagai berikut:

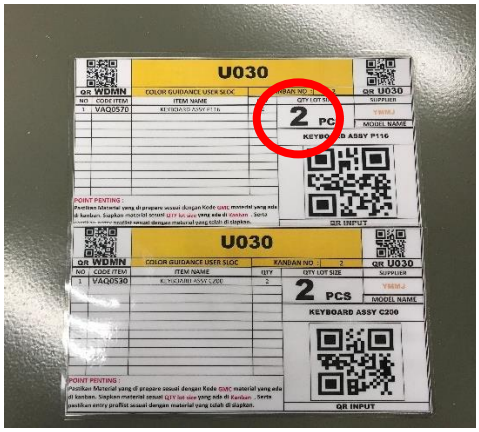
Tabel 4. 18 Faktor Penyebab *Waste Inventory*

No	Faktor Penyebab
1	*Lotsize* pengiriman dalam jumlah besar yang tidak disesuaikan dengan kapasitas produksi dapat menyebabkan penumpukan barang karena tidak segera digunakan.

Untuk mengatasi faktor penyebab *waste inventory* pada tabel 4. 17 maka dilakukan perbaikan *kaizen* dengan merevisi kanban P116 dan C200 yang sebelumnya berjumlah 20 pcs dalam setiap kardus menjadi 2 pcs.



Gambar 4. 14 *Before Kaizen Inventory*



Gambar 4. 15 *After Kaizen Inventory*

Sebelumnya pengiriman *lotsize* berjumlah 20 pcs dalalm satu kardus sehingga menyebabkan penumpukan pada *inventory* karena tidak sesuai dengan plan produksi. Setelah dilakukan *kaizen* dengan merevisi kanban menjadi 2 pcs pada tiap kardus tidak terdapat penumpukan *inventory* karena sudah disesuaikan dengan penurunan produksi saat ini.

4.3.4.2 *Waste Transportation*

Berdasarkan analisis *fishbone* pada gambar 4.10 dan didukung hasil *work sampling* pada tabel 1.1 diketahui bahwa adanya pekerjaan tambahan yaitu sebesar 23,4% yang harus diminimalisir. Pekerjaan tambahan tertinggi yaitu pada kegiatan ambil material sebesar 4,4% dan antar *key* ke *reg* 1 atau *Assy* GB sebesar 3,6%. Faktor penyebab *waste inventory* dapat diidentifikasi sebagai berikut:

Tabel 4. 19 Faktor Penyebab *Waste Transportation*

No	Faktor Penyebab
1	Operator harus memindahkan rak berisi *finishgood* GP dari dalam *section* ke rak *delivery* di luar *section* yang membutuhkan waktu ±4 menit.
2	Pengambilan *raw material* di lokasi penyimpanan membutuhkan sekitar 80 langkah.
3	Kurangnya perencanaan dan penjadwalan pengiriman yang mengakibatkan operator harus bolak-balik mengirimkan barang jadi apabila rak sudah penuh.

Untuk mengatasi faktor penyebab *waste transportation* pada tabel 4. 18 maka dilakukan perbaikan *kaizen*:

1. Memindahkan rak *delivery* GP ke dalam *secion*



Gambar 4. 16 *Before Kaizen Transportation* 1



Gambar 4. 17 *After Kaizen Transportation* 1

Sebelumnya terdapat tambahan waktu ±4 menit untuk memindahkan *keyboard* yang sudah jadi dari rak proses ke rak *delivery* GP yang berada di luar *section*. Setelah dilakukan *kaizen* operator tidak harus melakukan pemindahan *keyboard* keluar *section* karena rak *delivery* GP ditempatkan di dalam *section*, sehingga *keyboard* yang sudah selesai diproses langsung ditaruh ke rak *delivery* GP.

2. Pemindahan *raw material* dari *warehouse* ke dalam *section keyboard*



Gambar 4. 18 *Before Kaizen Transportation* 2



Gambar 4. 19 *After Kaizen Transportation* 2

Sebelumnya operator melakukan proses *handling* yang cukup lama yaitu 80 langkah dari area penyimpanan atau *warehouse* menuju tempat proses. Operator melakukan proses bongkar kardus, lalu menaruh *raw* material ke rak proses dan membawanya ke tempat proses. Setelah dilakukan *kaizen* yaitu dengan memindahkan kardus berisi *raw material* ke dalam *section* langsung oleh pihak *warehouse* akan memudahkan operator

dalam mengambil *raw material*. Operator hanya perlu mengambil *raw material* yang akan di proses pada kardus dan membawanya ke meja bongkar.

3. Membuat jadwal pengiriman *keyboard finishgood* ke *section* berikutnya
   Sebelumnya pengiriman dilakukan apabila rak *finishgood* sudah penuh baik untuk *keyboard* UP maupun GP. Dengan menggunakan pendekatan *kaizen*, proses ini dapat diperbaiki melalui penjadwalan pengiriman yang lebih terstruktur yaitu pengiriman ke *first regulation* UP setiap 1,5 jam sekali, sementara pengiriman ke *first regulation* GP dijadwalkan satu kali setiap hari.

4.3.4.3 *Waste Defect*

Berikut merupakan data temuan *defect* pada bulan Januari 2024 – Maret 2024.

Tabel 4. 20 Data Temuan *Defect*

Nama Cabinet	Januari 2024	Februari 2024	Maret 2024
Grepes	196	128	112
Pin Berkarat	208	173	229
Tanda Reheat	28	18	7

Berdasarkan analisis *fishbone* pada gambar 4. 11 didapat faktor penyebab *waste defect* sebagai berikut:

Tabel 4. 21 Faktor Penyebab *Waste Defect*

No	Faktor Penyebab
1	Tidak ada petunjuk penggunaan *part* dan tanda bor *keysteel*, sehingga saat terdapat operator *transfer in* dapat mengakibatkan salah dalam melakukan pengeboran dan *assembly keyboard*.
2	Operator memberikan tanda hasil *reheat* menggunakan penggaris.
3	Terdapat serpihan sisa bor menyangkut pada mesin yang disebabkan karena standar penggantian mata bor tinggi yaitu 10.000 kali bor.
4	Terdapat pin berkarat pada *keyboard* yang berasal dari vendor.

Untuk mengatasi faktor penyebab *waste defect* pada tabel 4. 20 maka dilakukan perbaikan *kaizen* sebagai berikut:

1. Membuat petunjuk penggunaan *part* dan tanda bor *keysteel*



Gambar 4. 20 *Before Kaizen Defect* 1



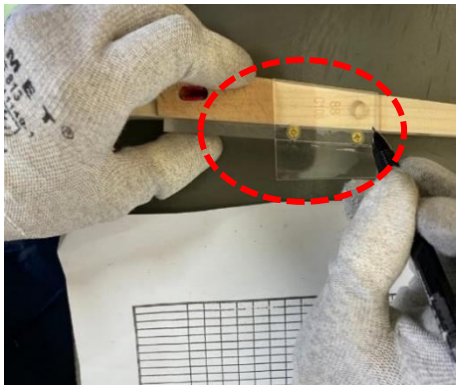
Gambar 4. 21 *After Kaizen Defect* 2

Sebelumnya di mesin bor *keysteel* tidak ada keterangan atau petunjuk mengenai penggunaan *part* dan tanda bor. Hal ini menyebabkan operator baru mengalami kesulitan dalam penggunaan *part* dan melakukan proses pengeboran yang berpotensi meningkatkan risiko terjadinya defect pada *keyboard*. Untuk mengatasi masalah ini, dilakukan perbaikan melalui pendekatan *kaizen* dengan menambahkan petunjuk penggunaan *part* dan tanda bor *keysteel* yang ditempatkan di atas mesin bor *keysteel*.

2. Membuat jig untuk penanda hasil *reheat*



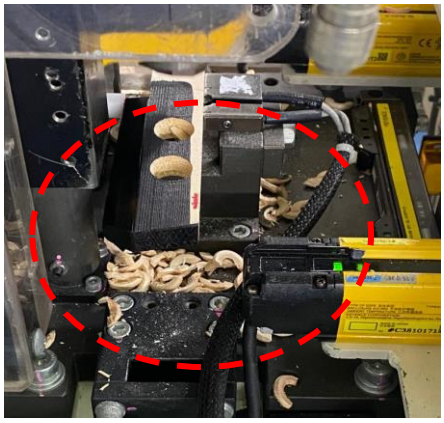
Gambar 4. 22 *Before Kaizen Defect* 2



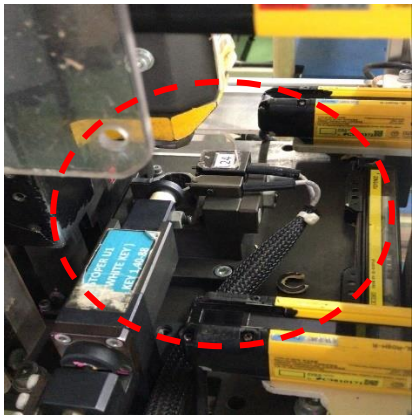
Gambar 4. 23 *After Kaizen Defect* 2

Sebelumnya dalam proses *reheat*, hasil tanda sudah di *reheat* sering kali tidak sempurna karena alat yang digunakan adalah penggaris yang mudah bergeser selama proses penandaan. Untuk mengatasi masalah ini, dilakukan *kaizen* dengan menggantikan penggaris dengan jig khusus untuk penanda *reheat* supaya hasil penandaan sempurna.

3. Mengubah standar penggantian mata bor menjadi 5000-8000 kali



Gambar 4. 24 *Before Kaizen Defect* 3



Gambar 4. 25 *After Kaizen Defect* 3

Sebelumnya standar penggantian mata bor setiap 10.000 kali bor, sehingga membuat serpihan sisa bor pada *keysteel* sering menyangkut pada mesin yang menyebabkan hasil bor grepes. Untuk mengatasi masalah ini, dilaukan *kaizen* dengan merubah standar penggantian dari 10.000 kali bor menjadi 5000 kali bor, sehingga mengurangi potensi sisa bor yang menyangkut pada mesin bor *keysteel*.

4. Berkoordinasi dengan pihak *vendor* terkait temuan pin berkarat

   Untuk mengatasi permasalahan ini, dilakukan *kaizen* dengan menerapkan prosedur inspeksi kualitas yang lebih ketat terhadap pin *keyboard* yang diterima dari *vendor*. Jika ditemukan pin yang tidak sesuai standar, barang tersebut akan dikembalikan atau *vendor* diminta untuk menggantinya.

4.3.4.4 *Physical Demand* Tinggi

Berdasarkan analisis *fishbone* pada gambar 4. 12 dan perhitungan menggunakan NASA-TLX, diketahui bahwa beban kerja operator dalam proses produksi tinggi. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor sebagai berikut:

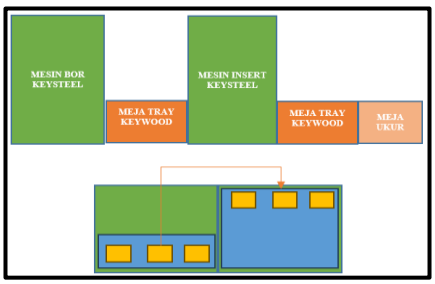
Tabel 4. 22 Faktor Penyebab *Physical Demand* Tinggi

No	Faktor Penyebab
1	Operator memindahkan material *keyweight* ke tempat *supply* tanpa adanya alat bantu.
2	Operator harus melakukan penyesuaian untuk memastikan *keyboard* tetap berada pada posisinya dikarenakan ukuran meja kurang lebar.

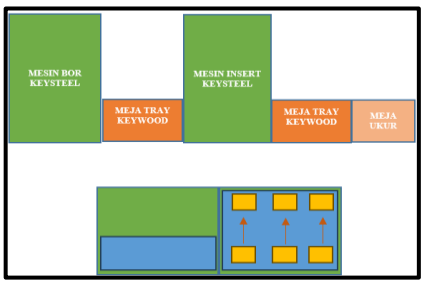
No	Faktor Penyebab
3	Posisi mesin *reheat* berada pada posisi *horizontal* di bawah meja, sehingga operator harus selalu memegangi *keyboard* saat proses *reheat*.
4	Tinggi meja yang tidak sesuai dengan operator sehingga harus membungkuk saat melakukan proses *reheat.*

Untuk mengatasi faktor penyebab beban kerja tinggi pada tabel 4. 21 maka dilakukan perbaikan kaizen sebagai berikut:

1. Memodifikasi meja tempat material *keyweight* dengan cara geser



Gambar 4. 26 *Before Kaizen*



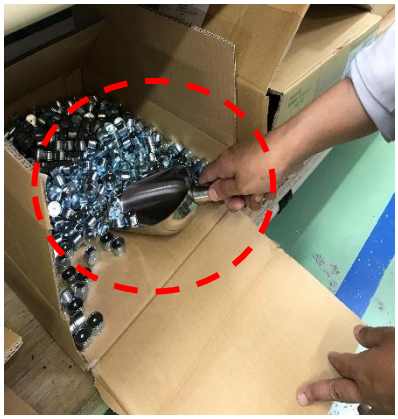
Gambar 4. 27 *After Kaizen*

Sebelumnya posisi material *keysteel* berjarak 1,5 meter dari meja *incoming steel* dengan berat kemasan ±10 kg sehingga operator perlu memindahkan dengan mengangkat beban yang cukup berat. Untuk mengatasi masalah tersebut, dilakukan *kaizen* dengan memodifikasi meja sehingga operator hanya perlu menggeser kardus untuk mengambil material.

2. Membuat alat bantu (sekop) untuk mengambil *keyweight*



Gambar 4. 28 *Before Kaizen*



Gambar 4. 29 *After Kaizen*

Sebelumnya operator memindahkan material *keyweight* tidak menggunakan alat bantu yang menyebabkan tangan operator sering tergores. Untuk mengatasu permasalahan

tersebut, dilakukan *kaizen* dengan membuat alat bantu (sekop) supaya meminimalisir tangan operator tergores.

3. Memodifikasi ukuran meja *insert keysteel* menjadi lebih lebar



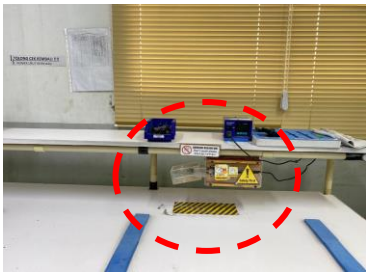
Gambar 4. 30 *Before Kaizen*



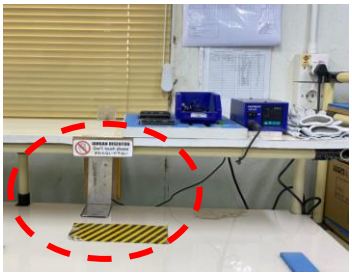
Gambar 4. 31 *After Kaizen*

Sebelumnya meja *insert keysteel* kurang lebar sehingga operator harus melakukan penyesuaian untuk memastikan *keyboard* tetap berada pada posisinya supaya tidak terjatuh. Hal tersebut menyebabkan kelelahan pada tangan operator, untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dilakukan *kaizen* dengan memodifikasi ukuran meja menjadi lebih lebar sesuai dengan ukuran *keyboard*.

4. Mengubah posisi mesin *heater* menjadi vertikal



Gambar 4. 32 *Before Kaizen*



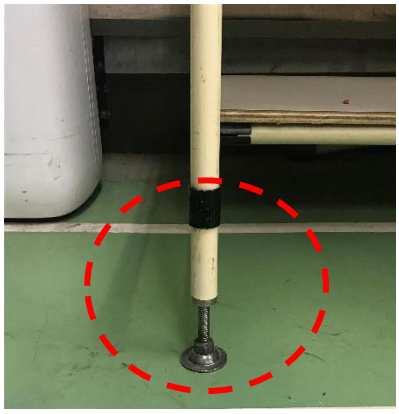
Gambar 4. 33 *After Kaizen*

Pada kondisi sebelumnya, meja *heater* berada pada posisi *horizontal* dibawah meja yang menyebabkan operator harus selalu memegang *keyboard* saat proses *reheat*. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan *kaizen* dengan mengubah posisi mesin *heater* menjadi *vertical* diatas meja sehingga operator tidak harus memegangi *keyboard* dan bisa mempersiapkan *keyboard* berikutnya yang akan di *reheat.*

5. Meninggikan kaki meja *reheat* ±10 cm



Gambar 4. 34 *Before Kaizen*



Gambar 4. 35 *After Kaizen*

Meja *reheat* sebelumnya tidak ergonomi karena posisi meja lebih rendah dari badan operator yaitu 60 cm yang mengakibatkan sakit pinggang karena operator harus membungkuk. Untuk mangatasi permasalahan tersebut, dilakukan *kaizen* dengan meninggikan meja *reheat* sesuai dengan tinggi operator ±10 cm menjadi 70 cm.

BAB V
PEMBAHASAN

5.1 Analisis Identifikasi *Waste*

Analisis identifikasi *waste* dilakukan untuk mengidentifikasi faktor yang menyebabkan *waste* di *Section Keyboard Assy* UP. Analisis ini akan melibatkan beberapa tahap untuk mengidentifikasi *waste* yang ada, skala prioritas dan rekomendasi untuk solusi perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi *waste* pada bagian tersebut.

5.1.1 Analisis *Hasil Waste Assessment Model*

Tabel 5. 1 Hasil *Waste Assessment Model*

	O	**I**	**D**	**M**	**T**	**P**	**W**
***Final Result* (%)**	17,58%	20,92%	17,88%	12,37%	18,05%	3,61%	9,60%
Peringkat	4	1	3	5	2	7	6

Tabel 5. 1 menunjukkan persentase untuk masing-masing jenis *waste* berdasarkan langkah-langkah *Waste Relationship Matrix* dan *Waste Assessment Questionnaire*. Hasil menunjukkan persentase untuk *waste inventory* sebesar 20,92%, *waste transportation* sebesar 18,05%, *waste defect* sebesar 17,88%, *waste overproduction* sebesar 17,58%, *waste motion* sebesar 12,37%, *waste waiting* sebesar 9,60%, dan *waste process* sebesar 3,61%. Dari perhitungan tersebut didapatkan 3 *waste* tertinggi yaitu *waste inventory, waste transportation,* dan *waste defect.*

5.1.2 Analisis Diagram *Fishbone*

Diagram *fishbone* digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah yaitu pemborosan yang terjadi pada *Section Keyboard Assy* UP. Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, terdapat banyak faktor yang memicu terjadinya *waste* yaitu sebegai berikut:

5.1.1.1 *Waste Inventory*

1. *Man*

   Pada faktor *man* terdapat kelebihan operator di tempat produksi yang menyebabkan terjadinya *waste inventory.* Kelebihan tenaga kerja yang tidak terdistribusi dengan baik atau tidak dialokasikan untuk tugas yang tepat dapat menyebabkan pengelolaan *inventory* yang tidak efisien, seperti pemeriksaan yang tidak cermat atau terlalu banyak material yang dipesan tanpa adanya perencanaan yang tepat.

2. *Method*

Pada faktor *method* dipengaruhi oleh *lotsize* pengiriman yang besar dikarenakan kanban belum disesuaikan dengan penurunan produksi yaitu sebesar 20 pcs pada setiap kardus. Pengiriman dalam jumlah besar yang tidak disesuaikan dengan kapasitas produksi dapat menyebabkan penumpukan barang yang tidak segera digunakan.

3. *Material*

   Pada faktor *material* yaitu *overstock* pada jumlah material. Ketidaksesuaian antara ukuran pengiriman dan tingkat produksi aktual dapat menyebabkan penumpukan barang karena barang yang dikirim lebih banyak daripada yang diproduksi.

4. *Environment*

   Pada faktor *environment* disebabkan oleh *layout* yang tidak efisien yaitu karena area penyimpanan jauh dan pemanfaatan ruang kurang optimal. *Layout warehouse* atau tempat penyimpanan yang tidak efisien dapat menyebabkan kesulitan dalam mengatur dan mengakses *inventory* yang mengakibatkan penumpukan barang.

5.1.1.2 *Waste Transportation*

1. *Man*

   Penyebab *waste transportation* dari faktor *man* yaitu operator mengalami kelelahan dikarenakan pemindahan rak *finishgood* yang keluar dari *section.* Operator yang kelelahan akibat perjalanan jauh dan bolak-balik dapat menyebabkan penurunan produktivitas dan meningkatkan risiko kesalahan.

2. *Method*

   Pada faktor *method* disebabkan oleh kurangnya perancanaan dan penjadwalan pengiriman. Kurangnya perencanaan dan penjadwalan yang baik mengakibatkan operator harus sering bolak-balik mengirimkan barang ke *first regulation* UP dan GP apabila rak sudah penuh. Selain itu, *waste transportation* disebabkan juga karena pengambilan *raw material* diluar *section.* Hal ini meningkatkan jumlah perjalanan yang tidak perlu.

3. *Material*

   Penggunaan rak yang tidak efisien merupakan salah satu penyebab *waste transportation.* Rak yang terlalu cepat penuh dapat menyebabkan operator harus sering mengirimkan barang ke *section* berikutnya. Selain itu, untuk rak *keyboard* GP yang berada di dalam *section* tidak sesuai dengan rak *delivery* GP, sehingga operator harus memindahkan *keyboard* dari rak proses ke rak *delivery*.

4. *Environment*

   Pada faktor *environment* disebabkan oleh jarak antar *section* yang jauh dan lokasi penyimpanan tidak strategis. *Layout* pabrik yang jauh antarq *section keyboard*, tempat penyimpanan *raw material*, dan *section* pengiriman barang yang dituju menyebabkan waktu dan tenaga lebih banyak untuk melakukan *transportation*.

5.1.1.3 *Waste Defect*

1. *Man*

   Penyebab terjadinya *waste defect* berdasarkan faktor *man* yaitu kelelahan dan ketidakakuratan operator. Operator yang kelelahan akan menyebabkan kurang teliti dalam memeriksa kualitas hasil bor atau pada saat memberi tanda reheat, sehingga barang *defect* akan meningkat.

2. *Method*

   Pada faktor *method* dipengaruhi oleh hasil tanda *reheat* tidak sempurna karena pemberian tanda menggunakan penggaris. Pemberian tanda *reheat* menggunakan penggaris bukan metode yang akurat karena dapat menyebabkan garis yang dibuat menyimpang. Selain itu, *waste defect* juga disebabkan karena tidak ada petunjuk penggunaan *part* dan tanda bor yang bisa mengakibatkan salah dalam melakukan pengeboran dan *assembly keyweight*.

3. *Material*

   Penyebab terjadinya *waste defect* berdasarkan faktor *material* yaitu pin berkarat yang berasal dari *vendor*. Material yang tidak berkualitas seperti pin berkarat akan meningkatkan risiko cacat. Dengan adanya pin berkarat menyebabkan operator harus mengganti pin dan dapat menghambat proses produksi karena akan meningkatkan waktu kerja.

4. *Machine*

   Salah satu penyebab utama *waste defect* yaitu dari faktor *machine*. Pada mesin bor *keysteel* pergantian mata bor yaitu saat sudah mencapai 10.000 kali bor. Hal tersebut mengakibatkan serpihan sisa bor sering menyangkut pada mesin sehingga membuat proses pengeboran tidak maksimal dan membuat grepes pada *keyboard*. Serpihan sisa bor yang menyangkut pada mesin membuat operator harus selalu mengeluarkan sisa hasil bor setiap akan melakukan pengeboran.

5. *Environment*

Faktor *environment* terkait pengiriman *material* dari *vendor* juga turut berperan dalam timbulnya *waste defect*, terutama saat material yang dikirim tidak memenuhi standar yang diharapkan.

5.2 Analisis Beban Kerja Operator

5.2.1 Analisis NASA-TLX

Dalam penelitian ini, metode NASA-TLX digunakan untuk mengidentifikasi beban kerja operator *Section Keyboard Assy* UP. Pendekatan diskusi interaktif digunakan untuk mengumpulkan data untuk mengetahui seberapa banyak beban kerja yang dirasakan oleh operator. Berbagai informasi dan data dikumpulkan berdasarkan diskusi dan pengumpulan data. Setelah pengolahan pada bab sebelumnya selesai, analisis digunakan untuk mengurangi masalah dan menemukan solusi terbaik.

Hasil perhitungan terakhir menggunakan metode NASA-TLX menunjukkan bahwa tiga operator memiliki beban kerja tinggi, satu operator agak tinggi, dan satu operator sangat tinggi. Beban kerja rata-rata operator paling tinggi yaitu pada aspek *Physical Demand* sebesar 18,20. *Physical demand* merujuk pada tingkat tuntunan fisik yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu tugas atau pekerjaan. Hal ini berhubungan dengan adanya *waste inventory* yaitu penumpukan material yang tidak segera digunakan. Penumpukan material dapat memperumit alur kerja, membuat operator harus bekerja lebih keras untuk mangatur material atau mencari ruang untuk penyimpanan yang meningkatkan kelelahan fisik. Tidak hanya itu, pada *waste transportation* juga meningkatkan *physical demand* yaitu ketika operator harus bolak-balik mengambil material atau memindahkan barang jadi ke lokasi lain, karena mereka harus menempuh jarak yang lebih jauh dan menghabiskan banyak waktu untuk perpindahan. Selain itu, pekerjaan tambahan seperti *rework* juga meningkatkan beban fisik operator karena harus berfokus lebih untuk mengindentifikasi kesalahan supaya mencegah *defect*.

5.2.2 Analisis Diagram *Fishbone*

Berikut analisis diagram *fishbone* yang telah dibuat pada gambar 4. 13 untuk meninjau beberapa faktor penyebabnya:

1. *Man*

   Pada faktor *man* kelelahan fisik pada operator menjadi salah satu penyebab *physical demand* yang tinggi. Kelelahan fisik tersebut disebabkan karena operator harus memindahkan rak keluar *section keyboard* dan jarak pengiriman barang *finishgood*

yang jauh. Beban kerja yang tinggi menyebabkan kelelahan fisik operator, terutama dalam kondisi yang tidak ergonomis.

2. *Method*

   Method juga menjadi salah satu penyebab terjadinya *physical demand* yang tinggi. Berdasarkan hasil wawancara dengan operator mereka sering merasakan kesakitan saat memindahkan material. Menggunakan metode manual untuk mendorong rak berisi banyak *keyboard* dapat menyebabkan tekanan fisik yang tinggi pada operator, terutama saat sering melakukan pengiriman. Kurangnya penggunaan alat bantu menyebabkan proses kerja menjadi lebih berat dan memerlukan lebih banyak tenaga yang dapat meningkatkan risiko kelelahan dan cedera fisik.

3. *Machine*

   Kondisi *machine* yang menyebabkan terjadinya *physical demand* tinggi yaitu desain mesin tidak ergonomis. Meja yang tidak sesuai tinggi optimal menyebabkan operator harus membungkuk atau jongkok. Selain itu, posisi mesin *reheat* dibawah meja menyebabkan pekerja harus selalu memegangi saat proses *reheat.* Hal tersebut menunjukkan bahwa kurangnya optimasi atau peralatan pendukung sehingga meningkatkan beban fisik. Tidak hanya itu, meja mesin *insert* berukuran kurang lebar karena tidak disesuaikan dengan ukuran *keyboard* berpotensi *keyboard* jatuh saat proses *assembly keyweight*.

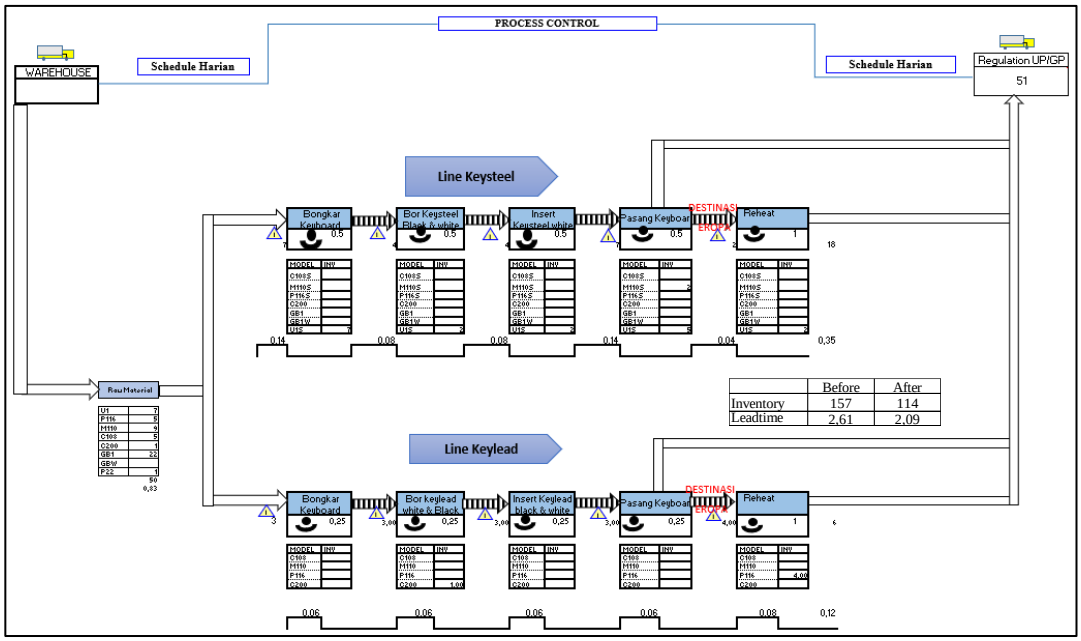
4. *Environment*

   Pada faktor *environment*, *layout* pabrik yang tidak efisien dapat menyebabkan operator harus melakukan lebih banyak perjalanan atau bergerak lebih banyak yang dapat meningkatkan beban fisik.

5.3 Analisis Hasil *Kaizen*

Penerapan *kaizen* akan berdampak pada proses produksi, berikut analisis dari perbaikan yang telah diterapkan *Section Keyboard Assy* UP:

5.3.1 *Waste Inventory*



Gambar 5. 1 *Mapping After*

Setelah pengimplementasian *kaizen* berupa revisi kanban yang awalnya berjumlah 20 pcs menjadi 2 pcs, terjadi penurunan signifikan pada jumlah *inventory* di *Section Keyboard Assy* UP. Sebelum *kaizen*, *inventory* keseluruhan mencapai 157 unit dengan *raw material* sebanyak 103 unit. Setelah revisi kanban diterapkan, *inventory* keseluruhan berhasil dikurangi menjadi 114 unit dengan *raw material* turun menjadi 50 unit yang dapat dilihat pada gambar 5. 1. Pengurangan ini menunjukkan bahwa dengan pengelolaan yang lebih efisien melalui revisi kanban mengurangi penumpukan *inventory* dan meningkatkan aliran material di lini produksi.

5.3.2 *Waste Transportation*

Setelah implementasi *kaizen* yang melibatkan pemindahan rak *delivery* GP ke dalam *section*, pemindahan *raw material* dari *warehouse* ke dalam *section keyboard*, dan penjadwalan pengiriman *keyboard finishgood* ke *section* berikutnya tercapai beberapa peningkatan efisiensi. Salah satu hasilnya yaitu penurunan persentase kegiatan mengambil material dari 4,4% menjadi 2,4% serta pengurangan kegiatan antar *key* ke *reg* 1 atau *assy* GB dari 3,6% menjadi 3,4% yang dapat dilihat pada hasil *work sampling* berikut:

Tabel 5. 2 Rincian Pekerjaan Tambahan *After*

Kegiatan Tambahan	Persentase
Kirim *keyboard finish good*	0.1%
Mengganti mata bor	0.3%
Repair keyboard	2,1%

Kegiatan Tambahan	Persentase
Setting mesin bor/*insert key steel*	0.1%
Check card komputer	1.3%
Mengisi *lead/steel*	0.1%
Merapihkan kardus/membuang sampah kardus	1.0%
Siapin Keyboard ke rak	1.2%
Antar *key* ke *reg* 1 atau *Assy* GB	3.4%
Ambil Material	2.4%
Waktu Luang Pekerjaan	3.9%
Waktu Luang Lapangan	0.3%
Keperluan Pribadi	2%
Lain-lain	0%
Total	**18.2%**

Selain itu, langkah operator dalam melakukan *transportation* juga berkurang, sehingga mengurangi beban kerja fisik dan meningkatkan produktivitas di lini produksi. Hal ini menunjukkan bahwa *kaizen* berhasil menciptakan alur kerja yang lebih efektif dan efisien.

5.3.3 *Waste Defect*

Implementasi *kaizen* yang dilakukan dalam proses *assembly keyboard* mencakup beberapa langkah perbaikan. Pertama, dengan dibuatnya petunjuk penggunaan *part* dan tanda bor *keysteel* untuk memudahkan operator terutama operator baru dalam memahami dan mengikuti prosedur kerja yang benar, sehingga mengurangi risiko kesalahan. Kedua, untuk mengatasi *defect* tanda *reheat* yang tidak sempurna digunakan jig khusus yang memastikan hasil penandaan lebih akurat dan konsisten. Ketiga, standar penggantian mata bor direvisi dari 10.000 kali bor menjadi 5000-8000 kali, yang bertujuan untuk menjaga performa mesin bor dan kualitas hasil bor tetap optimal. Selain itu, dilakukan koordinasi dengan *vendor* terkait temuan pin berkarat untuk memastikan pasokan material yang berkualitas dan menghindari masuknya komponen yang tidak sesuai standar. Hasil dari implementasi *kaizen* ini terlihat penurunan jumlah *defect* pada tabel berikut:

Tabel 5. 3 Data Temuan *Defect*

Nama *Cabinet*	Januari 2024	Februari 2024	Maret 2024	April 2024
Grepes	196	128	112	58
Pin Berkarat	208	173	229	2
Tanda *Reheat*	28	18	5	5

Dengan perbaikan ini, proses produksi menjadi lebih efisien dan mengurangi operator melakukan *repair* yang diakibatkan oleh produk cacat. Implementasi *kaizen* ini juga menciptakan lingkungan kerja yang lebih baik bagi operator dengan prosedur yang lebih jelas dan peralatan yang lebih memadai.

5.3.4 Beban Kerja Operator

Sebelum penerapan *kaizen*, operator sering mengeluhkan rasa sakit dan ketidaknyamanan fisik akibat beban kerja yang tidak seimbang dan alat kerja yang kurang mendukung. Kondisi ini tidak hanya mempengaruhi kesehatan dan kesejahteraan operator, tetapi juga produktivitas mereka. Untuk mengatasi masalah ergonomi dan mengurangi beban kerja operator dilakukan beberapa *kaizen* untuk meningkatkan efisiensi kerja. Salah satu langkah yang diambil adalah memodifikasi meja tempat material *keyweight* dengan mekanisme geser yang membuat pengambilan dan penempatan material jauh lebih mudah bagi operator, mengurangi operator untuk membungkuk atau meregangkan tubuh secara berlebihan. Selain itu, dibuat alat bantu berupa sekop untuk mengambil *keyweighht* sehingga operator tidak perlu mengandalkan kekuatan tangan secara berlebihan yang sebelumnya menyebabkan kelelahan dan cedera.

Kaizen lainnya yaitu memperlebar meja *insert keysteel* sesuai dengan ukuran *keyboard* untuk penempatan material supaya stabil, mengurangi risiko kecelakaan kerja, dan meningkatkan kecepatan proses. Perubahan posisi mesin *heater* dari horizontal ke

vertikal juga berdampak positif bagi operator untuk bekerja dengan postur yang lebih alami, mengurangi tekanan pada punggung dan bahu. Selain itu, dengan meninggikan kaki meja *reheat* ±10 cm dapat mengurangi ketegangan pada kaki dan punggung operator selama proses *reheat*. Dengan implementasi perbaikan ini, menunjukkan bahwa perbaikan ini tidak hanya meningkatkan kondisi kerja secara fisik, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan moral dan motivasi operator. Selain itu, pengurangan beban kerja fisik ini memungkinkan operator untuk bekerja dengan lebih efektif, mengurangi kesalahan kerja, dan meningkatkan kualitas *output*.

5.3.5 Kontribusi *Kaizen*

Berikut merupakan persentase kontribusi pada setiap *kaizen* yang dilaksanakan:

Tabel 5. 4 Kontribusi *Kaizen*

Kontribusi *Kaizen* -> Produktifitas																			
No	**Kategori**	***Kaizen Description***	**Estimasi %**	**Total Estimasi %**	**Estimasi *Grand Total* %**	**Kontribusi *Actual* %**	***Actual Grand Total* %**	**24-Feb**				**24-Mar**				**24-Apr**				**24-Mei**			
								W1	**W2**	**W3**	**W4**	**W1**	**W2**	**W3**	**W4**	**W1**	**W2**	**W3**	**W4**	**W1**	**W2**	**W3**	**W4**
1	ST	Merubah posisi mesin *reheat* dari horizontal menjadi vertikal	5.0%	5.00%	15.60%	7.00%	16.50%																

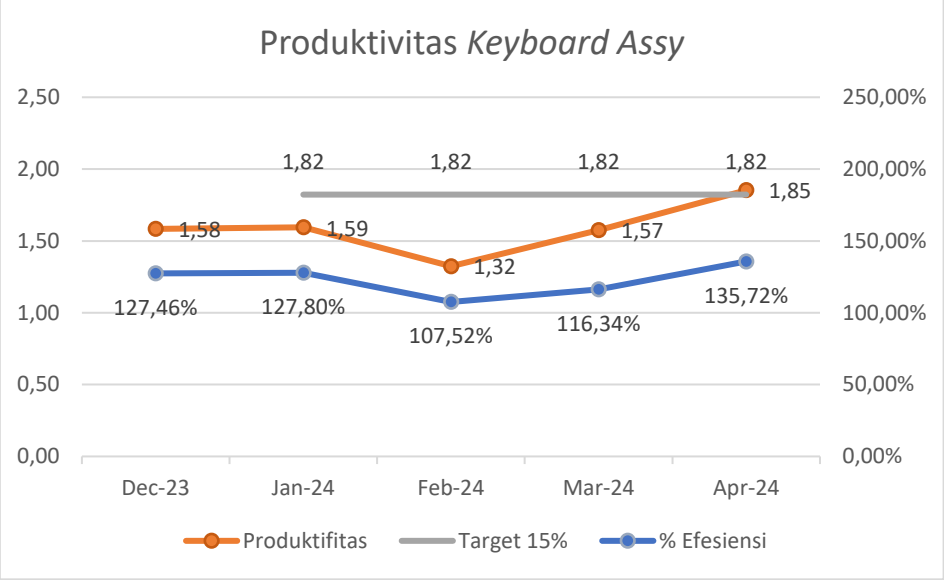
Kontribusi *Kaizen* -> Produktifitas																			
No	**Kategori**	***Kaizen Description***	**Estimasi %**	**Total Estimasi %**	**Estimasi *Grand Total* %**	**Kontribusi *Actual* %**	***Actual Grand Total* %**	**24-Feb**				**24-Mar**				**24-Apr**				**24-Mei**			
								W1	**W2**	**W3**	**W4**	**W1**	**W2**	**W3**	**W4**	**W1**	**W2**	**W3**	**W4**	**W1**	**W2**	**W3**	**W4**
2	FDT	Membuat kartu stok barang sebelum *stock taking*	0.4%	0.80%		0.80%																	
3		Membagi *Bundle Stock Taking*	0.4%																				
4	WS	Membuat Konektor Paralel	1.0%	3.00%		1.00%																	
5		Menghilangkan proses pindah rak GB	0.5%																				

Kontribusi *Kaizen* -> Produktifitas																			
No	**Kategori**	***Kaizen Description***	**Estimasi %**	**Total Estimasi %**	**Estimasi *Grand Total* %**	**Kontribusi *Actual* %**	***Actual Grand Total* %**	**24-Feb**				**24-Mar**				**24-Apr**				**24-Mei**			
								W1	**W2**	**W3**	**W4**	**W1**	**W2**	**W3**	**W4**	**W1**	**W2**	**W3**	**W4**	**W1**	**W2**	**W3**	**W4**
6		Membuat tempat pinsil biru	0.5%																				
7		Mengganti mata bor setelah 5000 – 8000 kali bor	1.0%																				
8		Membuat *jig* untuk penanda *reheat*	0.1%																				
	Rework	Membuat		0.30%		0.20%																	
9		petunjuk proses, *part*, dan tanda bor	0.10%																				

Kontribusi *Kaizen* -> Produktifitas																			
No	**Kategori**	***Kaizen Description***	**Estimasi %**	**Total Estimasi %**	**Estimasi *Grand Total* %**	**Kontribusi *Actual* %**	***Actual Grand Total* %**	**24-Feb**				**24-Mar**				**24-Apr**				**24-Mei**			
								W1	**W2**	**W3**	**W4**	**W1**	**W2**	**W3**	**W4**	**W1**	**W2**	**W3**	**W4**	**W1**	**W2**	**W3**	**W4**
10		Modifikasi ukuran meja *insert keysteel*	0.10%																				
11	LB	Pengurangan Operator	6.50%	6.50%		7.50%																	

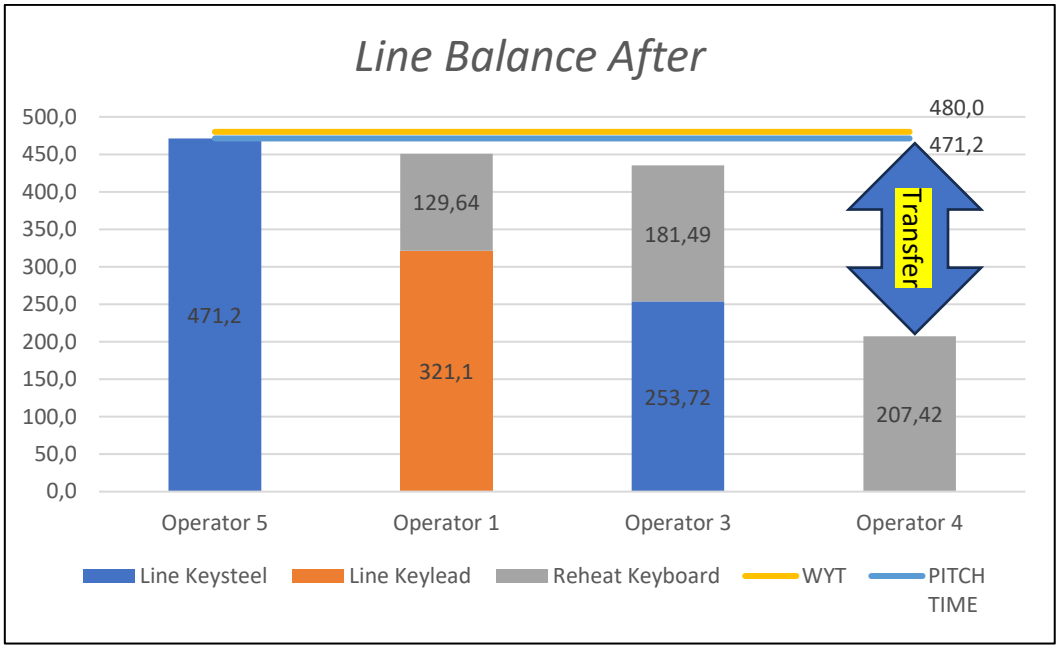
5.4 Analisis Produktivitas

Berikut adalah hasil produktivitas setelah dilakukan perbaikan dengan pendekatan *kaizen*:



Gambar 5. 2 Produktivitas *Keyboard Assy* UP

Berdasarkan grafik produktivitas yang ditampilkan pada gambar 5. 2 setelah penerapan *kaizen* untuk mengatasi *waste* yang telah dianalisis sebelumnya, diperoleh informasi produktivitas hingga bulan April 2024. Terdapat peningkatan efisiensi yang menyebabkan produktivitas juga meningkat sebesar 17,09% menjadi 1,85 unit/orang/jam dibandingkan dengan bulan Desember 2023 yang hanya mencapai 1,58 unit/orang/jam. Selain itu, pengurangan operator juga berkontribusi dalam peningkatan produktivitas. Berikut hasil analisis *line balance* setelah adanya pengurangan operator:



Gambar 5. 3 *Line Balance After*

Berdasarkan gambar 5. 3 diketahui bahwa operator sekarang menjadi 3,5 orang yang sebelumnya berjumlah 5 orang. Hal ini disebabkan karena adanya penurunan produksi dan juga penyesuaian orang dengan plan produksi saat ini. 3,5 operator yang dimaksud yaitu 3 orang *full* 8 jam di *Section Keyboard*, kemudian 1 orangnya hanya setengah hari saja bekerja pada *Section Keyboard* dan setengah hari berikutnya di *transfer out* ke *section* lainnya.

BAB VI
PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Setelah melalui proses pengolahan dan analisis data, maka didapatkan beberapa kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode *Waste Assessment Model* didapatkan *waste* paling kritis yaitu *waste inventory* sebesar 20,92%, *waste transportation* sebesar 18,05%, dan *waste defect* sebesar 17,88%. Penyebab *waste inventory* adalah ukuran *lotsize* pengiriman yang terlalu besar dan tidak disesuaikan dengan kapasitas produksi, sehingga menyebabkan penumpukan barang. *Waste transportation* terjadi karena operator harus memindahkan rak berisi *finishgood* GP ke luar *section* yang membutuhkan waktu lama. Selain itu, pengambilan *raw material* dari lokasi penyimpanan yang terlalu jauh, ditambah dengan kurangnya perencanaan dan penjadwalan pengiriman menyebabkan operator harus bolak-balik mengirimkan barang jadi ketika rak sudah penuh. Sementara *waste defect* disebabkan oleh tidak adanya petunjuk penggunaan *part* dan tanda bor *keysteel* sehingga berisiko menyebabkan kesalahan pengeboran dan *assembly keyboard*. Selain itu, penggunaan penggaris menyebabkan *defect* pada hasil tanda *reheat* karena hasil penandaan tidak sempurna. Serpihan sisa bor yang menyangkut di mesin akibat standar penggantian mata bor yang tinggi yaitu 10.000 kali mengakibatkan grepes, serta adanya pin berkarat pada *keyboard* yang berasal dari *vendor* turut berkontribusi terhadap terjadinya *defect*.
2. Hasil pengukuran tingkat beban kerja operator menggunakan metode NASA-TLX menunjukkan bahwa beban kerja yang dirasakan oleh operator tergolong tinggi hingga sangat tinggi. Aspek dengan nilai rata-rata tertinggi adalah *physical demand* dengan skor sebesar 18,20 yang menunjukkan bahwa tuntutan fisik dalam pekerjaan sangat berat dan berpotensi menyebabkan kelelahan atau cedera pada operator. Hal ini menunjukkan bahwaa keberadaan *waste* dalam proses produksi, seperti penumpukan *inventory,* transportasi yang tidak efisien, dan cacat produk (*defect*) secara tidak langsung meningkatkan tekanan fisik yang dirasakan operator. Hasil analisis diagram *fishbone* ditemukan faktor-faktor pengaruh beban kerja yang paling membutuhkan perbaikan segera yaitu pada aspek *man, method, machine,* dan *environment.*

3. Berdasarkan solusi perbaikan yang dilakukan dengan mengurangi *waste* dan beban kerja operator, berhasil meningkatkan efisiensi dan produktivitas sebesar 17,09%. Dari yang sebelumnya 1,58 unit/orang/jam menjadi 1,85 unit/orang/jam.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Saran bagi perusahaan

   Perusahaan perlu meningkatkan program pelatihan bagi operator, khususnya dalam penggunaan alat-alat baru dan teknik kerja yang lebih ergonomis. Hal ini akan membantu mengurangi risiko cedera bagi operator. Selain itu, perlu melakukan evaluasi berkala terhadap proses kerja, termasuk efektivitas dari implementasi *kaizen* yang telah dilakukan. Penyesuaian yang tepat waktu dapat membantu perusahaan dalam perubahan kebutuhan produksi dan mencegah terjadinya pemborosan kembali.

2. Saran bagi penelitian selanjutnya

   Peneliti selajutnya dapat memperdalam analisis *waste reduction* dengan menggunakan metode lainnya supaya dapat mengidentifikasi lebih dalam area-area potensial lainnya untuk pengurangan *waste* yang mungkin belum tersentuh dalam penelitian sebelumnya. Selain itu, penelitian selanjutnya bisa mengeksplorasi penerapan teknologi otomasi atau digitalisasi untuk mengurangi *waste* dan mengoptimalkan beban kerja operator. Contohnya seperti penggunaan sistem monitoring digital untuk mengontrol *inventory* secara *real time*.

DAFTAR PUSTAKA

Afriandi, F., & Aidil Saifuddin, J. (2023). Penerapan Lean Manufacturing Menggunakan Metode Waste Assessment Model (WAM) Untuk Mengurangi Waste Pada Lini Produksi Steel Structure. *JTMEI: Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika*, *2*(4), 62–75. https://doi.org/10.55606/jtmei.v2i4.1518

Baharudin, I., Purwanto, A. J., & Fauzi, M. (2021). Analisis Pemborosan Menggunakan "9 Waste" Pada Proses Produksi Pt Abc. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, *8*(1), 187–192. https://doi.org/10.33197/jitter.vol8.iss1.2021.745

Bizuneh, B., & Omer, R. (2024). Lean waste prioritisation and reduction in the apparel industry: application of waste assessment model and value stream mapping. *Cogent Engineering*, *11*(1). https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2341538

Braarud, P. Ø. (2020). An efficient screening technique for acceptable mental workload based on the NASA Task Load Index—development and application to control room validation. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *76*(June 2019). https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.102904

Cahyadi, B., Maryanti, A. S., & Timang, G. A. (2020). Measurement of Physiological and Psychological Workloads of Mechanical Department Operator PT. XYZ. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *847*(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/847/1/012092

Dewi, D. C. (2020). Analisa Beban Kerja Mental Operator Mesin Menggunakan Metode Nasa Tlx Di Ptjl. *Journal of Industrial View*, *2*(2), 20–28. https://doi.org/10.26905/4881

Frabun, M. F., Islam, S. S., Redi, A. A. N. P., & Lestari, T. (2023). Analyzing The Business Process Using Value Stream Mapping (VSM) To Minimize Waste Case Study: Auction Process at BidFish. *Proceedings - 2023 2nd International Conference on Computational Modelling, Simulation and Optimization, ICCMSO 2023*, 165–174. https://doi.org/10.1109/ICCMSO59960.2023.00040

Ghanavati, F. K., Choobineh, A., & Keshavarzi, S. (2019). *Assessment of mental workload and its association with work ability in control room operators*. 389–397. https://doi.org/10.23749/mdl.v110i5.8115

Hakiim, A., Suhendar, W., & Agustina Sari, D. (2018). Analisis Beban Kerja Fisik Dan Mental Menggunakan Cvl Dan Nasa-Tlx Pada Divisi Produksi Pt X. *Barometer*, *3*(2), 142–146. https://doi.org/10.35261/barometer.v3i2.1396

Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. *Human Mental Workload. Advances in Psychology*, *52*, 139–183.

Holifahtus Sakdiyah, S., Eltivia, N., & Afandi, A. (2022). Root Cause Analysis Using Fishbone Diagram: Company Management Decision Making. *Journal of Applied Business, Taxation and Economics Research*, *1*(6), 566–576. https://doi.org/10.54408/jabter.v1i6.103

Husnul Khaatimah, R. W. (2017). Efektivitas Model Pembelajaran Cooperative Integrated Reading and Composition Terhadap Hasil Belajar. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, *2*(2), 76–87.

Igindi, F. N. (2023). ANALISIS PENINGKATAN PRODUKTIVITAS DENGAN METODE WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM) DAN PENDEKATAN SUTAINABLE VALUE STREAM MAPPING (SUS-VSM). In *dspace.uii.ac.id/123456789/48353*.

Jufrijal, J., & Fitriadi, F. (2022). Identifikasi Waste Crude Palm Oil dengan Menggunakan Waste Assessment Model. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, *8*(1), 43–53. https://doi.org/10.30656/intech.v8i1.4387

Kurnia, I. (2023). *Buku Ajar Value Stream Mapping (VSM)*.

Kurnia, J., & Widyadana, I. G. A. (2022). Identifikasi Dan Eliminasi Pemborosan Dengan Menggunakan Kombinasi Metode Value Stream Mapping (Vsm) Dan Cost Time Profile (Ctp): Studi Kasus Di Pt Sabe Indonesia. *Dimensi Utama Teknik Sipil*, *9*(2), 168–183. https://doi.org/10.9744/duts.9.2.168-183

Kusumawardani, R., Supriyanto, H., & Suryanto, M. R. (2024). Utilizing Lean Six Sigma and Waste Assessment Model to Reduce Waste in the Hot Rolled Coil Production. *E3S Web of Conferences*, *517*. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451714003

Manullang, M. M. (2020). Analisis Pengukuran Produktivitas dengan Menggunakan Metode Mundel dan APC di PT X. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, *2*(1), 1. https://doi.org/10.30998/joti.v2i1.3847

Martono Virona, R. (2019). *Analisis Produktivitas dan Efisiensi - Ricky Virona Martono - Google Books*. https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=vSuUDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=efisiensi+adalah&ots=9nBvwEBV5y&sig=SZLseHdTSSfPYLXnBzuUJzO6dmg&redir_esc=y#v=onepage&q=efisiensi adalah&f=false

Masniar, M., Histiarini, A. R., & Pangestu, D. A. B. (2022). Analisa Beban Kerja Mental Menggunakan Metode Nasa-Tlx Pada Bagian Operator. *Metode : Jurnal Teknik Industri*, *8*(1), 11–20. https://doi.org/10.33506/mt.v8i1.1695

Masniar, M., & Irawan, A. (2021). Usulan Perbaikan Tata Letak Dan Fasilitas Dengan Menggunakan Metode Work Sampling Study Pada Kantor Scm Pt. Pertamina Ep Region Kti Field Papua. *Metode : Jurnal Teknik Industri*, *7*(2), 58–67. https://doi.org/10.33506/mt.v7i2.1652

Maulana, Y. (2019). Identifikasi Waste Dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping Pada Industri Perumahan. *Journal of Industrial Engineering and Operation Management*, *2*(2). https://doi.org/10.31602/jieom.v2i2.2934

Mulyana, I. J., Hartanti, L. P. S., Herdianto, V. A., Gunawan, I., & Herwinarso, H. (2022). Lean Waste Identification in Higher Education Institution Using Waste Assessment Model. *Management Systems in Production Engineering*, *30*(3), 200–206. https://doi.org/10.2478/mspe-2022-0025

Naufal, A. F., & Rosyada, Z. F. (2023). Identifikasi Waste Dengan Waste Assesment Model (WAM) Dalam Penerapan Lean Manufacturing Untuk Perbaikan Proses Produksi Pengolahan Air (Studi Kasus : Unit Instalasi Penjernihan Air Wonotunggal Perumda Air Minum Kabupaten Batang). *Industrial Engineering Online Journal*, *12*(3), 1–6. https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/40268

Nilawati, S. (2020). Pengaruh Budaya Kaizen Dan Disiplin Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Pt Surya Toto Indonesia. *Dynamic Management Journal*, *3*(2), 90–100. https://doi.org/10.31000/dmj.v3i2.2377

Nurfiat, N. A., & Rustariyuni, S. D. (2018). Pengaruh Upah dan Teknologi Terhadap Produktivitas dan Penyerapan Tenaga Kerja Pada Industri Mebel di Kota Denpasar. *Jurnal Kependudukan Dan Pengembangan Sumber Daya Manusia*, *14*(1), 34–48.

Pradhana, C. A., & Suliantoro, H. (2018). Analisis Beban Kerja Mental Menggunakan Metode NASA-TLX Pada Bagian Shipping Perlengkapan Di PT. Triangle Motorindo. *Industrial Engineering Online Journal*, *7*(3), 1–9.

Prawiyogi, A. G., Sadiah, T. L., Purwanugraha, A., & Elisa, P. N. (2021). Penggunaan Media

Big Book untuk Menumbuhkan Minat Membaca di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, *5*(1), 446–452. https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i1.787

Rawabdeh, I. A. (2016). *A model for the assessment of waste in job shop environments*. *August 2005*. https://doi.org/10.1108/01443570510608619

Santika Sari. (2019). Analisis Beban Kerja Menggunakan Metode Nasa - Task Load Index Pada Karyawan Telkom Applied Science School Bandung. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri*, *5*(2), 1–6. https://doi.org/10.36040/jtmi.v5i2.272

Satria, T. (2018). Perancangan Lean Manufacturing dengan Menggunakan Waste Assessment Model (WAM) dan VALSAT untuk Meminimumkan Waste (Studi Kasus: PT. XYZ). *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, *7*(1), 55. https://doi.org/10.26593/jrsi.v7i1.2828.55-63

Setiadi, K., Muhtadi, & Zuraida, R. (2020). Musculoskeletal disorders and posture analysis of ethylene dichloride (EDC) production operator. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *426*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/426/1/012117

Setiawan, I., & Rahman, A. (2021). Penerapan Lean Manufacturing Untuk Meminimalkan Waste Dengan Menggunakan Metode VSM Dan WAM Pada PT XYZ. *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 1–10.

Shabrina, N., Darmadi, D., & Sari, R. (2020). Pengaruh Motivasi dan Stres Kerja Terhadap Kinerja Karyawan CV. Muslim Galeri Indonesia. *Jurnal Madani: Ilmu Pengetahuan, Teknologi, Dan Humaniora*, *3*(2), 164–173. https://doi.org/10.33753/madani.v3i2.108

Sianipar, R. C. J., Kotel, P. A., & Pratama, A. P. (2023). Kinerja Industri Manufaktur pada Masa Pandemi Covid-19. *Parahyangan Economic Development Review*, *2*(1), 16–28. https://doi.org/10.26593/pedr.v2i1.7391

Sofiah, R., Suhartono, & Hidayah, R. (2020). ANALISIS KARAKTERISTIK SAINS TEKNOLOGI MASYARAKAT (STM) SEBAGAI MODEL PEMBELAJARAN: SEBUAH STUDI LITERATUR. *Pedagogi: Jurnal Penelitian Pendidikan*, *7*, 1–18.

Sutingkir, M. K. (2018). Perancangan Lean Manufacturing Menggunakan WAM, VALSAT, Dan Simulasi Di PT Waskita Beton Precast TBK Plant Subang. *Elibrary UNIKOM*, 7–28. http://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/545

Tertia, D., Handayani, S., & Effendi, Y. (2023). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Kerja Pegawai Di Dinas Pemberdayaan Masyarakat Dan Desa (Dpmd) Provinsi Bengkulu. *Jurnal Multidisiplin Dehasen*, *2*(1), 63–76.

Thahira, A. (2023). Peningkatan Berkelanjutan: Pendekatan Analisis Tulang Ikan. *ASSET: Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, *6*(1). https://doi.org/10.24269/asset.v6i1.7090

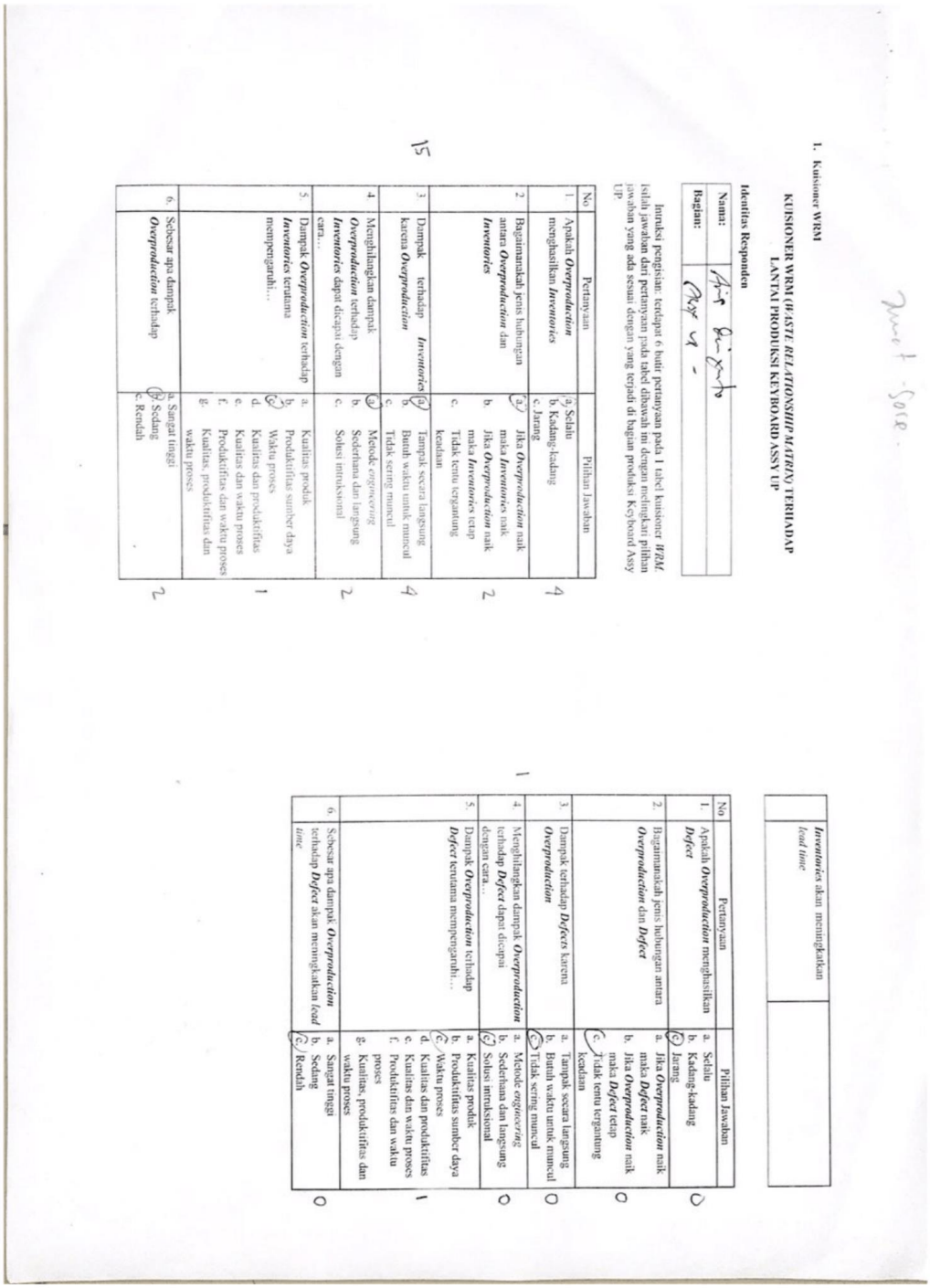
Widiastuti, R., Nurhayati, E., Wardani, D. P., & Sutanta2, E. (2019). Workload measurement of batik workers at UKM batik jumputan Yogyakarta using RULA and Workload measurement of batik workers at UKM batik jumputan Yogyakarta using RULA and NASA-TLX. *Journal of Physics: Conference Series*, 1–8. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1456/1/012032

Yadrifil, Pratama, R. A., & Rus, A. M. M. (2020). Improvement recommendation to eliminate waste on the production process of line laminating door component with value stream mapping and waste assessment model method. *AIP Conference Proceedings*, *2227*. https://doi.org/10.1063/5.0004213

Yuslistyari, E. I., Hasanah, A., & Andhika, R. D. (2022). Analisis Beban Kerja Operator Forklift Berdasarkan %CVL dan NASA TLX. *Jurnal InTent*, *5*(1), 52–63.

LAMPIRAN

A-Kuesioner *Waste Relationship Matrix*



1. Kuisioner WRM

KUISIONER WRM (*WASTE RELATIONSHIP MATRIX*) TERHADAP LANTAI PRODUKSI KEYBOARD ASSY UP

Identitas Responden

Nama:	Agus Sucipto
Bagian:	Prod. Assy -

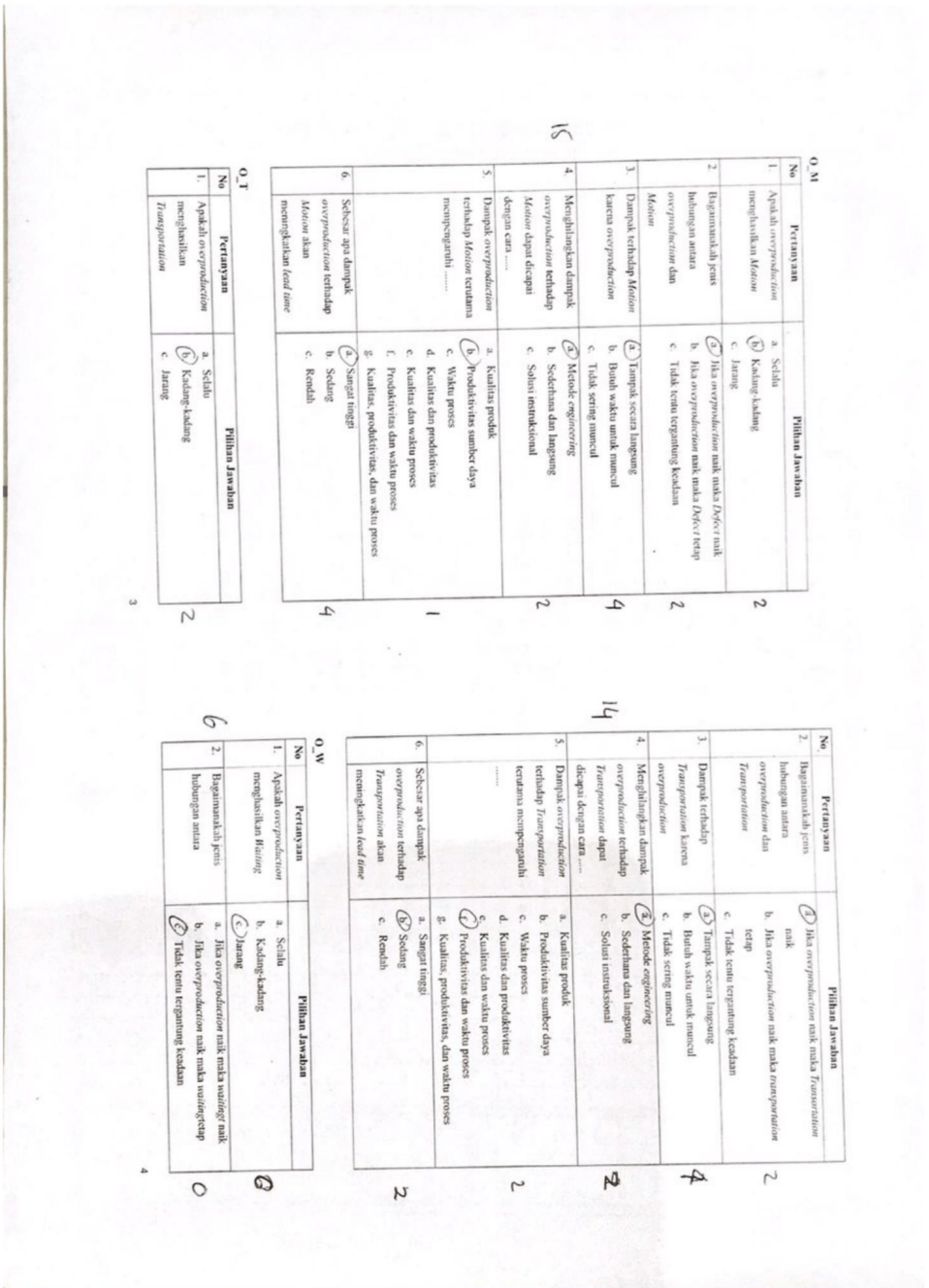
Intruksi pengisian: terdapat 6 butir pertanyaan pada 1 tabel kuisioner *WRM*. Isilah jawaban dari pertanyaan pada tabel dibawah ini dengan melingkari pilihan jawaban yang ada sesuai dengan yang terjadi di bagian produksi Keyboard Assy UP.

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah ***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*** naik maka ***Inventories*** tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan
3.	Dampak terhadap ***Inventories*** karena ***Overproduction***	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk 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. Produktifitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan waktu proses f. Produktifitas dan waktu proses g. Kualitas, produktifitas dan waktu proses
6.	Sebesar apa dampak ***Overproduction*** terhadap ***lead time***	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah

	Inventories akan meningkatkan ***lead time***	

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

A-Kuesioner *Waste Relationship Matrix*



O_M

No	Pertanyan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah *overproduction* menghasilkan *Motion*	a. Selalu (b) Kadang kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *overproduction* dan *Motion*	(a) Jika *overproduction* naik maka *Defect* naik b. Jika *overproduction* naik maka *Defect* tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	2
3.	Dampak terhadap *Motion* karena *overproduction*	(a) Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak *overproduction* terhadap *Motion* dapat dicapai dengan cara	(a) Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	2
5.	Dampak *overproduction* terhadap *Motion* 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	1
6.	Sebesar apa dampak *overproduction* terhadap *Motion* akan menurgikatkan *food tame*	(a) Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	4

O_T

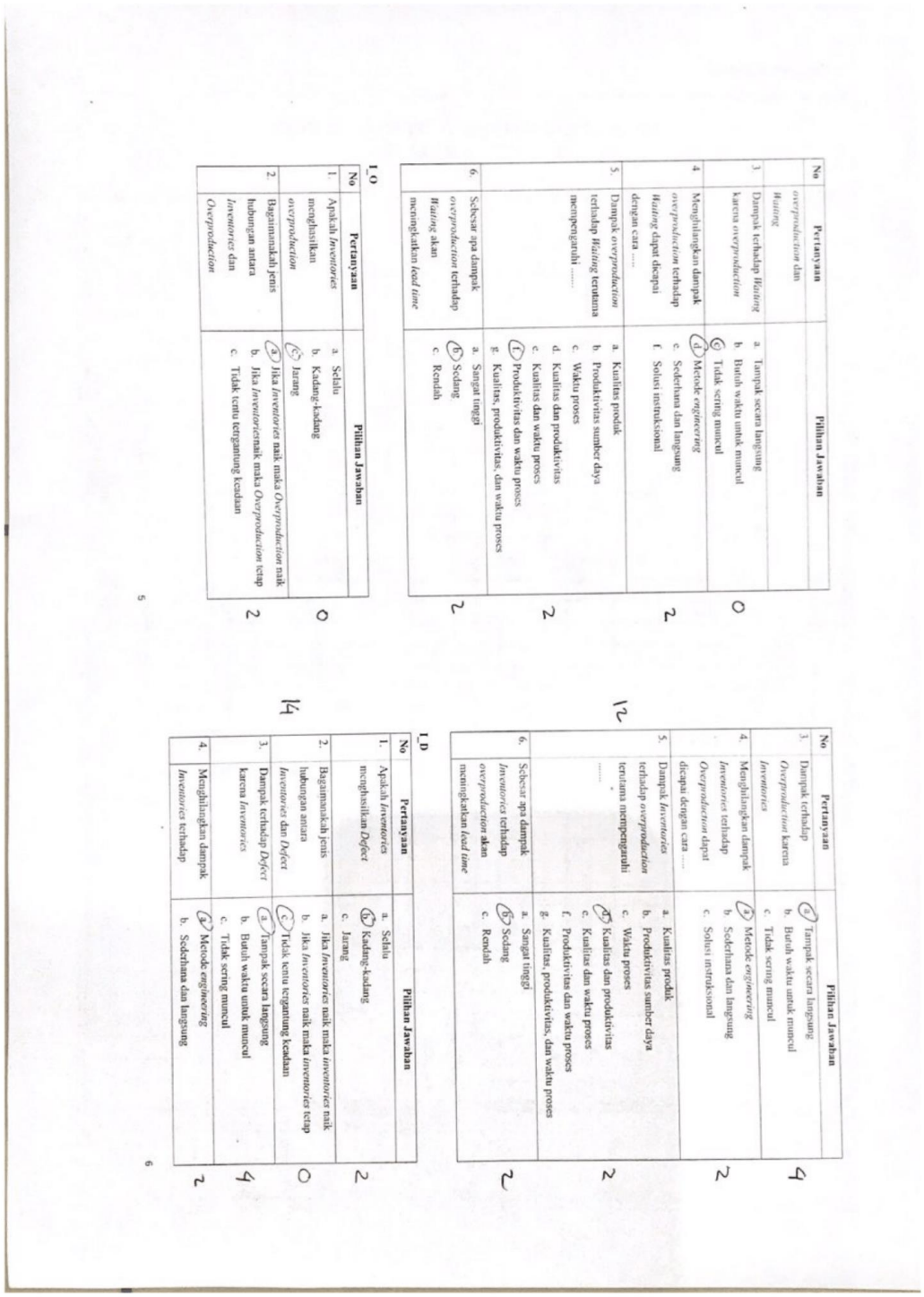
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah *overproduction* menghasilkan *Transportation*	a. Selalu (b) Kadang-kadang c. Jarang	2

O_W

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah *overproduction* menghasilkan *Waiting*	a. Selalu b. Kadang-kadang (c) Jarang	0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara	a. Jika *overproduction* naik maka *waiting* naik b. Jika *overproduction* naik maka *waiting*tetap (c) Tidak tentu tergantung keadaan	0

No	Pertanyan	Pilihan Jawaban	
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *overproduction* dan *Transportation*	(a) Jika *overproduction* naik maka *Transportation* naik b. Jika *overproduction* naik maka *transportation* tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	2
3.	Dampak terhadap *Transportation* karena *overproduction*	(a) Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak *overproduction* terhadap *Transportation* dapat dicapai dengan cara	(a) Metode *engineering* b. Soderhana dan langsung c. Solusi instruksional	2
5.	Dampak *overproduction* terhadap *Transportation* 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	2
6.	Sebesar apa dampak *overproduction* terhadap *Transportation* akan menurgikatkan *food tame*	a. Sangat tinggi (b) Sedang c. Rendah	2

A-Kuesioner *Waste Relationship Matrix*



No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
	overproduction dan		
	Waiting		
3.	Dampak terhadap *Waiting* karena *overproduction*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	0
4.	Menghilangkan dampak *overproduction* terhadap *Waiting* dapat dicapai dengan cara	d. Metode *engineering* e. Sederhana dan langsung f. Solusi instruksional	2
5.	Dampak *overproduction* terhadap *Waiting* 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	2
6.	Sebesar apa dampak *overproduction* terhadap *Waiting* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

I_O

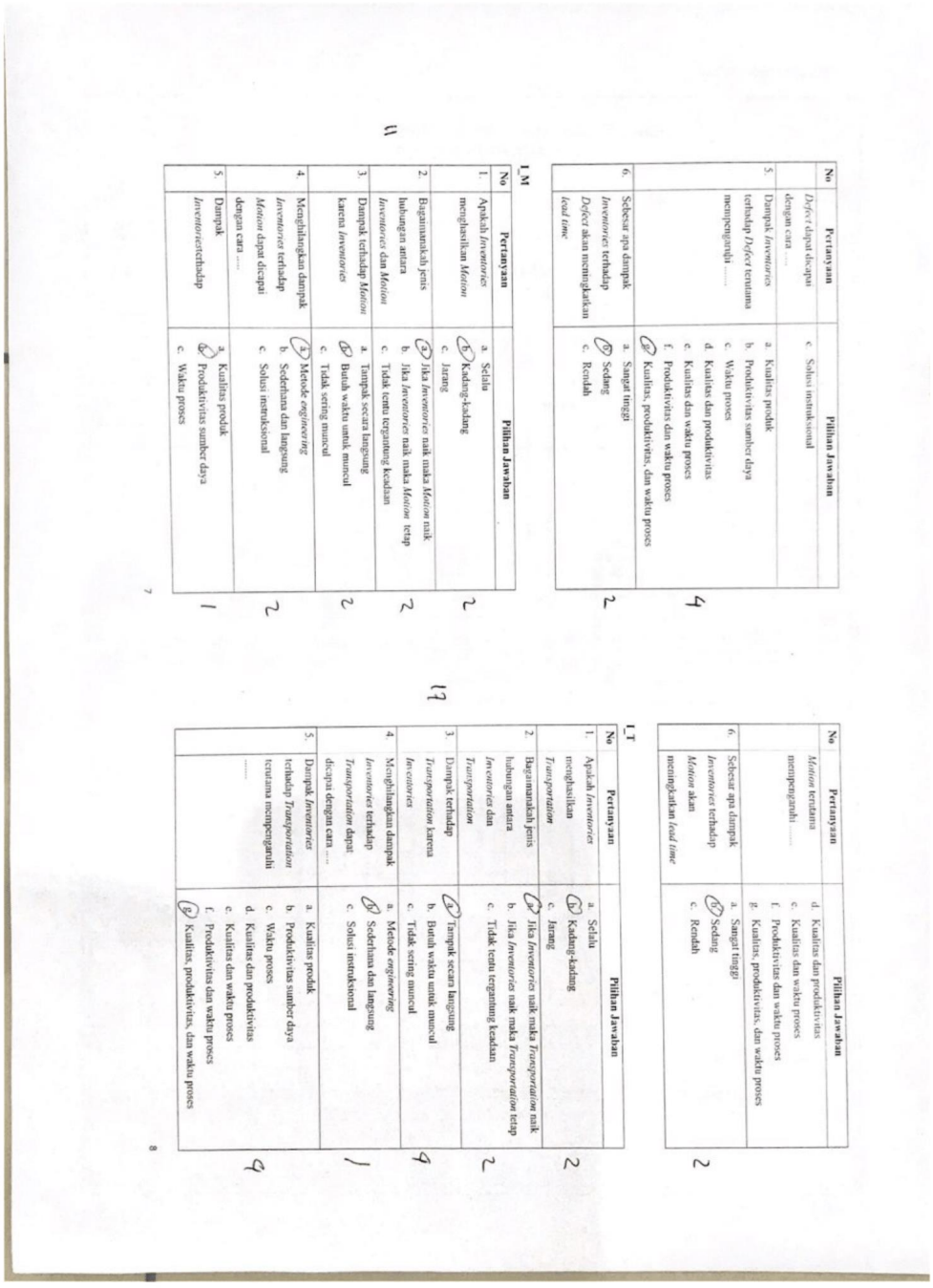
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah *Inventories* menghasilkan *overproduction*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	0
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Inventories* dan *Overproduction*	a. Jika *Inventories* naik maka *Overproduction* naik b. Jika *Inventories*naik maka *Overproduction* tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	2

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
3.	Dampak terhadap *Overproduction* karena *Inventories*	d. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak *Inventories* terhadap *Overproduction* dapat dicapai dengan cara	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	2
5.	Dampak *Inventories* terhadap *overproduction* 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	2
6.	Sebesar apa dampak *Inventories* terhadap *overproduction* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

I_D

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah *Inventories* menghasilkan *Defect*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Inventories* dan *Defect*	a. Jika *Inventories* naik maka *inventories* naik b. Jika *Inventories* naik maka *inventories* tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap *Defect* karena *Inventories*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak *Inventories* terhadap	d. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung	2

A-Kuesioner *Waste Relationship Matrix*



No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
	Defect dapat dicapai dengan cara	c. Solusi instruksional	
5.	Dampak *Inventories* terhadap *Defect* tertuama 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	4
6.	Sebesar apa dampak *Inventories* terhadap *Defect* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
	Motion kendaraan mempengaruhi	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 *Motion* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

I_M

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah *Inventories* menghasilkan *Motion*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Inventories* dan *Motion*	a. Jika *Inventories* naik maka *Motion* naik b. Jika *Inventories* naik maka *Motion* terap c. Tidak tentu tergantung keadaan	17
3.	Dampak terhadap *Motion* karena *Inventories*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	2
4.	Menghilangkan dampak *Inventories* terhadap *Motion* dapat dicapai dengan cara	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	2
5.	Dampak *Inventories*terhadap	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. Waktu proses	1

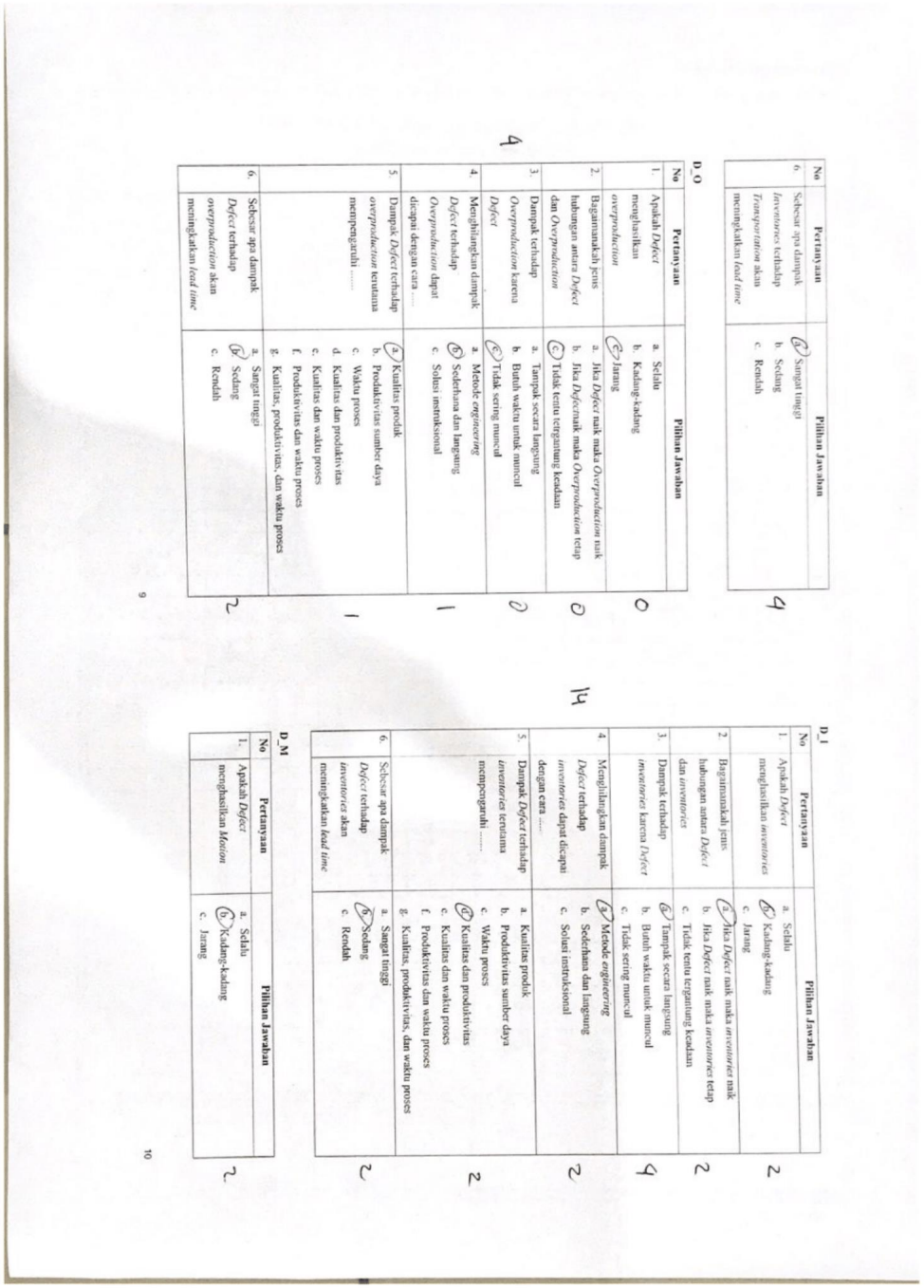
I_T

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah *Inventories* menghasilkan *Transportation*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Inventories* dan *Transportation*	a. Jika *Inventories* naik maka *Transportation* naik b. Jika *Inventories* naik maka *Transportation* terap c. Tidak tentu tergantung keadaan	2
3.	Dampak terhadap *Transportation* karena *Inventories*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	9
4.	Menghilangkan dampak *Inventories* terhadap *Transportation* dapat dicapai dengan cara	a. Sederhana dan langsung b. Solusi instruksional	1
5.	Dampak *Inventories* terhadap *Transportation* tertuama 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	9

p

Matrix

A-Kuesioner *Waste Relationship Matrix*



No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
6.	Sebesar apa dampak *Inventories* terhadap *Transportation* akan meningkatkan *load time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah

D_O

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

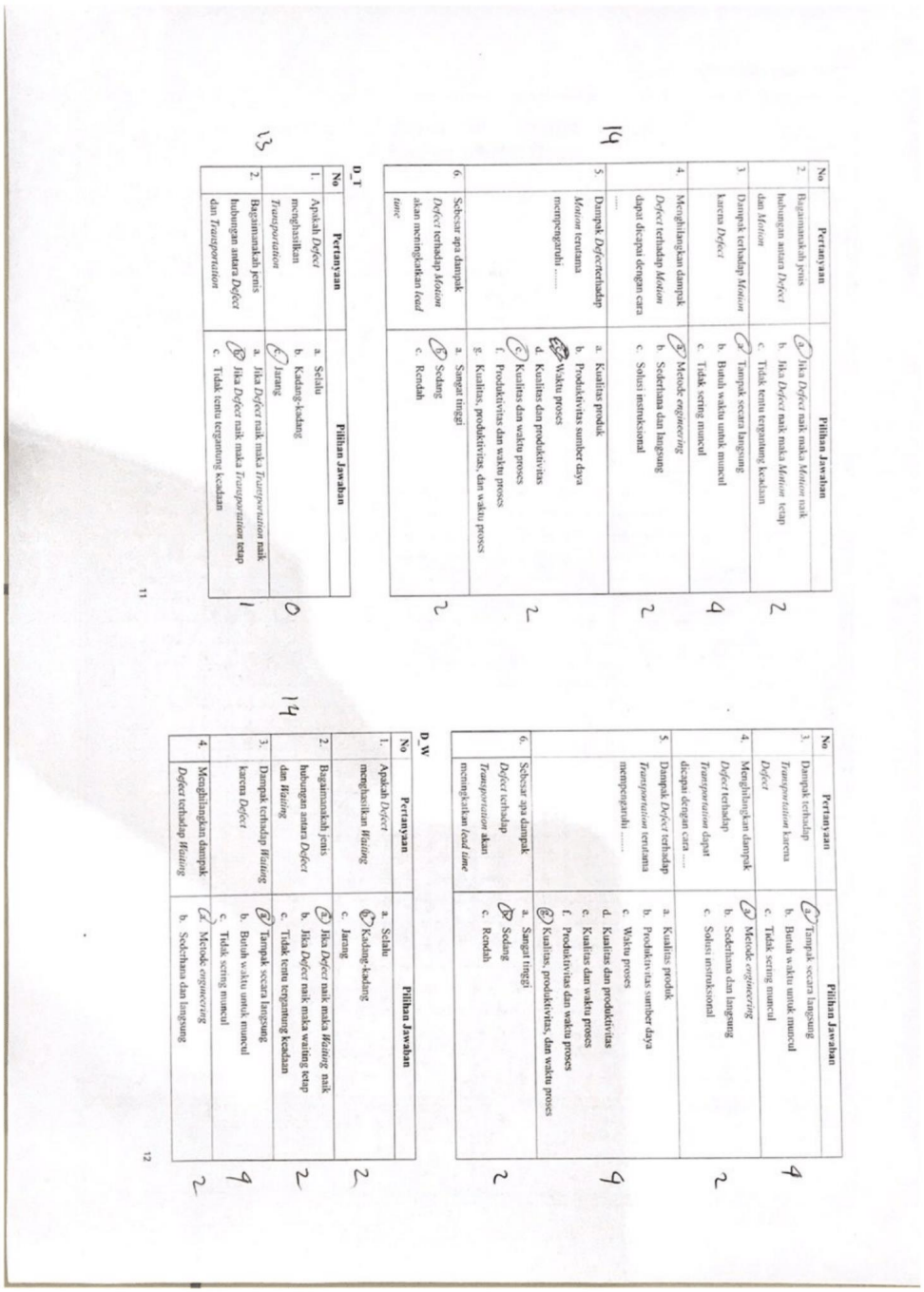
D_I

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah *Defect* menghasilkan *inventories*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Defect* dan *inventories*	a. Jika *Defect* naik maka *inventories* naik b. Jika *Defect* naik maka *inventories* tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan
3.	Dampak terhadap *inventories* karena *Defect*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak *Defect* terhadap *inventories* dapat dicapai dengan cara	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional
5.	Dampak *Defect* 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.	Sebesar apa dampak *Defect* terhadap *inventories* akan meningkatkan *load time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah

D_M

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah *Defect* menghasilkan *Motion*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang

A-Kuesioner *Waste Relationship Matrix*



No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Defect* dan *Motion*	a. Jika *Defect* naik maka *Motion* naik b. Jika *Defect* naik maka *Motion* tetap c. Tidak tentu tergantung kondisi
3.	Dampak terhadap *Motion* karena *Defect*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak *Defect* terhadap *Motion* dapat dicapai dengan cara	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi institusional
5.	Dampak *Defect*terhadap *Motion* 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 *Defect* terhadap *Motion* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
3.	Dampak terhadap *Transportation* karena *Defect*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak *Defect* terhadap *Transportation* dapat dicapai dengan cara	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi institusional
5.	Dampak *Defect* terhadap *Transportation* 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 *Defect* terhadap *Transportation* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah

D_T

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah *Defect* menghasilkan *Transportation*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Defect* dan *Transportation*	a. Jika *Defect* naik maka *Transportation* naik b. Jika *Defect* naik maka *Transportation* tetap c. Tidak tentu tergantung kondisi

D_W

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah *Defect* menghasilkan *Waiting*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Defect* dan *Waiting*	a. Jika *Defect* naik maka *Waiting* naik b. Jika *Defect* naik maka *waiting* tetap c. Tidak tentu tergantung kondisi
3.	Dampak terhadap *Waiting* karena *Defect*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak *Defect* terhadap *Waiting*	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung

A-Kuesioner *Waste Relationship Matrix*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
	dapat dicapai dengan cara	c. Solusi instruksional
5.	Dampak *Waiting* terhadap *Defect* terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktivitas (c) Kualitas dan waktu proses f. Produktivitas dan waktu proses g. Kualitas, produktivitas, dan waktu proses
6.	Sebesar apa dampak *Defect* terhadap *Waiting* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi (b) Sedang c. Rendah

2

2

M_I

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah *Motion* menghasilkan *inventories*	a. Selalu (b) Kadang-kadang c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Motion* dan *inventories*	d. Jika Motion naik maka *inventories* naik e. Jika Motion naik maka *inventories* tetap (f) Tidak tentu tergantung keadaan
3.	Dampak terhadap *inventories* karena *Motion*	a. Tampak secara langsung (b) Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Motion terhadap *inventories* dapat dicapai dengan cara	(a) Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional
5.	Dampak *Motion* terhadap *inventories* terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. Waktu proses

10

2

0

2

2

2

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
		d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan waktu proses (f) Produktivitas dan waktu proses g. Kualitas, produktivitas, dan waktu proses
6.	Sebesar apa dampak *Motion* terhadap *inventories* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi (b) Sedang c. Rendah

2

M_D

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah *Motion* menghasilkan *Defect*	a. Selalu (b) Kadang-kadang c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Motion* dan *Defect*	a. Jika Motion naik maka *Defect* naik b. Jika Motion naik maka *Defect* tetap (c) Tidak tentu tergantung keadaan
3.	Dampak terhadap *Defect* karena *Motion*	a. Tampak secara langsung (b) Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak *Motion* terhadap *Defect* dapat dicapai dengan cara	(a) Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional
5.	Dampak *Defect* terhadap *Motion* 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

10

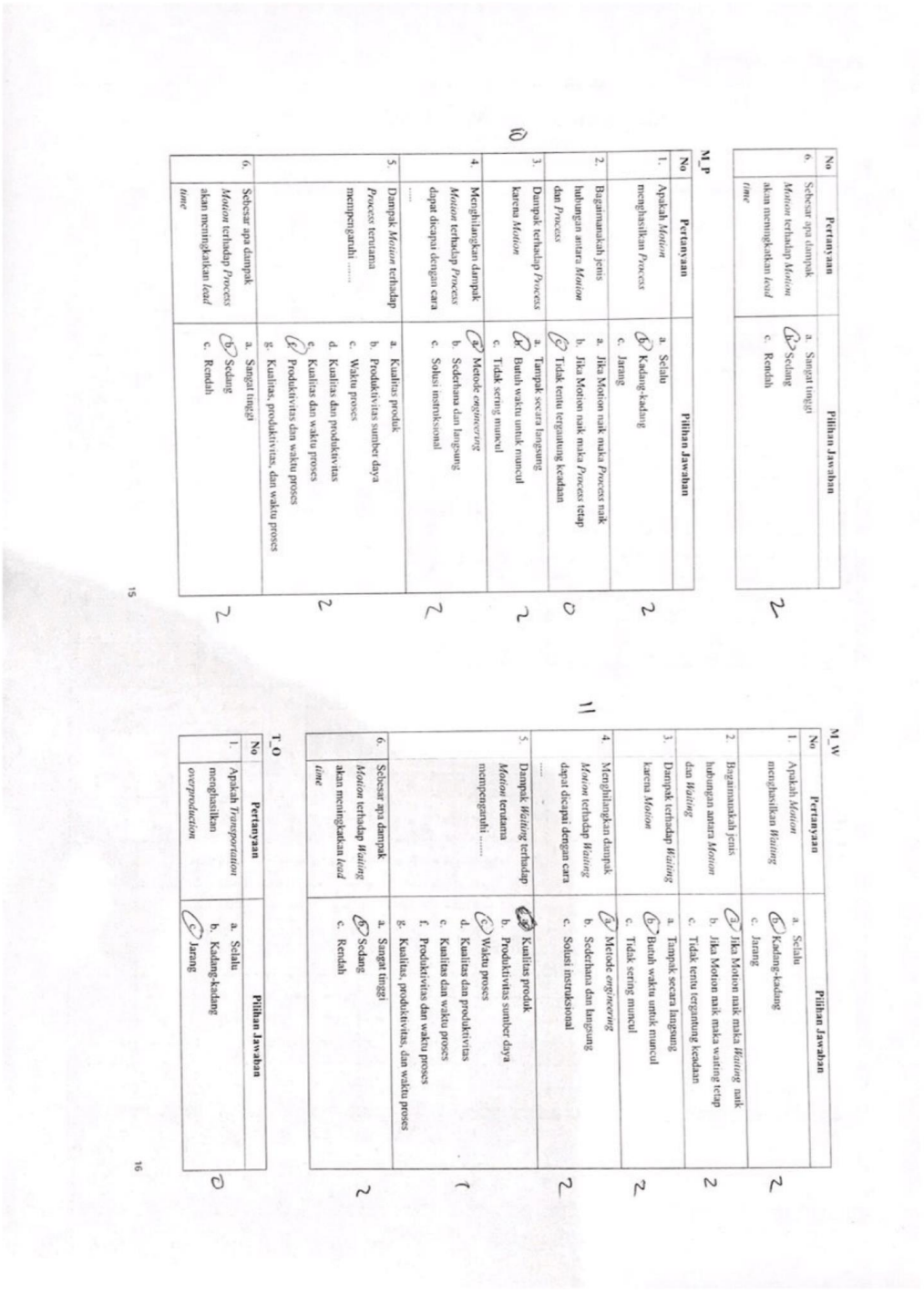
2

2

2

2

A-Kuesioner *Waste Relationship Matrix*



No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
6.	Sebesar apa dampak *Motion* terhadap *Motion* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

M_P

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah *Motion* menghasilkan *Process*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Motion* dan *Process*	a. Jika Motion naik maka *Process* naik b. Jika Motion naik maka *Process* tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap *Process* karena *Motion*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	2
4.	Menghilangkan dampak *Motion* terhadap *Process* dapat dicapai dengan cara	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	2
5.	Dampak *Motion* terhadap *Process* 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	2
6.	Sebesar apa dampak *Motion* terhadap *Process* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

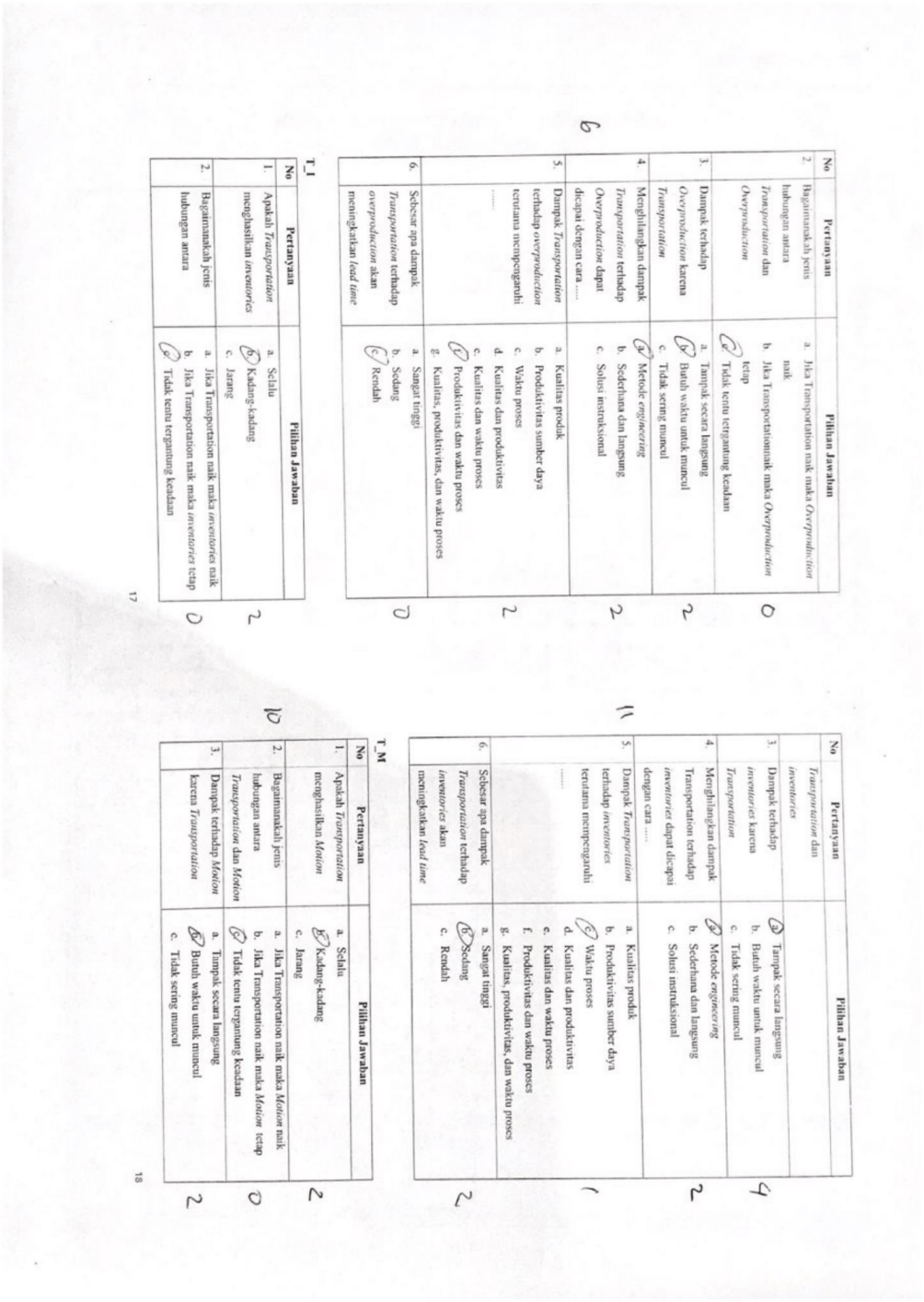
M_W

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah *Motion* menghasilkan *Waiting*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Motion* dan *Waiting*	a. Jika Motion naik maka *Waiting* naik b. Jika Motion naik maka waiting tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	2
3.	Dampak terhadap *Waiting* karena *Motion*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	2
4.	Menghilangkan dampak *Motion* terhadap *Waiting* dapat dicapai dengan cara	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	2
5.	Dampak *Waiting* terhadap *Motion* 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	1
6.	Sebesar apa dampak *Motion* terhadap *Waiting* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

T_O

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah *Transportation* menghasilkan *overproduction*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	0

A-Kuesioner *Waste Relationship Matrix*



No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Transportation* dan *Overproduction*	a. Jika Transportation naik maka *Overproduction* naik b. Jika Transportationnaik maka *Overproduction* tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap *Overproduction* karena *Transportation*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	2
4.	Menghilangkan dampak *Transportation* terhadap *Overproduction* dapat dicapai dengan cara.....	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	2
5.	Dampak *Transportation* terhadap *overproduction* 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	2
6.	Sebesar apa dampak *Transportation* terhadap *overproduction* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	0

17

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
	Transportation dan *inventories*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
3.	Dampak terhadap *inventories* karena *Transportation*	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	2
4.	Menghilangkan dampak Transportation terhadap *inventories* dapat dicapai dengan cara	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	1
5.	Dampak *Transportation* 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	11
6.	Sebesar apa dampak *Transportation* terhadap *inventories* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

18

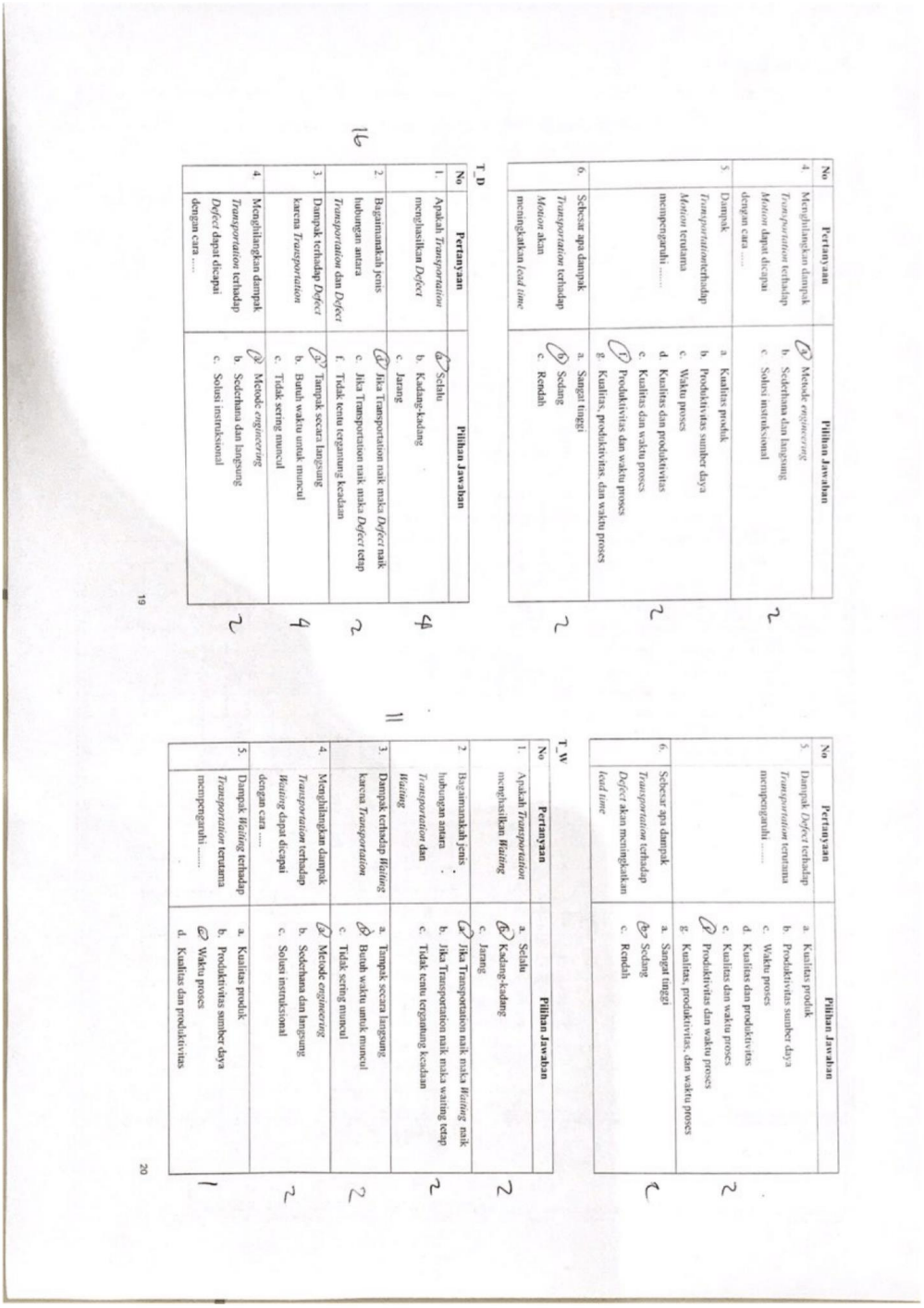
T_I

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah *Transportation* menghasilkan *inventories*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara	a. Jika Transportation naik maka *inventories* naik b. Jika Transportation naik maka *inventories* tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0

T_M

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah *Transportation* menghasilkan *Motion*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Transportation* dan *Motion*	a. Jika Transportation naik maka *Motion* naik b. Jika Transportation naik maka *Motion* tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap *Motion* karena *Transportation*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	2

A-Kuesioner *Waste Relationship Matrix*



No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
4.	Menghilangkan dampak *Transportation* terhadap *Motion* dapat dicapai dengan cara	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional
5.	Dampak *Transportation* terhadap *Motion* terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan waktu proses f. Kualitas, produktivitas, dan waktu proses g. Kualitas, produktivitas dan waktu proses
6.	Sebesar apa dampak *Transportation* terhadap *Motion* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah

T_D

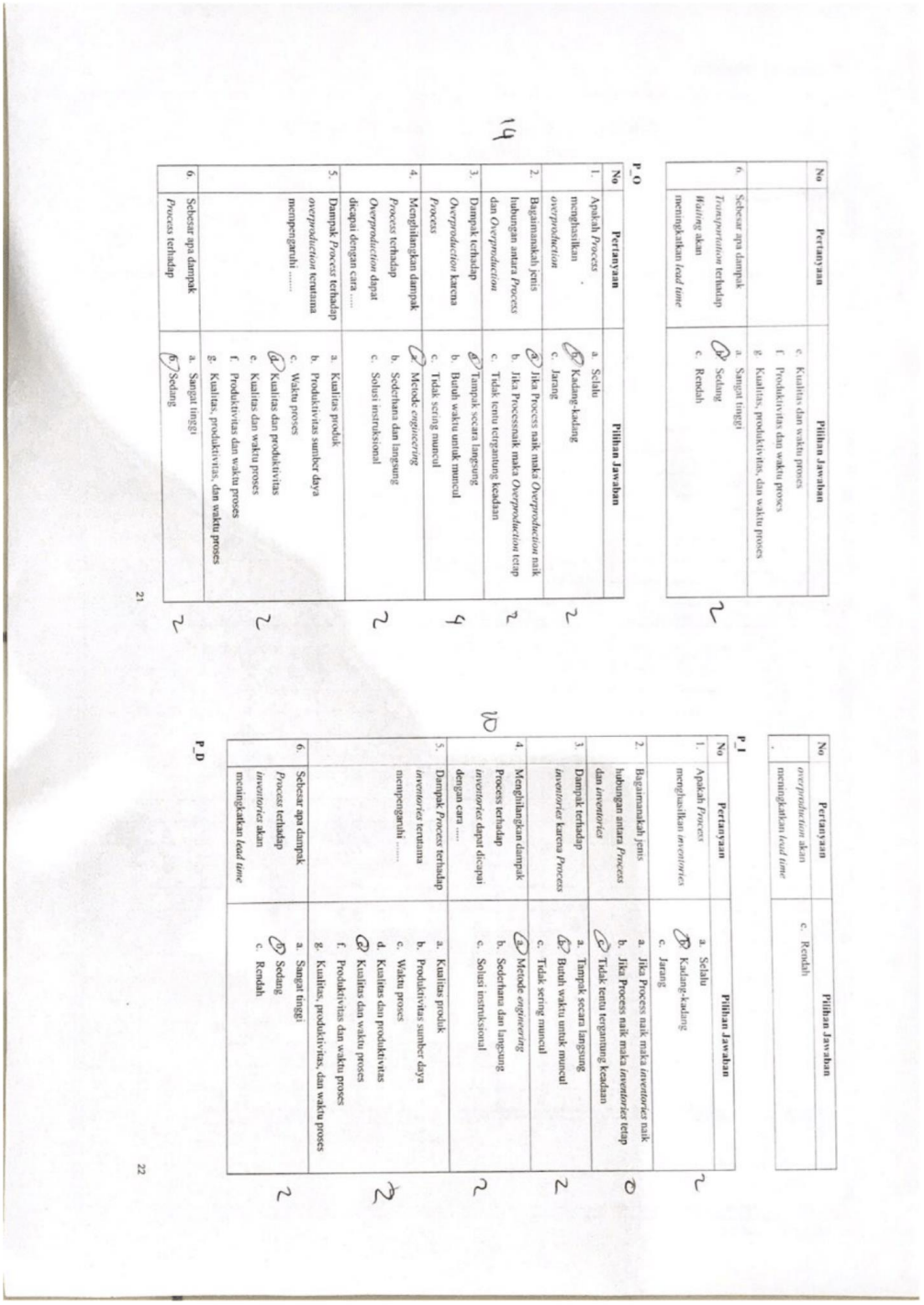
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah *Transportation* menghasilkan *Defect*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Transportation* dan *Defect*	a. Jika Transportation naik maka *Defect* naik b. Jika Transportation naik maka *Defect* tetap c. Jika Transportation naik maka *Defect* turun
3.	Dampak terhadap *Defect* karena *Transportation*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak *Transportation* terhadap *Defect* dapat dicapai dengan cara	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
5.	Dampak *Defect* terhadap *Transportation* 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 *Transportation* terhadap *Defect* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah

T_W

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah *Transportation* menghasilkan *Waiting*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Transportation* dan *Waiting*	a. Jika Transportation naik maka *Waiting* naik b. Jika Transportation naik maka waiting tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan
3.	Dampak terhadap *Waiting* karena *Transportation*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak *Transportation* terhadap *Waiting* dapat dicapai dengan cara	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional
5.	Dampak *Waiting* terhadap *Transportation* terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktivitas

A-Kuesioner *Waste Relationship Matrix*



No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
		c. Kualitas dan waktu proses
		f. Produktivitas dan waktu proses
		g. Kualitas, produktivitas, dan waktu proses
6.	Sebesar apa dampak *Transportation* terhadap *Waiting* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah

P_O

No	Pertanyan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah *Process* menghasilkan *overproduction*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Process* dan *Overproduction*	a. Jika Process naik maka *Overproduction* naik b. Jika Processnaik maka *Overproduction* tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan
3.	Dampak terhadap *Overproduction* karena *Process*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak *Process* terhadap *Overproduction* dapat dicapai dengan cara	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional
5.	Dampak *Process* terhadap *overproduction* 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 *Process* terhadap	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah

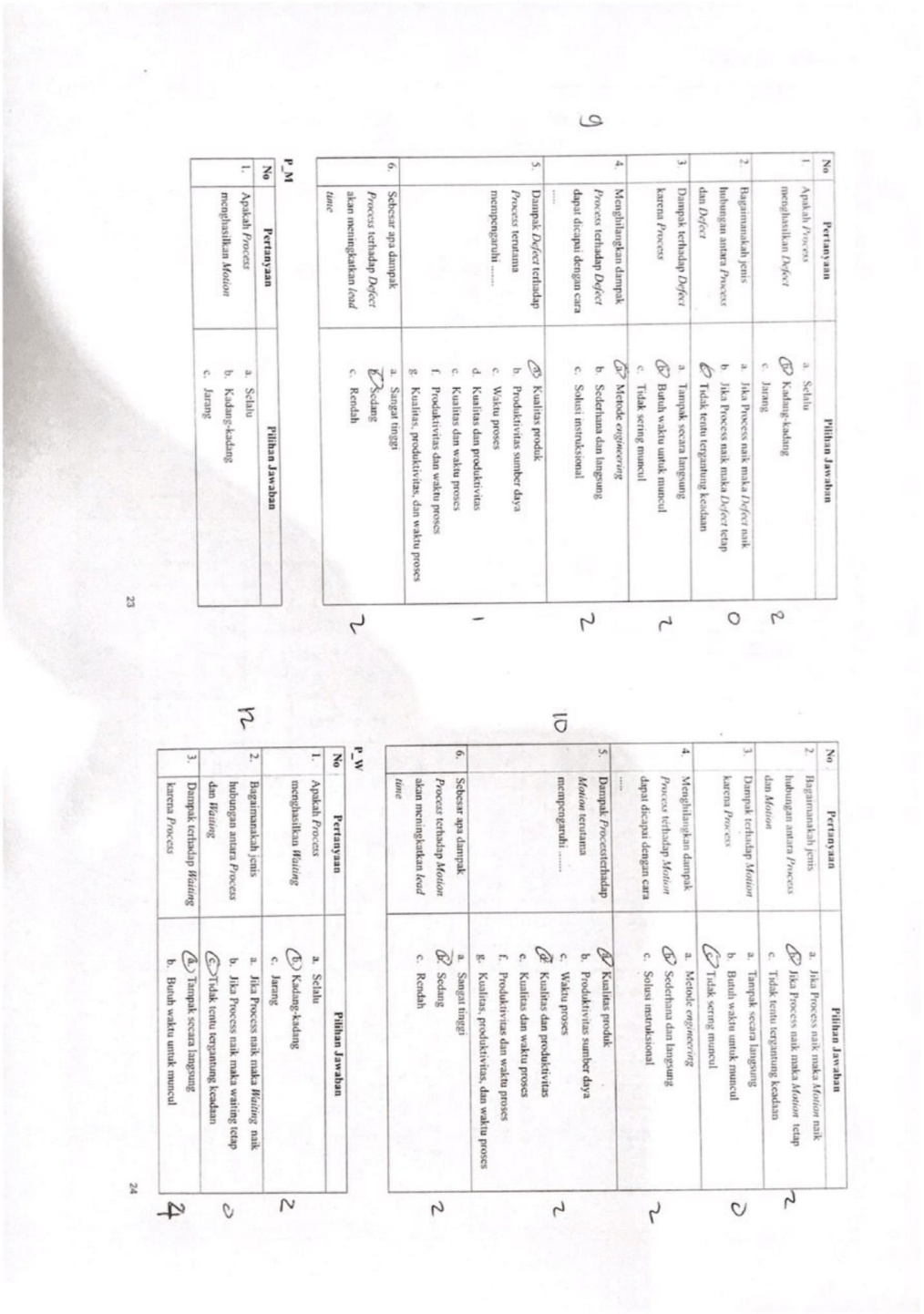
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
	overproduction akan meningkatkan *lead time*	c. Rendah

P_I

No	Pertanyan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah *Process* menghasilkan *inventories*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Process* dan *inventories*	a. Jika Process naik maka *inventories* naik b. Jika Process naik maka *inventories* tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan
3.	Dampak terhadap *inventories* karena *Process*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak Process terhadap *inventories* dapat dicapai dengan cara	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional
5.	Dampak *Process* 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.	Sebesar apa dampak *Process* terhadap *inventories* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah

P_D

A-Kuesioner *Waste Relationship Matrix*



No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah *Process* menghasilkan *Defect*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Process* dan *Defect*	a. Jika Process naik maka *Defect* naik b. Jika Process naik maka *Defect* tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap *Defect* karena *Process*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	2
4.	Menghilangkan dampak *Process* terhadap *Defect* dapat dicapai dengan cara	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	2
5.	Dampak *Defect* terhadap *Process* 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	1
6.	Sebesar apa dampak *Process* terhadap *Defect* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

P_M

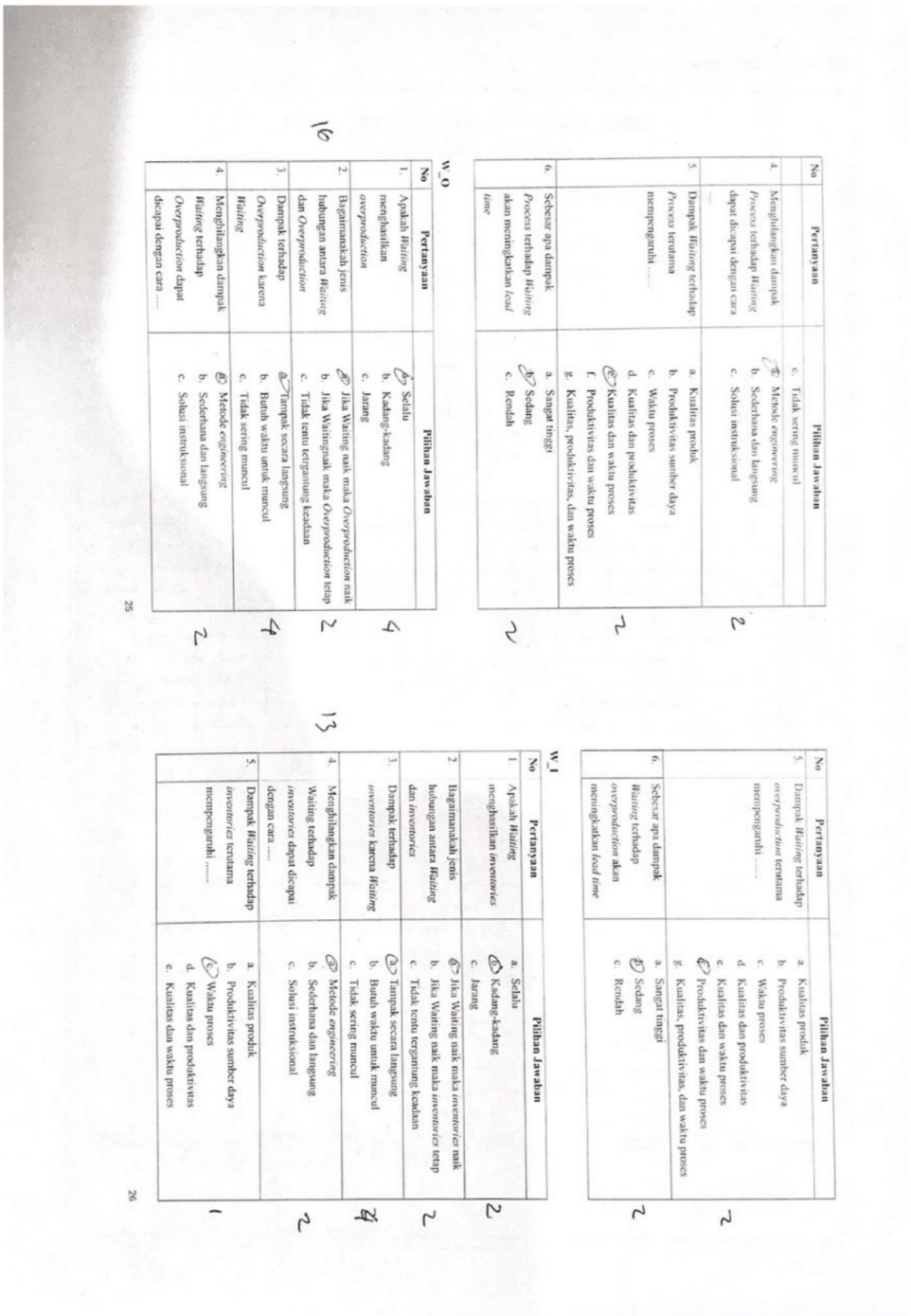
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah *Process* menghasilkan *Motion*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Process* dan *Motion*	a. Jika Process naik maka *Motion* naik b. Jika Process naik maka *Motion* tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	2
3.	Dampak terhadap *Motion* karena *Process*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	2
4.	Menghilangkan dampak *Process* terhadap *Motion* dapat dicapai dengan cara	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	2
5.	Dampak *Process*terhadap *Motion* 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	2
6.	Sebesar apa dampak *Process* terhadap *Motion* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

P_W

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah *Process* menghasilkan *Waiting*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Process* dan *Waiting*	a. Jika Process naik maka *Waiting* naik b. Jika Process naik maka waiting tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3.	Dampak terhadap *Waiting* karena *Process*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul	4

A-Kuesioner *Waste Relationship Matrix*



No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
		c. Tidak sering muncul	
4.	Menghilangkan dampak *Process* terhadap *Waiting* dapat dicapai dengan cara	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	2
5.	Dampak *Waiting* terhadap *Process* 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	7
6.	Sebesar apa dampak *Process* terhadap *Waiting* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

W_O

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah *Waiting* menghasilkan *overproduction*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	4
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Waiting* dan *Overproduction*	a. Jika Waiting naik maka *Overproduction* naik b. Jika Waitingnaik maka *Overproduction* tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	2
3.	Dampak terhadap *Overproduction* karena *Waiting*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak *Waiting* terhadap *Overproduction* dapat dicapai dengan cara	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	2

25

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
5.	Dampak *Waiting* terhadap *overproduction* 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	7
6.	Sebesar apa dampak *Waiting* terhadap *overproduction* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	2

W_I

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
1.	Apakah *Waiting* menghasilkan *inventories*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	2
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Waiting* dan *inventories*	a. Jika Waiting naik maka *inventories* naik b. Jika Waiting naik maka *inventories* tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	2
3.	Dampak terhadap *inventories* karena *Waiting*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4
4.	Menghilangkan dampak Waiting terhadap *inventories* dapat dicapai dengan cara	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	2
5.	Dampak *Waiting* terhadap *inventories* terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. Waktu proses d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan waktu proses	1

26

A-Kuesioner *Waste Relationship Matrix*

A-14

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
		f. Produktivitas dan waktu proses g. Kualitas, produktivitas, dan waktu proses
6.	Sebesar apa dampak *Waiting* terhadap *inventories* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah

W_D

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah *Waiting* menghasilkan *Defect*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang
2.	Bagaimanakah jenis hubungan antara *Waiting* dan *Defect*	a. Jika Waiting naik maka *Motion* naik b. Jika Waiting naik maka *Motion* tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan
3.	Dampak terhadap *Defect* karena *Waiting*	a. Tampak secara langsung b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul
4.	Menghilangkan dampak *Waiting* terhadap *Defect* dapat dicapai dengan cara	a. Metode *engineering* b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional
5.	Dampak *Waiting* terhadap *Defect* 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 *Waiting* terhadap *Defect* akan meningkatkan *lead time*	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah

B- Kuesioner *Waste Assessment Questionnaire*

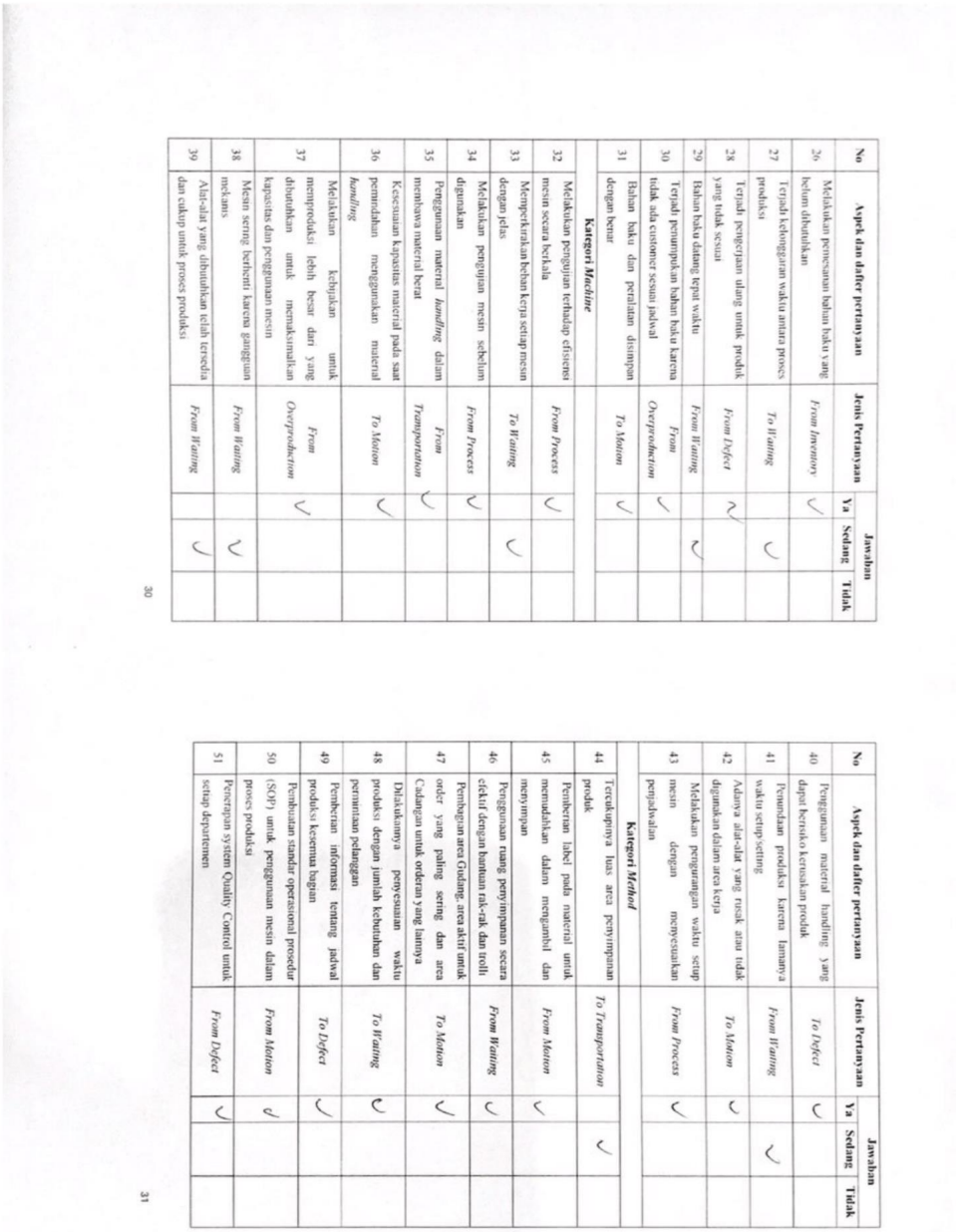
KUISIONER WAQ (WASTE ASSASMENT QUESTIONNAIRE) TERHADAP SECTION KEYBOARD ASSY UP

Instruksi pengisian terdapat 68 butir pertanyaan pada 1 tabel kuesioner WAQ. Isilah jawaban dari pertanyaan pada tabel dibawah ini dengan memberi tanda centang (√) pilihan jawaban yang ada sesuai dengan yang terjadi di section Keyboard Assy UP

No	Aspek dan dafter pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Jawaban		
			Ya	Sedang	Tidak
	Kategori *Man*				
1	Sering dilakukan *rolling* pekerjaan	*To Motion*	√		
2	Manager menetapkan standar operational prosedur (SOP)	*From Motion*	√		
3	Dilakukannya pengawasan kualitas pekerjaan	*From Defect*	√		
4	Dilakukannya kegiatan dalam meningkatkan semangat kerja	*From Motion*		√	
5	Dilakukannya program pelatihan untuk karyawan	*From Motion*	√		
6	Memiliki rasa tanggung jawab terhadap pekerjaan	*From Defect*	√		
7	Menggunakan APD pada saat bekerja	*From Process*		√	
	Kategori *Material*				
8	Penerapan *lead time* untuk penjadwalan produksi	*To Waiting*	√		
9	Melakukan pengecekan bahan baku sebelum memulai produksi	*From Waiting*	√		
10	Bahan baku diambil dalam sekali proses pengambilan	*From Transportation*		√	
11	Pihak management memberikan laporan mengenai aktivitas penyimpanan barang digudang	*From Inventory*		√	

No	Aspek dan dafter pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Jawaban		
			Ya	Sedang	Tidak
12	Melakukan pemberitahuan jika terdapat perubahan *inventory*	*From Inventory*	√		
13	Terdapat akumulasi material yang berlebihan	*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	Dilakukannya pencampuran material dengan produk jadi	*From Transportation*		√	
19	Dilakukannya bongkar muat material atau bahan baku secara manual	*To Motion*	√		
20	Dilakukannya bongkar muat material atau bahan baku secara manual	*From Waiting*	√		
21	Digunakannya wadah sebelum proses pengemasan untuk mempermudah proses perhitungan dan perpindahan barang	*From Motion*	√		
22	Pemindahan bahan baku terjadi berulang kali	*From Transportation*		√	
23	Melakukan pengecekan ulang 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*	√		

B- Kuesioner *Waste Assessment Questionnaire*



No	Aspek dan daftar pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Jawaban		
			Ya	Sedang	Tidak
26	Melakukan pemesanan bahan baku yang belum dibutuhkan	*From Inventory*	✓		
27	Terjadi keterlambatan 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 efisiensi mesin secara berkala	*From Process*	✓		
33	Mempekerjakan beban kerja setiap mesin dengan jelas	*To Waiting*		✓	
34	Melakukan penguasa mesin sebelum digunakan	*From Process*	✓		
35	Penggunaan material *handling* dalam memindahkan 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 kapasitas dan penggunaan mesin	*From Overproduction*	✓		
38	Mesin sering berhenti karena gangguan mekanis	*From Waiting*		✓	
39	Alat-alat yang dibutuhkan telah tersedia dan cukup untuk proses produksi	*From Waiting*		✓	

No	Aspek dan daftar pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Jawaban		
			Ya	Sedang	Tidak
40	Penggunaan material handling yang dapat berisiko kerusakan produk	*To Defect*	✓		
41	Penundaan produksi karena lamanya waktu setup/setting	*From Waiting*		✓	
42	Adanya alat-alat yang rusak atau tidak digunakan dalam area kerja	*To Motion*	✓		
43	Melakukan penggarangan waktu setup mesin dengan mempertimbangkan penjadwalan	*From Process*	✓		
	Kategori *Method*				
44	Terciptanya luas 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 troli	*From Waiting*	✓		
47	Pembagian area Gudang: area aktif untuk order yang paling sering dan area Cadangan untuk order yang lamnya	*To Motion*	✓		
48	Dilakukannya penyesuaian waktu produksi dengan jumlah kebutuhan dan permintaan pelanggan	*To Waiting*	✓		
49	Pemberian informasi tentang jadwal produksi kesemua bagian	*To Defect*	✓		
50	Pembuatan standar operasional prosedur (SOP) untuk penggunaan mesin dalam proses produksi	*From Motion*	✓		
51	Penerapan system Quality Control untuk setiap departemen	*From Defect*	✓		

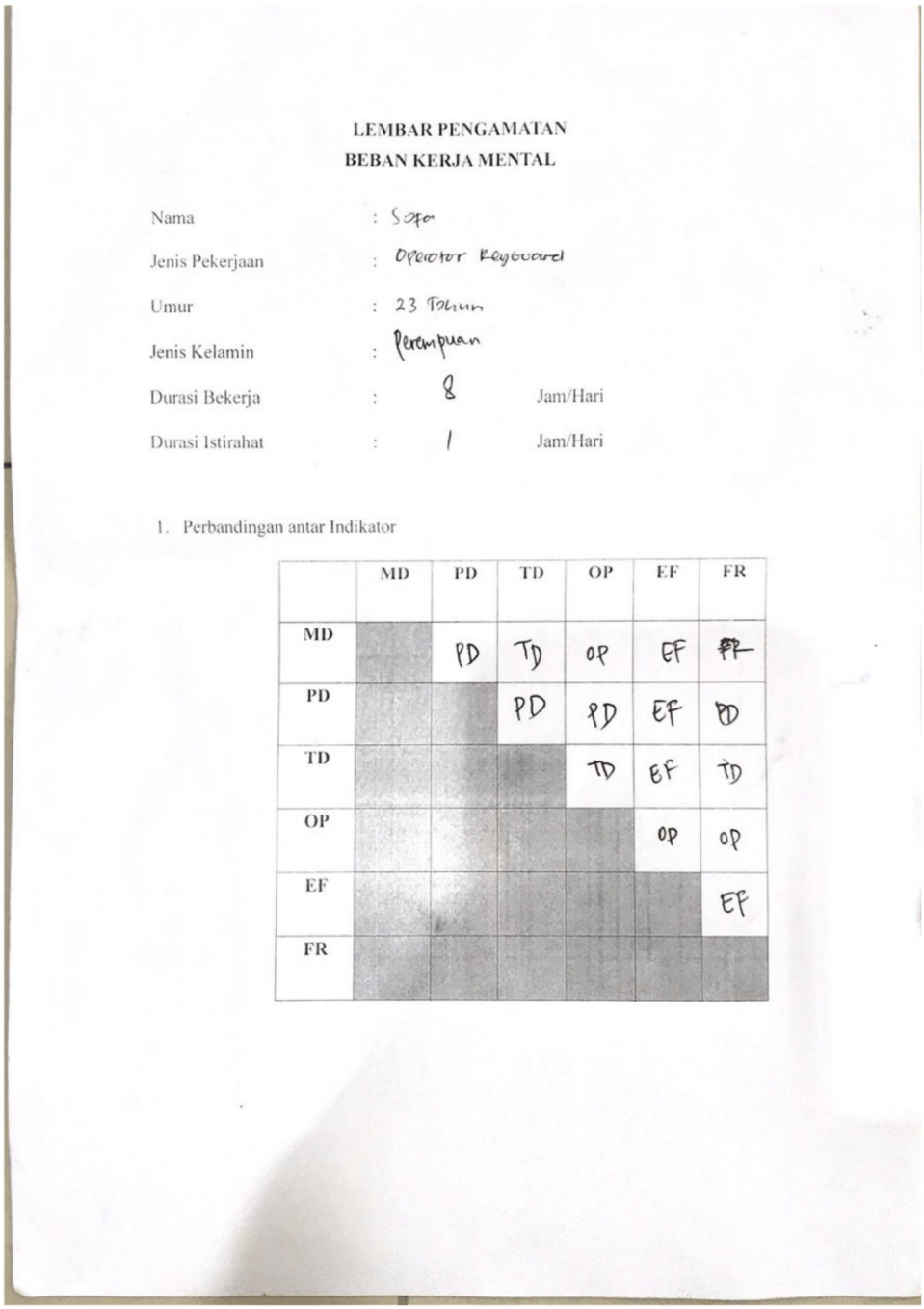
B- Kuesioner *Waste Assessment Questionnaire*

B-3

No	Aspek dan dafter pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Jawaban		
			Ya	Sedang	Tidak
52	Penerapan waktu standar untuk setiap operasi atau pekerjaan	*From Motion*	✓		
53	Pemberian informasi 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	Menggunakan arsip inventory untuk menentukan pembelian bahan baku dan menjadwalkan produksi	*From Inventory*		✓	
58	Gang-gang selalu dibersihkan dan dirapikan dengan baik	*To Transportation*		✓	
59	Pemberian label pada area penyimpanan tertentu	*To Motion*	✓		
60	Luas gang yang cukup untuk pergerakan transportasi dengan bebas	*To Transportation*		✓	
61	Penyimpanan material yang tidak 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	Manajement menangani desain, resep, dan standardisasi waktu pengerjaan	*From Motion*	✓		
65	Penetapan tujuan standar kerja yang lebih spesifik	*From Motion*		✓	
66	Mempertimbangkan ketidakseimbangan kerja	*From Overproduction*	✓		

No	Aspek dan dafter pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Jawaban		
			Ya	Sedang	Tidak
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 keteknikan	*From Defect*	✓		

C- Kuesioner NASA-TLX



LEMBAR PENGAMATAN
BEBAN KERJA MENTAL

Nama : Sofa
Jenis Pekerjaan : Operator Keyboard
Umur : 23 Tahun
Jenis Kelamin : Perempuan
Durasi Bekerja : 8 Jam/Hari
Durasi Istirahat : 1 Jam/Hari

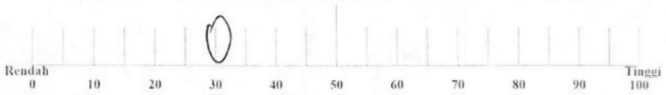
1. Perbandingan antar Indikator

	MD	PD	TD	OP	EF	FR
MD		PD	TD	OP	EF	~~FF~~
PD			PD	PD	EF	PD
TD				TD	EF	TD
OP					OP	OP
EF						EF
FR						

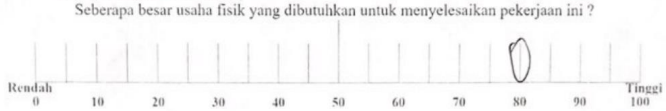
C- Kuesioner NASA-TLX

2. Rating Indikator

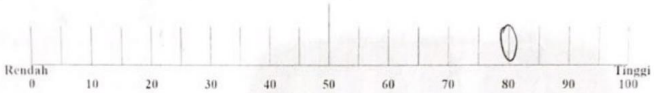
1. *Mental Demands* (MD)
Seberapa besar usaha mental yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan ini ?



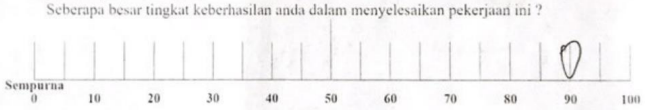
2. *Physical Demands* (PD)
Seberapa besar usaha fisik yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan ini ?



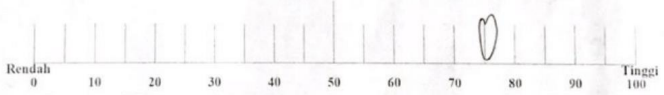
3. *Temporal Demands* (TD)
Seberapa besar tekanan yang dirasakan berkaitan dengan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan ini ?



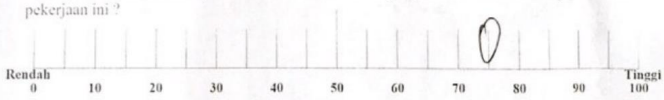
4. *Own Performance* (OP)
Seberapa besar tingkat keberhasilan anda dalam menyelesaikan pekerjaan ini ?



5. *Effort* (EF)
Seberapa keras kerja yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat performansi pekerja?



6. *Frustation* (FR)
Seberapa besar kecemasan, perasaan tertekan, dan stress yang dirasakan untuk menyelesaikan pekerjaan ini ?



C- Kuesioner NASA-TLX

LEMBAR PENGAMATAN TUTORIAL

BEBAN KERJA MENTAL

Nama : Ardiansah

Jenis Pekerjaan : Operator Keyboard

Umur : 32 Tahun

Jenis Kelamin : Laki - laki

Durasi Bekerja : 8 Jam/Hari

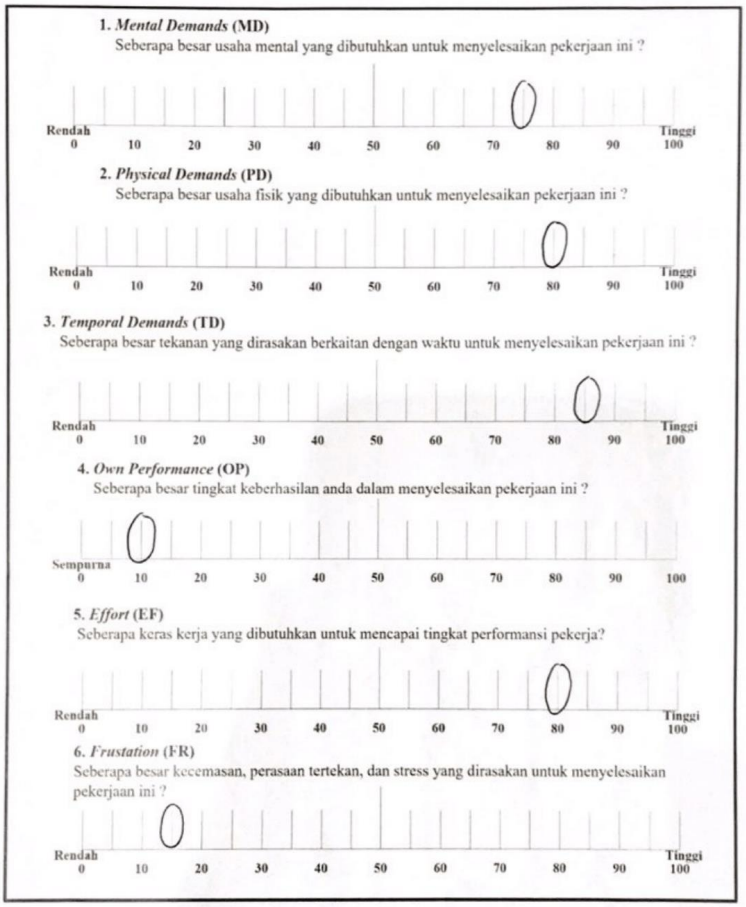
Durasi Istirahat : 1 Jam/Hari

1. Perbandingan antar Indikator

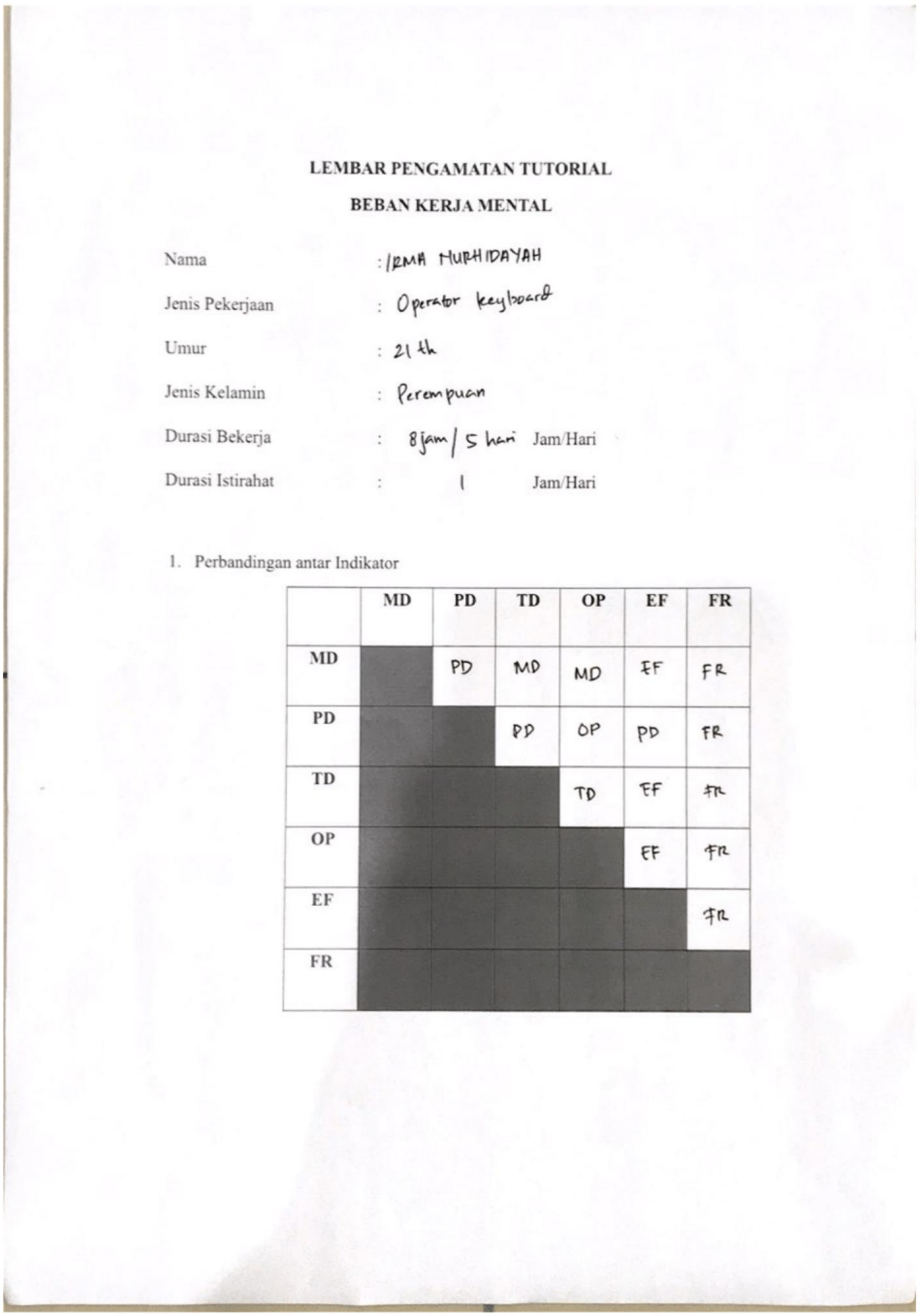
	MD	PD	TD	OP	EF	FR
MD		PD	TD	OP	EF	MD
PD			PD	OP	PD	PD
TD				OP	EF	TD
OP					EF	OP
EF						EF
FR						

C- Kuesioner NASA-TLX

2. Rating Indikator



C- Kuesioner NASA-TLX



LEMBAR PENGAMATAN TUTORIAL

BEBAN KERJA MENTAL

Nama : IRMA MURHIDAYAH

Jenis Pekerjaan : Operator keyboard

Umur : 21 th

Jenis Kelamin : Perempuan

Durasi Bekerja : 8 jam / 5 hari Jam/Hari

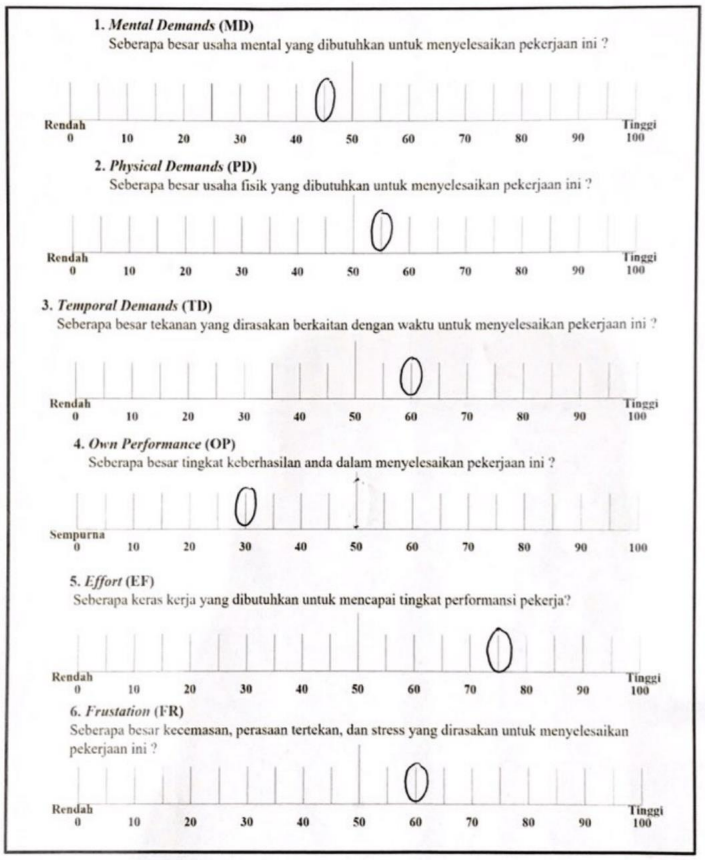
Durasi Istirahat : 1 Jam/Hari

1. Perbandingan antar Indikator

	MD	PD	TD	OP	EF	FR
MD		PD	MD	MD	EF	FR
PD			PD	OP	PD	FR
TD				TD	EF	FR
OP					EF	FR
EF						FR
FR						

C- Kuesioner NASA-TLX

2. Rating Indikator



1. ***Mental Demands*** **(MD)**
Seberapa besar usaha mental yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan ini ?

Rendah 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 Tinggi 100

2. ***Physical Demands*** **(PD)**
Seberapa besar usaha fisik yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan ini ?

Rendah 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 Tinggi 100

3. ***Temporal Demands*** **(TD)**
Seberapa besar tekanan yang dirasakan berkaitan dengan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan ini ?

Rendah 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 Tinggi 100

4. ***Own Performance*** **(OP)**
Seberapa besar tingkat keberhasilan anda dalam menyelesaikan pekerjaan ini ?

Sempurna 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

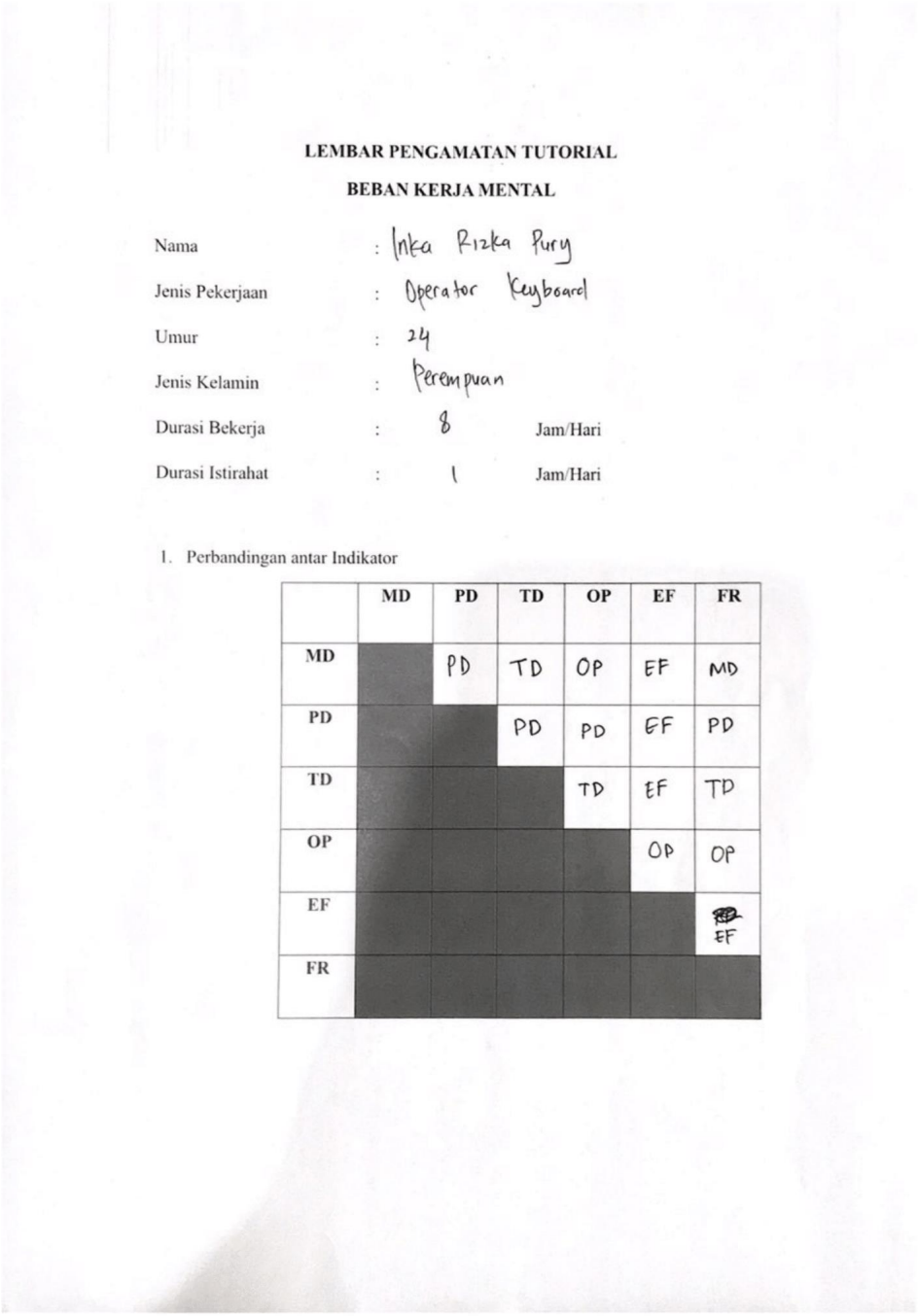
5. ***Effort*** **(EF)**
Seberapa keras kerja yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat performansi pekerja?

Rendah 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 Tinggi 100

6. ***Frustation*** **(FR)**
Seberapa besar kecemasan, perasaan tertekan, dan stress yang dirasakan untuk menyelesaikan pekerjaan ini ?

Rendah 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 Tinggi 100

C- Kuesioner NASA-TLX



LEMBAR PENGAMATAN TUTORIAL

BEBAN KERJA MENTAL

Nama : Inka Rizka Pury

Jenis Pekerjaan : Operator Keyboard

Umur : 24

Jenis Kelamin : Perempuan

Durasi Bekerja : 8 Jam/Hari

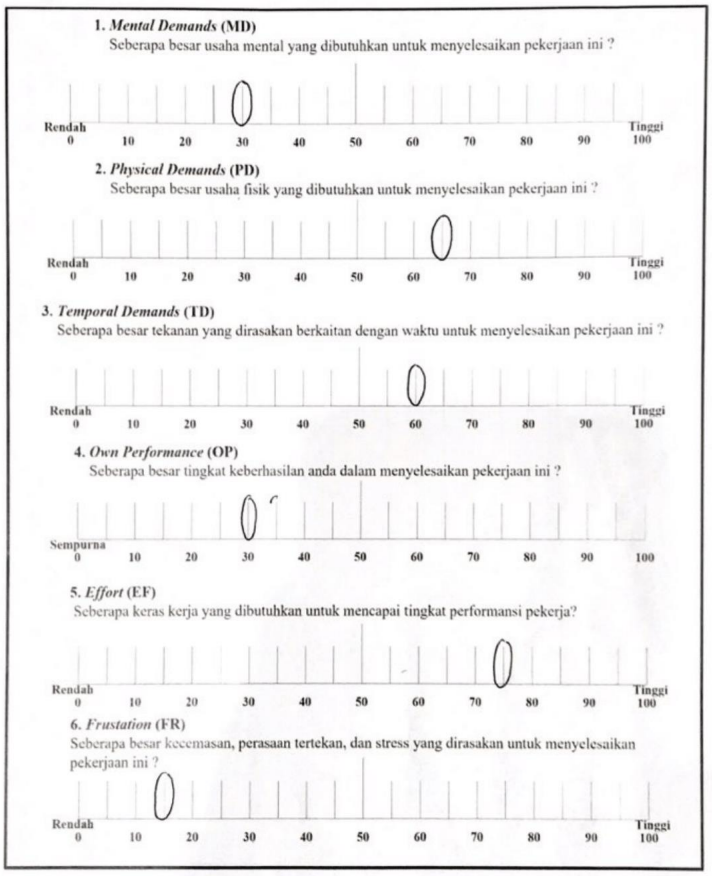
Durasi Istirahat : 1 Jam/Hari

1. Perbandingan antar Indikator

	MD	PD	TD	OP	EF	FR
MD		PD	TD	OP	EF	MD
PD			PD	PD	EF	PD
TD				TD	EF	TD
OP					OP	OP
EF						EF
FR						

C- Kuesioner NASA-TLX

2. Rating Indikator



1. ***Mental Demands*** **(MD)**
Seberapa besar usaha mental yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan ini ?

Rendah 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 Tinggi 100

2. ***Physical Demands*** **(PD)**
Seberapa besar usaha fisik yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan ini ?

Rendah 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 Tinggi 100

3. ***Temporal Demands*** **(TD)**
Seberapa besar tekanan yang dirasakan berkaitan dengan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan ini ?

Rendah 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 Tinggi 100

4. ***Own Performance*** **(OP)**
Seberapa besar tingkat keberhasilan anda dalam menyelesaikan pekerjaan ini ?

Sempurna 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

5. ***Effort*** **(EF)**
Seberapa keras kerja yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat performansi pekerja?

Rendah 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 Tinggi 100

6. ***Frustation*** **(FR)**
Seberapa besar kecemasan, perasaan tertekan, dan stress yang dirasakan untuk menyelesaikan pekerjaan ini ?

Rendah 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 Tinggi 100

C- Kuesioner NASA-TLX

LEMBAR PENGAMATAN TUTORIAL

BEBAN KERJA MENTAL

Nama : LELI UMIATI

Jenis Pekerjaan : OPERATOR KEYBOARD

Umur : 42 th

Jenis Kelamin : PEREMPUAN

Durasi Bekerja : 8 Jam/Hari

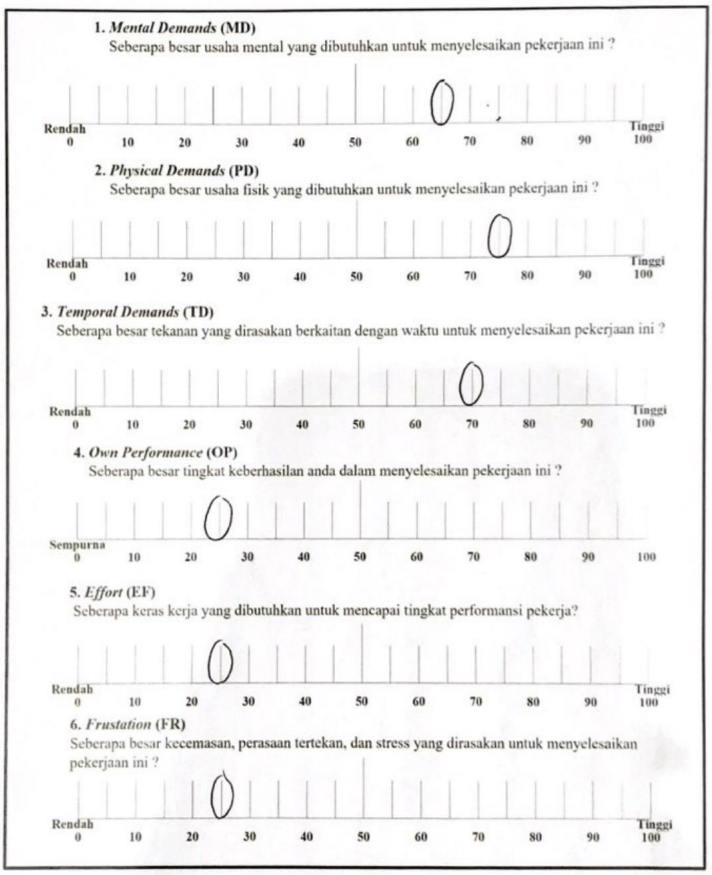
Durasi Istirahat : 1 Jam/Hari

1. Perbandingan antar Indikator

	MD	PD	TD	OP	EF	FR
MD		PD	TD	OP	EF	MD
PD			PD	OP	PD	PD
TD				OP	EF	TD
OP					OP	OP
EF						EF
FR						

C- Kuesioner NASA-TLX

2. Rating Indikator



1. *Mental Demands* (MD)
Seberapa besar usaha mental yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan ini ?

Rendah 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 Tinggi 100

2. *Physical Demands* (PD)
Seberapa besar usaha fisik yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan ini ?

Rendah 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 Tinggi 100

3. *Temporal Demands* (TD)
Seberapa besar tekanan yang dirasakan berkaitan dengan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan ini ?

Rendah 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 Tinggi 100

4. *Own Performance* (OP)
Seberapa besar tingkat keberhasilan anda dalam menyelesaikan pekerjaan ini ?

Sempurna 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

5. *Effort* (EF)
Seberapa keras kerja yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat performansi pekerja?

Rendah 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 Tinggi 100

6. *Frustation* (FR)
Seberapa besar kecemasan, perasaan tertekan, dan stress yang dirasakan untuk menyelesaikan pekerjaan ini ?

Rendah 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 Tinggi 100