

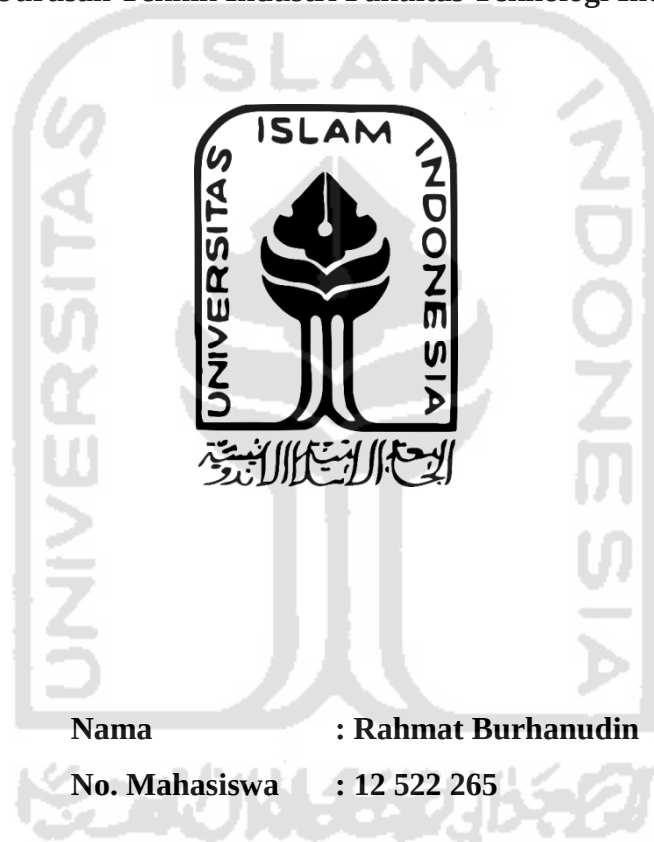
PERANCANGAN *LEAN PRODUCTION* DENGAN PENDEKATAN *VALUE STREAM MAPPING* DAN ERGONOMI GUNA ELIMINASI WASTE PADA PROSES *BUFFING PANEL UPRIGHT*

Studi Kasus PT. Yamaha Indonesia

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1

Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri



Nama : Rahmat Burhanudin

No. Mahasiswa : 12 522 265

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2017**

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil karya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 1 Maret 2017



Rahmat Burhanudin
12522265

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PERANCANGAN *LEAN PRODUCTION* DENGAN PENDEKATAN *VALUE STREAM MAPPING* DAN ERGONOMI GUNA ELIMINASI WASTE PADA PROSES BUFFING PANEL UPRIGHT

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1

Jurusan Teknik Industri – Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Disusun Oleh :

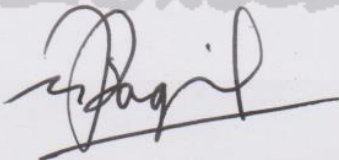
Rahmat Burhanudin

NIM. 12 522 265

Jakarta, 1 Maret 2017

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Muhammad Ragil Suryoputro, S.T., M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**PERANCANGAN *LEAN PRODUCTION* DENGAN PENDEKATAN *VALUE STREAM MAPPING* DAN ERGONOMI GUNA ELIMINASI *WASTE* PADA
PROSES *BUFFING PANEL UPRIGHT***

Studi Kasus PT. Yamaha Indonesia

TUGAS AKHIR

Oleh

Nama : Rahmat Burhanudin

No. Mahasiswa : 12 522 265

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

Jakarta, 1 Maret 2017

Tim Penguji

Muhammad Ragil Suryoputro, S.T., M.Sc.

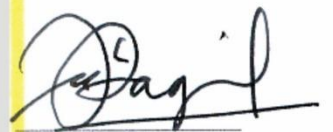
Ketua

Amarria Dila Sari, S.T., M.Sc.

Anggota I

Sutoyo

Anggota II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Universitas Islam Indonesia




Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng

HALAMAN PERSEMBAHAN

Saya persembahkan karya tulis ini untuk kedua orang tua saya yang senantiasa mendoakan dan mendukung saya, terimakasih atas segala dukungan yang telah diberikan. Untuk kedua kakak dan keluarga besar, terimakasih atas segala motivasi dan inspirasi yang diberikan. Untuk teman-teman teknik industri angkatan 2012 dan lab DSKE, terimakasih atas segala bantuan dan pengalaman yang diberikan selama masa kuliah. Serta untuk dosen-dosen teknik industri, terimakasih atas segala ilmu dan pengalaman yang telah diberikan.



MOTTO

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”.

(QS. Al Insyirah: 5-8)

“Janganlah seseorang mencari ilmu dengan sikap sombong dan membanggakan diri, maka dia akan merugi. Tetapi barangsiapa yang mencari ilmu dengan kerendahan hati dan dengan menghormati Ulama (Guru), maka ia akan beruntung”

-Imam Syafi'i-

“Kebenaran kita berkemungkinan salah, kesalahan orang lain berkemungkinan benar. Hanya kebenaran Allah SWT yang benar-benar benar”

-Gus Mus-

SURAT KETERANGAN 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. : 062 /YI/ PKL /III/2017

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

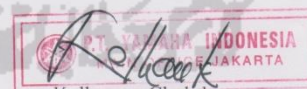
Nama	: RAHMAT BURHANUDIN
Nomor Induk Mahasiswa	: 12522265
Jurusan	: TEHNIK INDUSTRI
Fakultas	: TEKNOLOGI INDUSTRI
Alamat	: UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA -YOGYAKARTA

Telah melakukan program Internship melalui penelitian dan pengamatan dalam penyusunan Tugas Akhir dengan Judul "*Perancangan Lean Production dengan Pendekatan Value Stream Mapping dan Ergonomi Guna Eliminasi Waste pada proses Buffing Panel Upright*". Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 05 September 2016 sampai dengan Tanggal 03 Maret 2017. Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 03 Maret 2017

HRD Department
PT. YAMAHA INDONESIA



Kaikausar Chafid
Manager

CC: - Arsip

KATA PENGANTAR



Assalmulaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirabbil'alamiin, Puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan kegiatan kerja praktek dengan lancar. Shalawat serta salam marilah kita haturkan kepada Nabi Muhammaad SAW. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan laporan kerja praktek ini tidak akan berjalan dengan lancar. Akhirnya dengan segala kerendahan hati izinkalah kami untuk menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah berjasa memberikan motivasi dalam rangka menyelesaikan laporan ini. Untuk ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Drs Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Yuli Agusti Rochman, ST., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Muhammad Ragil Suryoputro, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bantuan dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir.
4. Bapak Faizin dan Bapak Andi selaku pembimbing lapangan dari PT. Yamaha Indonesia yang mengarahkan kami dalam penelitian tugas akhir.
5. Bapak Ngadiran Dirjo Siswanto, Ibu Siswanti, mbak Yuni Astuti dan mas Dwi Iswanto yang telah memberi doa dan dukungannya sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Seluruh keluarga besar Teknik Industri angkatan 2012 dan teman-teman yang telah menemani perjuangan selama masa kuliah.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak terkait, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini. Semoga kebaikan yang diberikan oleh semua pihak kepada penulis menjadi amal sholeh yang senantiasa mendapat balasan dan kebaikan yang berlipat ganda dari Allah Subhana wa Ta'ala. Aamiin.

Penulis menyadari bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik, saran dan masukan demi perbaikan laporan ini. Akhir kata semoga Laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 20 Februari 2017

Rahmat Burhanudin

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
SURAT KETERANGAN PENELITIAN.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Batasan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	8
2.1. Kajian Empiris	8
2.2. Kajian Teoritis.....	16
2.2.1 <i>Lean</i>	16
2.2.2 <i>Waste</i>	18
2.2.3 <i>Value Stream Mapping</i>	20
2.2.4 Ergonomi	23
2.2.5 <i>Safety</i>	24
2.2.6 <i>Job Safety Analysis</i>	26
2.2.7 <i>Rapid Entire Body Assessment</i>	29
2.2.8 <i>Time Study</i>	32
2.2.9 <i>Stopwatch</i>	34
2.2.10 <i>Worksampling</i>	35
2.2.11 Beban Kerja Fisik	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	38
3.1. Obyek Penelitian	38
3.2. Metode Pengumpulan Data	38
3.3. Jumlah dan Kriteria Sampel	39
3.4. Jenis dan Sumber Data	40
3.5. Alat dan Bahan	41
3.6. Diagram Alir Penelitian	42
3.7. Penejelasan Diagram Alir Penelitian	43
3.7.1. Identifikasi Masalah.....	43
3.7.2. Perumusan Masalah	43
3.7.3. Menetapkan Tujuan dan Batasan Masalah	43
3.7.4. Kajian Literatur	44
3.7.5. Pengumpulan Data	44

3.7.6.	Pengolahan Data	45
3.7.7.	Analisis Hasil dan Pembahasan	47
3.7.8.	Kesimpulan dan Saran	47
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		48
4.1.	Pengumpulan Data	48
4.1.1.	Gambaran Umum Perusahaan	48
4.1.2.	Layout Produksi	50
4.1.3.	Data Kabinet Piano Upright.....	51
4.1.4.	Proses Produksi.....	52
4.1.5.	Data <i>Plan</i> Produksi	53
4.1.6.	Data Waktu Siklus	53
4.1.7.	Data Jumlah Operator	54
4.1.8.	Data <i>Stock</i>	55
4.1.9.	Worksampling.....	55
4.1.10.	Data Denyut Nadi.....	57
4.2.	Pengolahan Data.....	57
4.2.1.	<i>Job Safety Analysis</i>	57
4.2.2.	<i>REBA</i>	60
4.2.3.	Beban Kerja Fisik	63
4.2.4.	<i>Worksampling</i>	65
4.2.5.	<i>Lead Time</i>	65
4.2.6.	Waktu Siklus.....	66
4.2.7.	<i>Value Stream Mapping</i>	68
4.2.8.	<i>Waste</i>	69
4.2.9.	Penyebab <i>Waste</i>	71
BAB V PEMBAHASAN.....		73
5. 1.	Analisis <i>Value Stream Mapping</i> dan Ergonomi	73
5. 2.	Analisis <i>Waste</i>	76
5. 3.	Usulan Perbaikan.....	82
5. 4.	<i>Future Value Stream Mapping</i>	84
BAB VI PENUTUP		85
6.1	Kesimpulan	85
6.2	Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA		87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya dan Penelitian yang diusulkan	14
Tabel 2.2 Simbol <i>Value Stream mapping</i>	21
Tabel 2.3 Kriteria Penilaian Kemungkinan	28
Tabel 2.4 Kriteria Penilaian Dampak	28
Tabel 2.5 Klasifikasi Beban Kerja	37
Tabel 4.1 Tabel Jenis Kabinet <i>Upright</i>	51
Tabel 4.2 Data <i>Plan</i> Produksi	53
Tabel 4.3 Data Waktu Siklus	54
Tabel 4.4 Pembagian Operator Tiap Proses	55
Tabel 4.5 Data <i>Stock Buffering Panel Upright</i>	55
Tabel 4.6 Data Deskripsi Pekerjaan <i>Buffering Panel Upright</i>	55
Tabel 4.7 Hasil <i>Worksampling</i>	56
Tabel 4.8 Data Denyut Nadi Operator	57
Tabel 4.9 Hasil <i>JSA Operator High Polish</i>	58
Tabel 4.10 Hasil <i>JSA Operator Edge Buff</i>	58
Tabel 4.11 Hasil <i>JSA Operator High Polish</i>	59
Tabel 4.12 Hasil <i>JSA Operator Ryoto</i>	59
Tabel 4.13 Hasil Skor <i>REBA</i>	62
Tabel 4.14 Rata-Rata Waktu 10 Denyut	63
Tabel 4.15 Denyut Nadi Kerja dan Istirahat Operator	64
Tabel 4.16 Hasil <i>%Cardiovascular Load</i>	65
Tabel 4.17 Hasil <i>Worksampling</i>	65
Tabel 4.18 Hasil Perhitungan <i>Lead Time</i>	66
Tabel 4.19 Waktu Siklus <i>Side Board B1PE</i>	66
Tabel 4.20 Waktu Siklus <i>Side Board</i>	67
Tabel 4.21 Data Waktu Siklus	67
Tabel 4.22 <i>Waste</i> Pada Proses <i>Buffering Panel Upright</i>	69
Tabel 4.23 Penyebab <i>Waste</i>	71
Tabel 5.1 Usulan Perbaikan	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model 4P dari <i>Toyota Way</i>	16
Gambar 2.2 Metode Untuk Mencapai <i>Lean</i>	17
Gambar 2.3 Proses <i>Value stream mapping</i>	21
Gambar 2.4 Langkah-Langkah Penelitian dan Perancangan	24
Gambar 2.5 <i>Form Job Safety Analysis</i>	28
Gambar 2.6 <i>REBA Scoring Sheet</i>	31
Gambar 2.7 <i>REBA Sheet</i>	31
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian.....	42
Gambar 4.1 Contoh Piano <i>Upright</i>	49
Gambar 4.2 Contoh <i>Grand Piano</i>	50
Gambar 4.3 <i>Layout Buffing Panel Upright</i>	50
Gambar 4.4 Proses Produksi <i>Buffing Panel Upright</i>	52
Gambar 4.5 Penentuan Nilai <i>Neck, Trunk, dan Leg</i>	60
Gambar 4.6 Penentuan Skor Beban	61
Gambar 4.7 Penentuan Skor Segmen Tangan	61
Gambar 4.8 Penentuan Skor <i>Coupling</i>	62
Gambar 4.9 Penentuan Activity Skor	62
Gambar 4.10 <i>Mapping Buffing Panel Upright</i>	68
Gambar 5.1 <i>Layout Buffing Panel Upright</i>	82
Gambar 5.2 <i>Future Value stream Mapping</i>	84

ABSTRAK

Di era ekonomi global permintaan konsumen akan suatu barang semakin meningkat tiap tahunnya. Sebuah perusahaan dituntut untuk melakukan perbaikan secara kontinyu agar tetap dapat memenuhi permintaan konsumen. Perbaikan secara kontinyu dapat dilakukan dengan mengurangi waste yang ada dalam perusahaan. Dalam penelitian ini permasalahan yang dibahas adalah implementasi ergonomi dan value stream mapping untuk mengurangi waste yang ada pada proses buffing panel upright PT. Yamaha Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi 9 pemborosan berdasarkan identifikasi dari segi proses produksi maupun faktor ergonomi. 9 pemborosan tersebut yaitu environmental health and safety, defect, overproduction, waiting, not utilizing employee knowledge skill and ability, transportation, inventory, motion, dan excess process. Identifikasi dilakukan dengan menggunakan prinsip value stream mapping dan menambahkan analisa job safety, reba, dan beban kerja fisik. Penelitian dilakukan pada seluruh proses yang ada pada buffing panel upright yaitu 8 head buff, edge buff, high polish, ryoto, polisher, dan level buff. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa proses buffing panel upright terdapat 21,4% potensi bahaya yang tidak dapat diterima sehingga berpotensi menimbulkan lost time. Kemudian dari beban kerja fisik nilai %cardiovascular load masih dibawah 30% yang artinya beban kerja fisik masih normal dan memungkinkan adanya penambahan pekerjaan, sedangkan dalam perhitungan reba didapatkan waste motion pada mesin edge buff dan ryoto dengan skor reba 10 dan 8. Hasil dari analisa ergonomi dan VSM pada 9 waste menghasilkan 20 waste secara keseluruhan yang kemudian 20 waste yang ada dikurangi berdasarkan hasil identifikasi dan diskusi usulan perbaikan .

Kata Kunci: Waste, Value stream mapping, Ergonomi, Job Safety Analysis, Reba, %CVL

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di era ekonomi global permintaan konsumen akan suatu barang semakin meningkat tiap tahunnya. Dari data badan pusat statistik Indonesia tercatat ada kenaikan index produksi bulanan sebesar 5% pada industri besar dan sedang Indonesia ditahun 2016. Namun peningkatan ini juga diiringi dengan kenaikan biaya produksi dan Upah Minimum Provinsi tiap tahunnya. Pada tahun 2016 ini terjadi kenaikan Upah Minimum Provinsi Jakarta sebesar 12% dari tahun 2015 (Lenny, 2015). Kenaikan biaya operasional dapat menyebabkan produktivitas suatu perusahaan menurun apabila tidak diiringi dengan peningkatan *output*, sehingga diperlukan peningkatan produktivitas secara berkelanjutan agar perusahaan tetap dapat bersaing. Peningkatan produktivitas dapat dicapai dengan menekan sekecil-kecilnya segala macam biaya termasuk dalam memanfaatkan sumber daya manusia dan meningkatkan keluaran sebesar-besarnya (Manuaba, 1992). Selain itu peningkatan produktivitas dapat dicapai melalui perbaikan secara bertahap dengan penghilangan *Non Value Added*, standarisasi, peningkatan fleksibilitas perusahaan, dan proses perekrutan dan pelatihan pekerja (Dysko, 2012).

Salah satu upaya peningkatan produktivitas menggunakan perbaikan secara bertahap dapat dilakukan adalah dengan cara menerapkan prinsip *lean production*. *Lean production* telah membawa kesuksesan dan memicu transformasi global di hampir segala jenis industri. *Lean production* merupakan suatu proses yang terdiri dari lima langkah yaitu mendefinisikan nilai bagi pelanggan, menetapkan *value stream*,

membuatnya “mengalir”, “ditarik” oleh pelanggan, dan berusaha keras untuk mencapai yang terbaik (Womack & Jones, 1996). Pendekatan *lean production* berfokus pada efisiensi dan efektivitas proses diantaranya peningkatan operasi yang *value added*, mereduksi pemborosan (*waste*), dan memenuhi kebutuhan *customer* (Hines & Taylor, 2000).

Salah satu langkah dari *lean production* adalah menetapkan *value stream*. *Value stream* dapat ditetapkan menggunakan *tool value stream mapping*. *Value stream mapping* merupakan suatu metode yang digunakan untuk membuat gambar aliran dari suatu pelayanan, produk, atau informasi (Locher, 2008). Pada salah satu contoh penelitian terdahulu, *value stream mapping* digunakan untuk meningkatkan produktivitas dengan cara mengurangi *waste* yang terdapat pada proses produksi (Tyagi et al., 2015). Selain penelitian tersebut, metode *value stream mapping* ini telah digunakan untuk mengurangi *waste* pada beberapa perusahaan lain, salah satunya pada PT. Yamaha Indonesia.

PT. Yamaha Indonesia merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang produksi piano. Pada PT. Yamaha Indonesia produksi piano secara umum dibagi menjadi 2 yaitu *grand piano* dan *upright piano*. Salah satu proses produksi pada piano jenis *upright* adalah *Buffing Panel Upright*. *Buffing panel upright* merupakan bagian dari divisi *Painting* PT. Yamaha Indonesia. Saat penelitian dilakukan, proses *buffing panel upright* terdiri dari beberapa proses yaitu *8 head buff*, *edge buff*, *high polish*, *ryoto*, *polisher* dan *level buff*. Berdasarkan studi pendahuluan yang telah dilakukan, bagian *buffing panel upright* mengalami penurunan produktivitas sebesar 13% dibandingkan periode sebelumnya, sehingga diperlukan upaya pengurangan *waste* menggunakan *value stream mapping* agar produktivitas pada proses *buffing panel upright* dapat meningkat sesuai target perusahaan pada periode 193, yaitu peningkatan produktivitas produksi piano jenis *upright* sebesar 10%.

Sebelum penelitian ini dilakukan, *value stream mapping* telah beberapa kali diterapkan pada PT. Yamaha Indoensia. Namun *value stream mapping* yang diterapkan pada PT. Yamaha Indonesia belum melibatkan aspek-aspek ergonomi. Padahal penerapan *value stream mapping* memungkinkan terjadinya peningkatan resiko cedera pada pekerja. Saat ini penggunaan *value stream mapping* pada PT. Yamaha Indonesia cenderung fokus pada pengurangan waste dan tidak terlalu mempertimbangkan kemungkinan resiko *musculoskeletal disorder* pada pekerja. Pengurangan waste yang dilakukan salah satunya berupa pengurangan aktivitas *non value added* untuk menambah aktivitas *value added*. Namun dalam penelitian terdahulu menunjukkan bahwa aktivitas *value added* cenderung memiliki *task exposure* yang lebih tinggi dibandingkan aktivitas *non value added* (Forsman et al., 2014). Sehingga upaya penerapan *value stream mapping* ini berpotensi meningkatkan *task exposure* pada pekerja. Selain itu dalam penelitian lain dijelaskan bahwa usaha peningkatan kecepatan kerja dan beban kerja menggunakan pendekatan *lean* bisa saja berdampak kepada kesehatan, stress, kelelahan maupun cedera pada pekerja (Landsbergis et al., 1999). Dampak kesehatan dan cedera pada pekerja dapat mengakibatkan terjadinya penurunan performansi pekerja ataupun mengakibatkan terjadinya *lost time* yang merupakan waste yang signifikan.

Untuk mencegah terjadinya peningkatan resiko cedera pada pekerja, diperlukan adanya integrasi ergonomi dalam penerapan *value stream mapping* agar identifikasi waste dapat mempertimbangkan faktor manusia. Penerapan ergonomi kedalam *value stream mapping* akan membantu mengidentifikasi waste dari segi faktor manusia. Ergonomi dapat digunakan untuk menganalisa 3 waste yaitu waste proses, gerakan berlebihan (*motion*), dan transportasi (Mulyati, 2015). Selain itu ergonomi juga dapat diintegrasikan dengan *value stream mapping* untuk mengurangi waste pada salah perusahaan manufaktur di Swedia (Jarebrant et al., 2016). Untuk mempermudah identifikasi waste, waste dikelompokkan kedalam 9 bagian (Andini et al., 2012) yaitu *Waiting, Over Production, Transportation, Over processing, Storage, Motion, Quality defects & rework, Underutilized human capacity*, dan *Environmental Health and Safety*.

Dalam penelitian ini dilakukan penggabungan *value stream mapping* dan ergonomi sebagai upaya identifikasi dan pengurangan *waste* yang ada pada proses *buffing panel upright*. Tool yang digunakan untuk mengidentifikasi 9 *waste* pada proses *buffing panel upright* adalah *value stream mapping* (VSM), JSA, 10 denyut dan REBA. *Value stream mapping* digunakan untuk menggambarkan aliran produksi dalam suatu produksi dan memetakan *waste* yang ada. Pendekatan *value stream mapping* dilakukan dengan cara memahami gambaran umum perusahaan melalui aliran informasi dan material dilantai produksi dengan membuat *value steam mapping* (Sri Hartini, 2009). *Job safety analysis* (JSA) digunakan untuk mengidentifikasi *waste* pada bagian *lost time (accident)* dengan menganalisis potensi resiko dan bahaya. Sedangkan *rapid entire body assessment* (REBA) dan analisis beban kerja fisik digunakan untuk menganalisis *waste* dari segi *motion* dan kelelahan yang terjadi pada operator, sehingga dapat dijadikan pedoman dalam pemberian usulan. Sedangkan untuk mengetahui penyebab dari *waste* yang muncul, dilakukan analisa dan diskusi dengan kepala kelompok, sehingga pemberian usulan dapat diberikan berdasarkan sumber dan prioritasnya. Dengan perancangan *lean production* menggunakan *value stream mapping* dan ergonomi ini diharapkan dapat memberikan usulan pengurangan *waste* dengan tanpa meningkatkan resiko cedera dan kelelahan pada operator, sehingga target perusahaan untuk meningkatkan produktivitas dapat tercapai.

1.2. Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang diatas, Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana potensi bahaya, beban kerja fisik, dan postur kerja pada proses *buffing panel upright*?
2. *Waste* apa saja yang terdapat pada proses *buffing panel upright*?
3. Bagaimana usulan perbaikan yang dapat diberikan untuk mengurangi *waste* dan potensi bahaya berdasarkan analisa *value stream mapping* dan ergonomi?

1.3. Tujuan Penelitian

Dari latar belakang dan rumusan masalah yang ada diatas maka tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui potensi bahaya, beban kerja fisik, dan postur kerja pada proses *buffing panel upright*
2. Mengetahui *waste* yang terdapat pada proses *buffing panel upright* PT. Yamaha Indonesia
3. Memberikan usulan yang dapat digunakan untuk mengurangi *waste* dan potensi bahaya yang terdapat pada proses *buffing panel upright* PT. Yamaha Indonesia berdasarkan analisa *value stream mapping* dan ergonomi.

1.4. Batasan Penelitian

Permasalahan dalam penelitian ini diharapkan tidak menyimpang dari tujuan yang diinginkan, untuk itu diberikan batasan-batasan dalam penelitian, diantaranya adalah :

1. Penelitian ini dilakukan di PT. Yamaha Indonesia yang berlokasi di kawasan industri Pulogadung, Jakarta Timur, khususnya pada proses *Buffing Panel Upright*.
2. Penelitian ini dilakukan selama bulan Oktober 2016 – Januari 2017.
3. Penelitian ini dilakukan terhadap pengurangan *waste* pada proses *Buffing Panel Upright*.
4. Metode yang diterapkan adalah *value stream mapping*, *job safety analysis*, *rapid entire body assessment*, dan *%cardiovascular load*.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Bagi Universitas

Dapat mengetahui sejauh mana kemampuan mahasiswa dalam mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang telah didapatkan. Hasil penulisan ini dapat dijadikan sebagai bahan studi kasus dan acuan bagi mahasiswa secara umum.

2. Bagi Perusahaan

Penelitian ini dapat membantu dalam aktivitas penerapan *value stream mapping* & *Industrial Engineering* pada umumnya dan memberikan masukan terhadap pengurangan *waste* menggunakan sudut pandang yang berbeda secara khusus.

3. Bagi Peneliti

Mampu menerapkan keilmuan teknik industri yang diperoleh selama kuliah untuk memberikan solusi terhadap masalah yang ada pada perusahaan dan pengalaman praktek dalam menganalisa suatu masalah yang terjadi secara ilmiah, khususnya di PT. Yamaha Indonesia.

1.6. Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini disusun dari enam bab yang terurai kedalam beberapa sub bab dan sub bab secara rinci. Adapun sistematika dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memberikan gambaran tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bab ini berisi tentang kajian empiris dan teoritis yang berhubungan dengan obyek penelitian seperti *waste*, *value stream mapping*, dan ergonomi serta penelitian-penelitian terdahulu yang dipakai sebagai dasar penelitian maupun pembandingan terhadap penelitian yang dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini memberikan uraian tentang obyek penelitian, jenis data dan sumber data yang digunakan, serta alur penelitian. Alur penelitian ini

digunakan untuk menjelaskan kerangka permasalahan dan proses penyelesaian masalah. Metode yang digunakan yaitu *VSM*, *JSA*, *REBA*, dan 10 Denyut.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menunjukkan data yang telah diperoleh dan yang akan diolah dalam penelitian ini sesuai dengan metode yang akan diterapkan untuk mencapai tujuan dari penelitian yang dilakukan. Data yang diperoleh diantaranya data waktu siklus, proses produksi, *JSA*, postur kerja, dan denyut nadi kerja dan istirahat.

BAB V PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai hasil analisis pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya seperti *waste* yang ditemukan, potensi bahaya, dan usulan pengurangan *waste*. Pembahasan dilakukan dengan mengacu pada teori dan alur penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya.

BAB VI PENUTUP

Bab ini merupakan akhir dari penelitian yang dilakukan. Kesimpulan yang merupakan jawaban dari rumusan masalah yang telah dipaparkan diawal penelitian dan saran diajukan untuk pengembangan penelitian lanjutan dalam perbaikan atau menutupi keterbatasan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1. Kajian Empiris

Semakin meningkatnya persaingan bisnis dan tingginya tuntutan dari konsumen menuntut perusahaan untuk dapat mengelola proses produksi lebih efisien dan efektif (Pujawan, 2003). Salah satu metode yang paling sering digunakan perusahaan untuk mengelola proses produksi menjadi lebih efisien dan efektif adalah penerapan prinsip *lean*. *Lean* adalah suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang dan atau jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*) (Gasperz, 2007). Proses disebut sebagai *Lean* karena pada akhirnya proses dapat berjalan dengan menggunakan lebih sedikit material, membutuhkan sedikit investasi, menggunakan sedikit persediaan, memakan sedikit ruang, dan menggunakan sedikit orang (Wilson, 2010).

Di Indonesia terdapat beberapa penelitian yang menggunakan pendekatan *lean* untuk meningkatkan produktivitas pada industri manufaktur (Fanani dan Singgih, 2011), (Kurnia, 2011), dan (Zainudin dan Retnaningsih, 2014). Dalam suatu penelitian terdahulu, pendekatan *lean* digunakan untuk meningkatkan efisiensi perusahaan dengan mengurangi *stock out* bahan baku sebesar 750 Kg (Fanani dan Singgih, 2011). Dalam penelitian lain pendekatan *lean* digunakan untuk mengurangi *production lead time* sebesar 75% dan total *lead time* berkurang sebesar 1,63% (Kurnia, 2011). Selanjutnya terdapat penelitian yang menggunakan pendekatan *lean* untuk

meningkatkan produktivitas perusahaan sebesar 10% (Zainudin dan Retnaningsih, 2014). Dari kajian *literature* yang telah dilakukan tersebut diketahui bahwa pendekatan *lean* mempunyai tujuan utama untuk meningkatkan produktivitas pada suatu perusahaan, baik dengan cara pengurangan *waste stock* maupun *lead time*. Sehingga pada penelitian ini upaya peningkatan produktivitas dilakukan menggunakan pendekatan *lean*.

Salah satu prinsip *lean* yang terkenal adalah *Toyota Production System*. Prinsip *lean* dari *Toyota Way* telah membawa kesuksesan besar pada perusahaan Toyota. Inti dari prinsip *Toyota Production System* adalah menghilangkan suatu pemborosan (Liker, 2006). Hal ini karena banyak *tool* dari prinsip *lean* yang terfokus pada bagian *waste*. *Waste* atau pemborosan merupakan segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream* (Gaspersz, 2007).

Terdapat beberapa pendapat tentang klasifikasi dari *waste*, salah satunya mengelompokkan *waste* menjadi 8 kelompok (Liker, 2006), yaitu: Produksi Berlebih, Waktu Menunggu, *Transportasi Yang Tidak Perlu*, Memproses Secara Berlebih Atau Memproses Secara Keliru, Persediaan Berlebih, Gerakan Yang Tidak Perlu, Produk Cacat, Dan Kreativitas Karyawan Yang Tidak Dimanfaatkan. Sedangkan dalam penelitian lain *waste* dibagi menjadi 9 kelompok, yaitu: *Environmental Health and Safety (EHS)*, *defect*, *Overproduction*, *Waiting*, *Not utilizing employee Knowledge Skill and Ability*, *Transportation*, *Inventory*, *Motion*, dan *Excess Process* (Andini et al., 2012). Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, pada penelitian ini dilakukan identifikasi terhadap 9 *waste*, sehingga pengurangan *waste* dapat dilakukan secara keseluruhan.

Dalam upaya pengurangan *waste* terdapat beberapa *tool* yang dapat digunakan. Berikut merupakan beberapa penelitian tentang pengurangan *waste* pada industri manufaktur di Indonesia. *Tool lean six sigma* dapat digunakan untuk mengurangi *waste*

pada proses produksi botol (Cahyanti et al., 2012). Selain itu pengurangan *waste* dapat dilakukan dengan mengimplementasikan metode *day in the life of* dalam suatu proses (Bachtiar, 2016). Sedangkan dalam penelitian lain metode *Value stream mapping* digunakan untuk mengidentifikasi dan mengurangi *waste* pada proses produksi (Yoanita et al., 2009).

Berdasarkan kajian diatas salah satu metode *lean* yang dapat digunakan untuk mengurangi *waste* adalah *value stream mapping*. Hal ini didukung dari penelitian lain yang menggunakan *value stream mapping* untuk menelusuri *waste* yang ada dalam proses manufaktur (Lasa et al., 2008). *Value stream mapping* digunakan sebagai alat untuk memudahkan proses implementasi *lean* dengan cara membantu mengidentifikasi tahapan-tahapan *value added* di suatu aliran proses, dan mengeliminasi tahapan-tahapan *non-value added* atau *waste*. Didalam *Toyota Way VSM* juga dikenal sebagai *material and information flow mapping*.

Terdapat beberapa penelitian yang bertujuan untuk mengurangi pemborosan dengan menggunakan VSM sebagai *tools* yang digunakan, diantaranya penelitian yang menyebutkan bahwa dengan menggunakan *lean production* dan *tool VSM* maka dapat menganalisis *waste* dan *non value added* pada sebuah proses produksi (Tyagi et al., 2015). Dalam penelitiannya pengembangan *current value stream mapping* dilakukan menggunakan pendekatan *gemba walk*. Untuk mengidentifikasi akar penyebab *waste* dan cara pengurangannya dilakukan *brainstorming* pada *current value stream mapping* oleh *Subject Matter Expert*.

Kemudian pada penelitian lain, terdapat penelitian tentang implementasi teknik VSM pada perakitan *helical spring* oleh perusahaan *Railway Spring Manufacturing* (Yadav et al., 2012). Tujuannya yaitu untuk mengidentifikasi *waste* dalam bentuk aktivitas dan proses *non-value added* kemudian menghilangkannya untuk meningkatkan performa perusahaan. Selanjutnya terdapat penelitian yang menawarkan VSM berdasarkan *lean production system* untuk perusahaan China guna membantu mereka

menggunakan *lean production* secara sistematis (Chen & Meng., 2010). Tujuan dari penelitian ini yaitu membantu perusahaan China untuk mengurangi *waste*, dan menyusun kembali *VSM* dan meningkatkan persaingan perusahaan China.

Selain memberikan keberhasilan pada pengurangan *waste* dalam proses produksi, penggunaan *lean* dan *value stream mapping* juga dapat menimbulkan dampak pada *health* dan *safety* operator jika tidak dilakukan dengan tepat. Hal ini didukung oleh penelitian (Landsbergis et al., 1999). Dalam penelitiannya dijelaskan bahwa usaha peningkatan kecepatan kerja dan beban kerja menggunakan pendekatan *lean* bisa saja berdampak kepada kesehatan, stress, kelelahan maupun cedera pada pekerja. Sebelumnya terdapat beberapa penelitian yang membahas tentang pengaruh penerapan *lean* terhadap *health* dan *safety* operator.

Kemudian terdapat penelitian yang membahas tentang dampak dari *lean production* terhadap resiko *musculoskeletal* dan *psychosocial* (Koukoulaki, 2014). Dalam penelitiannya dilakukan pengujian *trend* dari *sociotechnical* dalam 20 tahun. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi efek dari *lean production* (negatif dan positif) pada kesehatan kerja dan faktor-faktor resiko yang terkait. Sebuah model interaksi dikembangkan untuk mengusulkan hubungan dari karakteristik *lean production* menuju faktor resiko dari *musculoskeletal* dan *psychosocial* dan juga *output* yang positif. Hasilnya mekanisme yang menjadi dasar utama efek kesehatan dari *lean production* adalah intensifikasi kerja dan beberapa kasus yang tidak dapat dihindari.

Selanjutnya terdapat penelitian yang membahas tentang permasalahan ergonomi dalam *lean manufacture* (Bianca & Anca, 2016). Penelitian yang dilakukan memberikan uraian kuantitatif dan *review* untuk memahami evolusi dari keterlibatan *lean*. Penelitian dilakukan dengan melakukan *overview* terhadap 5 material yaitu *occupational health and safety*, *Philosophy*, *Mechanical and Industrial Engineering*, *Production and System*, dan *Mechanical and Materials Engineering*. Hasilnya diantaranya pengurangan stress dalam *lean manufacturing* melalui laporan terhadap

kesalahpahaman, kolaborasi antara karyawan dan manager, kebutuhan karyawan akan *feedback* dan keterlibatan langsung dalam perusahaan, perbedaan antara teori *lean* dan *lean practice*.

Untuk mengatasi kemungkinan terjadinya peningkatan dampak pada *health* dan *safety* dalam penerapan *lean*, beberapa peneliti mencoba melakukan studi tentang penggunaan ergonomi kedalam penerapan *lean*. Contohnya pada penelitian yang membahas tentang implementasi pendekatan *lean-ergonomi* dalam pengurangan *waste* dengan parameter ergonomi pada perusahaan pembuatan kerupuk di Yogyakarta (Mulyati et al., 2015). Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mengidentifikasi *waste* ergonomi dalam proses produksi kerupuk. *Waste* ergonomi dalam perusahaan diteliti berdasarkan postur kerja operator menggunakan metode *Ovako Working Assessment System* (OWAS). Hasilnya menyatakan bahwa *motion* merupakan *waste* yang paling penting dan utama untuk dilakukan perbaikan. Dalam penelitian ini diketahui bahwa keilmuan ergonomi tentang postur kerja dapat digunakan sebagai alat identifikasi *waste* dari segi *motion*.

Selain itu terdapat penelitian lain yang membahas tentang keterlibatan *tool* ergonomi dalam metode *lean* (Maia et al., 2011). Penelitian dilakukan dengan menerapkan metodologi-metodologi dalam implementasi *lean* dan identifikasi keterlibatan *tool* ergonomi dalam metodologi tersebut. Untuk mengetahui hal tersebut dilakukan *review* terhadap penelitian ergonomi oleh peneliti. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan metodologi dalam implementasi *lean* masih belum melibatkan *tool* ergonomi. Namun hal ini masih mungkin untuk melihat arah dari *lean-ergonomi* dan bagaimana kedua *tool* saling terkait. Sehingga kedepanya akan dilakukan pengembangan metodologi *lean* yang melibatkan *tool* ergonomi untuk mendiagnosa kondisi ergonomi sekarang dan mengukur *effort* yang dibutuhkan sebelum dan sesudah *lean* diterapkan.

Kemudian terdapat penelitian tentang penggabungan ergonomi kedalam *lean*. Secara spesifik dilakukan penelitian tentang integrasi ergonomi kedalam *value stream mapping* (Jarebrant et al., 2016). Dalam penelitiannya dilakukan pengujian *value stream mapping* dan *ergonomic value stream mapping* untuk mengurangi *waste* pada salah satu perusahaan manufaktur di Swedia. Penggunaan *ergonomic* dalam penelitian tersebut dibagi menjadi 2 tahap yaitu *task level* dan *value stream level*. Pada kedua tahap tersebut dilakukan pengujian *physical ergonomic* yang mencakup *posture* dan *work force*) dan *work content* yang mencakup *mental demand* dan *control*. Dalam penelitian tersebut, salah satu keilmuan ergonomi yang dipakai sebagai alat identifikasi *waste* adalah postur kerja dan *work force*.

Berdasarkan kajian empiris yang dilakukan diatas, selama ini sudah terdapat banyak penelitian tentang pengurangan *waste* menggunakan *lean* pada industri manufaktur khususnya tentang penggunaan *value stream mapping*. Penelitian yang ada kebanyakan menggunakan metode *value stream mapping* untuk mengidentifikasi *waste* tanpa mempertimbangkan faktor ergonomi. Sedangkan integrasi ergonomi dalam *Value stream mapping* masih jarang dilakukan. Sehingga dari hasil *literature* diatas, dapat dijadikan dasar untuk melakukan penelitian tentang penggunaan *value stream mapping* dan ergonomi dalam pengurangan 9 *waste*. Perbandingan penelitian yang akan dilakukan dengan *literature* yang sudah dibahas sebelumnya dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya dan Penelitian yang diusulkan

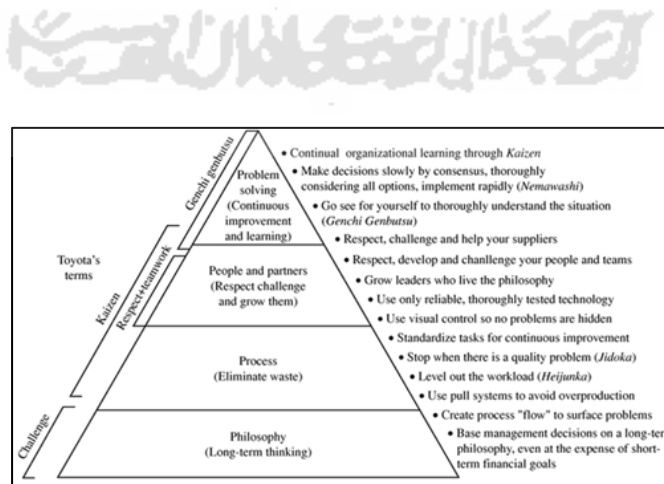
No	Penulis	Tahun	Judul	Metode
1	Zaenal Fanani dan Moses Laksono Singgih	2011	Implementasi <i>Lean Manufacturing</i> untuk Peningkatan Produktivitas (Studi Kasus pada PT. Ekamas Fortuna Malang)	<i>Value stream mapping</i> dan VALSAT
2	Ismail Kurnia	2011	Implementasi <i>Lean Production System</i> Menggunakan <i>Value stream mapping</i> di Line <i>Small Press Stamping</i>	<i>Value stream mapping</i> , <i>Jishuken</i> , dan <i>FMEA</i>
3	Zainudin dan Retnaningsih	2012	Pendekatan <i>Lean Six Sigma</i> untuk Peningkatan Produktivitas Proses Butt Weld Orbital	<i>Six Sigma</i> , <i>DMIX</i> , <i>VALSAT</i> , <i>Fishbone</i> , dan <i>Time Study</i>
4	Ganis Andini P, Yudha Prasetyawan, dan Hari Supriyanto	2012	Pendekatan Konsep <i>Lean Manufaktur</i> dalam Peningkatan Efisiensi pada Sistem Produksi Kaca di PT. Asahimas Flat Glass, Tbk	<i>Big Picture Mapping</i> , Analisis <i>Waste</i> , <i>Root Cause Analysis</i> , dan Analisis Biaya <i>Waste</i>
5	Elok Rizqi Cahyanti, Mochamad Choiri, Rahmi Yuniarti	2012	Pengurangan <i>Waste</i> pada Proses Produksi Botol X Menggunakan <i>Lean Sigma</i>	<i>Lean Sigma</i> , <i>DMAIC</i> , <i>DPMO</i> , <i>Fishbone</i> , dan <i>FMEA</i>
6	Reza Panji Bachtiar	2016	Aplikasi Metode <i>Day In Life Of (DILO)</i> untuk Studi Kerja di Departemen <i>Quality Control</i> PT. Kievit Indonesia	<i>Day In Life Of (DILO)</i> dan <i>5Whys</i>
7	Yoanita Y, Ambar H, dan Dicky E. D.	2009	Usulan Pengurangan <i>Waste</i> pada Proses Produksi dengan Menggunakan Metode <i>Lean Manufacturing</i> .	<i>SIPOC</i> , <i>Value stream mapping</i> <i>5W+1H</i> , dan <i>5S</i>
8	Satish Tyagi, Alok Choudhary, Xianming Cai, dan Kai Yang	2015	<i>Value stream mapping to Reduce the Leadtime of Product Development Process</i>	<i>Value stream mapping</i> , <i>Gemba Walk</i> , dan <i>Subject Matter Expert (SMEs)</i>
9	Renu Yadav, Ashish Shastri, dan Mithlesh Rathore	2012	<i>Increasing Productivity by Reducing Manufacturing Lead time through Value stream mapping</i>	<i>DMAIC</i> , <i>Value stream mapping</i> , dan <i>Root Cause Analysis</i>

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode
10	Lixia Chen dan Bo Meng	2010	<i>The Application of Value stream mapping Based Lean Production System</i>	<i>Value stream mapping</i>
11	Theoni Koukoulaki	2014	<i>The Impact of Lean Production on Musculoskeletal and Psychosocial Risks: An Examination of Sociotechnical Trends ver 20 years</i>	<i>Literature Review</i>
12	Bianca Cirjaliu dan Anca Draghici	2016	<i>Ergonomic Issues in Lean Manufacturing</i>	<i>Literature Review</i>
13	Guntarti Tatik Mulyati, Suharno, dan M.A. Muharom	2015	<i>An Implementation of Lean-ergonomic Approach to Reduce Ergonomic Parameter Waste in the Manufacture of Crackers</i>	<i>Operational Process Chart, OWAS, dan From-To Chart</i>
14	Maia, Laura C, Alves, Anabela C, Leao, dan Celina P	2011	<i>Do Lean Methodologies Include Ergonomic Tools?</i>	<i>Literature Review</i>
15	Caroline Jarebrant, Jorgen Winkel, Jan Johansson Hanse, Svend Erik Mathiassen, dan Birgitta Ojmertz	2016	<i>ErgoVSM: A Tool for Integrating Value stream mapping and Ergonomics in Manufacturing</i>	<i>Value stream mapping dan ERGO-VSM</i>
16	Rahmat Burhanudin	2017	<i>Implementasi Ergonomic Value stream mapping dalam Upaya Pengurangan Waste pada Proses Buffing Panel UP</i>	<i>Value stream mapping, REBA, Job safety analysis, dan 10 Denyut.</i>

2.2. Kajian Teoritis

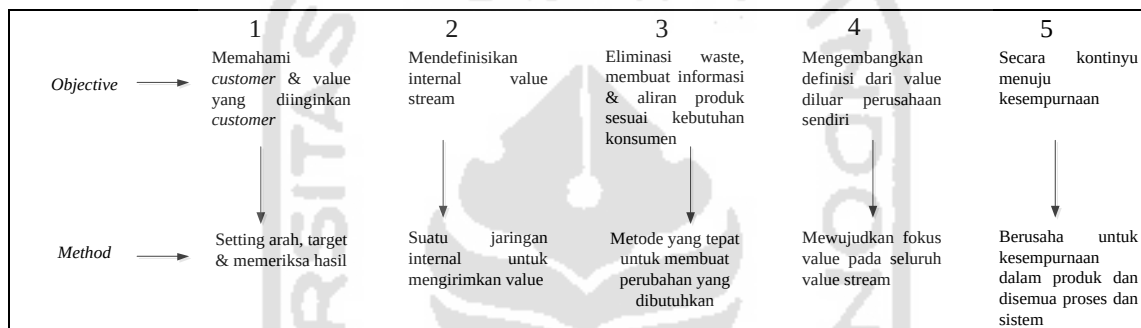
2.2.1 Lean

Lean atau *Toyota production system* (TPS) merupakan gerakan perampingan dalam berproduksi yang dipelopori oleh Toyota. *Lean* diartikan sebagai suatu upaya terus menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang/ jasa), agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*) (Gaspers dan Fontana, 2011). *Lean* memberikan cara untuk melakukan sebanyak mungkin dengan seminimal mungkin, yaitu minim *human effort*, minim peralatan, minim waktu, dan minim ruang dengan pendekatan sedekat mungkin ke konsumen sesuai apa yang konsumen inginkan (Womack dan Jones, 2003). Pemikiran *lean* berdasarkan *Toyota way* menuntut transformasi budaya yang lebih dalam daripada yang dapat dibayangkan oleh sebagian besar perusahaan. Tujuan dari penerapan *lean* adalah meningkatkan terus-menerus *customer value* melalui peningkatan terus-menerus rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the value to waste ratio*) (Gaspersz, 2007). *Lean manufacturing* merupakan suatu proses yang terdiri dari lima langkah: mendefinisikan nilai bagi pelanggan, menetapkan *value stream*, membuatnya mengalir, “ditarik” oleh pelanggan, dan berusaha keras untuk mencapai yang terbaik (Womack dan Jones, 2003). Selain itu terdapat 14 prinsip yang membentuk “Toyota way”. Secara ringkas prinsip-prinsip tersebut dibagi menjadi 4 kategori yaitu *Philosophy*, *Process*, *People/ Partners*, dan *Problem Solving* (Liker, 2006).



Gambar 2.1 Model 4P dari Toyota Way
(sumber: Liker 2006)

Gambar 2.1 menjelaskan tentang 4 prinsip dari Toyota way dimulai dari *philosophy* sebagai dasar hingga prinsip *problem solving*. Dari 4 prinsip yang ada di Gambar 1 tersebut, kebanyakan perusahaan hanya berkutat pada satu tingkat yaitu “process”. Tanpa mengadopsi 3P yang lain (*philosophy, people/ partners, dan problem solving*) maka kinerja perusahaan akan tertinggal dari perusahaan-perusahaan yang mengadopsi budaya peningkatan berkesinambungan yang sebenarnya (Liker, 2006). Metode untuk mencapai kondisi *lean* dapat dilakukan seperti gambar 2.2 berikut (Hines dan Taylor, 2000):



Gambar 2.2 Metode untuk mencapai *Lean*
(sumber: Hines dan Taylor, 2000)

Dalam menerapkan *lean*, terdapat 3 fase yang harus dilaksanakan yaitu sebagai berikut (Tapping dan Shuker, 2003):

1. Fase permintaan pelanggan

Pada fase ini, kita menentukan siapa pelanggan, apa yang dibutuhkan pelanggan, sehingga permintaan pelanggan dapat dipenuhi. Hal ini membutuhkan perhitungan takt time yang berasal dari istilah Jerman “*takt*” yang berarti irama. Takt time menunjukkan seberapa cepat sebuah proses berjalan untuk memenuhi permintaan pelanggan. *Takt time* dihitung dengan membagi total waktu operasi yang tersedia dengan total jumlah yang produk dibutuhkan oleh pelanggan.

2. Fase Aliran Berkelanjutan

Jantung dari *lean* adalah *just-in-time* atau aliran yang berkelanjutan yang berarti hanya memproduksi apa yang dibutuhkan pelanggan, pada saat dibutuhkan, dan dalam jumlah yang dibutuhkan.

3. Fase Perataan

Perataan yaitu mendistribusikan pekerjaan yang dibutuhkan dengan rata untuk memenuhi permintaan pelanggan pada periode waktu tertentu. Kegagalan dalam meratakan pekerjaan dapat berakibat pada penundaan proses sehingga menyebabkan adanya waktu tunggu di antara proses.

Dalam penerapannya terdapat beberapa tools yang bisa digunakan untuk mencapai *lean* dalam perusahaan. Diantara beberapa metode tersebut beberapa yang sering digunakan adalah *Value Stream Mapping*, *Muda* (waste), *Kaizen* (*continuous improvement*), dan *Root Cause Analysis*.

2.2.2 Waste

Segala sesuatu yang tidak memiliki nilai tambah, baik untuk produk yang dihasilkan maupun untuk konsumen dapat disebut sebagai *waste* dalam *lean manufacturing*. Terdapat 8 *waste* yang perlu diperhatikan dalam *lean manufacturing*, yaitu (Liker, 2004):

1. *Overproduction*
2. *Waiting (time on hand)*
3. *Unnecessary transport or conveyance*
4. *Overprocessing or incorrect processing*
5. *Excess inventory*
6. *Unnecessary movement*
7. *Defects*
8. *Unused employee creativity*

Selain 8 *waste* tersebut diatas, *waste* dapat dikelompokkan menjadi 9 kelompok, yaitu (Andini et al., 2012):

1. *Environmental Health and Safety (EHS),*

Terjadinya *lost time* yang disebabkan oleh kecelakaan kerja ataupun *injury* dari operator.

2. *Defect,*

Memproduksi komponen cacat atau yang memerlukan perbaikan-perbaikan atau pengerjaan ulang, *scrap*, memproduksi barang pengganti, dan inspeksi berarti tambahan penanganan, waktu, dan upaya yang sia-sia.

3. *Overproduction,*

Memproduksi lebih awal atau lebih cepat dari yang dibutuhkan pelanggan menciptakan pemborosan lain seperti biaya kelebihan tenaga kerja, penyimpanan dan *transportasi* karena persediaan berlebih. Persediaan dapat berupa fisik atau antrian informasi. Kriteria *overproduction* adalah:

- a. Memproduksi sesuatu lebih awal dari yang dibutuhkan
- b. Memproduksi dalam jumlah yang lebih besar dari pada yang dibutuhkan oleh pelanggan.

4. *Waiting,*

Kriteria waktu menunggu (*Waiting*) adalah:

- a. Pekerja berdiri menunggu tahap selanjutnya dari proses baik menunggu alat, pasokan, komponen dan lain sebagainya, atau menganggur karena kehabisan material, keterlambatan proses, kerusakan mesin dan bottleneck.
- b. Waktu menunggu informasi
- c. Material yang keluar dari satu proses dan tidak langsung dikerjakan di proses selanjutnya

5. *Not utilizing employee Knowledge Skill and Ability,*

Kehilangan waktu, gagasan, keterampilan, peningkatan, dan kesempatan belajar karena tidak melibatkan atau mendengarkan karyawan.

6. *Transportation,*

Kriteria *transportasi* adalah:

- a. Memindahkan barang dalam proses dari satu tempat ke tempat yang lain dalam satu proses, bahkan jika hanya dalam jarak dekat.
- b. Menciptakan angkutan yang tidak efisien.
- c. Pemindahan yang repetitif dan menempuh jarak jauh.

7. *Inventory,*

Salah satu kriteria persediaan berlebih adalah persediaan yang dapat meningkatkan resiko barang kadaluarsa, barang rusak. Menurut Toyota persediaan adalah pemborosan. Bahan baku, barang dalam proses atau barang jadi yang berlebih menyebabkan leadtime yang panjang, peningkatan biaya pengangkutan dan penyimpanan, serta keterlambatan. Persediaan berlebih juga menyembunyikan masalah seperti ketidakseimbangan produksi, keterlambatan pengiriman dari pemasok, produk cacat, mesin rusak, dan waktu set up yang panjang.

8. *Motion,*

Kriteria gerakan yang tidak perlu adalah:

- a. Gerakan tersebut tidak memberikan nilai tambah bagi produk seperti mencari, memilih atau menumpuk komponen, alat dan lain sebagainya.
- b. Berjalan juga merupakan pemborosan.

9. *Excess Process,*

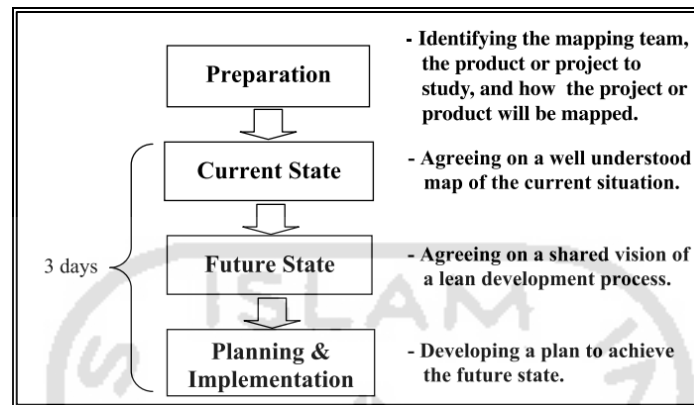
Kriteria proses berlebih adalah:

- a. Melakukan langkah yang tidak diperlukan untuk memproses komponen.
- b. Melaksanakan pemrosesan yang tidak efisien karena alat dan rancangan produk yang buruk, menyebabkan gerakan yang tidak perlu sehingga memproduksi barang cacat.

2.2.3 *Value Stream Mapping*

Value stream mapping merupakan alat yang efektif untuk mengukur proses bisnis dan mendesain ulang proses tersebut berdasarkan konsep *lean* (Locher, 2008). *Value stream mapping* secara visual memetakan aliran material dan informasi secara menyeluruh dimulai dari kedatangan bahan baku dari *supplier* melalui semua tahap proses produksi hingga pengiriman produk kepada pelanggan akhir. Penggunaan *value stream mapping* mampu mengidentifikasi dan menggambarkan keberadaan *waste* dalam suatu aliran secara menyeluruh, sehingga dengan menggunakan *tools* ini dapat membantu perusahaan dalam mengambil keputusan untuk mengurangi *waste*. Penggunaan *value stream mapping* diperlukan agar perbaikan yang dilakukan dapat lebih terfokus pada

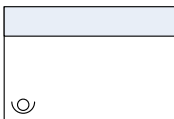
keseluruhan *waste* dalam sistem (Liker dan Meier, 2004). Tahapan-tahapan dalam proses *value stream mapping* dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut (Locher, 2008).

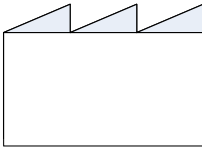
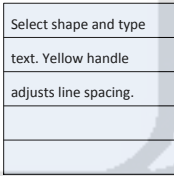
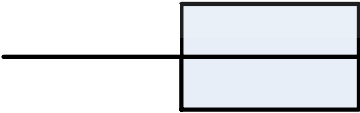


Gambar 2.3 **Proses Value stream mapping**
(sumber: Locher, 2008)

Proses *value stream mapping* (Gambar 2.3) dimulai dari tahap *preparation*. Tahap ini merupakan tahap paling penting dalam proses *value stream mapping* agar dalam penentuan *future state* dapat berhasil. Dalam tahap *preparation* ditentukan tujuan dan arah dari pengembangan yang dilakukan. Tahap selanjutnya adalah *current state*, menggambarkan kondisi saat ini dari suatu proses. Kemudian dilakukan pembuatan *future state* berdasarkan diskusi dengan pertimbangan konsep *lean*. Langkah terakhir adalah perencanaan dan implementasi. Secara umum tujuan utamanya adalah mencapai *future state* yang telah ditentukan. Untuk dapat mempermudah dalam penyusunan VSM, maka diperlukan sebuah patokan dalam menentukan simbol-simbol dasar yang akan digunakan. Standar simbol yang digunakan akan ditunjukkan pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 **Simbol Value Stream Mapping**

No	Simbol	Keterangan
1		Proses

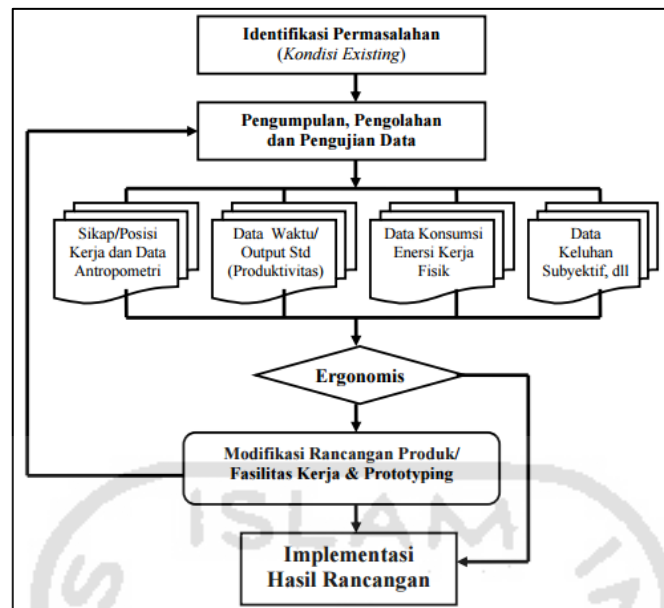
No	Simbol	Keterangan
2		<i>Inventory</i>
3		Arah Proses
4		Pemasok
5		Arah Pengiriman
6		Pengiriman
7		<i>Production Control</i>
8		Informasi Manual
9		Informasi Elektronik
10		Data Tabel
11		<i>Timeline Segment</i>
12		<i>Timeline Total</i>

2.2.4 Ergonomi

Ergonomi berasal dari dua kata yaitu *ergon* (kerja) dan *nomos* (hukum alam). Ergonomi adalah penerapan dari keilmuan ilmiah tentang manusia (termasuk metode ilmiah untuk memperoleh informasi tersebut) untuk permasalahan desain (Pheasant, 1988). Definisi lain dari ergonomi yaitu ilmu yang mempelajari tentang keterkaitan antara orang dengan lingkungan kerja (Nurmianto, 1996). Tujuan umum dari penerapan ergonomi (Tarwaka, 2004), yaitu:

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.
3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

Mc. Cormic dan Sanders membagi keilmuan ergonomi menjadi beberapa bagian, salah satu bagian dari ergonomi tersebut adalah *human error*, kecelakaan, dan keselamatan kerja. Dari bagian tersebut, terdapat pembagian lagi mengenai cara atau sudut pandang dalam penilaiannya, misalnya pengukuran terhadap postur kerja dan pengukuran beban kerja. Keduanya berkaitan dengan bagian kecelakaan (Purnomo, 2004). Selanjutnya terdapat contoh langkah-langkah untuk melakukan pendekatan ergonomi dalam hal perancangan produk maupun fasilitas kerja secara umum dapat ditunjukkan dalam bagan/gambar 3 berikut ini (Wignjosoebroto, 2005):



Gambar 2.4. Langkah-Langkah Penelitian dan Perancangan
(sumber: Wignosubroto, 2005)

Gambar 2.4 diatas menggambar tentang langkah-langkah pendekatan ergonomi termasuk dalam perancangan fasilitas atau analisa fasilitas. Langkah dimulai dari identifikasi masalah mulai dari potensi kecelakaan kerja ataupun potensi cedera pada bagian *musculoskeletal disorder*. Kemudian permasalahan yang telah diidentifikasi dilakukan pengolahan untuk menemukan sumber masalah ataupun resiko dari kecelakaan dan cedera. Temuan akan ketidak ergonomisan kemudian dilakukan perancangan berdasarkan keilmuan ergonomi.

2.2.5 Safety

Safety atau keselamatan kerja merupakan upaya untuk menjamin kesehatan dari pekerja dalam sebuah perusahaan. Kesehatan dan keselamatan kerja dapat diartikan sebagai suatu promosi, perlindungan dan peningkatan derajat kesehatan yang setinggi-tingginya mencakup aspek fisik, mental, dan social untuk kesejahteraan seluruh pekerja di semua tempat kerja (*International Labour Organization*, 1998). Lebih lanjut dijelaskan bahwa kecelakaan bisa timbul dari hasil gabungan beberapa faktor, tiga faktor paling utama

adalah faktor pekerjaan, lingkungan kerja, dan pekerja itu sendiri. Bahaya keselamatan kerja (*occupational safety hazard*) yang terdapat di tempat kerja antara lain (Levy Barry S et al., 2006):

1. Bahaya pada permukaan dimana pekerja berjalan dan bekerja (*walking and working surfaces hazards*)
2. Bahay mekanik (*mechanical hazards*)
3. *Material-handling hazards*
4. Bahaya elektrik (*electrical hazards*)
5. Bahaya ruang terbatas (*confined space hazards*)
6. Bahaya kejahatan di tempat kerja (*workplace violence hazards*)
7. Bahaya kebakaran dan ledakan

Rekomendasi panduan yang efektif pada manajemen dan pencegahan *safety* dan *health* pekerja yaitu (OSHA, 2006):

1. Komitmen dari manajemen dan keterlibatan karyawan
2. Analisis *worksite*
3. Pencegahan *hazard* dan *control*
4. Training *safety* dan *health*

Untuk mengurangi peluang terjadinya kecelakaan atau sebagai pencegahan terhadap hazard harus dilakukan identifikasi potensi bahaya yang ada. Dengan melakukan identifikasi bahaya maka sumber bahaya dapat diketahui sehingga potensi kecelakaan dapat dikendalikan. Terdapat beberapa cara yang bisa digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, diantaranya adalah *What if, Hazard and Operability Study (HAZOB)*, *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, serta *Job safety analysis (JSA)*.

2.2.6 Job Safety Analysis

Job safety analysis adalah sebuah teknik pencegahan kecelakaan yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi resiko dan bahaya yang berkaitan dengan suatu pekerja serta memberikan pengendalian resiko untuk mengurangi resiko dan bahaya tersebut (Jaiswal et al., 2014). Penggunaan *JSA* ditujukan agar potensi bahaya yang ada dapat dikenali sebelum terjadi kecelakaan atau penyakit akibat kerja. Hal-hal positif yang dapat diperoleh dari pelaksanaan *JSA*, adalah (Abadi, 2007):

1. Sebagai upaya pencegahan kecelakaan
2. Sebagai alat kontak *safety (safety training)* terhadap tenaga kerja baru
3. Melakukan *review* pada *Job* prosedur setelah terjadi kecelakaan
4. Memberikan *pre job intruction* pada pekerjaan yang baru
5. Memberikan pelatihan secara pribadi kepada karyawan
6. Dapat Meninjau ulang *SOP*

Untuk melakukan *Job safety analysis* terdapat empat langkah utama yang harus dilakukan yaitu (OSHAcademy, 2002):

1. Memilih pekerjaan yang akan dianalisis

JSA dapat menganalisis semua pekerjaan yang ada di tempat kerja, namun harus diprioritaskan berdasarkan (OSHA 3071, 2002):

- a. Pekerjaan yang memiliki tingkat kecelakaan yang tinggi.
 - b. Pekerjaan yang memiliki berpotensi bahaya, kecelakaan dan cedera, walaupun belum ada catatan kecelakaan pada pekerjaan tersebut.
 - c. Pekerjaan yang dapat menyebabkan kecelakaan atau luka berat akibat kesalahan manusia yang sederhana.
 - d. Pekerjaan baru, pekerjaan tidak rutin, atau pekerjaan yang mengalami.
 - e. Pekerjaan yang kompleks/ rumit.
2. Membagi pekerjaan menjadi beberapa langkah pokok pekerjaan
 3. Mengidentifikasi resiko atau bahaya yang potensial

Identifikasi bahaya/ resiko dapat ditelusuri melalui beberapa pertanyaan seperti (Rausand, 2005):

- a. Apakah kebakaran atau ledakan dapat terjadi jika pekerjaan dilaksanakan?
 - b. Apakah ada benda (rantai, sling, kait dan sebagainya) yang dapat menghantam pekerja?
 - c. Apakah pekerja dapat terkena aliran listrik, logam panas, acid, air panas?
 - d. Apakah pekerja dapat terhimpit di antara/ di dalam/ pada benda?
 - e. Apakah pekerja dapat terekspos oleh bahaya kesehatan, seperti radiasi, asap beracun, bahan kimia, gas panas, kekurangan oksigen, dan lain sebagainya?
 - f. Jika terjadi kesalahan mengoperasikan peralatan, apakah peralatan tersebut akan rusak?
 - g. Kaji ulang setiap langkah, sehingga semua hazard teridentifikasi.
4. Mengendalikan resiko dengan memberikan perbaikan untuk mengurangi potensi resiko atau bahaya yang mungkin terjadi

Hirarki pengendalian resiko terdiri dari 5 bagian yaitu (Suardi, 2007):

- a. Eliminasi (Menghilangkan Bahaya)

Menghilangkan bahaya adalah langkah ideal yang dapat dilakukan dan menjadi pilihan pertama dalam melakukan pengendalian resiko. Ini berarti menghentikan peralatan atau prasarana yang dapat menimbulkan bahaya atau dengan kata lain peralatan tersebut tidak digunakan lagi.

- b. Substitusi atau Mengganti

Prinsipnya adalah menggantikan sumber resiko dengan sarana/ peralatan lain yang tingkat resikonya lebih rendah atau tidak ada. Ciri khas tahap ini adalah melibatkan pemikiran yang lebih mendalam bagaimana membuat lokasi kerja yang lebih aman dengan melakukan pengaturan ulang lokasi kerja, memodifikasi peralatan, melakukan kombinasi kegiatan, perubahan prosedur, mengurangi frekuensi dalam melakukan kegiatan berbahaya.

- c. Isolasi

Pada tahap ini dilakukan isolasi terhadap area berbahaya dari pekerja atau dari orang yang ingin memasuki area tersebut.

- d. Pengendalian secara Administrasi

Tahap ini menggunakan prosedur, *Standard Operational and Procedure* (SOP) atau panduan sebagai langkah untuk mengurangi resiko.

- e. Penggunaan alat pelindung diri (APD)

Terdapat beberapa form yang dapat digunakan dalam menganalisa Job safety analysis. Salah satu form yang dapat digunakan adalah pada gambar 2.5 berikut.

Lokasi				No. JSA			
Pekerjaan Yang Dilakukan				Ketua Tim JSA			
Tanggal				Anggota Tim JSA			
NO	LANGKAH KERJA	IDENTIFIKASI BAHAYA		FAKTOR RESIKO			TINDAKAN PENGENDALIAN
		JENIS BAHAYA	DAMPAK BAHAYA	K	D	FR	
Keterangan : FR < 6 : Resiko dapat diterima, pekerjaan dapat dilaksanakan FR ≥ 6: Resiko tidak dapat diterima, harus dilakukan tindakan pengendalian							

Gambar 2.5 **Form Job Safety Analysis**

FR pada gambar diatas merupakan faktor resiko, sedangkan K merupakan kemungkinan dan D merupakan Penilaian dampak. Untuk mengetahui nilai K dan D dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.3 **Kriteria Penilaian Kemungkinan (K)**

Nilai K	Tingkat	Frekuensi
5	Pasti	Sangat sering terjadi (harian)
4	Sangat Mungkin	Lebih dari satu kejadian dalam satu bulan
3	Mungkin	Lebih dari satu kejadian dalam satu tahun
2	Kecil Kemungkinannya	Satu kejadian dalam satu tahun
1	Sangat Kecil Kemungkinannya	Satu kejadian dalam 3 tahun

Tabel 2.4 **Kriteria Penilaian Dampak (D)**

Nilai D	Dampak Tingkat	Pengaruh (salah satu, keduanya, atau ketiganya)		
		Pada Manusia	Pada Perusahaan	Pada Lingkungan
5	Katastropik	Meninggal dunia	Penutupan	Mempengaruhi

Nilai D	Dampak Tingkat	Pengaruh (salah satu, keduanya, atau ketiganya)		
		Pada Manusia	Pada Perusahaan	Pada Lingkungan
		atau hilangnya kemampuan secara total	perusahaan	masyarakat dan lingkungan secara luas
4	Hampir	Hilangnya kemampuan sebagian	Terganggunya salah satu departemen	Pencemaran pada salah satu pabrik meluas ke pabrik lain
3	Serius	Mengakibatkan waktu kerja hilang lebih dari 2 hari	Terganggunya salah satu departemen	Pencemaran pada satu unit pabrik
2	Minor	Mengakibatkan waktu kerja hilang kurang atau sama dengan 2 hari	Interupsi operasi pabrik sementara	Pencemaran terjadi hanya di lokasi
1	Tidak berarti	Tidak memerlukan perawatan medis	Tidak mengganggu aktifitas perusahaan	Tidak menyebabkan pencemaran

2.2.7 Rapid Entire Body Assessment

Rapid entire body assessment (REBA) merupakan salah satu alat yang digunakan untuk mengukur postur kerja. Postur kerja pertama dikembangkan untuk mengukur tipe postur kerja yang tidak diprediksikan muncul pada bidang kesehatan atau industri jasa lainnya. Metode tersebut dapat digunakan secara cepat untuk menilai postur seorang pekerja, selain itu metode ini juga dipengaruhi oleh faktor coupling, beban eksternal yang ditopang oleh tubuh serta aktivitas pekerja (Hignett & McAtamney, 2000). Nilai akhir yang didapatkan dari *REBA* digunakan untuk memberikan indikasi tingkat resiko dan tindakan yang harus diambil. Dalam perhitungan menggunakan metode *REBA*, postur kerja manusia dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian A yang terdiri dari *Neck*, *Trunk*, *Leg* dan bagian B yang terdiri dari *Upper Arm*, *Lower Arm*, *Wrist*.

Pengembangan *Rapid Entire Body Assessment* dilakukan melalui 6 tahapan, yaitu (Stanton et al., 2004):

1. Observasi pekerjaan

Amati pekerjaan untuk merumuskan penilaian ergonomi pada workplace, termasuk dampak dari layout dan lingkungan, penggunaan peralatan, dan perilaku pekerja dalam pengambilan resiko. Jika memungkinkan, ambil data menggunakan foto atau video. Namun, pengamatan dengan lebih dari 1 orang lebih direkomendasikan.

2. Pilih postur untuk diukur

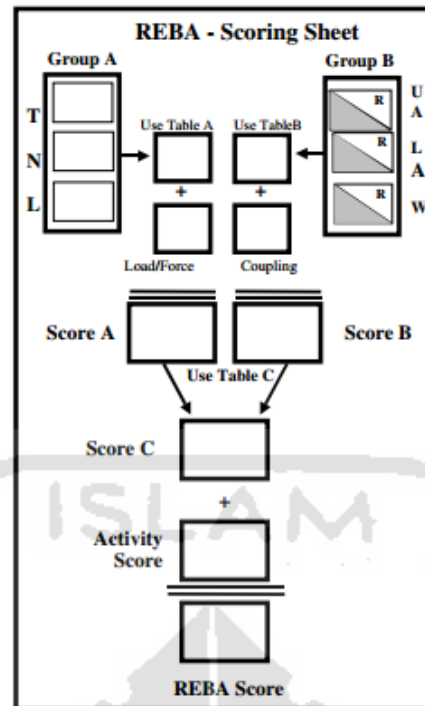
Tentukan postur yang akan dianalisis berdasarkan hasil observasi pada langkah yang pertama. Berikut kriteria dalam pemilihan:

- a. Postur yang paling sering diulang
- b. Postur yang paling lama
- c. Postur dengan aktivitas otot yang banyak atau penggunaan gaya yang besar
- d. Postur yang menyebabkan ketidaknyamanan
- e. *Extreme*, tidak stabil, atau postur yang aneh, terutama saat penggunaan gaya
- f. Postur yang paling mungkin ditingkatkan dengan intervensi, langkah-langkah pengendalian, atau perubahan lain.

Pengambilan kriteria bisa menggunakan salah satu atau lebih dari kriteria diatas. Kriteria dalam menentukan postur mana yang akan dianalisis harus dilaporkan dengan disertai hasil atau rekomendasi.

3. Nilai postur kerja

Gunakan scoring sheet (gambar 2.7) untuk menilai postur. Pada scoring sheet (gambar 2.6) terdapat dua bagian: *Group A (Trunk, Neck, Legs)* dan *Group B (Upper Arm, Lower Arm, dan Wrist)*.



Gambar 2.6 Reba Scoring Sheet
(Sumber: Stanton et al, 2004)

Untuk menilai masing-masing segmen tubuh dapat dilihat pada *REBA sheet* (Gambar 2.7) berikut:

The detailed REBA Sheet form is divided into two main sections: A. Neck, Trunk and Leg Analysis and B. Arm and Wrist Analysis. Section A includes steps for locating neck position, adjusting for twisting and side bending, locating trunk position, adjusting for twisting and side bending, and locating leg position. Section B includes steps for locating upper arm position, adjusting for shoulder and arm position, locating lower arm position, locating wrist position, adjusting for wrist position, and locating posture score. The form includes several tables for scores, including Table A (Neck), Table B (Lower Arm), Table C (Score B), and Table D (Score A). The final REBA Score is calculated by adding the Score A, Score B, and Activity Score.

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position
+1 0 0° -2
Step 1a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1
Neck Score

Step 2: Locate Trunk Position
+1 0 0° -2
Step 2a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1
Trunk Score

Step 3: Legs
+1 0 0° -2
Adjust: 30-60° +60°
Add +1 Add +2
Leg Score

Step 4: Look-up Posture Score in Table A
Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Step 5: Add Force/Load Score
If load < 11 lbs: +0
If load 11 to 22 lbs: +1
If load > 22 lbs: +2
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1
Force/Load Score

Step 6: Score A. Find Row in Table C
Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

Scoring:
1 = negligible risk
2 or 3 = low risk, change may be needed
4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
8 to 10 = high risk, investigate and implement change
11+ = very high risk, implement change

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position:
+1 0 0° -2
Step 7a: Adjust...
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1
Upper Arm Score

Step 8: Locate Lower Arm Position:
+1 0 0° -2
Lower Arm Score

Step 9: Locate Wrist Position:
+1 0 0° -2
Step 9a: Adjust...
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1
Wrist Score

Step 10: Look-up Posture Score in Table B
Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Step 11: Add Coupling Score
Well fitting handle and mid range power grip, good: +0
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part, fair: +1
Hand held not acceptable but possible, poor: +2
No handles, awkward, unsafe with any body part, Unacceptable: +3
Coupling Score

Step 12: Score B. Find Column in Table C
Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Step 13: Activity Score
+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Final REBA Score

Gambar 2.7 REBA Sheet
(sumber: ergo-plus.com)

4. Hitung skor yang didapat

Gunakan Tabel A (Gambar 2.5) untuk menentukan nilai total dari *trunk*, *neck*, dan *legs*. Kemudian gunakan Tabel B (Gambar 2.5) untuk menentukan nilai total dari *upper arm*, *lower arm*, dan *wrist*. Kemudian skor yang didapat ditambah dengan nilai *coupling* untuk hasil table B dan nilai beban/ gaya untuk hasil table A. Penentuan nilai *coupling* dan beban/ gaya dapat dilihat pada *REBA sheet* (Gambar 2.6).

5. Tentukan nilai *REBA*

Hasil akhir dari penilaian adalah *REBA decision* yaitu tingkat resiko berupa score dengan kriteria sebagai berikut:

- a. Skor 1 mempunyai tingkat resiko CTD's yang masih dapat diterima
- b. Skor 2-3 mempunyai tingkat resiko CTD's rendah
- c. Skor 4-7 mempunyai tingkat resiko CTD's sedang
- d. Skor 8-10 mempunyai tingkat resiko CTD's tinggi
- e. Skor 11-15 mempunyai tingkat resiko CTD's sangat tinggi

6. Kofirmasi nilai *action level*

Hasil REBA yang didapat pada langkah sebelumnya kemudian ditentukan nilai *action level* (Gambar 2.6) sesuai kriteria berikut:

- a. Skor 1 resiko pekerjaan dapat dikesampingkan
- b. Skor 2-3 diberikan perubahan postur kerja
- c. Skor 4-7 dibutuhkan investigasi lebih lanjut dan perubahan postur kerja secepatnya
- d. Skor 8-10 harus dilakukan investigasi dan adanya implementasi berupa perubahan postur kerja dan lingkungan kerja
- e. Skor 11-15 harus segera diganti dalam aplikasi pekerjaanya.

2.2.8 *Time Study*

Dalam suatu proses produksi diperlukan sebuah perencanaan dan pengukuran kerja (*Time Study*) untuk memastikan sebuah proses berjalan dengan baik dan sesuai target. Pengukuran kerja (*time study*) adalah suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang

dibutuhkan oleh seorang operator (yang memiliki ketrampilan rata – rata dan terlatih baik) dalam melaksanakan sebuah kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja yang normal (Wignjosoebroto, 2003). Pengukuran waktu kerja bertujuan untuk mendapatkan waktu standar/ waktu baku penyelesaian pekerjaan secara wajar, tidak terlalu cepat dan juga tidak terlalu lambat, oleh pekerja normal untuk menyelesaikan pekerjaannya dalam suatu sistem kerja yang telah berjalan dengan baik (Barnes, 1980). Waktu standar untuk tiap proses produksi komponen produk diperlukan sebagai dasar untuk melakukan identifikasi awal *waste* dilihat dari penyimpangan *lead time* yang berlebih

Dalam industri manufaktur *time study* merupakan bagian penting dalam perencanaan. Selain digunakan untuk perencanaan atau *Pre Production*, *time study* juga digunakan sebagai bahan analisa ketika proses produksi berlangsung atau *mass production*. Pengukuran *time study* saat *mass production* berlangsung bertujuan untuk menghitung berapa produk yang bisa dihasilkan oleh satu operator dalam satu hari kerja.

Salah satu metode yang digunakan untuk mengukur waktu kerja (*time study*) adalah metode pengukuran waktu kerja secara langsung. Metode pengukuran waktu kerja secara langsung ini dapat dilakukan menggunakan alat bantu *stopwatch*. Metode *Stopwatch* (jam henti) merupakan pengukuran waktu kerja secara langsung yang biasa diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang/ *repetitive* (Wignjosoebroto, 2003). Metode *stopwatch* digunakan untuk mengetahui waktu operasi yang dibutuhkan operator dalam menyelesaikan pekerjaannya. Penelitian dengan *stopwatch time study* memiliki beberapa tahapan yang harus dilakukan. Berikut ini adalah urutan langkah dalam *stopwatch* (Sritomo, 2003):

1. Definisi pekerjaan yang akan diteliti untuk diukur waktunya dan beritahukan maksud dan tujuan pengukuran ini kepada pekerja yang dipilih untuk diamati dan supervisor yang ada.
2. Catat semua informasi yang berkaitan erat dengan penyelesaian pekerjaan seperti *layout*, karakteristik/ spesifikasi mesin atau peralatan kerja lain yang digunakan, dan lain-lain.

3. Bagi operasi kerja dalam elemen kerja sedetail-detailnya tapi masih dalam batas-batas kemudahan untuk pengukuran waktunya.
4. Amati, ukur dan catat waktu yang dibutuhkan oleh operator untuk menyelesaikan elemen-elemen kerja tersebut.
5. Tetapkan jumlah siklus kerja yang harus diukur dan dicatat. Teliti apakah jumlah siklus kerja yang dilaksanakan ini sudah memenuhi syarat atau tidak.
6. Tetapkan *rating* dari operator saat melaksanakan aktivitas kerja yang diukur dan dicatat waktunya tersebut. *Rating* ini ditetapkan untuk setiap elemen kerja yang ada dan hanya ditujukan untuk *performance* operator.

Data yang didapat dari perhitungan stopwatch yaitu *Observation Time* digunakan untuk menentukan nilai dari waktu normal (*Basic Time*) dan Waktu Standar (*Standard Time*). Waktu standar/ waktu baku adalah waktu yang diperlukan oleh operator yang terampil rata-rata, bekerja pada kecepatan normal, untuk melakukan tugas tertentu menggunakan metode yang ditentukan. Didalamnya sudah termasuk *allowance* yang tepat untuk memungkinkan orang untuk pulih dari kelelahan dan, bila perlu waktu tambahan untuk menutupi elemen kontingen yang mungkin terjadi (Salvendy, 2001).

2.2.9 Stopwatch

Salah satu metode yang digunakan untuk mengukur waktu kerja (*time study*) adalah metode pengukuran waktu kerja secara langsung. Metode pengukuran waktu kerja secara langsung ini dapat dilakukan menggunakan alat bantu *stopwatch*. Metode *Stopwatch* (jam henti) merupakan pengukuran waktu kerja secara langsung yang biasa diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang/*repetitive* (Wignjosoebroto, 2003). Metode *stopwatch* digunakan untuk mengetahui waktu operasi yang dibutuhkan operator dalam menyelesaikan pekerjaannya.

Penelitian dengan *stopwatch time study* memiliki beberapa tahapan yang harus dilakukan. Berikut ini adalah urutan langkah dalam *stopwatch* (Sritomo, 2003):

1. Definisi pekerjaan yang akan diteliti untuk diukur waktunya dan beritahukan maksud dan tujuan pengukuran ini kepada pekerja yang dipilih untuk diamati dan *supervisor* yang ada.
2. Catat semua informasi yang berkaitan erat dengan penyelesaian pekerjaan seperti *layout*, karakteristik/ spesifikasi mesin atau peralatan kerja lain yang digunakan, dan lain-lain.
3. Bagi operasi kerja dalam elemen kerja sedetail-detailnya tapi masih dalam batas-batas kemudahan untuk pengukuran waktunya.
4. Amati, ukur dan catat waktu yang dibutuhkan oleh operator untuk menyelesaikan elemen-elemen kerja tersebut.
5. Tetapkan jumlah siklus kerja yang harus diukur dan dicatat. Teliti apakah jumlah siklus kerja yang dilaksanakan ini sudah memenuhi syarat atau tidak.
6. Tetapkan *rating* dari operator saat melaksanakan aktivitas kerja yang diukur dan dicatat waktunya tersebut. *Rating* ini ditetapkan untuk setiap elemen kerja yang ada dan hanya ditujukan untuk *performance* operator.

Data yang didapat dari perhitungan *stopwatch* yaitu *Observation Time* digunakan untuk menentukan nilai dari waktu normal (*Basic Time*). Waktu normal yang sudah didapatkan digunakan sebagai waktu siklus dalam untuk pengerjaan tiap proses.

2.2.10 *Worksampling*

Work sampling adalah suatu teknik untuk mengadakan sejumlah besar pengamatan terhadap aktifitas kerja dari mesin, proses atau operator (Sritomo, 1992). Pengukuran kerja menggunakan metode *worksampling* merupakan metode pengukuran kerja secara langsung karena dilakukan secara langsung. Tujuan utama dari *worksampling* adalah untuk mengamati seberapa produktif operator dengan waktu observasi yang terbatas. *Worksampling* dapat digunakan untuk mengetahui distribusi pemakaian waktu

sepanjang waktu kerja oleh operator (Sutalaksana, 2006). Selain itu *worksampling* juga dapat digunakan untuk memperkirakan kelonggaran bagi suatu pekerjaan. *Worksampling* dapat dibagi menjadi tiga pendekatan, yaitu: *field rating*, *productivity rating*, dan *5-minute rating*, dimana kegiatan seorang pekerja digolongkan menjadi tiga, yaitu: *effective work*, *essential contributory work*, dan *ineffective work* (Oglesby et al., 1989). Pengertian ketiga jenis kegiatan ini adalah sebagai berikut:

1. *Effective work* adalah pekerjaan dimana kegiatan pekerja berkaitan langsung dengan proses konstruksi yang berperan langsung terhadap hasil akhir.
2. *Essential contributory work* adalah kegiatan yang tidak berpengaruh langsung terhadap hasil akhir, tetapi pada umumnya dibutuhkan dalam menjalankan suatu operasi.
3. *Ineffective work* adalah kegiatan pekerja yang menganggur atau melakukan sesuatu yang tidak berkaitan langsung dengan pekerjaan yang sedang dilakukan.

Dari penjelasan dapat diartikan bahwa *effective work* merupakan *value added activity*, *essential contributory work* merupakan *necessary non value added activity*, dan *ineffectife work* merupakan *non value added activity*.

2.2.11 Beban Kerja Fisik

Dalam bekerja tubuh akan menerima beban dari luar tubuh, beban tersebut dapat berupa fisik maupun mental. Berat ringannya suatu beban kerja tergantung dari kapasitas dan beban yang diberikan kepada operator itu sendiri. Berat ringannya beban kerja yang diterima oleh seorang tenaga kerja dapat digunakan untuk menentukan berapa lama seorang tenaga kerja dapat melakukan aktivitas pekerjaannya sesuai dengan kemampuan atau kapasitas kerja yang bersangkutan (Manuaba, 2000). Di mana semakin berat beban kerja, maka akan semakin pendek waktu kerja seseorang untuk bekerja tanpa kelelahan dan gangguan fisiologis yang berarti atau sebaliknya. Salah satu pendekatan untuk mengetahui berat ringannya beban kerja adalah dengan menghitung nadi kerja, konsumsi oksigen, kapasitas ventilasi paru dan suhu inti tubuh (Grandjean, 1993).

Untuk dapat mengukur denyut nadi kerja dapat dilakukan menggunakan metode 10 denyut (Kilbon, 1992). Dengan metode tersebut dapat diukur denyut nadi kerja sebagai berikut:

$$\text{Denyut Nadi} = \frac{10 \text{ Denyut}}{\text{Waktu Perhitungan}} \times 60 \dots (1)$$

Dari denyut nadi kerja yang diperoleh dari persamaan 1, kemudian dapat digunakan untuk menentukan klasifikasi beban kerja dari suatu pekerjaan. Manuaba & Vanwonderghem menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskuler (*cardiovascular load* = %CVL) yang dihitung dengan rumus sebagai berikut (Tarwaka, 2004).

$$\%CVL = \frac{100 \times (\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{(\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat})} \dots (2)$$

Dimana denyut nadi maksimum didapatkan dari (220 – umur) untuk laki-laki dan (200 – umur) untuk perempuan. Dari hasil perhitungan %CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan pada tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5 Klasifikasi Beban Kerja

%CVL	Kategori
<30%	Tidak terjadi kelelahan
30 s.d. <60%	Diperlukan perbaikan
60 s.d. <80%	Kerja dalam waktu singkat
80 s.d. <100%	Diperlukan tindakan segera
>100%	Tidak diperbolehkan beraktivitas

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Obyek Penelitian

Hal yang menjadi objek penelitian dalam permasalahan ini adalah *proses buffing panel UP* departemen *Painting* PT. Yamaha Indonesia. Penelitian ini akan mengidentifikasi *waste* dan aktivitas-aktivitas *Non Value Added* (NVA) yang terjadi pada proses *buffing panel UP* terutama yang berkaitan dengan *safety* dan ergonomi.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini diperoleh dengan menggunakan metode-metode sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dalam hal ini dilakukan untuk mempelajari tema penelitian dengan literatur dan informasi yang terkait dengan pengurangan *lean*, *waste*, *value stream mapping*, dampak *lean* terhadap ergonomi, dan penggunaan ergonomi dalam *value stream mapping*.

2. Observasi

Tahap observasi merupakan tahap yang dilakukan peneliti dalam pengumpulan data pada PT. Yamaha Indonesia.

3. Wawancara

Melakukan wawancara secara langsung dengan kepala kelompok dan operator proses *buffing panel upright* untuk mengetahui deskripsi pekerjaan, pembagian tugas dan resiko bahaya pada proses *buffing panel upright*.

3.3. Jumlah dan Kriteria Sampel

Dalam penelitian ini pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*. *Purposive sampling* merupakan teknik pengambilan sampel dengan menggunakan pertimbangan tertentu yakni sumber data dianggap paling tahu tentang apa yang diharapkan (Sugiyono, 2012). Sampel yang diambil dalam penelitian ini adalah operator yang bekerja dibagian proses *buffing panel upright* yang telah memenuhi kriteria yang ditentukan. Adapun kriteria yang digunakan untuk memilih sampel adalah sebagai berikut:

1. Memiliki pengalaman kerja pada proses *buffing panel upright* minimal 2 tahun
2. Sehat jasmani saat proses pengambilan data
3. Operator berjenis kelamin laki-laki
4. *Range* umur 20 – 50 tahun
5. Bekerja 8 jam dalam 1 hari

Pada proses *buffing panel upright* terdapat 19 operator yang terbagi kedalam 2 *shift*. Adapun 19 operator tersebut terbagi menjadi 2 operator 8 *head buff*, 2 operator *edge buff*, 2 operator *high polish*, 7 operator *ryoto* kabinet PE, 2 operator *ryoto* kabinet warna, dan 4 operator kabinet *side board*. Selanjutnya dari 19 operator yang ada pada proses diambil jumlah sampel penelitian sebagai berikut:

1. Pada perhitungan 10 denyut dibutuhkan 1 orang operator 8 *head buff*, 1 orang operator *edge buff*, 1 orang operator *high polish*, 1 orang operator *ryoto panel PE*, 1 orang operator *ryoto panel* warna, dan 1 orang operator *side board*.
2. Pada perhitungan *reba* dibutuhkan 1 orang operator 8 *head buff*, 1 orang operator *edge buff*, 1 orang operator *high polish*, dan 1 orang operator *ryoto*.

Dari jumlah sampel tersebut diketahui bahwa pada mesin *8 head buff*, *edge buff*, dan *high polish* diambil 1 sampel tiap mesin baik pada penelitian 10 denyut maupun *reba*. Namun pada operator *ryoto* terdapat perbedaan jumlah sampel untuk pengamatan 10 denyut dan *reba*. Perbedaan jumlah sampel pada *ryoto* dilakukan karena pada pekerjaan *ryoto* dibagi menjadi 3 kelompok berdasarkan pembagian kerja, yaitu *ryoto* kabinet PE, *ryoto* kabinet warna, dan *ryoto* kabinet *side board*. Dengan perbedaan pembagian kerja tersebut beban operator juga berbeda karena jumlah kabinet yang dikerjakan berbeda. Sehingga pada pengukuran 10 denyut pada operator *ryoto* dilakukan kepada 3 sampel. Namun kondisi berbeda dilakukan pada pengukuran *reba*, hal ini karena cara pengerjaan *ryoto* pada 3 kelompok *ryoto* tidak terdapat perbedaan, perbedaan yang ada hanya pada jumlah kabinet yang dikerjakan sehingga cukup diambil 1 sampel.

3.4. Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data kualitatif dan kuantitatif. Data kuantitatif diantaranya data waktu siklus, *stock*, dan waktu tiap aktivitas, sedangkan data kualitatif diantaranya data *job description* dan jumlah karyawan. Adapun jenis data yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari:

1. Data Primer

Data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung dari obyek penelitian. Data primer ini dapat diperoleh dari hasil wawancara dan hasil observasi secara langsung terhadap proses *buffing panel upright*, sehingga didapatkan informasi yang sesuai dengan kondisi yang ada diperusahaan.

Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah:

1. Proses *buffing panel upright* dan Jenis kabinet *Panel upright*
2. Data *Stock* dan target produksi
3. Waktu baku pengerjaan tiap proses
4. Jumlah karyawan, aktivitas, dan durasi waktu pengerjaan
5. Postur kerja
6. Data denyut jantung
7. Resiko bahaya

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapat bukan dari hasil pengamatan atau perhitungan langsung dilapangan. Data sekunder ini dapat diperoleh dari referensi yang berasal dari berbagai macam sumber seperti perpustakaan, dokumen perusahaan, internet, jurnal, buku dan literatur lainnya.

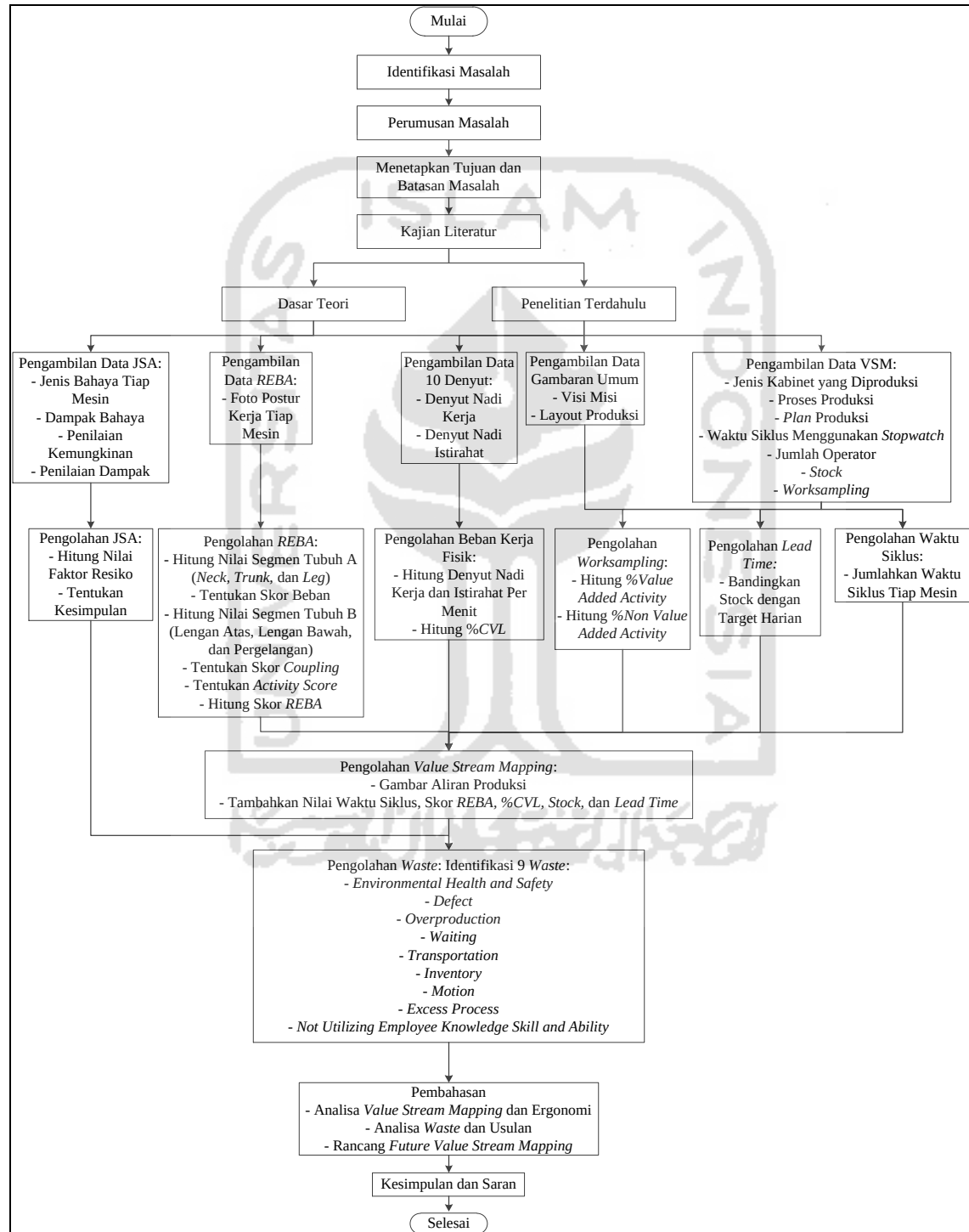
3.5. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini digunakan beberapa alat dan bahan dalam pengambilan dan pengolahan data. Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Software Microsoft Word 2010* untuk penyusunan naskah laporan
2. *Software Microsoft Excel 2010* untuk input data dan pengolahan data
3. *Software Microsoft Visio 2010* untuk pembuatan diagram alir dan *mapping*
4. *Software ErgoFellow* untuk perhitungan postur kerja
5. *Software CorelDraw X7* untuk penentuan sudut postur kerja
6. *Laptop merk Asus X450C* dengan spesifikasi Intel ® Core™ i3-3217U CPU @ 1.80GHz untuk pengolahan data dan penyusunan naskah laporan
7. *Smartphone Huawei P9 Lite* untuk pengambilan data video postur kerja dan digunakan sebagai stopwatch dalam pengambilan data 10 denyut
8. Alat tulis untuk mencatat hasil pengamatan lapangan dan hasil diskusi dengan kepala kelompok tentang proses produksi, *waste*, dan potensi bahaya

3.6. Diagram Alir Penelitian

Pada gambar 3.1 berikut merupakan alur dari penelitian yang dilakukan.



Gambar 3.1 **Flowchart** alur penelitian

3.7. Penejelasan Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.1 merupakan visualisasi alur dari penelitian yang akan dilakukan. Penjelasan dari diagram alur akan dijelaskan sebagai berikut:

3.7.1. Identifikasi Masalah

Dalam rangka aktivitas *continuous improvement* yang diterapkan oleh perusahaan, maka dilakukan identifikasi masalah pada bagian *buffing panel upright* guna mencapai kondisi yang lebih baik dari periode sebelumnya. Identifikasi dilakukan untuk mengetahui permasalahan-permasalahan yang ada pada proses *buffing panel upright* PT. Yamaha Indonesia sehingga perbaikan dapat dilakukan.

3.7.2. Perumusan Masalah

Setelah identifikasi masalah, tahapan selanjutnya adalah merumuskan masalah yang ada pada proses *buffing panel upright*. Perumusan masalah dilakukan untuk mempermudah pemecahan masalah pada akar permasalahan. Rumusan masalah ditentukan untuk mencapai tujuan dari penelitian yang dilakukan.

3.7.3. Menetapkan Tujuan dan Batasan Masalah

Dari rumusan masalah yang sudah ada digunakan untuk menjawab dari tujuan penelitian yang dilakukan. Dalam penelitian ini tujuan dari penelitian adalah untuk mengidentifikasi *waste* dan sumber *waste* yang terdapat pada proses *buffing panel upright* sehingga *waste* yang terdapat dalam proses produksi dapat dihilangkan. Sedangkan batasan masalah dalam penelitian ini dilakukan agar penelitian menjadi lebih fokus dan memiliki arah yang jelas.

3.7.4. Kajian Literatur

Dalam rangka mencapai tujuan dari penelitian, dilakukan kajian terhadap penelitian-penelitian dan teori tentang topik terkait. Kajian digunakan sebagai pedoman pemecahan masalah dalam penelitian, sehingga tujuan penelitian dapat tercapai. Dalam penelitian ini terdapat kajian empiris dan teoritis. Kajian empiris digunakan untuk mempelajari dan mengetahui penelitian terkait yang pernah dilakukan sebelumnya. Sehingga dari kajian empiris dapat digunakan sebagai pedoman dalam penelitian. Sedangkan dalam kajian teoritis dilakukan pengkajian terhadap teori terkait. Kajian ini digunakan sebagai pedoman dalam penelitian dan pengolahan data.

3.7.5. Pengumpulan Data

Dari hasil kajian yang telah dilakukan akan menghasilkan kerangka penelitian dan konsep pemecahan masalah dari penelitian. Setelah diketahui cara pemecahan masalah maka dilakukan pengumpulan data primer dan data skunder dari penelitian ini. Data primer merupakan data-data yang diambil secara langsung oleh peneliti. Sedangkan data sekunder dalam penelitian ini didapatkan dari perusahaan atau referensi lainnya. Data yang diambil diantaranya:

a. Pengambilan data *JSA*

Data yang diambil berupa data jenis bahaya tiap proses kerja pada masing-masing mesin, dampak bahaya yang ada dari proses kerja, penilaian kemungkinan terjadinya bahaya, dan penilaian dampak dari bahaya yang terjadi.

b. Pengambilan data *REBA*

Data yang diambil yaitu foto postur yang terjadi saat proses kerja dilakukan.

c. Pengambilan data 10 Denyut

Data yang diambil untuk pengukuran 10 denyut yaitu data denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat. Data denyut nadi kerja diukur sebelum operator selesai bekerja, sedangkan data denyut nadi istirahat dihitung sebelum operator melakukan pekerjaan.

d. Pengambilan data gambaran umum perusahaan

Data gambaran umum perusahaan yaitu data tentang visi misi dan layout produksi. Data tersebut digunakan untuk mengetahui gambaran umum tentang perusahaan dan obyek yang diteliti yaitu proses *buffing panel upright*.

e. Pengambilan data *VSM*

Data *VSM* yang diambil yaitu data jenis kabinet yang diproduksi, proses produksi, *Plan* produksi harian, waktu siklus untuk pengerjaan tiap model kabinet, jumlah operator untuk setiap proses, *stock* yang ada selama proses produksi, dan data *worksampling*.

3.7.6. Pengolahan Data

Setelah data selesai dikumpulkan, kemudian dilakukan pengolahan data. Adapun pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Rekapitulasi hasil observasi *Job safety analysis*

Pengolahan data hasil observasi *job safety analysis* dilakukan dengan mengidentifikasi jenis potensi bahaya, tingkat kemungkinan, dampak serta faktor resiko. Potensi bahaya dilakukan pada setiap proses yang ada. Kemudian hasil dari faktor resiko akan dianalisa untuk menentukan pengendalian terhadap potensi bahaya yang ada.

b. Penghitungan skor *REBA*

Sebelum dilakukan penghitungan skor *REBA* dilakukan identifikasi postur yang terbentuk saat operator bekerja. Setiap proses akan dilakukan analisa postur kerja. Identifikasi postur kerja dilakukan untuk menentukan sudut yang terbentuk pada beberapa bagian tubuh seperti punggung, leher serta lengan atas. Sudut yang terbentuk kemudian digunakan sebagai dasar untuk menentukan skor tiap bagian. Kombinasi antar bagian nanti akan menghasilkan skor akhir *REBA*. Untuk mendukung penghitungan *reba* dilakukan identifikasi terhadap gaya atau beban dan jenis coupling saat proses kerja. Untuk mempermudah pengolahan data, pengolahan data ini dilakukan menggunakan *software ergofellow*.

c. Penghitungan beban kerja fisik

Dalam menghitung beban kerja fisik dilakukan menggunakan metode %CVL. %CVL (*cardiovascular load*) dapat dihitung menggunakan data denyut jantung dari operator. Data denyut jantung yang digunakan terdiri dari dua yaitu denyut jantung istirahat dan denyut jantung kerja. Data tersebut akan dibandingkan dengan data denyut jantung maksimal dari operator.

d. Perhitungan *Worksampling*

Perhitungan *worksampling* dilakukan dengan merata-rata data yang telah didapatkan sebelumnya. Data dibedakan kedalam aktivitas *value added* dan *non value added*, sehingga didapatkan persentase akhir tentang aktivitas *value added* maupun *non value added*.

e. Penghitungan *Lead time*

Lead time dihitung pada setiap proses yang ada pada *buffing* panel UP. Untuk mengetahui *lead time* tiap proses digunakan rekapitulasi dari data stock yang ada pada tiap proses. Perbandingan antara stock tiap proses dengan target harian merupakan nilai dari *lead time*.

f. Perhitungan *Cycle Time*

Cycle time didapatkan dari pengukuran *stopwatch*. Penghitungan *stopwatch* dilakukan pada tiap proses dan tiap model kabinet. *Cycle time* dihitung mulai dari operator mengambil bahan untuk dikerjakan sampai operator menyimpan bahan setelah proses. Pengecualian dilakukan pada operator yang menggunakan mesin *auto*. Penghitungan *cycle time* pada mesin *auto* hanya dilakukan untuk pekerjaan ambil barang, setting, serta simpan barang.

g. Pembuatan *Mapping*

Proses pembuatan *mapping* dimulai dengan menggambarkan semua proses mulai dari bahan masuk ke *buffing* hingga proses *buffing* selesai. Data proses tersebut didukung dengan data *cycle time*, *lead time*, *worksampling*, %CVL dan, *REBA*.

h. Identifikasi *Waste*

Identifikasi *waste* dilakukan berdasarkan kondisi lapangan melalui observasi maupun dari hasil penghitungan sebelumnya. Data hasil observasi dan perhitungan kemudian akan direkap untuk menggambarkan 9 *waste* secara keseluruhan pada tiap proses.

i. Identifikasi Penyebab *Waste*

Waste yang telah diidentifikasi sebelumnya, kemudian dilakukan identifikasi terhadap sumber dari *waste* tersebut.

3.7.7. Analisis Hasil dan Pembahasan

Hasil pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya kemudian dianalisa dan dibahas pada bab ini. Analisa dan pembahasan dilakukan untuk membahas *waste* dan usulan yang diperlukan, sehingga dapat ditemukan solusi pemecahan masalah yang ada.

3.7.8. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan akan menyimpulkan hasil penelitian yang dilakukan, dimana kesimpulan ini akan menjawab rumusan masalah yang ada pada penelitian ini. Sedangkan saran diberikan baik untuk perusahaan maupun penelitian selanjutnya.



BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

Pada bab ini dilakukan pengumpulan data dan pengolahan data. Pengumpulan data dilakukan di bagian *buffing panel upright* departemen *painting* PT. Yamaha Indonesia. Data yang dikumpulkan adalah data gambaran umum perusahaan mencakup profil perusahaan dan produk yang diproduksi. Selain itu juga dilakukan pengumpulan data produksi pada bagian *buffing panel upright*, diantaranya data waktu siklus, urutan produksi, dan data *waste*. Sedangkan pengolahan data dilakukan menggunakan tool yang telah dijelaskan sebelumnya. Dalam proses pengumpulan data, dilakukan pemilihan sampel terhadap 19 operator *buffing panel upright*. 19 operator ini dibagi kedalam 2 *shift* kerja yaitu 11 operator *shift* 1 dengan jam kerja 8 jam dan 8 operator *shift* 2 dengan jam kerja 7 jam. Hasil dari pemilihan sampel didapatkan sampel dengan kriteria berjenis kelamin laki-laki, telah 2 tahun bekerja dibagian *buffing panel upright*, dan dengan rata-rata usia 31 tahun yang masih tergolong kedalam usia produktif dalam lingkungan kerja (Usia < 50 Tahun) (Skirbekk, 2003).

4.1.1. Gambaran Umum Perusahaan

PT. Yamaha Indonesia didirikan pada tanggal 27 Juni 1974. Pada awal berdiri PT. Yamaha Indonesia memproduksi berbagai alat musik seperti piano, electone, pianika, dan lain-lain. Sejak bulan Oktober 1998, PT. Yamaha Indonesia membuka beberapa

anak cabang untuk memfokuskan produksi tiap alat musik, PT. Yamaha Indonesia sendiri memfokuskan untuk memproduksi alat musik piano. Perusahaan ini berdiri di area seluas 15.711 m² dan berlokasi di Kawasan Industri Pulogadung, Jakarta Timur.

Visi PT. Yamaha Indonesia adalah menciptakan berbagai produk dan pelayanan yang mampu memuaskan berbagai macam kebutuhan dan keinginan dari berbagai pelanggan Yamaha di seluruh dunia, berupa produk dan layanan Yamaha di bidang akustik, rancangan, teknologi, karya cipta, dan pelayanan yang selalu mengutamakan 23 pelanggan. Sedangkan Misi yang ditetapkan oleh PT. Yamaha Indonesia adalah sebagai berikut:

1. Mempromosikan dan mendukung popularisasi 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 Yamaha.
6. Secara terus menerus mengembangkan pertumbuhan bisnis yang positif melalui diversifikasi produk.

PT. Yamaha Indonesia memproduksi 2 jenis piano yaitu *Upright piano* dan *Grand Piano*. *Upright piano* merupakan piano dengan posisi vertikal/ tegak seperti pada gambar 4.1. Sedangkan *grand piano* merupakan piano dengan posisi horizontal seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2 berikut.



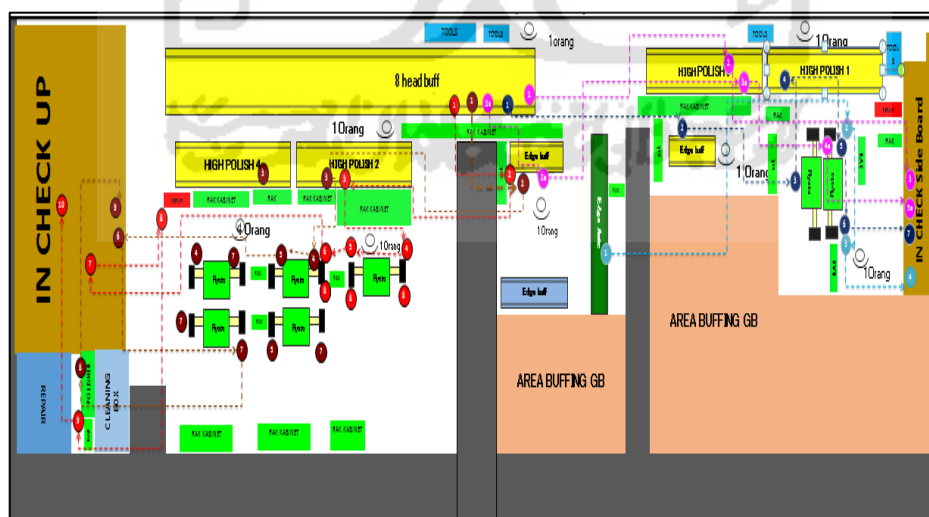
Gambar 4.1 **Contoh Piano Upright**
(Sumber: PT. Yamaha Indonesia)



Gambar 4.2 Contoh *Grand Piano*
(Sumber: PT. Yamaha Indonesia)

4.1.2. Layout Produksi

Proses pengerjaan kabinet pada *buffing panel upright* dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian kabinet case dan bagian kabinet *side*. Bagian case memproses kabinet *top board*, *top frame*, *fall center*, *top board front*, *top board rear*, dan *key bed*. Sedangkan bagian *side* memproses kabinet *side board* dan *bottom frame*. Layout bagian case dan *side* tersebut dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut:



Gambar 4.3 Layout *Buffing Panel Upright*

4.1.3. Data Kabinet Piano Upright

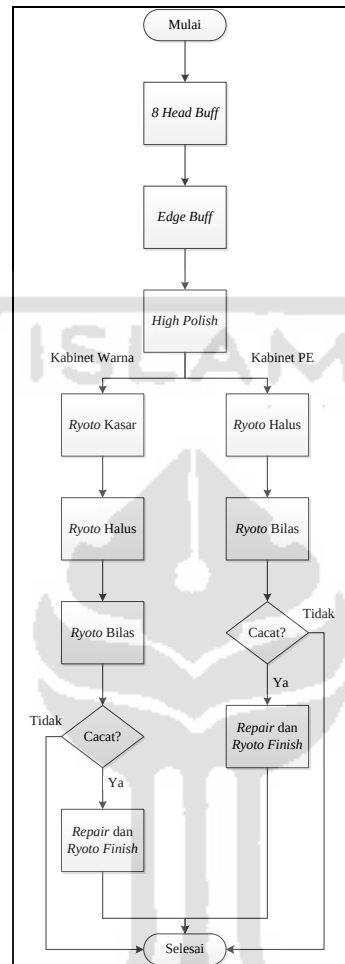
Dalam penelitian ini dilakukan pengujian terhadap proses produksi *piano upright*. *Kabinet* yang dikerjakan pada proses *buffing* panel piano upright dijelaskan pada tabel 4.1 berikut:

4.1 Tabel Jenis Kabinet Upright

No	Nama Kabinet	Model
1	<i>Side Board</i>	B1 PE/ PM/ PW/ PWH B2 PE/ PM/ PW/ PWH B3 PE/ PM/ PW/ PWH U1J PE/ PM/ PWH P116 PE/ PWH P121 PE/ PWH
2	Bottom Frame	B1 PE/ PM/ PW/ PWH B2 PE/ PM/ PW/ PWH B3 PE/ PM/ PW/ PWH U1J PE/ PM/ PWH P116 PE/ PWH P121 PE/ PWH
3	Top Frame	B1 PE/ PM/ PW/ PWH B2 PE/ PM/ PW/ PWH B3 PE/ PM/ PW/ PWH P116 PE/ PWH P121 PE/ PWH
4	<i>Top Board</i>	B1 PE/ PM/ PW/ PWH B2 PE/ PM/ PW/ PWH B3 PE/ PM/ PW/ PWH P116 PE/ PWH
5	Fall Center	B1 PE/ PM/ PW/ PWH B2 PE/ PM/ PW/ PWH B3 PE/ PM/ PW/ PWH P116 PE/ PWH
6	<i>Top Board Front</i>	U1J PE/ PM/ PWH P121 PE/ PWH
7	<i>Top Board Rear</i>	U1J PE/ PM/ PWH P121 PE/ PWH
8	<i>Key bed</i>	U1J PE/ PM/ PWH Concevatoire

4.1.4. Proses Produksi

Pada gambar 4.4 berikut merupakan proses produksi pada bagian *buffing* panel upright.



Gambar 4.4 **Proses Produksi Buffing Panel UpRight**

Proses produksi pada *buffing panel up* dimulai dari proses *8 head buff*. Barang yang dikirim dari bagian *sanding* diproses di *8 head buff* untuk penghilangan bekas *sanding* yang pertama. Setelah selesai diproses *8 head buff*, selanjutnya kabinet diproses dibagian *edge buff* untuk dibilas bagian *edge* kabinet. Proses bilas *edge* dilakukan pada bagian *edge* panjang dan *edge* pendek. Selanjutnya kabinet diproses dibagian *high polish*. *High polish* dilakukan untuk membilas bagian muka kabinet. Selanjutnya kabinet diproses dibagian *ryoto*. Pada bagian *ryoto* kabinet akan dibilas pada bagian *edge* dan muka. Untuk kabinet warna *ryoto* dilakukan mulai dari *ryoto kasar* sampai *ryoto finish*, sedangkan untuk kabinet PE (*polished ebony*) *ryoto* dilakukan mulai dari *ryoto halus* sampai *ryoto finish*. Setelah selesai proses *ryoto* selanjutnya dilakukan

proses pengecekan pada bagian *incheck*. Kabinet yang memiliki cacat dilakukan *repair* oleh operator *ryoto*.

4.1.5. Data *Plan* Produksi

PT. Yamaha Indonesia menetapkan target produksi harian atau bulanan sesuai *Plan*. Pada penelitian ini *Plan* produksi untuk bagian *buffing panel upright* adalah 92 unit tiap hari. Dari 92 unit tersebut kemudian dibagi sesuai proporsional sehingga menghasilkan data *Plan* produksi. Data *Plan* produksi pada *buffing panel upright* dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Data *Plan* Produksi

Model	Type	Plan/ Bulan (Unit)	Plan/ Hari (Unit)
B1	PE	725	34,54
	PM/ PW	31	1,49
	PWH	103	4,92
B2	PE	336	15,99
	PM/ PW	17	0,82
	PWH	55	2,61
B3	PE	365	17,37
	PM/ PW	2	0,10
	PWH	9	0,41
U1J	PE	227	10,81
	PM	8	0,36
	PWH	18	0,87
P116	PE	2	0,10
	PWH	2	0,10
P121	PE	24	1,13
	PWH	1	0,05
Concevaire		6	0,31

4.1.6. Data Waktu Siklus

Pada sub bab ini dilakukan penghitungan waktu siklus pada setiap proses *buffing panel upright*. Waktu siklus didapatkan dari penghitungan waktu kerja secara langsung. *Tool* yang digunakan untuk menghitung waktu siklus adalah *stopwatch*. Data waktu siklus secara rinci dapat dilihat pada lampiran 1. Pada tabel 4.3 berikut merupakan contoh pengukuran waktu siklus pada proses *ryoto* halus kabinet *side board*:

Tabel 4.3 Data Waktu Siklus

Model	Pengamatan Ke- (Menit)										Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
B1 PE	1,38	1,45	1,38	1,45	1,43	1,46	1,44	1,40	1,45	1,44	1,43
B1 PM /											
PW	1,38	1,45	1,38	1,45	1,43	1,46	1,44	1,40	1,45	1,44	1,43
B1 PWH	1,38	1,45	1,38	1,45	1,43	1,46	1,44	1,40	1,45	1,44	1,43
B2 PE	2,59	2,54	2,55	2,61	2,56	2,55	2,60	2,56	2,54	2,54	2,56
B2 PM /											
PW	2,59	2,54	2,55	2,61	2,56	2,55	2,60	2,56	2,54	2,54	2,56
B2 PWH	2,59	2,54	2,55	2,61	2,56	2,55	2,60	2,56	2,54	2,54	2,56
B3 PE	2,68	2,65	2,73	2,65	2,69	2,75	2,65	2,71	2,65	2,66	2,68
B3 PM	2,68	2,65	2,73	2,65	2,69	2,75	2,65	2,71	2,65	2,66	2,68
B3 PWH	2,68	2,65	2,73	2,65	2,69	2,75	2,65	2,71	2,65	2,66	2,68
U1J											
PE	2,68	2,65	2,73	2,65	2,69	2,75	2,65	2,71	2,65	2,66	2,68
U1J											
PM	2,68	2,65	2,73	2,65	2,69	2,75	2,65	2,71	2,65	2,66	2,68
U1J											
PWH	2,68	2,65	2,73	2,65	2,69	2,75	2,65	2,71	2,65	2,66	2,68
P116											
PE	2,55	2,56	2,59	2,58	2,54	2,54	2,59	2,61	2,56	2,54	2,57
P116											
PWH	2,55	2,56	2,59	2,58	2,54	2,54	2,59	2,61	2,56	2,54	2,57
P121											
PE	2,68	2,65	2,73	2,65	2,69	2,75	2,65	2,71	2,65	2,66	2,68
P121											
PWH	2,68	2,65	2,73	2,65	2,69	2,75	2,65	2,71	2,65	2,66	2,68

4.1.7. Data Jumlah Operator

Pada proses *buffing panel upright* terdiri dari 19 operator dan 2 kepala kelompok. Dari 11 operator tersebut dibagi menjadi 2 *shift* yang terdiri dari 11 operator *shift* 1 dan 8 operator *shift* 2. Dibagian *buffing* sendiri proses pengerjaan dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian pengerjaan kabinet *case* dan bagian pengerjaan kabinet *side board* dan *bottom frame*. Tabel 4.4 berikut merupakan penjelasan dari pembagian operator pada proses *buffing panel upright*:

Tabel 4.4 **Pembagian Operator Tiap Proses**

No	Proses	Jumlah Operator
1	8 Head Buff	2
2	Edge Buff	2
3	High Polish	2
4	Ryoto Kabinet Warna	2
5	Ryoto Kabinet PE	8
6	Edge Buff, High Polish, dan Ryoto Kabinet Side	3

4.1.8. Data Stock

Untuk mendapatkan data *stock* pada proses produksi dilakukan pengamatan secara langsung ke lapangan. Pada tabel 4.5 berikut merupakan data *stock* pada proses *buffing panel upright*:

Tabel 4.5 **Data Stock Buffing Panel Upright**

Proses	Stock Tiap Kabinet (Pcs)		Rata-rata
	Hari ke-1	Hari ke- 2	
8 Head Buff	57	87	72
Edge Buff	289	195	242
High Polish	208	132	170
Ryoto Halus	197	224	210
Ryoto Finish	109	109	109

4.1.9. Worksampling

Pengujian *worksampling* dilakukan selama 4 kali pengamatan pada proses *buffing panel upright*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui persentase pekerjaan *value added* (VA) dan *non value added* (NVA) pada proses *buffing panel upright*. Untuk membantu mengklasifikasikan aktivitas *value added* dan *non value added*, dilakukan pengelompokan terhadap deskripsi pekerjaan pada tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 **Data Deskripsi Pekerjaan Buffing Panel Upright**

Kerja	Deskripsi	Aktivitas	Kerja	Deskripsi	Aktivitas
Kerja	8 head buff	VA	Waktu	Dorong/ambil	NVA

Kerja	Deskripsi	Aktivitas	Kerja	Deskripsi	Aktivitas
Utama			Luang	bahan	
	<i>Edge Buff</i>	VA	Pekerjaan	Dipanggil pimpinan	NVA
	<i>High Polish</i>	VA		Komunikasi antar pekerja	NVA
	<i>Ryoto Buff Kasar</i>	VA		Memakai APD	NVA
	<i>Ryoto Buff Halus</i>	VA	Waktu	Meeting Pagi	NVA
	<i>Ryoto Finishing</i>	VA	Luang	Bersih-bersih	NVA
	<i>Polisher</i>	VA	Lapangan	Menunggu	NVA
Pekerjaan Tambahan	Setting alat kerja	NVA	Keperluan Pribadi	Toilet	NVA
	<i>Repair / Sanding</i>	NVA		Bersih-bersih badan	NVA
	Isi wax	NVA		Minum	NVA
	Ganti <i>cutridge</i>	NVA		<i>Stretching</i>	NVA
	Setting mesin	NVA	Lain-lain	Tidak ada ditempat	NVA
	Ambil wax	NVA		Ngobrol	NVA
	Potong <i>abrasive</i>	NVA		Sms	NVA

Berdasarkan deskripsi pekerjaan yang ada, kemudian dilakukan pengujian *worksampling* dengan range waktu 5 menit. Form *worksampling* dapat dilihat pada lampiran 3. Data hasil pengamatan kemudian dirata-rata untuk mengetahui persentase setiap kegiatan. Hasil dari pengolahan data *worksampling* dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7 Hasil *Worksampling*

Aktivitas		Pengamatan Ke-			
		1	2	3	4
VA	Kerja utama	430	414	424	396
	Pekerjaan tambahan	31	28	28	33
	Margin pekerjaan	33	63	59	71
NVA	Margin lapangan	19	23	16	21
	Margin Hajat	1	0	0	0
	Lain-lain	0	7	2	1

4.1.10. Data Denyut Nadi

Perhitungan denyut nadi dilakukan secara manual dengan bantuan *stopwatch*. Data denyut nadi diambil untuk mengetahui denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat operator. Data denyut nadi hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.8 Data Denyut Nadi Operator

Proses	Jenis Kelamin	Umur	10 Denyut Nadi Istirahat (detik)			10 Denyut Nadi Kerja (detik)		
			1	2	3	1	2	3
8 Head Buff	Laki-laki	27	6,61	6,58	6,92	5,87	5,91	6,08
Edge Buff	Laki-laki	34	7,47	6,04	6,75	6,17	5,54	5,98
High Polish	Laki-laki	20	7,02	6,27	6,65	6,02	5,67	5,75
Ryoto PE	Laki-laki	33	9,3	7,04	7,35	5,65	5,4	6,29
Ryoto Warna	Laki-laki	38	8,12	6,94	7,53	4,84	6,05	6,53
Ryoto Side	Laki-laki	34	7,07	6,79	6,93	5,79	6,12	6,10

4.2. Pengolahan Data

4.2.1. Job Safety Analysis

Dalam penelitian yang dilakukan, pengambilan data *job safety analysis* dilakukan secara langsung dengan cara observasi kepada operator. Hasil observasi kemudian dicatat kedalam lembar pengamatan. Nilai dari faktor resiko (FR) akan diklasifikasikan mejadi 2. Apabila nilai $FR < 6$ maka potensi bahaya masih dapat diterima, sedangkan jika nilai $FR \geq 6$ maka potensi bahaya tidak dapat diterima dan pekerjaan tidak dapat dilakukan. Pada proses *buffing* panel upright terdapat 4 kelompok mesin dalam proses produksi. 4 kelompok mesin tersebut kemudian dilakukan observasi pada potensi bahaya yang ada. sehingga didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4.9 Hasil JSA Operator 8 Head Buff

Langkah Kerja	Jenis Bahaya	Dampak	Kemungkinan	Dampak	FR	Kesimpulan
Penggantian Kain Buff	Tertimpa kain buff saat mengambil kain buff dari rak	Cidera	2	1	2	Dapat Diterima
	Terpeleset saat melewati area disamping mesin	Cidera	2	2	4	Dapat Diterima
	Jatuh karena tersandung kabel hidrolik	Cidera	3	1	3	Dapat Diterima
Proses Utama	Tangan terjepit	Cidera	1	2	2	Dapat Diterima

Tabel 4.10 Hasil JSA Operator Edge Buff

Langkah Kerja	Jenis Bahaya	Dampak	Kemungkinan	Dampak	FR	Kesimpulan
Pemberian Wax	Tangan terkena kain buff	Cidera	3	1	3	Dapat Diterima
	Wax mental ketubuh operator	Memar	3	2	6	Tidak Dapat Diterima
Proses Edge Buff	Tersengat aliran listrik ketika bersentuhan dengan meja kerja		2	1	2	Dapat Diterima
	Kabinet mental saat proses karena tekanan terlalu besar	Memar	1	3	3	Dapat Diterima

Tabel 4.11 Hasil JSA Operator *High Polish*

Langkah Kerja	Jenis Bahaya	Dampak	Kemungkinan	Dampak	FR	Kesimpulan
Pemberian Wax	Tangan berpotensi terkena kain buff	Cidera	3	2	6	Tidak Dapat Diterima
Proses Utama	Tangan Terjepit roda meja <i>High Polish</i>	Cidera	2	2	4	Dapat Diterima
	Tertimpa Meja <i>High Polish</i>	Cidera	1	3	3	Dapat Diterima

Tabel 4.12 Hasil JSA Operator *Ryoto*

Langkah Kerja	Jenis Bahaya	Dampak	Kemungkinan	Dampak	FR	Kesimpulan
Pemberian Wax	Tangan terkena kain buff	Cidera	3	1	3	Dapat Diterima
Proses <i>Ryoto</i>	Clemek terlilit buff	Cidera	3	2	6	Tidak Dapat Diterima
Proses <i>Ryoto</i>	Debu bekas buff terkena mata	Cidera Mata	3	1	3	Dapat Diterima

Berdasarkan hasil diatas diketahui bahwa 3 dari 14 potensi bahaya (21,4%) termasuk dalam kondisi yang tidak dapat diterima, sedangkan 11 potensi bahaya (78,6%) lainnya masih dapat diterima. 3 potensi yang tidak dapat diterima yaitu potensi wax mental ke tubuh pada mesin *edge buff*, potensi tangan terkena kain buff pada mesin *high polish*, dan potensi clemek terlilit kain buff pada mesin *ryoto*.

4.2.2. REBA

Perhitungan *REBA* dalam penelitian ini dilakukan menggunakan alat bantu *ergofellow*. Perhitungan dimulai dengan mengidentifikasi pekerjaan yang dilakukan pada proses *buffing* panel upright, yaitu 8 *head buff*, *edge buff*, *high polish*, dan *ryoto*. Identifikasi pekerjaan dilakukan untuk mengetahui posisi postur kerja yang terbentuk serta penambahan lainnya. Hasil dari penentuan sudut yang terbentuk dapat dilihat pada lampiran 2. Berikut merupakan contoh pengolahan *REBA* menggunakan software *ergofellow* pada proses 8 *head buff*.

The screenshot shows the REBA software interface with a large watermark in the background. The interface is titled "CHOOSE AN OPTION BELOW" and has five radio buttons: "Neck, trunk and legs" (selected), "Load", "Upper arm, lower arm and wrist", "Coupling", and "Activity". On the right side, there are buttons for "RESULT" (with a checkmark icon), "SAVE" (with a floppy disk icon), "DATABASE" (with a document icon), "CONTROL" (with a circular arrow icon), and "INFORMATION" (with an information icon). The main area is divided into three sections: "Neck, trunk and legs", "Neck", and "Trunk". The "Neck" section has three radio buttons: "In extension" (selected), "0 to 20 degrees", and "More than 20 degrees". The "Trunk" section has five radio buttons: "In extension", "Straight", "0 to 20 degrees", "20 to 60 degrees" (selected), and "More than 60 degrees". The "Legs" section has three radio buttons: "Support in the two legs, walking or seated" (selected), "Support in one leg", and "30 to 60 degrees" (selected). There are also "Additional" checkboxes for "Neck is twisted or side bending" and "Trunk is twisted or side bending", both of which are checked.

Gambar 4.5 Penentuan Nilai Neck, Trunk, dan Leg

Pada gambar 4.5 tersebut menggambarkan langkah penentuan skor pada segmen leher, punggung, dan kaki. Faktor beban yang diangkat yaitu kabinet dipertimbangkan dalam perhitungan ini, penentuan skor beban dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut:

Gambar 4.6 Penentuan Skor Beban

Selanjutnya dilakukan identifikasi pada segmen tubuh lain yaitu pada bagian lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan. Pada tahap ini selain besarnya sudut yang terbentuk juga dipertimbangkan posisi memutar atau pengangkatan bahu atas. Secara rinci langkah penentuan skor segmen lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan dapat dilihat pada gambar 4.7 berikut:

Gambar 4.7 Penentuan Skor Segmen Tangan

Langkah selanjutnya adalah penambahan skor *coupling* dan *activity*. Secara detail skor *coupling* dan *activity* dapat dilihat pada gambar 4.8 dan 4.9 berikut:

CHOOSE AN OPTION BELOW

☐ Neck, trunk and legs
 ☐ Load
 ☐ Upper arm, lower arm and wrist
 ☒ Coupling
 ☐ Activity

Coupling

☒ Good
 ☐ Fair
 ☐ Poor
 ☐ Unacceptable

RESULT

SAVE

DATABASE

CONTROL

INFORMATION

Gambar 4.8 Penentuan Skor *Coupling*

CHOOSE AN OPTION BELOW

☐ Neck, trunk and legs
 ☐ Load
 ☐ Upper arm, lower arm and wrist
 ☐ Coupling
 ☒ Activity

Activity

☒ One or more body parts are held for longer than 1 minute (static)

☐ Repeated small range actions (more than 4x per minute)

☒ Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

RESULT

SAVE

DATABASE

CONTROL

INFORMATION

Gambar 4.9 Penentuan *Activity* Skor

Dari langkah-langkah yang telah dijelaskan sebelumnya dilakukan pada proses *buffing* panel upright yang lain, sehingga menghasilkan skor akhir *REBA* seperti tabel 4.13 berikut:

Tabel 4.13 Hasil Skor *REBA*

Proses	Skor <i>REBA</i>	Level Resiko
<i>8 Head Buff</i>	5	Sedang
<i>Edge Buff</i>	10	Tinggi
<i>High Polish</i>	6	Sedang
<i>Ryoto</i>	8	Tinggi

4.2.3. Beban Kerja Fisik

Dari data denyut nadi yang telah didapatkan pada metode 10 denyut (tabel 4.6) kemudian dirata-rata untuk mengetahui rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan 10 denyut. Sehingga didapatkan hasil pada tabel 4.14 berikut:

Tabel 4.14 Rata-Rata Waktu 10 Denyut

Proses	Istirahat	Kerja
<i>8 head</i>	6,70	5,95
<i>Edge Buff</i>	6,75	5,90
<i>High Polish</i>	6,65	5,81
<i>Ryoto</i>	7,90	5,78
<i>Ryoto Warna</i>	7,53	5,81
<i>Ryoto Side</i>	6,93	6,00

Setelah diketahui nilai rata-rata untuk 10 denyut, kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat. Perhitungan dapat dilakukan dengan formula:

$$\text{Denyut Nadi} = \frac{10 \text{ Denyut}}{\text{Waktu Perhitungan}} \times 60 \dots\dots\dots (1)$$

Contohnya pada proses *8 Head Buff* dibutuhkan 6,61 detik untuk menghasilkan 10 denyut, sehingga nilai denyut nadi istirahat untuk proses *8 head* adalah:

$$\text{Denyut Nadi} = \frac{10}{6,70} \times 60$$

$$\text{Denyut Nadi} = 89,51 \text{ denyut/menit}$$

Perhitungan diatas dilakukan pada semua data yang terkumpul, sehingga didapatkan nilai denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat seperti tabel 4.15 berikut:

Tabel 4.15 Denyut Nadi Kerja dan Istirahat Operator

Proses	Denyut Nadi Istirahat (Denyut/ Menit)	Denyut Nadi Kerja (Denyut/ Menit)
<i>8 Head Buff</i>	89,51	100,78
<i>Edge Buff</i>	88,85	101,75
<i>High Polish</i>	90,29	103,21
<i>Ryoto PE</i>	75,98	103,81
<i>Ryoto Warna</i>	79,68	103,33
<i>Ryoto Side</i>	86,58	99,94

Setelah didapatkan nilai denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat, kemudian dilakukan perhitungan %cardiovascular load (%CVL). Untuk menghitung %CVL dapat dilakukan dengan formula berikut:

$$\%CVL = \frac{100 \times (\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{(\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat})} \dots\dots (2)$$

Denyut nadi maksimum didapatkan dari

$$\text{Denyut Nadi Maksimum} = 220 - \text{Umur} \dots\dots (3)$$

Dengan menggunakan formula diatas maka nilai dari %CVL dapat dihitung. Contoh pada proses *8 Head Buff* dengan nilai denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat (tabel) maka didapatkan hasil:

$$\text{Denyut Nadi Maksimum} = 220 - 27$$

$$\text{Denyut Nadi Maksimum} = 193$$

$$\%CVL = \frac{100 \times (100,78 - 89,51)}{(193 - 89,51)}$$

$$\%CVL = 10,89 \%$$

Cara yang sama juga digunakan untuk menghitung %CVL pada proses yang lain, sehingga didapatkan hasil %CVL seperti pada tabel 4.16 berikut:

Tabel 4.16 Hasil %Cardiovascular Load

Proses	%Cardiovascular Load
<i>8 Head Buff</i>	10,89%
<i>Edge Buff</i>	13,29%
<i>High Polish</i>	11,78%
<i>Ryoto PE</i>	25,06%
<i>Ryoto Warna</i>	23,11%
<i>Ryoto Side</i>	13,44%

4.2.4. *Worksampling*

Pengolahan data worksampling dilakukan untuk mengetahui persentase aktivitas *value added* (VA) dan *non value added* (NVA) pada proses *buffing panel upright*. Data yang didapat pada tabel 4.8 dirata-rata untuk kemudian menghasilkan persentase seperti tabel 4.17 berikut:

Tabel 4.17 Hasil Worksampling

Aktivitas		Pengamatan Ke-				Total	Persentase
		1	2	3	4		
VA	Kerja utama	430	414	424	396	1664	79%
	Pekerjaan tambahan	31	28	28	33	120	6%
	Margin pekerjaan	33	63	59	71	226	11%
NVA	Margin lapangan	19	23	16	21	79	4%
	Margin Hajat	1	0	0	0	1	0%
	Lain-lain	0	7	2	1	10	0%

4.2.5. *Lead Time*

Pengukuran *lead time* dilakukan berdasarkan data *stock* yang telah dikumpulkan sebelumnya. Data *stock* yang telah dikumpulkan kemudian dibandingkan dengan target

harian dalam satuan pcs yaitu 623 pcs. Sehingga didapatkan data *lead time* pada tabel 4.18 berikut:

Tabel 4.18 Hasil Perhitungan *Lead time*

No	Proses	Stock (Pcs)	Lead time (Hari)
1	8 Head Buff	72	0,12
2	Edge Buff	242	0,39
3	High Polish	170	0,27
4	Ryoto Halus	210	0,34
5	Ryoto Finish	109	0,18
Total Lead time			1,29 Hari

4.2.6. Waktu Siklus

Pada sub bab ini dilakukan penghitungan waktu siklus pada setiap proses *buffing panel upright*. Waktu siklus didapatkan dari penghitungan waktu kerja secara langsung. *Tool* yang digunakan untuk menghitung waktu siklus adalah *stopwatch*. Contoh dari hasil penghitungan waktu siklus dijelaskan pada tabel 4.19 berikut:

Tabel 4.19 Waktu Siklus *Side Board B1PE*

Proses	Waktu Siklus <i>Side Board B1 PE</i> (Menit)										Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
8 Head Buff	6,40	6,41	6,40	6,4	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40
Edge Buff	3,80	3,70	3,90	4,00	4,10	3,80	4,10	3,90	4,10	3,60	3,90
High Polish	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
Ryoto Kasar	2,25	2,27	2,28	2,31	2,29	2,33	2,31	2,31	2,32	2,30	2,30
Ryoto Halus	1,38	1,45	1,38	1,45	1,43	1,46	1,44	1,40	1,45	1,44	1,43
Ryoto Finish	1,63	1,57	1,63	1,68	1,58	1,50	1,65	1,62	1,60	1,53	1,60

Data yang telah dikumpulkan seperti pada tabel 4.19 kemudian dirata-rata setiap modelnya untuk mengetahui waktu siklus tiap model, sehingga didapatkan hasil pada tabel 4.20 berikut:

Tabel 4.20 Waktu Siklus *Side Board*

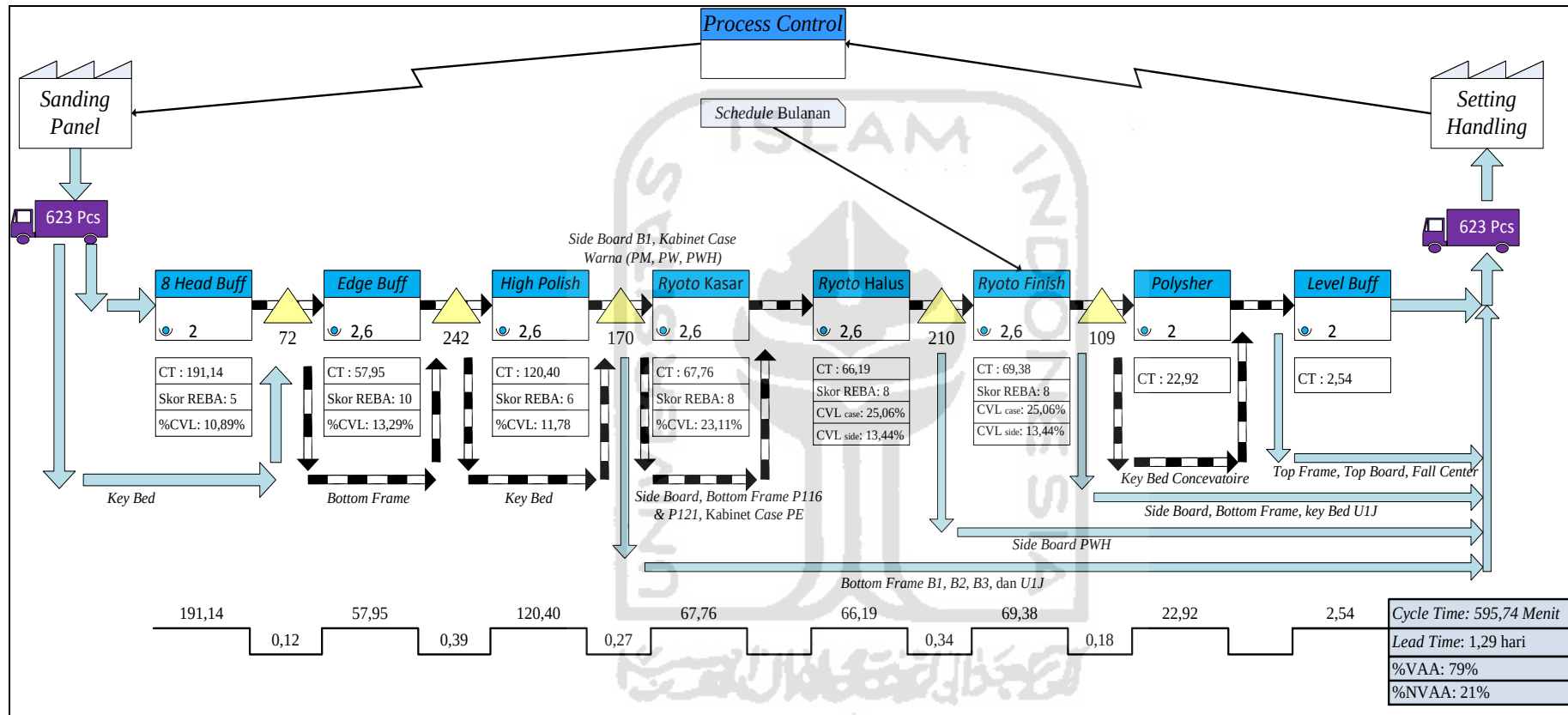
Proses	Waktu Siklus <i>Side Board</i> (Menit)							Total
	B1	B2	B3	U1J	P116	P121	CVTRE	
<i>8 Head Buff</i>	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40	-	38,40
<i>Edge Buff</i>	3,90	3,36	3,40	3,48	3,38	3,48	5,29	26,29
<i>High Polish</i>	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	-	8,46
<i>Ryoto Kasar</i>	2,30	2,81	2,95	2,95	-	-	-	11,01
<i>Ryoto Halus</i>	1,43	2,56	2,68	2,68	2,57	2,68	4,75	19,35
<i>Ryoto Finish</i>	1,60	1,70	1,70	1,70	1,77	1,77	4,76	15,00

Setelah didapatkan waktu siklus tiap model, kemudian hasil tersebut dijumlah untuk menentukan waktu siklus 1 kabinet, sehingga didapatkan hasil pada tabel 4.21 berikut:

Tabel 4.21 Data Waktu Siklus

[illegible]

4.2.7. Value Stream Mapping



Gambar 4.10 Mapping Buffing Panel Upright

Gambar 4.10 diatas merupakan *mapping* dari proses *buffing panel Upright*. Bahan dikirim oleh *sanding panel upright* kemudian diproses langsung kebagian 8 head buff hingga ke bagian level buff. Value stream mapping didapatkan dari hasil observasi dan perhitungan sebelumnya. Sehingga dapat diketahui aliran dari bahan baku pada proses *buffing panel upright*.

4.2.8. Waste

Berdasarkan observasi dan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya diketahui bahwa terdapat beberapa *waste* diantaranya terjadi 21% aktivitas *non value added*. Selain itu masih terdapat *waste* lain pada proses *buffing*, *waste* tersebut dapat dilihat pada tabel 4.22 berikut:

Tabel 4.22 *Waste Pada Proses Buffing Panel Upright*

Jenis Waste	8 Head Buff	Edge Buff	High Polish	Ryoto Kasar	Ryoto Halus	Ryoto Finish	Polisher
<i>Enviromental Health and Safety</i>	Potensi bahaya terpeleset dan tersandung kabel <i>compressor</i>	Potensi bahaya saat pemberian Wax	Tangan berpotensi terkena kain <i>buff</i> , terjepit roda, dan tertimpa meja	Clemek terlilit dan cipratan debu mengenai mata	Clemek terlilit dan cipratan debu mengenai mata	Clemek terlilit dan cipratan debu mengenai mata	-
<i>Defect</i>	-	-	Kurang bersih	-	Terdapat banyak temuan <i>repair</i>	-	-
<i>Waiting</i>	-	Penggunaan <i>auto edge buff</i> kurang optimal	-	-	-	-	-
<i>Transportation</i>	-	-	-	Pemborosan	Pemborosan	Pemborosan	Pemborosan

Jenis Waste	8 Head Buff	Edge Buff	High Polish	Ryoto Kasar	Ryoto Halus	Ryoto Finish	Polisher
				Langkah <i>Handling</i>	Langkah <i>Handling</i>	Langkah <i>Handling</i>	Langkah <i>Handling</i>
<i>Inventory</i>	-	Terdapat banyak <i>inventory</i>	-	-	Terdapat banyak <i>inventory</i>	Terdapat banyak <i>inventory</i>	-
<i>Motion</i>	-	Skor <i>REBA</i> Tinggi	-	Skor <i>REBA</i> Tinggi	Skor <i>REBA</i> Tinggi	Skor <i>REBA</i> Tinggi	-
<i>Excess Process</i>	-	Pemborosan proses <i>edge buff side board</i> , dan <i>buffing</i> bagian belakang <i>side board</i>	-	Proses <i>Ryoto</i> Terlalu Panjang	Proses <i>Ryoto</i> Terlalu Lama	Proses <i>Ryoto</i> Terlalu Lama	-
<i>Not Utilizing Employee Knowledge Skill and Ability</i>	-	-	Operator banyak waktu luang	-	-	-	-

4.2.9. Penyebab Waste

Berdasarkan data *waste* yang telah didapatkan sebelumnya, kemudian dilakukan diskusi dengan kepala kelompok untuk mengetahui penyebab dari *waste* yang ada pada proses *buffing panel upright*. Penyebab dari *waste* yang ada dapat dilihat pada tabel 4.23 berikut.

Tabel 4.23 **Penyebab Waste**

No	Proses	Waste	Penyebab waste
1	8 Head Buff	Potensi <i>lost time</i> karena terpeleset	Terpeleset karena lantai disekitar area mesin dan rak bahan baku licin karena debu
2	8 Head Buff	Potensi <i>lost time</i> karena tersandung kabel <i>compressor</i>	Tersandung kabel karena kabel <i>compressor</i> tidak rapi
3	Edge Buff	Potensi <i>lost time</i> karena terkena pantulan wax dan tangan terkena kain buff	Tangan terkena pantulan wax dan terkena kain karena proses pemberian wax dilakukan secara manual
4	Edge Buff	Tingginya <i>inventory</i> dan <i>waiting time</i>	Proses <i>edge buff</i> membutuhkan waktu lama dan dikerjakan 1 rak sedangkan mesin <i>auto edge buff</i> belum dimaksimalkan
5	Edge Buff	Skor <i>reba</i> memiliki level resiko tinggi	Terjadi postur kerja yang tidak alami selama proses <i>edge buff</i> Meja <i>edge buff</i> terlalu rendah dan mesin hidrolik rusak
6	Edge Buff	Pemborosan proses untuk mengerjakan bagian belakang <i>edge side board</i>	Hasil <i>spray</i> bagian belakang <i>edge side board</i> terjadi tare
7	High Polish	Potensi <i>lost time</i> karena tangan terkena kain buff	Pemberian wax masih dilakukan secara manual oleh operator
8	High Polish	Potensi <i>lost time</i> karena tangan terjepit roda conveyor	Jalur roda conveyor belum ada cover
9	High Polish	Potensi <i>lost time</i> karena kecelakaan meja jatuh dari conveyor	Belum terdapat <i>stopper</i> pada ujung jalur conveyor

No	Proses	Waste	Penyebab waste
10	<i>High Polish</i>	Pemborosan <i>transport</i> saat pemberian <i>wax</i>	Pemberian <i>wax</i> dilakukan secara manual dengan menempelkan pada kain <i>buff</i>
11	<i>High Polish</i>	Hasil kurang bersih	Hasil <i>high polish</i> kurang bersih karena proses puataran <i>buff</i> kurang lama
12	<i>High Polish</i>	Pemborosan waktu menganggur operator <i>High polish</i>	Operator mengoperasikan 2 mesin <i>auto</i> dengan waktu proses yang lama
13	<i>Ryoto</i> Kasar, Halus, dan <i>Finish</i>	Potensi <i>lost time</i> karena clemek terlilit kain <i>buff</i>	Kondisi clemek dan operator kurang waspada
14	<i>Ryoto</i> Kasar, Halus, dan <i>Finish</i>	Potensi <i>lost time</i> karena mata terkena cipratan debu	Belum terdapat penyaring debu pada mesin <i>ryoto</i>
15	<i>Ryoto</i> Kasar, Halus, dan <i>Finish</i>	Pemborosan <i>transport</i> saat proses <i>ryoto</i>	Proses transfer kabinet dilakukan tiap 1 kabinet
16	<i>Ryoto</i> Kasar, Halus, dan <i>Finish</i>	Operator menunggu proses check	Proses transfer kabinet dan <i>ryoto finish</i> dilakukan tiap 1 kabinet
17	<i>Ryoto</i> Kasar, Halus, dan <i>Finish</i>	Pemborosan <i>inventory</i> dan <i>exces process</i> karena proses <i>ryoto</i> terlalu panjang dan lama	Proses <i>ryoto</i> panjang karena harus melewati <i>buff menzerna</i>
18	<i>Ryoto</i> Kasar, Halus, dan <i>Finish</i>	Pemborosan <i>inventory</i> dan <i>exces process</i> karena proses <i>ryoto</i> kabinet warna terlalu panjang dan lama	Hasil <i>sanding</i> kurang bagus karena proses <i>sanding</i> pada kabinet warna terlalu jauh, yaitu dari <i>level sander</i> #400 langsung #800
19	<i>Ryoto</i> Kasar, Halus, dan <i>Finish</i>	Pemborosan skor <i>reba</i> memiliki <i>level</i> resiko tinggi	Proses pengerjaan dilakukan dengan postur yang tidak alami karena kabinet yang dikerjakan panjang
20	<i>Polisher</i>	Pemborosan langkah dan proses	Proses pengerjaan <i>polisher</i> berada diluar area <i>incheck</i> Proses <i>polisher</i> dilakukan oleh operator <i>ryoto</i>

BAB V

PEMBAHASAN

5. 1. Analisis Value Stream Mapping dan Ergonomi

Value stream mapping kondisi awal yang ada pada gambar menggambarkan kondisi proses *buffing panel upright* PT. Yamaha Indonesia. Dari *value stream mapping* tersebut dapat diketahui proses aliran bahan baku, mulai dari bahan dikirim oleh bagian *sanding panel upright* hingga kabinet dikirim ke bagian *setting handling*. Beberapa kabinet diproses dengan cara yang berbeda. Untuk kabinet warna yaitu PM, PW, dan PWH *buffing* dimulai dari *8 head buff*, *edge buff*, *high polish*, *ryoto* kasar, *ryoto* halus, kemudian *ryoto finish*. Sedangkan untuk kabinet PE proses *buffing* dimulai dari *8 head buff*, *edge buff*, *high polish*, *ryoto* halus, kemudian *ryoto finish*. Perbedaan ini terjadi karena jenis cat yang digunakan untuk kabinet warna dan kabinet PE berbeda. Sehingga kabinet warna cenderung membutuhkan *buffing* yang lebih lama agar hasil lebih maksimal. Pengerjaan untuk kabinet warna dan kabinet PE juga dibedakan dari segi operator, proses *ryoto* kabinet warna dikerjakan oleh 2 orang. Sedangkan 8 orang lainnya mengerjakan *ryoto* kabinet PE.

Selain alur proses *buffing*, dari *value stream mapping* juga dapat diketahui waktu siklus yang dibutuhkan tiap proses untuk mengerjakan kabinet tiap model. Dari *value stream mapping* diketahui bahwa waktu siklus tertinggi terjadi pada proses *8 head buff* dengan waktu siklus sebesar 191,14 menit. Namun pada mesin *8 head buff* memiliki 16

kapasitas, sehingga dapat meningkatkan *output 8 head buff*. Kemudian dari *value stream mapping* juga dapat dilihat *lead time* yang terjadi untuk proses *buffing panel upright* adalah sebesar 1,29 hari. Artinya target kabinet yang masuk ke proses *buffing* membutuhkan waktu sebesar 1,29 hari untuk diproses sampai ke *setting handling*. *Lead time* proses paling besar terjadi pada bagian *edge buff* dan *ryoto halus* yaitu 0,39 hari dan 0,34 hari. Sehingga diperlukan perhatian untuk mengurangi *lead time* pada bagian *edge buff* dan *ryoto halus*. Tingginya nilai *lead time* ini sebanding dengan tingginya *inventory* pada kedua proses tersebut, yaitu 242 pcs pada *edge buff* dan 210 pcs pada *ryoto halus*.

Pada *value stream mapping* juga dapat dilihat persentase aktivitas *value added* dan *non value added* yang dilakukan oleh operator *buffing panel upright*. Hasil menunjukkan bahwa operator *buffing panel upright* melakukan 79% aktivitas *value added* dan 21% aktivitas *non value added*. Aktivitas *non value added* tersebut terdiri dari beberapa aktivitas dengan nilai persetas pekerjaan tambahan sebesar 6% dan persentase margin pekerjaan sebesar 11%. Tingginya aktivitas margin pekerjaan tersebut karena proses ambil bahan masih dilakukan tiap 1 rak oleh operator, sehingga operator banyak melakukan aktivitas *non value added*. Sedangkan tingginya pekerjaan tambahan terjadi karena hasil *buffing* masih terdapat temuan *repair*, sehingga ada pekerjaan tambahan untuk *repair* kabinet.

Dari segi ergonomi yang ditambahkan kedalam *value stream mapping*, dapat diketahui beban kerja fisik untuk setiap proses, dimana menghasilkan %CVL *8 head buff* sebesar 10,89%, %CVL *edge buff* sebesar 13,29%, %CVL *high polish* sebesar 11,78%, %CVL *ryoto kabinet warna* sebesar 23,11%, %CVL *ryoto kabinet case* sebesar 25,06%, dan %CVL *ryoto kabinet side* sebesar 13,44%. Dari hasil tersebut diketahui bahwa beban kerja fisik yang diberikan kepada operator tidak mengakibatkan kelelahan karena dari setiap %CVL masih dibawah 30% sehingga masih memungkinkan untuk dilakukan penambahan pekerjaan. Jika dilihat dari %CVL tiap mesin, diketahui bahwa beban kerja fisik pada tiap mesin berbeda-beda, dimana %CVL mesin *ryoto* cenderung

memiliki nilai yang lebih besar. Perbedaan ini dapat dipengaruhi karena pada mesin *ryoto*, operator melakukan aktivitas pengangkatan yang lebih lama.

Pengurangan *waste* pada penelitian ini berdampak pada beban kerja dari operator. Dimana dengan pengurangan *waste* berupa aktivitas *non value added* akan mengurangi beban pekerjaan operator jika tidak diganti dengan aktivitas *value added*. Sehingga pada penelitian selanjutnya diperlukan pemerataan beban kerja dan pengurangan jumlah operator untuk menambahkan aktivitas *value added* dan mengoptimalkan beban kerja operator. Pengurangan operator nantinya dapat merubah pembagian kerja dari 2 *shift* kerja menjadi 1 *shift* kerja. Perbaikan ini dapat menjadi keuntungan bagi perusahaan dan operator. Perusahaan dapat meningkatkan produktivitasnya, sedangkan dari segi operator dapat mengurangi potensi stress kerja, hal ini karena sistem *circadian* mengatur tubuh untuk bekerja atau beraktivitas di siang hari (*ergotrophic phase*) dan beristirahat dan mengumpulkan energi kembali di malam hari (*throtopic phase*) sehingga jika pada malam hari bekerja maka operator akan berpotensi mengalami peningkatan stress (Chie dan Zuraida, 2013).

Pada analisa postur kerja *buffing panel upright*, diketahui nilai postur kerja pada mesin *8 head buff* dan *high polish* memiliki skor *reba* 5 dan 6 yang berarti memiliki level resiko medium, sedangkan untuk pekerjaan *edge buff* dan *ryoto* memiliki resiko cidera yang tinggi dengan nilai *reba* sebesar 10 dan 8. Hal ini berarti pada mesin *edge buff* dan *ryoto* terdapat *waste* dari segi *motion*. Nilai postur kerja yang tinggi disebabkan karena ada postur yang tidak normal saat melakukan pekerjaan. Hal ini mengakibatkan produktivitas dari operator menjadi menurun (Arfiasari, 2014), sehingga terjadi pemborosan dan diperlukan perbaikan pada postur kerja yang tidak normal. Contoh postur kerja yang tidak normal yaitu pekerjaan *edge buff* dimana operator terlalu membungkuk saat mengoperasikan *edge buff*. Selain itu pada segmen pinggang terjadi perputaran karena proses pengerjaan *edge buff* berjalan. Sedangkan pada proses *ryoto* kondisi postur paling buruk terjadi ketika proses bilas muka bagian tengah kabinet, hal ini menyebabkan operator harus membungkuk ketika melakukan bilas muka.

5. 2. Analisis Waste

Dari hasil perhitungan dan identifikasi *waste* yang dilakukan sebelumnya, didapatkan *waste* seperti pada tabel 4.22. *Waste* yang telah diketahui kemudian dilakukan identifikasi terhadap penyebab tersebut. Sehingga didapatkan hasil seperti pada tabel 4.23. Hasil pada tabel 4.23 kemudian dianalisa berdasarkan mesin-mesin yang ada.

1. 8 Head Buff

Pada mesin *8 head buff* diketahui bahwa hasil dari analisa *JSA* dan *REBA* kondisi proses masih dapat diterima dengan nilai *JSA* dibawah 6 dan skor *REBA* 5 (sedang). Namun sebagai upaya pencegahan terhadap terjadinya *lost time* karena kecelakaan kerja, maka diperlukan perbaikan untuk mengurangi resiko bahaya yang ada. Dari tabel 4.24 diketahui bahwa pada mesin *8 head buff* terdapat potensi *lost time* karena terpeleset dan tersandung kabel *compressor*. Potensi *lost time* karena terpeleset disebabkan karena lantai disekitar mesin terdapat debu maupun tumpahan oli. Sedangkan *lost time* karena tersandung kabel *compressor* disebabkan karena kabel *compressor* tidak tersusun dengan rapi. Sebagai bentuk perbaikan dapat dilakukan perbaikan sebagai berikut. Pada potensi bahaya tersandung selang *compressor* dengan nilai *JSA* 3 dapat dilakukan perbaikan dengan menambahkan *air hose rail* pada selang *compressor*. Perbaikan ini dapat merapikan selang *compressor* sehingga potensi bahaya tersandung selang dapat dikurangi. Potensi bahaya lain yang ada pada *8 head buff* adalah terpeleset saat proses *check* dan tertimpa *kain buff* saat hendak mengambil persediaan *kain buff*. Dengan nilai *JSA* 4 dan 2 sebenarnya potensi bahaya ini masih dapat diterima karena nilai *JSA* kurang dari 6. Namun sebagai perbaikan dapat dilakukan pemberian tanda bahaya licin pada lantai tempat *check* dan ambil persediaan sehingga operator dapat lebih berhati-hati saat melewati jalan tersebut. Sedangkan untuk mencegah tertimpa *kain buff* pada rak *kain buff* dapat ditambahkan pembatas.

2. *Edge Buff*

Pada proses *edge buff* terdapat beberapa *waste* seperti pada tabel 4.24. Pada *waste environmental health and safety* terdapat potensi bahaya saat pemberian *wax*, dimana *wax* berpotensi mental ketubuh operator dengan nilai *JSA* 6 (tidak dapat diterima). Penyebab *wax* mental keoperator adalah karena pemberian *wax* dilakukan secara manual menggunakan tangan. Jika tekanan yang diberikan tidak sesuai dan operator kurang berhati-hati maka *wax* berpotensi mental ketubuh operator. Pemberian *wax* menggunakan tangan secara manual juga dapat menyebabkan potensi tangan mengenai *kain buff* dengan nilai *JSA* 3 (dapat diterima). Bahaya saat pemberian *wax* ini dapat menyebabkan *lost time* pada operator apabila terjadi kecelakaan, sehingga diperlukan perbaikan. Perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan menambahkan alat bantu untuk pemberian *wax* pada mesin *edge buff* sehingga pemberian *wax* tidak dilakukan secara manual menggunakan tangan.

Selanjutnya terdapat pemborosan *waiting* pada mesin *auto edge buff*. Kabinet yang selesai diproses pada mesin *auto edge buff* harus menunggu operator *edge buff*. Hal ini juga berarti mesin *auto edge buff* banyak menganggur. Menganggurnya *auto edge buff* dikarenakan kapasitas *auto edge buff* yang masih sedikit, dengan waktu proses yang hampir sama hal ini kurang menguntungkan dibandingkan penggunaan *edge buff*, karena dengan *output* yang sama mesin *auto edge buff* membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menyelesaikannya. Adanya *waiting* ini juga mengakibatkan banyaknya *waste inventory* pada bagian *edge buff*. *Inventory* yang ada merupakan kabinet yang belum diproses sehingga menumpuk. Hal ini sebanding dengan tingginya *lead time* pada proses *edge buff* yang mencapai 0,39 hari. Untuk mengurangi *waiting* dan *inventory* diperlukan perbaikan untuk mengoptimalkan mesin *edge buff*. Upaya perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan mesin *auto edge buff* adalah dengan memindahkan beberapa kabinet ke proses *auto edge buff* dan menambah kapasitas *auto edge buff*. Sehingga dalam sekali penggunaan *auto edge buff* akan menghasilkan lebih banyak dan *auto edge buff* lebih dioptimalkan oleh operator.

Waste lain yang terjadi pada proses *edge buff* adalah tingginya skor analisis REBA yaitu 10. Hal ini berarti postur kerja operator *edge buff* manual memiliki level resiko tinggi. Dengan kondisi ini pekerjaan operator menjadi kurang optimal dan akan memiliki potensi cedera yang tinggi. Pada saat mengoperasikan mesin *edge buff* manual terjadi postur yang tidak alami, yaitu punggung terlalu membungkuk dan terjadi putaran pada segmen punggung dan leher. Selain itu diperlukan gaya yang berlebih untuk menahan kabinet saat proses *edge buff*. Tingginya nilai resiko postur kerja tersebut mengakibatkan produktivitas operator akan berkurang (Arfiasari, 2014). Hal ini menyebabkan *output* pada bagian *edge buff* kurang maksimal dan menyebabkan *waste*. Upaya perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan merancang ulang pembagian kerja, cara kerja, dan mesin *edge buff*. Pembagian kerja ulang dilakukan untuk mengurangi kapasitas penggunaan mesin *edge buff* secara manual. Perancangan ulang cara kerja dilakukan agar operator mengoperasikan mesin dengan lebih alami, sedangkan desain ulang mesin *edge buff* dilakukan dengan meninggikan meja kerja agar postur kerja tidak terlalu membungkuk.

Kemudian terdapat *waste* pemborosan proses *edge buff* pada bagian *side board*. Pemborosan terjadi karena operator harus mengerjakan *buffing* bagian belakang *side board*. Pada bagian belakang *side board* terdapat *defect tare* sehingga harus dilakukan *buffing*. Hal ini merupakan pekerjaan *non value added*, sehingga harus dihilangkan. Cara yang dapat dilakukan untuk menghilangkan *tare* bagian belakang kabinet *side board* adalah dengan mengganti *mentory* dari 1,5 mm menjadi 1 mm pada bagian *spray*, sehingga *tare* dapat dikurangi. Selain itu pemborosan proses juga terjadi ketika *edge buff* panjang kabinet *side board*. Dalam proses pengerjaanya bagian *edge* panjang *side board* harus dibuffing 2 kali karena kain *buff* tidak mengenai bagian ujung *edge*, hal ini merupakan pemborosan proses.

3. High Polish

Dari tabel 4.21 dapat dilihat *waste* yang terjadi pada bagian *high polish*. Pada mesin *high polish* terdapat kemungkinan pemborosan *lost time* yang didapatkan karena kecelakaan kerja, yaitu potensi bahaya tangan terkena *kain buff* saat proses pemberian

wax dengan nilai JSA 6 (tidak dapat diterima). Proses pemberian wax ini dilakukan secara manual oleh operator dengan mengoleskan *kain buff* yang berputar. Dengan kondisi *kain buff* yang tertutup, pandangan operator menjadi terbatas sehingga tangan operator berpotensi terkena *kain buff* saat pemberian wax. Kemungkinan bahaya ini dapat dikurangi jika pemberian wax dilakukan secara *auto* oleh mesin *high polish*. Kemungkinan bahaya lain yang ada pada mesin *high polish* adalah kemungkinan tangan terjepit roda meja dan kemungkinan meja *high polish* jatuh. Saat ini pada jalur roda *high polish* belum ada *cover*, sehingga apabila operator tidak berhati-hati dapat menyebabkan tangan operator terjepit roda. Sedangkan kemungkinan meja jatuh terjadi karena saat ini belum ada *stopper* pada bagian ujung *conveyor*. Sehingga apabila *limit switch* pada *conveyor* mati maka dapat menyebabkan meja *high polish* jatuh.

Waste selanjutnya adalah hasil *high polish* yang kurang bersih. Hasil yang kurang bersih dari *high polish* menyebabkan banyak temuan *repair* setelah *ryoto*. Kondisi saat ini putaran pada *kain buff high polish* adalah 2 kali *buff* dan 1 kali bilas dengan menggunakan wax 6Q sehingga hasil *high polish* kurang maksimal. Perbaikan yang dapat dilakukan untuk memaksimalkan hasil *high polish* agar hasil menjadi lebih bersih adalah dengan mengganti settingan pada putaran *buff* menjadi 3 kali *buff* dan 2 kali bilas dan menggunakan wax *menzerna*. *Waste* lain yang terjadi pada mesin *high polish* adalah operator yang memiliki banyak waktu luang. Dengan kondisi mesin *auto*, pekerjaan operator hanya memasang kabinet, memberikan wax, dan mengambil kabinet. Operator memiliki waktu luang untuk menunggu proses *high polish* selesai, hal ini merupakan pemborosan. Untuk lebih memaksimalkan operator, penambahan pekerjaan dapat dilakukan. Waktu luang *high polish* dapat dialihkan untuk proses pengecekan setelah *high polish*. Pengecekan ini ditujukan agar kabinet yang akan *diryoto* menjadi lebih bersih dan mengurangi temuan *repair* pada bagian *incheck*.

4. *Ryoto* Kasar, Halus, dan *Finish*

Waste yang terjadi pada mesin *ryoto* dapat dilihat pada tabel 4.21. Dari hasil identifikasi diketahui bahwa dari segi *environmental health and safety* terdapat potensi bahaya yang dapat menyebabkan terjadinya *lost time* operator. Potensi tersebut adalah potensi

clemek terlilit kain buff dengan nilai *JSA 6* (tidak dapat diterima). Clemek terlilit ketika operator salah memasang tali dari clemek. Tali dari clemek berpotensi terkena kain buff ketika proses *ryoto*. Perbaikan yang dapat dilakukan untuk mencegah terlilitnya clemek adalah dengan pengarahannya terhadap cara penggunaan clemek yang tepat. Selain itu potensi bahaya lain yang dapat menyebabkan *lost time* adalah belum adanya penutup debu pada bagian kain buff. Debu hasil buff berpotensi mengenai mata operator dan menyebabkan *lost time* karena sakit mata dan alergi operator. Untuk mencegahnya dapat diberikan penyaring debu pada bagian atas kain buff.

Waste lain yang terdapat pada bagian *ryoto* adalah adanya pemborosan *transport*. Pada bagian *ryoto* kasar, halus, dan *finish* proses pengerjaan dilakukan per kabinet mulai dari *ryoto* kasar, *ryoto* halus, *ryoto finish*, hingga ke bagian *incheck*. Hal ini merupakan pemborosan, karena operator banyak melakukan *transport* yang sebenarnya dapat dilakukan satu kali menggunakan rak yang tersedia. Pemborosan *transport* juga terjadi ketika kabinet sampai ke ruang *incheck* namun masih harus menunggu untuk proses *check* oleh operator. Perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi *waste transport* pada *ryoto* adalah dengan memanfaatkan penggunaan rak. Proses *ryoto* dan *check* dilakukan tiap 1 rak oleh operator. Dengan kapasitas 1 rak yang mencapai 10 kabinet, penggunaan rak akan menghemat hingga 20 kali langkah operator. Penggunaan rak ini juga dapat menghilangkan waktu tunggu oleh operator *ryoto*, karena kabinet yang telah masuk keruang *incheck* tidak perlu ditunggu lagi oleh operator *ryoto*.

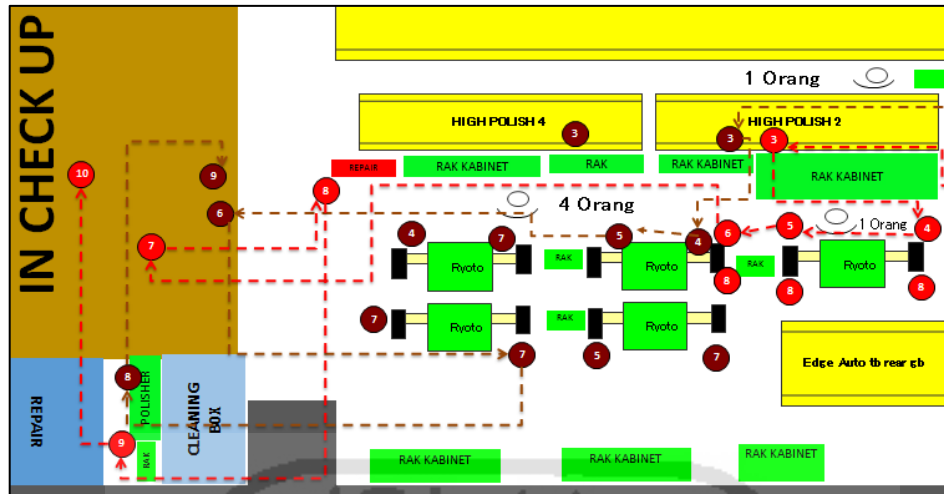
Cara kerja yang lama pada bagian *ryoto* ini juga mengakibatkan munculnya *waste* lain yaitu *inventory* dan *excess process* pada bagian *ryoto* kabinet *case* dan kabinet warna. Pada bagian *ryoto* halus terdapat 210 pcs *inventory* karena proses *ryoto* dilakukan terlalu panjang dan lama. Misalnya pada kabinet warna, masih digunakan *ryoto* kasar, hal ini merupakan pekerjaan tambahan yang harusnya tidak perlu dilakukan. Selain itu lamanya waktu proses *ryoto* juga disebabkan karena masih terdapat banyak temuan *repair* pada setiap kabinet. Sehingga harus dilakukan perbaikan pada proses sebelum *ryoto* untuk mengurangi waktu proses pada bagian *ryoto*. Pada bagian *sanding*, proses *level sander #800* diganti menjadi *level sander #500* agar hasil

sanding lebih bagus, sehingga cabinet warna tidak perlu melalui *ryoto* kasar. Perbaikan selanjutnya adalah dengan mengganti bilas 6Q menjadi *menzerna*, sehingga proses pengerjaan bilas *edge ryoto* dapat langsung dikerjakan dibagian *ryoto finish*.

Kondisi lain yang dapat menyebabkan merupakan *waste* lain adalah skor *reba* yang tinggi yaitu 8 (level resiko tinggi) yang berarti terjadi postur kerja yang tidak alami. Postur kerja yang tidak alami dapat merupakan penyebab terjadinya cedera pada *musculoskeletal disorder* dimana semakin tinggi nilai resiko postur kerja maka semakin rendah produktivitasnya (Arfiasari, 2014). Postur kerja tidak alami yang ada pada proses *ryoto* adalah saat melakukan bilas bagian tengah muka kabinet dimana punggung dan leher operator terlalu membungkuk saat mengangkat beban yang berat. Hal ini terjadi karena kabinet yang diproses merupakan kabinet panjang sehingga terbentuk postur yang tidak alami. Postur yang tidak alami dapat dikurangi jika proses *ryoto* muka dapat berkurang, sehingga intensitas pengerjaan berkurang.

5. *Polisher*

Waste yang terdapat pada proses *Polisher* adalah pemborosan langkah dan proses. Kabinet yang telah selesai diproses pada bagian *ryoto finish* kemudian dilakukan proses *Polisher*. Proses *Polisher* dilakukan diluar bagian *incheck*, sehingga terjadi *transport* bolak-balik seperti gambar 5.1. Pemborosan *transport* dan proses ini dapat dikurangi dengan mengganti proses *Polisher* menjadi *shine up* dan lap diruang *incheck*. Proses *Polisher* yang tadinya dikerjakan oleh operator *ryoto* kemudian dialihkan ke operator *incheck*, sehingga pemborosan *transport* dan proses dapat dikurangi.

Gambar 5.1 *Layout Buffing Panel Upright*

5.3. Usulan Perbaikan

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan sebelumnya didapatkan beberapa usulan untuk mengurangi *waste* yang ada pada proses *buffing panel upright*. Usulan diberikan berdasarkan *waste* yang telah diidentifikasi sebelumnya. Usulan perbaikan dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut.

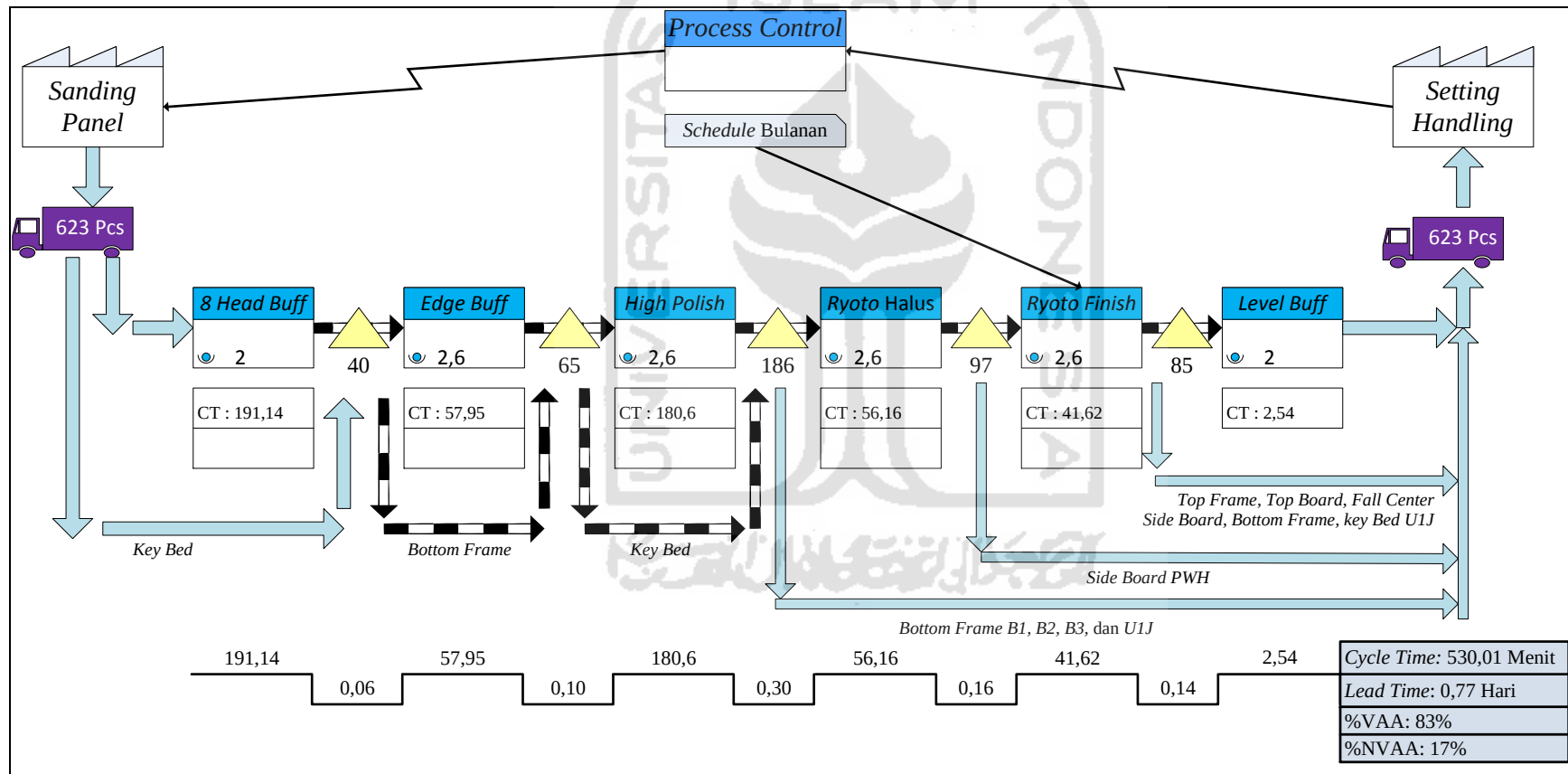
Tabel 5.1 **Usulan Perbaikan**

No	Proses	Waste	Usulan Perbaikan
1	8 Head Buff	Potensi <i>lost time</i> karena terpeleset	Pemberian tanda lantai licin di area rak bahan baku dan mesin.
2	8 Head Buff	Potensi <i>lost time</i> karena tersandung kabel <i>compressor</i>	Merapikan kabel dengan mengganti tempat kabel
3	Edge Buff	Potensi <i>lost time</i> karena terkena pantulan wax dan tangan terkena kain buff	Menggunakan alat bantu untuk pemberian wax
4	Edge Buff	Tingginya <i>inventory</i> dan waiting time	Memaksimalkan penggunaan <i>auto edge buff</i> dan menambah kapasitas <i>auto edge buff</i> menjadi 3 pcs
5	Edge Buff	Skor <i>reba</i> memiliki level resiko tinggi	Mengurangi penggunaan <i>edge buff</i> dengan memindahkan beberapa kabinet ke <i>auto edge buff</i> , contohnya <i>key bed</i> . Meninggikan meja <i>edge buff</i>
6	Edge Buff	Pemborosan proses untuk mengerjakan bagian belakang <i>edge side board</i>	Koordinasi dengan bagian <i>spray</i> untuk mengganti <i>mentory</i> menjadi 1 mm

No	Proses	Waste	Usulan Perbaikan
7	<i>High Polish</i>	Potensi <i>lost time</i> karena tangan terkena kain <i>buff</i>	Menambahkan <i>auto wax</i> pada mesin <i>auto edge buff</i>
8	<i>High Polish</i>	Potensi <i>lost time</i> karena tangan terjepit roda <i>conveyor</i>	Menambahkan cover pada jalur roda <i>conveyor</i>
9	<i>High Polish</i>	Potensi <i>lost time</i> karena kecelakaan meja jatuh dari <i>conveyor</i>	Menambahkan <i>stopper</i> pada ujung <i>conveyor</i>
10	<i>High Polish</i>	Pemborosan <i>transport</i> saat pemberian <i>wax</i>	Menambahkan <i>auto wax</i> pada mesin <i>high polish</i>
11	<i>High Polish</i>	Pemborosan <i>defect</i> karena hasil <i>high polish</i> kurang bersih	Mengganti putaran kain <i>buff</i> (menjadi 3 kali <i>buff</i> , 2 kali bilas) dan mengganti <i>wax</i> menjadi <i>menzerna</i>
12	<i>High Polish</i>	Pemborosan waktu menganggur operator <i>high polish</i>	Menambahkan pekerjaan untuk cek hasil <i>high polish</i>
13	<i>Ryoto Kasar, Halus, dan Finish</i>	Potensi <i>lost time</i> karena <i>wax</i> mental ketubuh	Penggunaan APD (clemek) dan memberikan batas maksimal penggunaan <i>wax</i>
14	<i>Ryoto Kasar, Halus, dan Finish</i>	Potensi <i>lost time</i> karena mata terkena cipratan debu	Menambahkan kain penyaring debu pada mesin <i>ryoto</i>
15	<i>Ryoto Kasar, Halus, dan Finish</i>	Pemborosan <i>transport</i> saat proses <i>ryoto</i>	Mengganti metode <i>transport ryoto</i> dari tiap 1 kabinet menjadi tiap 1 rak
16	<i>Ryoto Kasar, Halus, dan Finish</i>	Pemborosan waktu tunggu operator	Mengganti metode <i>transport ryoto</i> dari tiap 1 kabinet menjadi tiap 1 rak
17	<i>Ryoto Kasar, Halus, dan Finish</i>	Pemborosan <i>inventory</i> dan <i>exces process</i> karena proses <i>ryoto</i> terlalu panjang dan lama	Proses pengerjaan bilas <i>edge ryoto</i> langsung di <i>ryoto finish</i> dengan cara mengganti 6Q menjadi <i>menzerna</i>
18	<i>Ryoto Kasar, Halus, dan Finish</i>	Pemborosan <i>inventory</i> dan <i>exces process</i> karena proses <i>ryoto</i> kabinet warna terlalu panjang dan lama	Pada bagian <i>sanding</i> , proses <i>level sander #800</i> diganti menjadi <i>level sander #500</i>
19	<i>Ryoto Kasar, Halus, dan Finish</i>	Pemborosan skor <i>reba</i> memiliki level resiko tinggi	Meringkas waktu proses <i>ryoto</i> dengan memperbaiki hasil <i>high polish</i>
20	<i>Polisher</i>	Pemborosan langkah dan proses	Mengganti proses <i>polisher</i> menjadi <i>shine up</i> dan lap. Proses <i>shine up</i> dan lap dilakukan oleh operator <i>incheck</i>

5.4. Future Value Stream Mapping

Berdasarkan analisa terhadap waste sebelumnya, didapatkan rancangan *value stream mapping* seperti gambar 5.2 berikut:



Gambar 5.2 *Future Value Stream Mapping*

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Dari perhitungan *job safety analysis* diketahui bahwa terdapat 3 potensi bahaya (21,4%) yang tidak dapat diterima yaitu wax mental ketubuh operator *edge buff*, tangan terkena kain *buff high polish*, dan clemek terlilit kain *buff ryoto*. Kemudian dari 10 denyut diketahui bahwa %*cardiovascular load* masih dibawah 30% yang berarti beban kerja fisik pada setiap mesin masih dalam kondisi normal sehingga masih dapat dilakukan penambahan pekerjaan. Sedangkan dari analisa *reba* terdapat *waste motion* pada mesin *edge buff* dan *ryoto* karena level resiko tinggi (10 dan 8).
2. Dari hasil perhitungan *value stream mapping* diketahui jenis *waste* yang terdapat pada proses *buffing* panel upright, yaitu:
 - a. Pada proses 8 *head buff* terdapat potensi *lost time* karena tersandung selang *compressor*, terpeleset, dan tertimpa kain *buff*.
 - b. Pada proses *edge buff* terdapat *waste* berupa potensi *lost time* terkena pentalan wax dan tangan terkena kain *buff*, *waste waiting* dan *inventory* tinggi, dan pemborosan proses *side board*.
 - c. Pada proses *high polish* terdapat *waste* berupa potensi *lost time* karena tangan terkena kain *buff*, tangan terjepit roda meja, dan tertimpa meja, serta *waste* berupa hasil yang kurang bersih dan operator banyak mengganggu.

- d. Pada proses *ryoto* kasar, halus, dan *finish* terdapat *waste* berupa potensi *lost time* karena terkena pentalan *wax* dan cipratan debu, serta *waste* berupa pemborosan *transport* kabinet, waktu menunggu operator yang tinggi, *inventory* yang tinggi, dan proses *ryoto* yang terlalu panjang.
 - e. Pada proses *polisher* terdapat *waste* berupa pemborosan langkah dan proses kerja.
3. Setelah diketahui *waste* yang ada pada proses *buffing panel upright* dapat dilakukan pengurangan *waste* dengan cara sebagai berikut.
- a. Pada proses 8 *head buff* diberikan tanda lantai licin diarea mesin dan merapikan tempat kabel *compressor*.
 - b. Pada proses *edge buff* ditambahkan alat bantu pemberian *wax*, memaksimalkan penggunaan *auto edge buff*, dan dilakukan koordinasi dengan bagian *spray* untuk mencegah *tare*.
 - c. Pada proses *high polish* ditambahkan *auto wax*, *cover* jalur *conveyor*, *stopper conveyor*, mengganti setting putaran kain *buff*, dan menambahkan pekerjaan cek pada operator *high polish*.
 - d. Pada proses *ryoto* diberikan pengarahan terhadap batas penggunaan *wax*, menambah kain penyaring debu, mengganti *wax* 6Q menjadi *menzerna*, mengganti metode *transport* dengan menggunakan rak, dan bekerja sama dengan bagian *sanding* untuk meringkas proses *ryoto*.
 - e. Mengganti *polisher* dengan *shine up* dan *lap*.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil analisa dan kesimpulan yang diperoleh maka saran yang dapat diberikan untuk penelitian lanjutan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan analisa perbaikan tata letak fasilitas sehingga mesin *auto edge buff* dapat lebih dimaksimalkan.
2. Melakukan pemerataan beban kerja operator *buffing panel upright*.
3. Dilakukan studi gerakan kerja untuk memberikan metode kerja yang lebih ekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A. S. (2007). *Peningkatan produktivitas industri*. Yogyakarta: Adi Satria Abadi.
- Andini, G., Prasetyawan, Y., & Supriyanto, H. (2012). Pendekatan konsep lean manufaktur dalam peningkatan efisiensi pada sistem produksi kaca di PT Asahimas flat glass tbk. *Jurnal Teknik Pomits*, 1-5.
- Arfiasari, A. D. (2014). Hubungan Postur Kerja dengan Keluhan Muskuloskeletal dan Produktivitas Kerja pada Pekerja Bagian Pengepakan di PT. Djitoe Indonesia Tobako.
- Bachtiar, R. P. (2016). Analisis Kinerja Karyawan dengan Metode DILO (Day In Life Of) di Departemen Quality Control PT. Kievit Indonesia.
- Barnes, R. M. (1980). *Motion and time study*. New York: John Wiley & Sons.
- Beritasatu. (2015). Hari ini Basuki Tetapkan UMP DKI 2016 Rp 3,1 Juta, (online). pp. <http://www.beritasatu.com/megapolitan/318414-hari-ini-basuki-tetapkan-ump-dki-2016-rp-31-juta.html> (10 oktober 2016).
- Cahyanti, E. R., Choiri, M., & Yuniarti, R. (2012). Pengurangan waste pada proses produksi botol X menggunakan lean sigma.
- Chen, L., & Meng, B. (2010). The application of value stream mapping based lean production system. *International Journal of Business and Management*, 203-209.
- Chie, H. H., & Zuraida, R. (2013). Skala Pengukuran Shift Kerja, Beban Kerja, Dan Persepsi Kesehatan Sebagai Stressor Dengan Fasilitas Manajemen Untuk Penanggulangannya. *INASEA*, 15-21.
- Cirjaliu, B., & Draghici, A. (2016). Ergonomic Issues in Lean Manufacturing. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 105-110.
- Dysko, D. (2012). Gemba Kaizen - Utilization of human potensial to achieving continuous improvement of company. *The International Journal of transport & logistics*, 19-28.
- Fanani, Z., & Singgih, M. L. (2011). Implementasi lean manufacturing untuk peningkatan produktivitas. *Seminar nasional manajemen teknologi XIII*. Surabaya: ITS.
- Forsman, M., Neumann, P. W., Palmerud, G., & Winkel, J. (2014). Mechanical exposures in serial-flow car disassembly - a proactive intervention research approach.
- Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma for manufacturing and service industries strategi dramatik reduksi cacat/ kesalahan, biaya, inventory, dan lead time dalam waktu kurang dari 6 bulan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V., & Fontana, A. (2011). *Organazation Excellence: Systematic continues improvement and innovation*. bogor: Vinchrsto Publication.
- Grandjean, E. (1993). *Fitting the task to the man*. London: Taylor & Francis.
- Hartini, S., Saptadi, S., Kadarina, N., & Rizkya, I. (2009). Analisis pemborosan perusahaan mebel dengan pendekatan lean manufacturing. *Jurnal Nasional*.
- Hignett, R., & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 201-205.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean*. Cardiff: Lean Enterprise Research Centre .

- International Labour Organization. (1998). The International Labour Organization's Fundamental Conventions.
- Jaiswal, V., Banodha, V., & Patel, P. (2014). Risk assesment in maintenance work at diesel locomotive workshop. *International journal on emerging technologies*.
- Jarebrant, C., Winkel, J., Hanse, J. J., Mathiassen, S. E., & Ojmertz, B. (2016). ErgoVSM: A tool for integrating value stream mapping and ergonomics in manufacturing. *Human factors and ergonomics in manufacturing & service industries*, 191-204.
- Karwowski, W. (2001). *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors*. London: Taylor & Francis.
- Kilbon, A. (1992). *Measurement and Assessment of Dynamic Work*.
- Koukoulaki, T. (2014). The impact of lean production on musculoskeletal and psychosocial risk: An examination of sociotechnical trends over 20 years. *Applied Ergonomics*, 198-212.
- Kurnia, I. (2011). Implementasi lean production system menggunakan value stream mapping di Line small press stamping.
- Landsbergis, P. A., Cahill, J., & Schnall, P. (1999). The impact of lean production and related new systems of work organization on worker health. *Journal of Occupational Health Psychology*, 108-130.
- Lasa, I. S., Laburu, C. O., & Vila, R. d. (2008). An evaluation of the value stream mapping tool. *Business process management jorunal*, 39-52.
- Levy, S. B., Wegman, H. D., Baron, L. S., & Sokas, K. R. (2006). *Occupational and Environmental Health: Recognizing and preventing disease and injury*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Liker, J. K. (2006). *The Toyota Way: 14 prinsip manajemen dari perusahaan terhebat di dunia*. Jakarta: Erlangga.
- Locher, D. A. (2008). *Value Stream Mapping for Lean Development: A How-To Guide for Streamlining Time to Market*. New York: Taylor & Francis Group.
- Maia, L. C., Alves, A. C., & Leao, C. P. (2011). Do lean methodologies include ergonomic tools.
- Manuaba, I. B. (1992). *Pengaruh ergonomi terhadap produktivitas*. Denpasar.
- Manuaba, I. B. (2000). Ergonomi meningkatkan kinerja tenaga kerja dan perusahaan. *Proceeding simposium dan pameran ergonomi Indonesia*. Bandung: ITB Press.
- McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). Rula: Survey method for the investigation of work related upper limb disorder, applied ergonomic. *Journal of Human Ergonomics*, 91-99.
- Mulyati, G. T., Suharno, & Muharom. (2015). An implementation of lean-ergonomic approach to reduce ergonomic parameter waste in the manufacture of crackers. *KnE Life Sciences*, 21-24.
- Nurmianto, E. (1996). *Ergonomi: Konsep dasar dan aplikasinya*. Surabaya: Guna Widya.
- Occupational Safety and Health Administration. (2002). *Job Hazard Analysis*. US: Department of Labor.
- Oglesby, C. H., Parker, H., & Howell, G. (1989). *Productivity Improvement in Contruction*. McGraw Hill.
- OSHA Training Institute. (2006). Safety and Health Programs (online) https://www.osha.gov/dte/grant_materials/fy08/sh-17815-08/03_pg_module_3.pdf (20 Oktober 2016).

- P, W. J., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. New York : Simon & Schuster.
- Pheasant, S. (1988). *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*. London: Taylor & Francis.
- Pujawan, I. N. (2003). *Ekonomi Teknik*. Surabaya: Guna Widya.
- Purnomo, H. (2004). *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Putti, J. M. (1989). *Memahami Produktivitas*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Rausand, M. (2005). *Job safety analysis*. Norwegia: Department of production and quality engineering norwegian university of science and technology.
- Salvendy, G. (2001). *Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operation Management*. New York: John Wiley & Sons.
- Santon, N., Hedge, A., Brookhuis, K., Salas, E., & Hendrick, H. (2014). *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. New York: CRC Press.
- Skirbekk, V. (2003). Age and Individual Productivity: A Literature Survey. *IIASA*.
- Suardi, R. (2007). *Manajemen resiko: Panduan penerapan berdasarkan OHSAS 18001 dan permenaker 05/1996*. Jakarta: PPM.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Administrasi*. Bandung: Alfabeta.
- Sutalaksana, Z. I. (2006). *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung: ITB.
- Tapping, D., & Shuker, T. (2003). *Value stream management for the lean office: 8 step to planning, mapping, and sustaining lean improvements in administrative area*. New York: Productivity press.
- Tarwaka, Bakri, S. H., & Sudiajeng, L. (2004). *Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas*. Surakarta: Uniba Press.
- Tyagi, S., Choudhary, A., Chai, X., & Yang, K. (2015). Value stream mapping to reduce the lead time of a product . *International journal of production economics*, 202-212.
- Walder, J., Karlin, J., & Kerk, C. (2007). Integrated lean thinking & ergonomics: Utilizing material handling assist device solutions for a productive workplace.
- Wignjosoebroto, S. (2003). *Ergonomi: Studi Gerak dan Waktu*. Jakarta: PT. Guna Widya.
- Wignjosoebroto, S., Rahman, A., & Jovianto, E. (2005). Kajian ergonomi dalam perancangan alat bantu proses penyetelan dan pengelasan produk tangki travo. *Jurnal Optima*.
- Wilson, L. (2010). *How to implementing lean manufacturing and the toyota production system*. New York: Mc-Graw Hill.
- Y, Y., H, A., & D, D. E. (2009). Usulan pengurangan waste pada proses produksi dengan menggunakan metode lean manufacturing. *Seminar Nasional TIMP IV*. Surabaya: ITS.
- Yadav, R., Shastri, A., & Rathore, M. (2012). Increasing productivity by reducing manufacturing lead time through value stream mapping. *International Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 31-35.
- Zainuddin, & Retnaningsih, S. M. (2012). Pendekatan lean six sigma untuk peningkatan produktivitas proses butt weld orbital. *Jurnal sains dan seni ITS*, 207-212.

Lampiran 1

Data Time Study

NO	Nama kabinet	Model	Alur proses											
			8 Head Buff											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata	
1	Side board	B1 PE	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
		B1 PM / PW	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
		B1 PWH	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
		TOTAL	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
2	Side board	B2 PE	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
		B2 PM / PW	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
		B2 PWH	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
		TOTAL	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
3	Side board	B3 PE	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
		B3 PM	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
		B3 PWH	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
		TOTAL	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
4	Side board	U1 PE	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
		U1 PM	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
		U1 PWH	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
		TOTAL	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
5	Side board	P116 PE	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
		P116 PWH	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
		TOTAL	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
6	Side board	P121 PE	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
		P121 PWH	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
		TOTAL	6,40	6,41	6,40	6,40	6,41	6,39	6,38	6,40	6,40	6,41	6,40	
7	Bottom frame	B1 PE	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
		B1 PM / PW	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
		B1 PWH	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
		TOTAL	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
8	Bottom frame	B2 PE	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
		B2 PM / PW	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
		B2 PWH	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
		TOTAL	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
9	Bottom frame	B3 PE	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
		B3 PM	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
		B3 PWH	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
		TOTAL	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
10	Bottom frame	U1 PE	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
		U1 PM	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
		U1 PWH	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
		TOTAL	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
11	Bottom frame	P116 PE	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
		P116 PWH	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
		TOTAL	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
12	Bottom frame	P121 PE	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
		P121 PWH	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
		TOTAL	6,58	6,59	6,59	6,62	6,58	6,60	6,58	6,58	6,59	6,62	6,60	
13	Top frame	B1 PE	6,77	6,73	6,78	6,74	6,78	6,73	6,75	6,73	6,76	6,74	6,75	
		B1 PM / PW	6,77	6,73	6,78	6,74	6,78	6,73	6,75	6,73	6,76	6,74	6,75	
		B1 PWH	6,77	6,73	6,78	6,74	6,78	6,73	6,75	6,73	6,76	6,74	6,75	
		TOTAL	6,77	6,73	6,78	6,74	6,78	6,73	6,75	6,73	6,76	6,74	6,75	
14	Top frame	B2 PE	6,77	6,73	6,78	6,74	6,78	6,73	6,75	6,73	6,76	6,74	6,75	
		B2 PM / PW	6,77	6,73	6,78	6,74	6,78	6,73	6,75	6,73	6,76	6,74	6,75	
		B2 PWH	6,77	6,73	6,78	6,74	6,78	6,73	6,75	6,73	6,76	6,74	6,75	
		TOTAL	6,77	6,73	6,78	6,74	6,78	6,73	6,75	6,73	6,76	6,74	6,75	
15	Top frame	B3 PE	6,77	6,73	6,78	6,74	6,78	6,73	6,75	6,73	6,76	6,74	6,75	
		B3 PM	6,77	6,73	6,78	6,74	6,78	6,73	6,75	6,73	6,76	6,74	6,75	
		B3 PWH	6,77	6,73	6,78	6,74	6,78	6,73	6,75	6,73	6,76	6,74	6,75	
		TOTAL	6,77	6,73	6,78	6,74	6,78	6,73	6,75	6,73	6,76	6,74	6,75	
16	Top frame	P116 PE	6,77	6,73	6,78	6,74	6,78	6,73	6,75	6,73	6,76	6,74	6,75	
		P116 PWH	6,77	6,73	6,78	6,74	6,78	6,73	6,75	6,73	6,76	6,74	6,75	
		TOTAL	6,77	6,73	6,78	6,74	6,78	6,73	6,75	6,73	6,76	6,74	6,75	
17	Top frame	P121 PE	6,77	6,73	6,78	6,74	6,78	6,73	6,75	6,73	6,76	6,74	6,75	
		P121 PWH	6,77	6,73	6,78	6,74	6,78	6,73	6,75	6,73	6,76	6,74	6,75	
		TOTAL	6,77	6,73	6,78	6,74	6,78	6,73	6,75	6,73	6,76	6,74	6,75	
18	Top board	B1 PE	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		B1 PM / PW	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		B1 PWH	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		TOTAL	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
19	Top board	B2 PE	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		B2 PM / PW	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		B2 PWH	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		TOTAL	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
20	Top board	B3 PE	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		B3 PM	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		B3 PWH	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		TOTAL	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
21	Top board	P116 PE	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		P116 PWH	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		TOTAL	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
22	Fall center	B1 PE	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		B1 PM / PW	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		B1 PWH	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		TOTAL	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
23	Fall center	B2 PE	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		B2 PM / PW	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		B2 PWH	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		TOTAL	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
24	Fall center	B3 PE	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		B3 PM	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		B3 PWH	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		TOTAL	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
25	Fall center	P116 PE	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		P116 PWH	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		TOTAL	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
26	Top board front	U1 PE	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		U1 PM	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		U1 PWH	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
		TOTAL	6,59	6,58	6,57	6,60	6,60	6,58	6,58	6,58	6,59	6,58	6,59	
27	Top board Rear	U1 PE	6,75	6,75	6,76	6,75	6,76	6,75	6,74	6,73	6,75	6,73	6,75	
		U1 PM	6,75	6,75	6,76	6,75	6,76	6,75	6,74	6,73	6,75	6,73	6,75	
		U1 PWH	6,75											

NO	Nama kabinet	Model	Edge buff										Rata-rata
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Side board	B1 PE	3,80	3,70	3,90	4,00	4,10	3,80	4,10	3,90	4,10	3,60	3,90
		B1 PM / PW	3,80	3,70	3,90	4,00	4,10	3,80	4,10	3,90	4,10	3,60	3,90
		B1 PWH	3,80	3,70	3,90	4,00	4,10	3,80	4,10	3,90	4,10	3,60	3,90
		TOTAL	3,80	3,70	3,90	4,00	4,10	3,80	4,10	3,90	4,10	3,60	3,90
2	Side board	B2 PE	3,35	3,36	3,36	3,36	3,34	3,30	3,40	3,37	3,32	3,40	3,36
		B2 PM / PW	3,35	3,36	3,36	3,36	3,34	3,30	3,40	3,37	3,32	3,40	3,36
		B2 PWH	3,35	3,36	3,36	3,36	3,34	3,30	3,40	3,37	3,32	3,40	3,36
		TOTAL	3,35	3,36	3,36	3,36	3,34	3,30	3,40	3,37	3,32	3,40	3,36
3	Side board	B3 PE	3,40	3,30	3,42	3,50	3,40	3,40	3,40	3,35	3,52	3,30	3,40
		B3 PM	3,40	3,30	3,42	3,50	3,40	3,40	3,40	3,35	3,52	3,30	3,40
		B3 PWH	3,40	3,30	3,42	3,50	3,40	3,40	3,40	3,35	3,52	3,30	3,40
		TOTAL	3,40	3,30	3,42	3,50	3,40	3,40	3,40	3,35	3,52	3,30	3,40
4	Side board	U11 PE	3,55	3,40	3,40	3,50	3,40	3,50	3,55	3,40	3,50	3,55	3,48
		U11 PM	3,55	3,40	3,40	3,50	3,40	3,50	3,55	3,40	3,50	3,55	3,48
		U11 PWH	3,55	3,40	3,40	3,50	3,40	3,50	3,55	3,40	3,50	3,55	3,48
		TOTAL	3,55	3,40	3,40	3,50	3,40	3,50	3,55	3,40	3,50	3,55	3,48
5	Side board	P116 PE	3,40	3,36	3,38	3,39	3,37	3,38	3,38	3,39	3,37	3,39	3,38
		P116 PWH	3,40	3,36	3,38	3,39	3,37	3,38	3,38	3,39	3,37	3,39	3,38
		TOTAL	3,40	3,37	3,39	3,43	3,38	3,42	3,44	3,39	3,41	3,44	3,38
		P121 PE	3,50	3,40	3,50	3,50	3,50	3,50	3,60	3,50	3,40	3,40	3,48
6	Side board	P121 PWH	3,50	3,40	3,50	3,50	3,50	3,50	3,60	3,50	3,40	3,40	3,48
		TOTAL	3,50	3,39	3,46	3,48	3,46	3,47	3,55	3,46	3,40	3,41	3,48
		B1 PE											
		B1 PM / PW											
8	Bottom frame	B1 PWH											
		TOTAL											
		B2 PE											
		B2 PM / PW											
9	Bottom frame	B2 PWH											
		TOTAL											
		B3 PE											
		B3 PM											
10	Bottom frame	B3 PWH											
		TOTAL											
		U11 PE											
		U11 PM											
11	Bottom frame	U11 PWH											
		TOTAL											
		P116 PE	1,80	2,00	1,90	1,90	1,80	1,80	1,80	1,90	2,00	1,90	1,88
		P116 PWH	1,80	2,00	1,90	1,90	1,80	1,80	1,80	1,90	2,00	1,90	1,88
12	Bottom frame	TOTAL	1,80	2,00	1,90	1,90	1,80	1,80	1,80	1,90	2,00	1,90	1,88
		P121 PE	2,00	1,80	1,80	1,80	1,80	1,90	2,00	2,10	1,80	1,80	1,88
		P121 PWH	2,00	1,80	1,80	1,80	1,80	1,90	2,00	2,10	1,80	1,80	1,88
		TOTAL	2,00	1,80	1,80	1,80	1,80	1,90	2,00	2,10	1,80	1,80	1,88
13	Top frame	B1 PE	0,90	0,90	0,75	0,77	0,85	0,80	0,80	0,75	0,77	0,75	0,80
		B1 PM / PW	0,90	0,90	0,75	0,77	0,85	0,80	0,80	0,75	0,77	0,75	0,80
		B1 PWH	0,90	0,90	0,75	0,77	0,85	0,80	0,80	0,75	0,77	0,75	0,80
		TOTAL	0,90	0,90	0,75	0,77	0,85	0,80	0,80	0,75	0,77	0,75	0,80
14	Top frame	B2 PE	0,80	0,73	0,73	0,73	0,80	0,82	0,85	0,80	0,80	0,80	0,79
		B2 PM / PW	0,80	0,73	0,73	0,73	0,80	0,82	0,85	0,80	0,80	0,80	0,79
		B2 PWH	0,80	0,73	0,73	0,73	0,80	0,82	0,85	0,80	0,80	0,80	0,79
		TOTAL	0,80	0,73	0,73	0,73	0,80	0,82	0,85	0,80	0,80	0,80	0,79
15	Top frame	B3 PE	0,90	0,92	0,90	0,90	0,93	0,93	0,93	0,93	0,90	0,90	0,91
		B3 PM	0,90	0,92	0,90	0,90	0,93	0,93	0,93	0,93	0,90	0,90	0,91
		B3 PWH	0,90	0,92	0,90	0,90	0,93	0,93	0,93	0,93	0,90	0,90	0,91
		TOTAL	0,90	0,92	0,90	0,90	0,93	0,93	0,93	0,93	0,90	0,90	0,91
16	Top frame	P116 PE	0,91	0,91	0,90	0,93	0,93	0,93	0,91	0,90	0,90	0,91	0,91
		P116 PWH	0,91	0,91	0,90	0,93	0,93	0,93	0,91	0,90	0,90	0,91	0,91
		TOTAL	0,91	0,91	0,90	0,93	0,93	0,93	0,91	0,90	0,90	0,91	0,91
		P121 PE	0,91	0,91	0,90	0,93	0,93	0,93	0,91	0,90	0,90	0,91	0,91
17	Top frame	P121 PWH	0,91	0,91	0,90	0,93	0,93	0,93	0,91	0,90	0,90	0,91	0,91
		TOTAL	0,91	0,91	0,90	0,93	0,93	0,93	0,91	0,90	0,90	0,91	0,91
		B1 PE	1,67	1,67	1,64	1,68	1,68	1,66	1,67	1,68	1,67	1,65	1,67
		B1 PM / PW	1,67	1,67	1,64	1,68	1,68	1,66	1,67	1,68	1,67	1,65	1,67
18	Top board	B1 PWH	1,67	1,67	1,64	1,68	1,68	1,66	1,67	1,68	1,67	1,65	1,67
		TOTAL	1,67	1,67	1,64	1,68	1,68	1,66	1,67	1,68	1,67	1,65	1,67
		B2 PE	2,20	2,10	2,20	2,20	2,20	2,00	2,20	2,10	2,00	2,00	2,12
		B2 PM / PW	2,20	2,10	2,20	2,20	2,20	2,00	2,20	2,10	2,00	2,00	2,12
19	Top board	B2 PWH	2,20	2,10	2,20	2,20	2,20	2,00	2,20	2,10	2,00	2,00	2,12
		TOTAL	2,20	2,10	2,20	2,20	2,20	2,00	2,20	2,10	2,00	2,00	2,12
		B3 PE	2,25	2,15	2,10	2,15	2,20	2,10	2,25	2,15	2,25	2,25	2,19
		B3 PM	2,25	2,15	2,10	2,15	2,20	2,10	2,25	2,15	2,25	2,25	2,19
20	Top board	B3 PWH	2,25	2,15	2,10	2,15	2,20	2,10	2,25	2,15	2,25	2,25	2,19
		TOTAL	2,25	2,15	2,10	2,15	2,20	2,10	2,25	2,15	2,25	2,25	2,19
		P116 PE	2,10	2,10	2,20	2,15	2,15	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,12
		P116 PWH	2,10	2,10	2,20	2,15	2,15	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,12
21	Top board	TOTAL	2,10	2,10	2,20	2,15	2,15	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,12
		B1 PE	1,35	1,35	1,32	1,33	1,35	1,32	1,32	1,30	1,30	1,30	1,32
		B1 PM / PW	1,35	1,35	1,32	1,33	1,35	1,32	1,32	1,30	1,30	1,30	1,32
		B1 PWH	1,35	1,35	1,32	1,33	1,35	1,32	1,32	1,30	1,30	1,30	1,32
22	Fall center	TOTAL	1,35	1,35	1,32	1,33	1,35	1,32	1,32	1,30	1,30	1,30	1,32
		B2 PE	1,40	1,43	1,50	1,50	1,50	1,40	1,43	1,50	1,50	1,40	1,46
		B2 PM / PW	1,40	1,43	1,50	1,50	1,50	1,40	1,43	1,50	1,50	1,40	1,46
		B2 PWH	1,40	1,43	1,50	1,50	1,50	1,40	1,43	1,50	1,50	1,40	1,46
23	Fall center	TOTAL	1,40	1,43	1,50	1,50	1,50	1,40	1,43	1,50	1,50	1,40	1,46
		B3 PE	1,40	1,43	1,50	1,50	1,50	1,40	1,43	1,50	1,50	1,40	1,46
		B3 PM	1,40	1,43	1,50	1,50	1,50	1,40	1,43	1,50	1,50	1,40	1,46
		B3 PWH	1,40	1,43	1,50	1,50	1,50	1,40	1,43	1,50	1,50	1,40	1,46
24	Fall center	TOTAL	1,40	1,43	1,50	1,50	1,50	1,40	1,43	1,50	1,50	1,40	1,46
		P116 PE	1,32	1,35	1,32	1,32	1,35	1,36	1,30	1,30	1,30	1,30	1,32
		P116 PWH	1,32	1,35	1,32	1,32	1,35	1,36	1,30	1,30	1,30	1,30	1,32
		TOTAL	1,32	1,35	1,32	1,32	1,35	1,36	1,30	1,30	1,30	1,30	1,32
25	Fall center	U11 PE	2,00	2,00	1,60	1,70	1,70	1,70	1,80	1,80	1,70	1,70	1,77
		U11 PM	2,00	2,00	1,60	1,70	1,70	1,70	1,80	1,80	1,70	1,70	1,77
		U11 PWH	2,00	2,00	1,60	1,70	1,70	1,70	1,80	1,80	1,70	1,70	1,77
		TOTAL	2,00	2,00	1,60	1,70	1,70	1,70	1,80	1,80	1,70	1,70	1,77
26	Top board front	U11	2,00	2,00	1,60	1,70	1,70	1,70	1,80	1,80	1,70	1,70	1,77
		U11 PE	2,00	2,00	1,60	1,70	1,70	1,70	1,80	1,80	1,70	1,70	1,77
		U11 PM	2,00	2,00	1,60	1,70	1,70	1,70	1,80	1,80	1,70	1,70	1,77
		U11 PWH	2,00	2,00	1,60	1,70	1,70	1,70	1,80	1,80	1,70	1,70	1,77
27	Top board Rear	TOTAL	2,00	2,00	1,60	1,70	1,70	1,70	1,80	1,80	1,70	1,70	1,77
		P121 PE	1,97	1,90	1,60	1,65	1,72	1,72	1,80	1,80	1,77	1,77	1,77
		P121 PWH	1,97	1,90	1,60	1,65	1,72	1,72	1,80	1,80	1,77	1,77	1,77
		TOTAL	1,97	1,90	1,60	1,65	1,72	1,72	1,80	1,80	1,77	1,77	1,77
28	Top board front	P121 PE	1,97	1,90	1,60	1,65	1,72	1,72	1,80	1,80	1,77	1,77	1,77
		P121 PWH	1,97	1,90	1,60	1,65	1,72	1,72	1,80	1,80	1,77	1,77	1,77
		TOTAL	1,97	1,90	1,60	1,65	1,72	1,72	1,80	1,80	1,77	1,77	1,77
		P121 PE	1,97	1,90	1,60	1,65	1,72	1,72	1,80	1,80	1,77	1,77	1,77
29	Top board Rear	P121 PWH	1,97	1,90	1,60	1,65	1,72	1,72	1,80	1,80	1,77	1,77	1,77
		TOTAL	1,97	1,90	1,60	1,65	1,72	1,72	1,80	1,80	1,77	1,77	1,77
		U11 PE	2,83	2,81	2,86	2,79	2,85	2,91	2,80	2,85	2,87	2,89	2,85
		U11 PM	2,83	2,81	2,86	2,79	2,85	2,91	2,80	2,85	2,87	2,89	2,85
30	Key bed	U11 PWH	2,83	2,81	2,86	2,79	2,85	2,91	2,80	2,85	2,87	2,89	2,85
		TOTAL	2,83	2,81	2,86	2,7							

NO	Nama kabinet	Model	High polish										Rata-rata
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Side board	B1PE	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		B1PM/ PW	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		B1PWH	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		TOTAL	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
2	Side board	B2PE	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		B2PM/ PW	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		B2PWH	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		TOTAL	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
3	Side board	B3PE	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		B3PM	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		B3PWH	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		TOTAL	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
4	Side board	U1PE	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		U1PM	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		U1PWH	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		TOTAL	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
5	Side board	P116PE	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		P116PWH	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		TOTAL	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		P121PE	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
6	Side board	P121PWH	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		TOTAL	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		B1PE	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		B1PM/ PW	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
7	Bottom frame	B1PWH	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		TOTAL	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		B2PE	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		B2PM/ PW	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
8	Bottom frame	B2PWH	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		TOTAL	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		B3PE	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		B3PM	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
9	Bottom frame	B3PWH	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		TOTAL	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		U1PE	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		U1PM	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
10	Bottom frame	U1PWH	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		TOTAL	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		P116PE	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		P116PWH	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
11	Bottom frame	TOTAL	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		P121PE	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		P121PWH	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
		TOTAL	1,37	1,42	1,42	1,40	1,40	1,47	1,40	1,38	1,38	1,45	1,41
12	Bottom frame	B1PE	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
		B1PM/ PW	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
		B1PWH	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
		TOTAL	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
13	Top frame	B2PE	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
		B2PM/ PW	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
		B2PWH	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
		TOTAL	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
14	Top frame	B3PE	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
		B3PM	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
		B3PWH	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
		TOTAL	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
15	Top frame	P116PE	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
		P116PWH	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
		TOTAL	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
		P121PE	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
16	Top frame	P121PWH	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
		TOTAL	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
		B1PE	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		B1PM/ PW	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
17	Top frame	B1PWH	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		TOTAL	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		B2PE	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		B2PM/ PW	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
18	Top board	B2PWH	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		TOTAL	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		B3PE	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		B3PM	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
19	Top board	B3PWH	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		TOTAL	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		P116PE	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		P116PWH	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
20	Top board	TOTAL	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		P121PE	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		P121PWH	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		TOTAL	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
21	Top board	B1PE	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		B1PM/ PW	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		B1PWH	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		TOTAL	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
22	Fall center	B2PE	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		B2PM/ PW	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		B2PWH	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		TOTAL	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
23	Fall center	B3PE	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		B3PM	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		B3PWH	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		TOTAL	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
24	Fall center	P116PE	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		P116PWH	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		TOTAL	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		U1PE	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
25	Fall center	U1PM	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		U1PWH	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		TOTAL	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		B1PE	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
26	Top board front	U1PM	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
		U1PWH	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
		TOTAL	3,78	3,82	3,83	3,85	3,88	3,87	3,78	3,87	3,85	3,80	3,83
		P121PE	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
27	Top board front	P121PWH	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67
		TOTAL	7,72	7,65	7,70	7,62	7,65	7,62	7,68	7,70	7,67	7,67	7,67

NO	Nama kabinet	Model	Ryoto kasar										Rata-rata
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Side board	B1 PE	2,25	2,27	2,28	2,31	2,29	2,33	2,31	2,31	2,32	2,30	2,30
		B1 PM / PW	2,25	2,27	2,28	2,31	2,29	2,33	2,31	2,31	2,32	2,30	2,30
		B1 PWH	2,25	2,27	2,28	2,31	2,29	2,33	2,31	2,31	2,32	2,30	2,30
		TOTAL	2,25	2,27	2,28	2,31	2,29	2,33	2,31	2,31	2,32	2,30	2,30
2	Side board	B2 PE											
		B2 PM / PW	2,83	2,82	2,83	2,83	2,80	2,80	2,78	2,81	2,81	2,80	2,81
		B2 PWH											
		TOTAL	2,83	2,82	2,83	2,83	2,80	2,80	2,78	2,81	2,81	2,80	2,81
3	Side board	B3 PE											
		B3 PM	3,00	2,95	2,96	2,94	2,96	2,96	2,92	2,95	2,93	2,95	2,95
		B3 PWH											
		TOTAL	3,00	2,95	2,96	2,94	2,96	2,96	2,92	2,95	2,93	2,95	2,95
4	Side board	U11 PE											
		U11 PM	3,00	2,95	2,96	2,94	2,96	2,96	2,92	2,95	2,93	2,95	2,95
		U11 PWH											
		TOTAL	3,00	2,95	2,96	2,94	2,96	2,96	2,92	2,95	2,93	2,95	2,95
5	Side board	P116 PE											
		P116 PWH											
		TOTAL											
6	Side board	P121 PE											
		P121 PWH											
		TOTAL											
7	Bottom frame	B1 PE											
		B1 PM / PW											
		B1 PWH											
		TOTAL											
8	Bottom frame	B2 PE											
		B2 PM / PW											
		B2 PWH											
		TOTAL											
9	Bottom frame	B3 PE											
		B3 PM											
		B3 PWH											
		TOTAL											
10	Bottom frame	U11 PE											
		U11 PM											
		U11 PWH											
		TOTAL											
11	Bottom frame	P116 PE											
		P116 PWH											
		TOTAL											
12	Bottom frame	P121 PE											
		P121 PWH											
		TOTAL											
13	Top frame	B1 PE											
		B1 PM / PW	1,68	1,67	1,73	1,68	1,71	1,71	1,74	1,68	1,74	1,70	1,70
		B1 PWH	1,68	1,67	1,73	1,68	1,71	1,71	1,74	1,68	1,74	1,70	1,70
		TOTAL	1,68	1,67	1,73	1,68	1,71	1,71	1,74	1,68	1,74	1,70	1,70
14	Top frame	B2 PE											
		B2 PM / PW	1,69	1,72	1,72	1,74	1,74	1,71	1,74	1,74	1,74	1,70	1,72
		B2 PWH	1,69	1,72	1,72	1,74	1,74	1,71	1,74	1,74	1,74	1,70	1,72
		TOTAL	1,69	1,72	1,72	1,74	1,74	1,71	1,74	1,74	1,74	1,70	1,72
15	Top frame	B3 PE											
		B3 PM	2,24	2,30	2,28	2,26	2,23	2,28	2,25	2,24	2,20	2,25	2,25
		B3 PWH	2,24	2,30	2,28	2,26	2,23	2,28	2,25	2,24	2,20	2,25	2,25
		TOTAL	2,24	2,30	2,28	2,26	2,23	2,28	2,25	2,24	2,20	2,25	2,25
16	Top frame	P116 PE											
		P116 PWH	1,71	1,75	1,72	1,75	1,69	1,73	1,72	1,70	1,73	1,70	1,72
		TOTAL	1,71	1,75	1,72	1,75	1,69	1,73	1,72	1,70	1,73	1,70	1,72
		P121 PE											
17	Top frame	P121 PWH	2,21	2,24	2,24	2,24	2,23	2,26	2,25	2,25	2,27	2,30	2,25
		TOTAL	2,21	2,24	2,24	2,24	2,23	2,26	2,25	2,25	2,27	2,30	2,25
		B1 PE											
18	Top board	B1 PM / PW	2,97	2,96	2,98	2,99	2,93	2,95	3,00	2,95	2,99	3,00	2,97
		B1 PWH	2,97	2,96	2,98	2,99	2,93	2,95	3,00	2,95	2,99	3,00	2,97
		TOTAL	2,97	2,96	2,98	2,99	2,93	2,95	3,00	2,95	2,99	3,00	2,97
		B2 PE											
19	Top board	B2 PM / PW	6,42	6,37	6,43	6,40	6,41	6,45	6,41	6,42	6,47	6,45	6,42
		B2 PWH	6,42	6,37	6,43	6,40	6,41	6,45	6,41	6,42	6,47	6,45	6,42
		TOTAL	6,42	6,37	6,43	6,40	6,41	6,45	6,41	6,42	6,47	6,45	6,42
		B3 PE											
20	Top board	B3 PM	6,72	6,74	6,62	6,72	6,75	6,77	6,85	6,60	6,90	6,75	6,74
		B3 PWH	6,72	6,74	6,62	6,72	6,75	6,77	6,85	6,60	6,90	6,75	6,74
		TOTAL	6,72	6,74	6,62	6,72	6,75	6,77	6,85	6,60	6,90	6,75	6,74
		P116 PE											
21	Top board	P116 PWH	6,37	6,41	6,47	6,49	6,36	6,38	6,45	6,43	6,44	6,44	6,42
		TOTAL	6,37	6,41	6,47	6,49	6,36	6,38	6,45	6,43	6,44	6,44	6,42
		B1 PE											
		B1 PM / PW	2,63	2,64	2,62	2,62	2,55	2,55	2,59	2,60	2,64	2,60	2,60
22	Fall center	B1 PWH	2,63	2,64	2,62	2,62	2,55	2,55	2,59	2,60	2,64	2,60	2,60
		TOTAL	2,63	2,64	2,62	2,62	2,55	2,55	2,59	2,60	2,64	2,60	2,60
		B2 PE											
		B2 PM / PW	2,63	2,64	2,62	2,62	2,55	2,55	2,59	2,60	2,64	2,60	2,60
23	Fall center	B2 PWH	2,63	2,64	2,62	2,62	2,55	2,55	2,59	2,60	2,64	2,60	2,60
		TOTAL	2,63	2,64	2,62	2,62	2,55	2,55	2,59	2,60	2,64	2,60	2,60
		B3 PE											
		B3 PM	2,63	2,64	2,62	2,62	2,55	2,55	2,59	2,60	2,64	2,60	2,60
24	Fall center	B3 PWH	2,63	2,64	2,62	2,62	2,55	2,55	2,59	2,60	2,64	2,60	2,60
		TOTAL	2,63	2,64	2,62	2,62	2,55	2,55	2,59	2,60	2,64	2,60	2,60
		P116 PE											
		P116 PWH	2,63	2,64	2,62	2,62	2,55	2,55	2,59	2,60	2,64	2,60	2,60
25	Fall center	TOTAL	2,63	2,64	2,62	2,62	2,55	2,55	2,59	2,60	2,64	2,60	2,60
		U11 PE											
		U11 PM	4,31	4,24	4,25	4,25	4,32	4,30	4,25	4,31	4,29	4,25	4,28
		U11 PWH	4,31	4,24	4,25	4,25	4,32	4,30	4,25	4,31	4,29	4,25	4,28
26	Top board front	TOTAL	4,31	4,24	4,25	4,25	4,32	4,30	4,25	4,31	4,29	4,25	4,28
		U11 PE											
		U11 PM	2,83	2,75	2,84	2,73	2,79	2,72	2,72	2,73	2,85	2,85	2,78
		U11 PWH	2,83	2,75	2,84	2,73	2,79	2,72	2,72	2,73	2,85	2,85	2,78
27	Top board Rear	TOTAL	2,83	2,75	2,84	2,73	2,79	2,72	2,72	2,73	2,85	2,85	2,78
		P121 PE											
		P121 PWH	4,31	4,24	4,25	4,25	4,32	4,30	4,25	4,31	4,29	4,25	4,28
		TOTAL	4,31	4,24	4,25	4,25	4,32	4,30	4,25	4,31	4,29	4,25	4,28
28	Top board front	P121 PE											
		P121 PWH	4,31	4,24	4,25	4,25	4,32	4,30	4,25	4,31	4,29	4,25	4,28
		TOTAL	4,31	4,24	4,25	4,25	4,32	4,30	4,25	4,31	4,29	4,25	4,28
		P121 PE											
29	Top board Rear	P121 PWH	2,83	2,75	2,84	2,73	2,79	2,72	2,72	2,73	2,85	2,85	2,78
		TOTAL	2,83	2,75	2,84	2,73	2,79	2,72	2,72	2,73	2,85	2,85	2,78
		P121 PE											
		P121 PWH	2,83	2,75	2,84	2,73	2,79	2,72	2,72	2,73	2,85	2,85	2,78

NO	Nama kabinet	Model	Ryoto halus										Rata-rata		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Side board	B1 PE	1,38	1,45	1,38	1,45	1,43	1,46	1,44	1,40	1,45	1,44	1,43		
		B1 PM / PW	1,38	1,45	1,38	1,45	1,43	1,46	1,44	1,40	1,45	1,44	1,43		
		B1 PWH	1,38	1,45	1,38	1,45	1,43	1,46	1,44	1,40	1,45	1,44	1,43		
		TOTAL	1,38	1,45	1,38	1,45	1,43	1,46	1,44	1,40	1,45	1,44	1,43		
2	Side board	B2 PE	2,59	2,54	2,55	2,61	2,56	2,55	2,60	2,56	2,54	2,54	2,56		
		B2 PM / PW	2,59	2,54	2,55	2,61	2,56	2,55	2,60	2,56	2,54	2,54	2,56		
		B2 PWH	2,59	2,54	2,55	2,61	2,56	2,55	2,60	2,56	2,54	2,54	2,56		
		TOTAL	2,59	2,54	2,55	2,61	2,56	2,55	2,60	2,56	2,54	2,54	2,56		
3	Side board	B3 PE	2,68	2,65	2,73	2,65	2,69	2,75	2,65	2,71	2,65	2,66	2,68		
		B3 PM	2,68	2,65	2,73	2,65	2,69	2,75	2,65	2,71	2,65	2,66	2,68		
		B3 PWH	2,68	2,65	2,73	2,65	2,69	2,75	2,65	2,71	2,65	2,66	2,68		
		TOTAL	2,68	2,65	2,73	2,65	2,69	2,75	2,65	2,71	2,65	2,66	2,68		
4	Side board	U1J PE	2,68	2,65	2,73	2,65	2,69	2,75	2,65	2,71	2,65	2,66	2,68		
		U1J PM	2,68	2,65	2,73	2,65	2,69	2,75	2,65	2,71	2,65	2,66	2,68		
		U1J PWH	2,68	2,65	2,73	2,65	2,69	2,75	2,65	2,71	2,65	2,66	2,68		
		TOTAL	2,68	2,65	2,73	2,65	2,69	2,75	2,65	2,71	2,65	2,66	2,68		
5	Side board	P116 PE	2,55	2,56	2,59	2,58	2,54	2,54	2,59	2,61	2,56	2,54	2,57		
		P116 PWH	2,55	2,56	2,59	2,58	2,54	2,54	2,59	2,61	2,56	2,54	2,57		
		TOTAL	2,55	2,56	2,59	2,58	2,54	2,54	2,59	2,61	2,56	2,54	2,57		
		P121 PE	2,68	2,65	2,73	2,65	2,69	2,75	2,65	2,71	2,65	2,66	2,68		
6	Side board	P121 PWH	2,68	2,65	2,73	2,65	2,69	2,75	2,65	2,71	2,65	2,66	2,68		
		TOTAL	2,68	2,65	2,73	2,65	2,69	2,75	2,65	2,71	2,65	2,66	2,68		
		7	Bottom frame	B1 PE											
				B1 PM / PW											
B1 PWH															
TOTAL															
8	Bottom frame	B2 PE													
		B2 PM / PW													
		B2 PWH													
		TOTAL													
9	Bottom frame	B3 PE													
		B3 PM													
		B3 PWH													
		TOTAL													
10	Bottom frame	U1J PE													
		U1J PM													
		U1J PWH													
		TOTAL													
11	Bottom frame	P116 PE	1,72	1,89	1,79	1,79	1,89	1,85	1,78	1,85	1,77	1,75	1,81		
		P116 PWH	1,72	1,89	1,79	1,79	1,89	1,85	1,78	1,85	1,77	1,75	1,81		
		TOTAL	1,72	1,89	1,79	1,79	1,89	1,85	1,78	1,85	1,77	1,75	1,81		
		P121 PE	1,72	1,89	1,79	1,79	1,89	1,85	1,78	1,85	1,77	1,75	1,81		
12	Bottom frame	P121 PWH	1,72	1,89	1,79	1,79	1,89	1,85	1,78	1,85	1,77	1,75	1,81		
		TOTAL	1,72	1,89	1,79	1,79	1,89	1,85	1,78	1,85	1,77	1,75	1,81		
		13	Top frame	B1 PE	1,85	1,97	1,86	1,84	1,92	1,94	1,90	1,95	1,90	1,87	1,90
				B1 PM / PW	1,53	1,55	1,53	1,58	1,60	1,68	1,72	1,71	1,56	1,54	1,60
B1 PWH	1,53			1,55	1,53	1,58	1,60	1,68	1,72	1,71	1,56	1,54	1,60		
TOTAL	1,84			1,89	1,84	1,87	1,71	1,77	1,78	1,79	1,67	1,68	1,70		
14	Top frame	B2 PE	1,85	1,78	1,83	1,77	1,79	1,89	1,89	1,80	1,76	1,75	1,81		
		B2 PM / PW	1,72	1,78	1,69	1,76	1,71	1,72	1,65	1,73	1,69	1,75	1,72		
		B2 PWH	1,72	1,78	1,69	1,76	1,71	1,72	1,65	1,73	1,69	1,75	1,72		
		TOTAL	1,78	1,78	1,74	1,76	1,74	1,78	1,73	1,75	1,71	1,78	1,75		
15	Top frame	B3 PE	1,85	1,78	1,83	1,77	1,79	1,89	1,89	1,80	1,76	1,75	1,81		
		B3 PM	1,69	1,75	1,73	1,73	1,75	1,75	1,69	1,74	1,74	1,74	1,73		
		B3 PWH	1,69	1,75	1,73	1,73	1,75	1,75	1,69	1,74	1,74	1,74	1,73		
		TOTAL	1,74	1,78	1,76	1,74	1,76	1,80	1,76	1,76	1,75	1,74	1,76		
16	Top frame	P116 PE	1,85	1,78	1,83	1,77	1,79	1,89	1,89	1,80	1,76	1,75	1,81		
		P116 PWH	1,72	1,78	1,69	1,76	1,71	1,72	1,65	1,73	1,69	1,75	1,72		
		TOTAL	1,79	1,78	1,76	1,77	1,75	1,81	1,77	1,77	1,73	1,78	1,77		
		P121 PE	1,85	1,78	1,83	1,77	1,79	1,89	1,89	1,80	1,76	1,75	1,81		
17	Top frame	P121 PWH	1,69	1,75	1,73	1,73	1,75	1,75	1,69	1,74	1,74	1,74	1,73		
		TOTAL	1,77	1,77	1,78	1,76	1,77	1,82	1,79	1,77	1,75	1,78	1,77		
		18	Top board	B1 PE	2,29	2,28	2,33	2,34	2,35	2,30	2,34	2,30	2,35	2,37	2,33
				B1 PM / PW	2,29	2,28	2,33	2,34	2,35	2,30	2,34	2,30	2,35	2,37	2,33
B1 PWH	2,29			2,28	2,33	2,34	2,35	2,30	2,34	2,30	2,35	2,37	2,33		
TOTAL	2,29			2,28	2,33	2,34	2,35	2,30	2,34	2,30	2,35	2,37	2,33		
19	Top board	B2 PE	3,19	3,11	3,16	3,12	3,26	3,16	3,21	3,15	3,18	3,15	3,17		
		B2 PM / PW	3,19	3,11	3,16	3,12	3,26	3,16	3,21	3,15	3,18	3,15	3,17		
		B2 PWH	3,19	3,11	3,16	3,12	3,26	3,16	3,21	3,15	3,18	3,15	3,17		
		TOTAL	3,19	3,11	3,16	3,12	3,26	3,16	3,21	3,15	3,18	3,15	3,17		
20	Top board	B3 PE	3,63	3,56	3,63	3,60	3,54	3,61	3,51	3,58	3,60	3,60	3,59		
		B3 PM	3,63	3,56	3,63	3,60	3,54	3,61	3,51	3,58	3,60	3,60	3,59		
		B3 PWH	3,63	3,56	3,63	3,60	3,54	3,61	3,51	3,58	3,60	3,60	3,59		
		TOTAL	3,63	3,56	3,63	3,60	3,54	3,61	3,51	3,58	3,60	3,60	3,59		
21	Top board	P116 PE	3,19	3,11	3,16	3,12	3,26	3,16	3,21	3,15	3,18	3,15	3,17		
		P116 PWH	3,19	3,11	3,16	3,12	3,26	3,16	3,21	3,15	3,18	3,15	3,17		
		TOTAL	3,34	3,20	3,32	3,28	3,35	3,31	3,31	3,29	3,32	3,30	3,31		
		B1 PE	3,07	3,10	3,05	3,14	3,20	3,18	3,06	3,11	3,17	3,15	3,12		
22	Fall center	B1 PM / PW	2,25	2,26	2,26	2,26	2,18	2,26	2,22	2,17	2,21	2,23	2,23		
		B1 PWH	2,25	2,26	2,26	2,26	2,18	2,26	2,22	2,17	2,21	2,23	2,23		
		TOTAL	2,62	2,54	2,52	2,65	2,52	2,57	2,50	2,48	2,53	2,54	2,53		
		B2 PE	3,07	3,10	3,05	3,14	3,20	3,18	3,06	3,11	3,17	3,15	3,12		
23	Fall center	B2 PM / PW	2,25	2,26	2,26	2,26	2,18	2,26	2,22	2,17	2,21	2,23	2,23		
		B2 PWH	2,25	2,26	2,26	2,26	2,18	2,26	2,22	2,17	2,21	2,23	2,23		
		TOTAL	2,62	2,54	2,52	2,65	2,52	2,57	2,50	2,48	2,53	2,54	2,53		
		B3 PE	3,07	3,10	3,05	3,14	3,20	3,18	3,06	3,11	3,17	3,15	3,12		
24	Fall center	B3 PM	2,25	2,26	2,26	2,26	2,18	2,26	2,22	2,17	2,21	2,23	2,23		
		B3 PWH	2,25	2,26	2,26	2,26	2,18	2,26	2,22	2,17	2,21	2,23	2,23		
		TOTAL	2,62	2,54	2,52	2,65	2,52	2,57	2,50	2,48	2,53	2,54	2,53		
		P116 PE	3,07	3,10	3,05	3,14	3,20	3,18	3,06	3,11	3,17	3,15	3,12		
25	Fall center	P116 PWH	2,25	2,26	2,26	2,26	2,18	2,26	2,22	2,17	2,21	2,23	2,23		
		TOTAL	2,68	2,68	2,68	2,70	2,68	2,72	2,64	2,64	2,68	2,68	2,68		
		26	Top board front	U1J PE	3,08	3,17	3,11	3,15	3,10	3,08	3,19	3,14	3,20	3,08	3,13
				U1J PM	3,40	3,40	3,42	3,45	3,43	3,41	3,48	3,50	3,41	3,44	3,43
U1J PWH	3,40			3,40	3,42	3,45	3,43	3,41	3,48	3,50	3,41	3,44	3,43		
TOTAL	3,29			3,32	3,32	3,35	3,32	3,30	3,38	3,38	3,34	3,32	3,33		
27	Top board Rear	U1J PE	1,68	1,75	1,75	1,72	1,64	1,68	1,72	1,64	1,75	1,70	1,70		
		U1J PM	2,63	2,60	2,60	2,70	2,67	2,70	2,72	2,67	2,69	2,69	2,67		
		U1J PWH	2,63	2,60	2,60	2,70	2,67	2,70	2,72	2,67	2,69	2,69	2,67		
		TOTAL	2,31	2,32	2,32	2,37	2,33	2,38	2,39	2,33	2,38	2,38	2,35		
28	Top board front	P121 PE	3,08	3,17	3,11	3,15	3,10	3,08	3,19	3,14	3,20	3,08	3,13		
		P121 PWH	3,40	3,40	3,42	3,45	3,43	3,41	3,48	3,50	3,41	3,44	3,43		
		TOTAL	3,24	3,29	3,27	3,30	3,27	3,25	3,34	3,32	3,31	3,28	3,28		
		29	Top board Rear	P121 PE	1,68	1,75	1,75	1,72	1,64	1,68	1,72	1,64	1,75	1,70	1,70
P121 PWH	2,63			2,60	2,60	2,70	2,67	2,70	2,72	2,67	2,69	2,69	2,67		
TOTAL	2,16			2,18	2,18	2,21	2,16	2,19	2,22	2,16	2,22	2,20	2,19		
30	Key bed			U1J PE	0,73	0,68	0,68	0,67	0,68	0,67	0,67	0,68	0,67	0,67	0,68
		U1J PM	0,73	0,68	0,68	0,67	0,68	0,67	0,67	0,68	0,67	0,67	0,68		
		U1J PWH	0,73	0,68	0,68	0,67	0,68	0,67	0,67	0,68	0,67	0,67	0,68		
		TOTAL	0,73	0,68	0,68	0,67	0,68	0,67	0,67	0,68	0,67	0,67	0,68		
31	Kev heart	CVTRF	4,75	4,83	4,68	4,80	4,83	4,75	4,70	4,77	4,68	4,70	4,75		

NO	Nama kabinet	Model	Ryoto Finish										Rata-rata
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Side board	B1 PE	1,63	1,57	1,63	1,68	1,58	1,50	1,65	1,62	1,60	1,53	1,60
		B1 PM / PW	1,63	1,57	1,63	1,68	1,58	1,50	1,65	1,62	1,60	1,53	1,60
		B1 PWH	1,63	1,57	1,63	1,68	1,58	1,50	1,65	1,62	1,60	1,53	1,60
		TOTAL	1,63	1,57	1,63	1,68	1,58	1,50	1,65	1,62	1,60	1,53	1,60
2	Side board	B2 PE	1,80	1,63	1,72	1,68	1,67	1,80	1,63	1,62	1,82	1,63	1,70
		B2 PM / PW	1,80	1,63	1,72	1,68	1,67	1,80	1,63	1,62	1,82	1,63	1,70
		B2 PWH											
		TOTAL	1,80	1,63	1,72	1,68	1,67	1,80	1,63	1,62	1,82	1,63	1,70
3	Side board	B3 PE	1,80	1,63	1,72	1,68	1,67	1,80	1,63	1,62	1,82	1,63	1,70
		B3 PM	1,80	1,63	1,72	1,68	1,67	1,80	1,63	1,62	1,82	1,63	1,70
		B3 PWH											
		TOTAL	1,80	1,63	1,72	1,68	1,67	1,80	1,63	1,62	1,82	1,63	1,70
4	Side board	U1J PE	1,80	1,63	1,72	1,68	1,67	1,80	1,63	1,62	1,82	1,63	1,70
		U1J PM	1,80	1,63	1,72	1,68	1,67	1,80	1,63	1,62	1,82	1,63	1,70
		U1J PWH											
		TOTAL	1,80	1,63	1,72	1,68	1,67	1,80	1,63	1,62	1,82	1,63	1,70
5	Side board	P116 PE	1,78	1,78	1,65	1,82	1,67	1,82	1,85	1,83	1,67	1,80	1,77
		P116 PWH											
		TOTAL	1,78	1,78	1,65	1,82	1,67	1,82	1,85	1,83	1,67	1,80	1,77
		P121 PE	1,78	1,78	1,65	1,82	1,67	1,82	1,85	1,83	1,67	1,80	1,77
6	Side board	P121 PWH											
		TOTAL	1,78	1,78	1,65	1,82	1,67	1,82	1,85	1,83	1,67	1,80	1,77
		B1 PE											
		B1 PM / PW											
7	Bottom frame	B1 PWH											
		TOTAL											
		B2 PE											
		B2 PM / PW											
8	Bottom frame	B2 PWH											
		TOTAL											
		B3 PE											
		B3 PM											
9	Bottom frame	B3 PWH											
		TOTAL											
		U1J PE											
		U1J PM											
10	Bottom frame	U1J PWH											
		TOTAL											
		P116 PE											
		P116 PWH											
11	Bottom frame	TOTAL											
		P121 PE											
		P121 PWH											
		TOTAL											
12	Bottom frame	B1 PE	2,18	2,25	2,40	2,30	2,32	2,22	2,35	2,40	2,17	2,42	2,30
		B1 PM / PW	2,18	2,25	2,40	2,30	2,32	2,22	2,35	2,40	2,17	2,42	2,30
		B1 PWH	2,18	2,25	2,40	2,30	2,32	2,22	2,35	2,40	2,17	2,42	2,30
		TOTAL	2,18	2,25	2,40	2,30	2,32	2,22	2,35	2,40	2,17	2,42	2,30
13	Top frame	B2 PE	2,43	2,35	2,43	2,35	2,35	2,38	2,42	2,45	2,47	2,37	2,40
		B2 PM / PW	2,43	2,35	2,43	2,35	2,35	2,38	2,42	2,45	2,47	2,37	2,40
		B2 PWH	2,43	2,35	2,43	2,35	2,35	2,38	2,42	2,45	2,47	2,37	2,40
		TOTAL	2,43	2,35	2,43	2,35	2,35	2,38	2,42	2,45	2,47	2,37	2,40
14	Top frame	B3 PE	3,05	2,98	2,97	3,05	3,00	2,98	3,10	3,00	3,10	3,10	3,03
		B3 PM	3,05	2,98	2,97	3,05	3,00	2,98	3,10	3,00	3,10	3,10	3,03
		B3 PWH	3,05	2,98	2,97	3,05	3,00	2,98	3,10	3,00	3,10	3,10	3,03
		TOTAL	3,05	2,98	2,97	3,05	3,00	2,98	3,10	3,00	3,10	3,10	3,03
15	Top frame	P116 PE	2,43	2,35	2,43	2,35	2,35	2,38	2,42	2,45	2,47	2,37	2,40
		P116 PWH	2,43	2,35	2,43	2,35	2,35	2,38	2,42	2,45	2,47	2,37	2,40
		TOTAL	2,43	2,35	2,43	2,35	2,35	2,38	2,42	2,45	2,47	2,37	2,40
		P121 PE	3,05	2,98	2,97	3,05	3,00	2,98	3,10	3,00	3,10	3,10	3,03
16	Top frame	P121 PWH	3,05	2,98	2,97	3,05	3,00	2,98	3,10	3,00	3,10	3,10	3,03
		TOTAL	3,05	2,98	2,97	3,05	3,00	2,98	3,10	3,00	3,10	3,10	3,03
		B1 PE	3,63	3,63	3,70	3,70	3,77	3,62	3,75	3,78	3,63	3,78	3,70
		B1 PM / PW	3,63	3,63	3,70	3,70	3,77	3,62	3,75	3,78	3,63	3,78	3,70
17	Top board	B1 PWH	3,63	3,63	3,70	3,70	3,77	3,62	3,75	3,78	3,63	3,78	3,70
		TOTAL	3,63	3,63	3,70	3,70	3,77	3,62	3,75	3,78	3,63	3,78	3,70
		B2 PE	3,87	3,92	3,93	3,85	3,85	3,93	3,88	3,93	3,88	3,87	3,89
		B2 PM / PW	3,87	3,92	3,93	3,85	3,85	3,93	3,88	3,93	3,88	3,87	3,89
18	Top board	B2 PWH	3,87	3,92	3,93	3,85	3,85	3,93	3,88	3,93	3,88	3,87	3,89
		TOTAL	3,87	3,92	3,93	3,85	3,85	3,93	3,88	3,93	3,88	3,87	3,89
		B3 PE	4,07	4,07	4,03	4,07	4,07	4,08	4,10	4,07	4,03	4,10	4,07
		B3 PM	4,07	4,07	4,03	4,07	4,07	4,08	4,10	4,07	4,03	4,10	4,07
19	Top board	B3 PWH	4,07	4,07	4,03	4,07	4,07	4,08	4,10	4,07	4,03	4,10	4,07
		TOTAL	4,07	4,07	4,03	4,07	4,07	4,08	4,10	4,07	4,03	4,10	4,07
		P116 PE	3,87	3,92	3,93	3,85	3,85	3,93	3,88	3,93	3,88	3,87	3,89
		P116 PWH	3,87	3,92	3,93	3,85	3,85	3,93	3,88	3,93	3,88	3,87	3,89
20	Top board	TOTAL	3,87	3,92	3,93	3,85	3,85	3,93	3,88	3,93	3,88	3,87	3,89
		B1 PE	3,17	3,07	3,15	3,18	3,03	3,13	3,17	3,15	3,10	3,18	3,13
		B1 PM / PW	3,17	3,07	3,15	3,18	3,03	3,13	3,17	3,15	3,10	3,18	3,13
		B1 PWH	3,17	3,07	3,15	3,18	3,03	3,13	3,17	3,15	3,10	3,18	3,13
21	Fall center	TOTAL	3,17	3,07	3,15	3,18	3,03	3,13	3,17	3,15	3,10	3,18	3,13
		B2 PE	3,17	3,07	3,15	3,18	3,03	3,13	3,17	3,15	3,10	3,18	3,13
		B2 PM / PW	3,17	3,07	3,15	3,18	3,03	3,13	3,17	3,15	3,10	3,18	3,13
		B2 PWH	3,17	3,07	3,15	3,18	3,03	3,13	3,17	3,15	3,10	3,18	3,13
22	Fall center	TOTAL	3,17	3,07	3,15	3,18	3,03	3,13	3,17	3,15	3,10	3,18	3,13
		B3 PE	3,17	3,07	3,15	3,18	3,03	3,13	3,17	3,15	3,10	3,18	3,13
		B3 PM	3,17	3,07	3,15	3,18	3,03	3,13	3,17	3,15	3,10	3,18	3,13
		B3 PWH	3,17	3,07	3,15	3,18	3,03	3,13	3,17	3,15	3,10	3,18	3,13
23	Fall center	TOTAL	3,17	3,07	3,15	3,18	3,03	3,13	3,17	3,15	3,10	3,18	3,13
		P116 PE	3,17	3,07	3,15	3,18	3,03	3,13	3,17	3,15	3,10	3,18	3,13
		P116 PWH	3,17	3,07	3,15	3,18	3,03	3,13	3,17	3,15	3,10	3,18	3,13
		TOTAL	3,17	3,07	3,15	3,18	3,03	3,13	3,17	3,15	3,10	3,18	3,13
24	Top board front	U1J PE	3,97	3,88	3,92	3,92	3,87	3,93	3,95	3,97	3,95	3,98	3,93
		U1J PM	3,97	3,88	3,92	3,92	3,87	3,93	3,95	3,97	3,95	3,98	3,93
		U1J PWH	3,97	3,88	3,92	3,92	3,87	3,93	3,95	3,97	3,95	3,98	3,93
		TOTAL	3,97	3,88	3,92	3,92	3,87	3,93	3,95	3,97	3,95	3,98	3,93
25	Top board front	U1J PE	2,42	2,37	2,38	2,40	2,45	2,47	2,37	2,47	2,42	2,43	2,42
		U1J PM	2,42	2,37	2,38	2,40	2,45	2,47	2,37	2,47	2,42	2,43	2,42
		U1J PWH	2,42	2,37	2,38	2,40	2,45	2,47	2,37	2,47	2,42	2,43	2,42
		TOTAL	2,42	2,37	2,38	2,40	2,45	2,47	2,37	2,47	2,42	2,43	2,42
26	Top board front	P121 PE	3,97	3,88	3,92	3,92	3,87	3,93	3,95	3,97	3,95	3,98	3,93
		P121 PWH	3,97	3,88	3,92	3,92	3,87	3,93	3,95	3,97	3,95	3,98	3,93
		TOTAL	3,97	3,88	3,92	3,92	3,87	3,93	3,95	3,97	3,95	3,98	3,93
		P121 PE	2,42	2,37	2,38	2,40	2,45	2,47	2,37	2,47	2,42	2,43	2,42
27	Top board front	P121 PWH	2,42	2,37	2,38	2,40	2,45	2,47	2,37	2,47	2,42	2,43	2,42
		TOTAL	2,42	2,37	2,38	2,40	2,45	2,47	2,37	2,47	2,42	2,43	2,42
		U1J PE	0,48	0,38	0,45	0,47	0,40	0,48	0,42	0,40	0,42	0,43	0,43
		U1J PM	0,48	0,38	0,45	0,47	0,40	0,48	0,42	0,40	0,42	0,43	0,43
28	Key bed	U1J PWH	0,48	0,38	0,45	0,47	0,40	0,48	0,42	0,40	0,42	0,43	0,43
		TOTAL	0,43										
		CVTRE	4,77	4,77	4,73	4,80	4,77	4,77	4,70	4,80	4,75	4,73	4,76

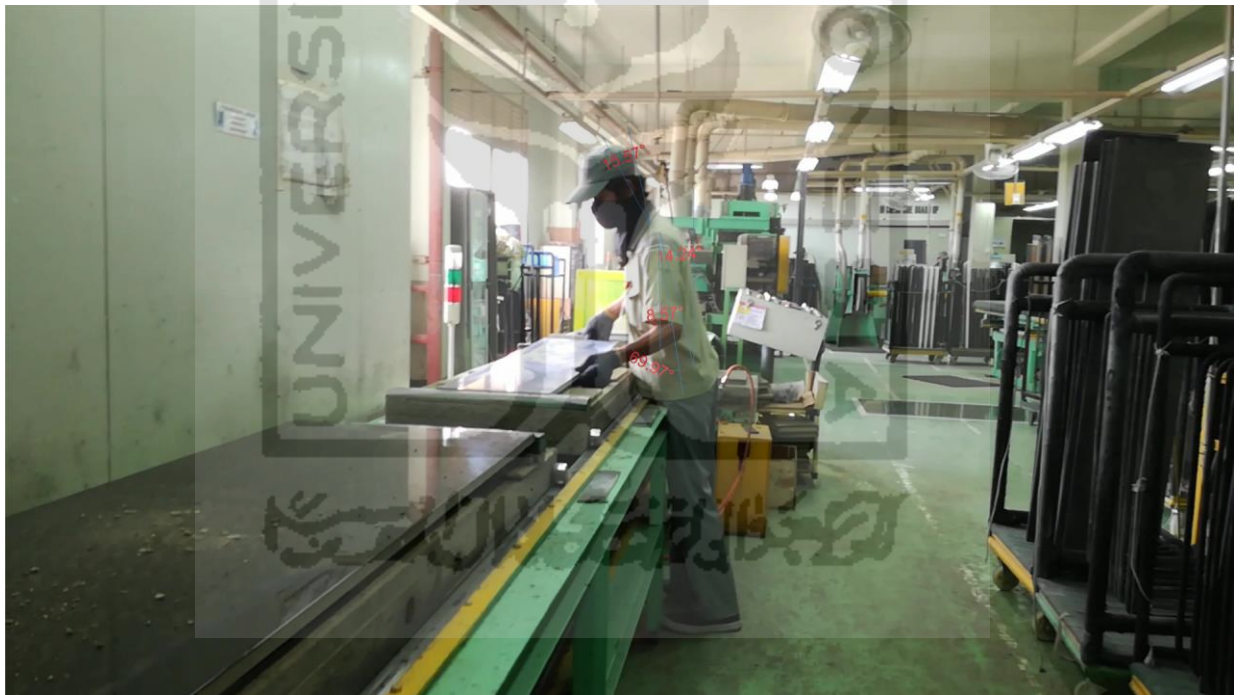
NO	Nama kabinet	Model	Polysher										Rata-rata
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Side board	B1 PE											
		B1 PM / PW											
		B1 PWH											
		TOTAL											
2	Side board	B2 PE											
		B2 PM / PW											
		B2 PWH											
		TOTAL											
3	Side board	B3 PE											
		B3 PM											
		B3 PWH											
		TOTAL											
4	Side board	U1J PE											
		U1J PM											
		U1J PWH											
		TOTAL											
5	Side board	P116 PE											
		P116 PWH											
		TOTAL											
6	Side board	P121 PE											
		P121 PWH											
		TOTAL											
7	Bottom frame	B1 PE											
		B1 PM / PW											
		B1 PWH											
		TOTAL											
8	Bottom frame	B2 PE											
		B2 PM / PW											
		B2 PWH											
		TOTAL											
9	Bottom frame	B3 PE											
		B3 PM											
		B3 PWH											
		TOTAL											
10	Bottom frame	U1J PE											
		U1J PM											
		U1J PWH											
		TOTAL											
11	Bottom frame	P116 PE											
		P116 PWH											
		TOTAL											
12	Bottom frame	P121 PE											
		P121 PWH											
		TOTAL											
13	Top frame	B1 PE	0,85	0,88	0,85	0,85	0,80	0,78	0,87	0,80	0,90	0,83	0,84
		B1 PM / PW	0,85	0,88	0,85	0,85	0,80	0,78	0,87	0,80	0,90	0,83	0,84
		B1 PWH	0,85	0,88	0,85	0,85	0,80	0,78	0,87	0,80	0,90	0,83	0,84
		TOTAL	0,85	0,88	0,85	0,85	0,80	0,78	0,87	0,80	0,90	0,83	0,84
14	Top frame	B2 PE	0,85	0,88	0,85	0,85	0,85	0,84	0,87	0,82	0,90	0,86	0,86
		B2 PM / PW	0,85	0,88	0,85	0,85	0,85	0,84	0,87	0,82	0,90	0,86	0,86
		B2 PWH	0,85	0,88	0,85	0,85	0,85	0,84	0,87	0,82	0,90	0,86	0,86
		TOTAL	0,85	0,88	0,85	0,85	0,85	0,84	0,87	0,82	0,90	0,86	0,86
15	Top frame	B3 PE	0,97	0,93	0,98	0,95	0,97	0,98	0,97	0,93	0,92	0,98	0,96
		B3 PM	0,97	0,93	0,98	0,95	0,97	0,98	0,97	0,93	0,92	0,98	0,96
		B3 PWH	0,97	0,93	0,98	0,95	0,97	0,98	0,97	0,93	0,92	0,98	0,96
		TOTAL	0,97	0,93	0,98	0,95	0,97	0,98	0,97	0,93	0,92	0,98	0,96
16	Top frame	P116 PE	0,85	0,88	0,85	0,85	0,85	0,84	0,87	0,82	0,90	0,86	0,86
		P116 PWH	0,85	0,88	0,85	0,85	0,85	0,84	0,87	0,82	0,90	0,86	0,86
		TOTAL	0,85	0,88	0,85	0,85	0,85	0,84	0,87	0,82	0,90	0,86	0,86
17	Top frame	P121 PE	0,97	0,93	0,98	0,95	0,97	0,98	0,97	0,93	0,92	0,98	0,96
		P121 PWH	0,97	0,93	0,98	0,95	0,97	0,98	0,97	0,93	0,92	0,98	0,96
		TOTAL	0,97	0,93	0,98	0,95	0,97	0,98	0,97	0,93	0,92	0,98	0,96
18	Top board	B1 PE	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
		B1 PM / PW	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
		B1 PWH	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
		TOTAL	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
19	Top board	B2 PE	1,68	1,63	1,72	1,75	1,67	1,65	1,73	1,70	1,65	1,65	1,68
		B2 PM / PW	1,68	1,63	1,72	1,75	1,67	1,65	1,73	1,70	1,65	1,65	1,68
		B2 PWH	1,68	1,63	1,72	1,75	1,67	1,65	1,73	1,70	1,65	1,65	1,68
		TOTAL	1,68	1,63	1,72	1,75	1,67	1,65	1,73	1,70	1,65	1,65	1,68
20	Top board	B3 PE	1,68	1,63	1,72	1,75	1,67	1,65	1,73	1,70	1,65	1,65	1,68
		B3 PM	1,68	1,63	1,72	1,75	1,67	1,65	1,73	1,70	1,65	1,65	1,68
		B3 PWH	1,68	1,63	1,72	1,75	1,67	1,65	1,73	1,70	1,65	1,65	1,68
		TOTAL	1,68	1,63	1,72	1,75	1,67	1,65	1,73	1,70	1,65	1,65	1,68
21	Top board	P116 PE	1,68	1,63	1,72	1,75	1,67	1,65	1,73	1,70	1,65	1,65	1,68
		P116 PWH	1,68	1,63	1,72	1,75	1,67	1,65	1,73	1,70	1,65	1,65	1,68
		TOTAL	1,68	1,63	1,72	1,75	1,67	1,65	1,73	1,70	1,65	1,65	1,68
22	Fall center	B1 PE	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
		B1 PM / PW	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
		B1 PWH	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
		TOTAL	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
23	Fall center	B2 PE	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
		B2 PM / PW	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
		B2 PWH	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
		TOTAL	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
24	Fall center	B3 PE	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
		B3 PM	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
		B3 PWH	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
		TOTAL	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
25	Fall center	P116 PE	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
		P116 PWH	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
		TOTAL	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
26	Top board front	U1J PE	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
		U1J PM	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
		U1J PWH	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
		TOTAL	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
27	Top board Rear	U1J PE	1,12	1,15	1,02	1,03	1,12	1,13	1,08	1,10	1,13	1,12	1,10
		U1J PM	1,12	1,15	1,02	1,03	1,12	1,13	1,08	1,10	1,13	1,12	1,10
		U1J PWH	1,12	1,15	1,02	1,03	1,12	1,13	1,08	1,10	1,13	1,12	1,10
		TOTAL	1,12	1,15	1,02	1,03	1,12	1,13	1,08	1,10	1,13	1,12	1,10
28	Top board front	P121 PE	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
		P121 PWH	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
		TOTAL	1,68	1,55	1,58	1,63	1,57	1,67	1,58	1,62	1,55	1,57	1,60
29	Top board Rear	P121 PE	1,12	1,15	1,02	1,03	1,12	1,13	1,08	1,10	1,13	1,12	1,10
		P121 PWH	1,12	1,15	1,02	1,03	1,12	1,13	1,08	1,10	1,13	1,12	1,10
		TOTAL	1,12	1,15	1,02	1,03	1,12	1,13	1,08	1,10	1,13	1,12	1,10
30	Key bed	U1J PE											
		U1J PM											
		U1J PWH											
		TOTAL											
31	Kev bed	CVTRE											

NO	Nama kabinet	Model	Level buff										Rata-rata
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Side board	B1 PE											
		B1 PM / PW											
		B1 PWH											
		TOTAL											
2	Side board	B2 PE											
		B2 PM / PW											
		B2 PWH											
		TOTAL											
3	Side board	B3 PE											
		B3 PM											
		B3 PWH											
		TOTAL											
4	Side board	U1J PE											
		U1J PM											
		U1J PWH											
		TOTAL											
5	Side board	P116 PE											
		P116 PWH											
		TOTAL											
6	Side board	P121 PE											
		P121 PWH											
		TOTAL											
7	Bottom frame	B1 PE											
		B1 PM / PW											
		B1 PWH											
		TOTAL											
8	Bottom frame	B2 PE											
		B2 PM / PW											
		B2 PWH											
		TOTAL											
9	Bottom frame	B3 PE											
		B3 PM											
		B3 PWH											
		TOTAL											
10	Bottom frame	U1J PE											
		U1J PM											
		U1J PWH											
		TOTAL											
11	Bottom frame	P116 PE											
		P116 PWH											
		TOTAL											
12	Bottom frame	P121 PE											
		P121 PWH											
		TOTAL											
13	Top frame	B1 PE											
		B1 PM / PW											
		B1 PWH											
		TOTAL											
14	Top frame	B2 PE											
		B2 PM / PW											
		B2 PWH											
		TOTAL											
15	Top frame	B3 PE											
		B3 PM											
		B3 PWH											
		TOTAL											
16	Top frame	P116 PE											
		P116 PWH											
		TOTAL											
17	Top frame	P121 PE											
		P121 PWH											
		TOTAL											
18	Top board	B1 PE											
		B1 PM / PW											
		B1 PWH											
		TOTAL											
19	Top board	B2 PE											
		B2 PM / PW											
		B2 PWH											
		TOTAL											
20	Top board	B3 PE											
		B3 PM											
		B3 PWH											
		TOTAL											
21	Top board	P116 PE											
		P116 PWH											
		TOTAL											
22	Fall center	B1 PE											
		B1 PM / PW											
		B1 PWH											
		TOTAL											
23	Fall center	B2 PE											
		B2 PM / PW											
		B2 PWH											
		TOTAL											
24	Fall center	B3 PE											
		B3 PM											
		B3 PWH											
		TOTAL											
25	Fall center	P116 PE											
		P116 PWH											
		TOTAL											
26	Top board front	U1J PE											
		U1J PM											
		U1J PWH											
		TOTAL											
27	Top board Rear	U1J PE											
		U1J PM											
		U1J PWH											
		TOTAL											
28	Top board front	P121 PE											
		P121 PWH											
		TOTAL											
29	Top board Rear	P121 PE											
		P121 PWH											
		TOTAL											
30	Key bed	U1J PE											
		U1J PM											
		U1J PWH											
		TOTAL											
31	Key bed	CVTRE	2.57	2.57	2.55	2.50	2.52	2.58	2.48	2.53	2.55	2.55	2.54

Lampiran 2

Data Postur Kerja





Data Worksampling

[illegible]

[illegible]