

**IDENTIFIKASI WASTE DENGAN PENDEKATAN VALUE STREAM MAPPING  
DI BAGIAN SANDING BALIKAN FLOW COATER  
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**



Disusun Oleh :

Nama : Dzikri Arij Firdaus

No. Mahasiswa : 13 522 222

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

**2018**

## SURAT BUKTI PENELITIAN



PT. YAMAHA INDONESIA

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

### SURAT KETERANGAN

No. : 100/YI/ PKL /II/2018

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

Nama : DZIKRI ARIJ FIRDAUS  
Nomor Induk Mahasiswa : 13 522 222  
Jurusan : TEKNIK INDUSTRI  
Fakultas : TEKNOLOGI INDUSTRI  
Alamat : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA

Telah melakukan program Internship melalui penelitian dan pengamatan dalam rangka penyusunan Tugas Akhir dengan Judul "*Implementasi Lean Manufacturing Dengan Pendekatan Value Stream Mapping Pada Section Sanding Balik Flow Coater.*"

Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 28 Agustus 2017 sampai dengan Tanggal 28 Februari 2018. Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 28 Februari 2018

HRD Department  
PT. YAMAHA INDONESIA

  
  
Kalkausar Chalid  
Manager

CC: - Arsip

## PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, saya akui bahwa karya ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang setiap salah satunya 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 untuk ditarik oleh Universitas Islam Indonesia.

Jakarta, 27 Februari 2018



Dzikri Arij Firdaus  
13522222

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**IDENTIFIKASI WASTE DENGAN PENDEKATAN VALUE STREAM MAPPING  
DI BAGIAN SANDING BALIKAN FLOW COATER  
Studi Kasus : PT. YAMAHA INDONESIA**

**TUGAS AKHIR**



**Yogyakarta, 27 Februari 2018**

**Menyetujui**

**Harwati, S.T., M.T**

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**IDENTIFIKASI WASTE DENGAN PENDEKATAN VALUE STREAM MAPPING  
DI BAGIAN SANDING BALIKAN FLOW COATER**

**Studi Kasus : PT. YAMAHA INDONESIA**

**TUGAS AKHIR**

Oleh:

Nama : Dzikri Arij Firdaus  
NIM : 13 522 222  
Fak/Jurusan : FTI/Teknik Industri

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

Jakarta, Februari 2018

**Tim Penguji**  
**Harwati, S.T., M.T.**  
Ketua  
**Ir. Sunaryo, M.P.**  
Penguji I  
**Zanurip, S.T.**  
Penguji II



*(Handwritten signatures of Harwati, Sunaryo, and Zanurip)*

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Industri  
Universitas Islam Indonesia**



*(Handwritten signature of Yuli Agusti Rochman)*

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

**HALAMAN PERSEMBAHAN**

*Teruntuk kedua orangtua saya yang luar biasa.*

*Bapak Uus Rustandi dan Ibu Neti Sumarni*

*Terimakasih sudah mengajarkan untuk tetap kuat,  
tabah dan sabar dalam menghadapi segala hal.*

*Terimakasih untuk berjuta perhatian,  
motivasi dan doa-doa yang selalu dilafalkan.*

*Salam Rindu.*

**MOTTO**

“Maka nikmat Tuhan yang manakah yang kamu dustakan? ”  
(**Q.S. Ar Rahman: 13**)

“*...dan aku belum pernah kecewa dalam berdoa kepada  
Engkau, ya Rabbku*”  
(**Q.S. Maryam: 4**)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,  
Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”  
(**Q.S. As Syarh:5-6**)

“Barang siapa yang bersungguh-sungguh akan  
mendapatkannya ”  
(***Mahfudzot***)



## KATA PENGANTAR



*Assalamualaikum Wr. Wb*

Segala puji dan syukur senantiasa tercurahkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya serta shalawat dan salam selamanya tercurahkan kepada junjungan alam Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir **IDENTIFIKASI WASTE DENGAN PENDEKATAN VALUE STREAM MAPPING DI BAGIAN SANDING BALIKAN FLOW COATER** ini dengan baik. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan Laporan Tugas Akhir ini tidak akan lancar.

Semoga Laporan Tugas Akhir ini bisa bermanfaat dan penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah berjasa memberikan motivasi dalam rangka menyelesaikan laporan ini 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 Ka. Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Harwati, S.T., M.T. selaku pembimbing Laporan Tugas Akhir yang telah memberikan ilmu, motivasi, serta bimbingan dalam penyusunan ini.
4. PT Yamaha Indonesia yang berkenan menjadi tempat penelitian selama 6 bulan lamanya.
5. Kedua orangtua, Bapak Uus Rustandi dan Neti Sumarni, untuk segala perhatian, motivasi dan doa yang diberikan sehingga kelancaran akan penyelesaian tugas akhir ini dapat terlaksana dengan lancar.
6. Bapak Samsudin, selaku Wakil Presiden PT. Yamaha Indonesia yang berperan sebagai bapak kami disini yang begitu dihormati oleh seluruh kalangan karyawan PT. Yamaha Indonesia berkat kegigihan dan perjuangannya.
7. Bapak H. Sriyanto selaku *Manager* divisi *Painting* beserta jajarannya. Saya ucapkan terima kasih karena telah mau membantu dalam menyelesaikan *project* dan penelitian saya.
8. Bapak Wahyu Setiawan selaku Ketua Kelompok beserta seluruh karyawan divisi *Sanding Balik dan Flow Coater*, yang telah saya bebani selama 6 bulan lamanya untuk proses pengambilan data baik itu untuk keperluan *project* ataupun penelitian. Saya ucapkan terima kasih dan mohon maaf bila banyak salah baik kata atau perilaku.
9. Bapak Rudi dan Bapak Faizin selaku *Manager* dan *Assistant Manager Production Engineering* PT. Yamaha Indensia yang menjadi penanggung jawab kami, siswa latih. Terima kasih yang dengan ikhlas meluangkan waktunya untuk membantu kami mendapatkan pelajaran yang sangat berharga.



10. Ibu Monika selaku Ketua SAP PT. Yamaha Indonesia beserta tim SAP; Bang Bani, Bang Agus, Mbak Eva, Mbak Lina, Amel dan Nisa. Saya ucapkan terima kasih karena telah berbagi banyak hal selama 6 bulan saya disini. Semoga sukses selalu kedepannya.
11. Bapak Andi selaku mentor kami selama 6 bulan di PT. Yamaha Indonesia yang selalu memberikan kami motivasi, semangat, dan tak lelah dalam mengingatkan di setiap kami melakukan kesalahan-kesalahan. Terima kasih untuk semua ilmunya, motivasinya dan bimbingannya. Semoga bapak sehat selalu dan dapat bertemu lagi di kemudian hari.
12. Teman-teman Magang Yamaha UII *batch* 5 yang telah menjadi sosok keluarga selama perantauan 6 bulan di Jakarta. Terima kasih untuk canda tawanya. Terimakasih untuk hari-harinya, baik itu senang atau pun susah. Terima kasih atas segala ceritanya. Mohon maaf bila banyak salah. Sampai berjumpa kembali di kisah yang lain dan semoga kita semua selalu diberi kesuksesan. Amin
13. Dan terakhir tak lupa untuk seluruh keluarga besar Teknik Industri 2013 yang telah menemani perjuangan untuk mencapai kesuksesan masa depan.

Saya juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak terkait, yang telah membantu saya 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 Subhanahu Wa Ta'ala. Aamiin ya Rabbal'alamin.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mohon kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan dimasa yang akan datang. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat digunakan sebagai mana mestinya serta berguna bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca yang berminat pada umumnya

Jakarta, Februari 2018

Dzikri Arij Firdaus

## ABSTRAK

*PT. Yamaha Indonesia merupakan perusahaan yang memproduksi piano jenis Upright Piano (UP) dan Grand Piano (GP) yang dijual di dalam negeri maupun luar negeri. Dalam melakukan produksinya terdapat beberapa bagian lini produksi untuk menghasilkan piano siap jual salah satunya adalah lini produksi Sanding Balik Flow Coater. Di dalam lini produksi Sanding Balik Flow Coater masih terdapat permasalahan yang dikategorikan sebagai waste. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode Value Stream Mapping, untuk memudahkan dalam proses identifikasi waste digunakan metode Process Activity Mapping (PAM). Waste yang telah diidentifikasi dikelompokkan menurut kategori seven waste. Seven waste tersebut kemudian dirangking dengan metode Waste Assessment Model (WAM). Hasil Akhir dari metode WAM kemudian dipilihlah 3 waste tertinggi yaitu waste transportation, waste inventory dan waste waiting. Dilakukan Analisa akar penyebab waste dengan diagram Ishikawa. Berdasarkan akar penyebab waste, maka dirancanglah usulan perbaikan. Perbaikan pertama yang diusulkan adalah perancangan sistem Kanban, usulan kedua adalah pembuatan alat cabinet mover, usulan ketiga adalah penambahan operator untuk proses material handling dan terakhir adalah maintenance rak secara rutin. Setelah diberikan rekomendasi maka dapat digambarkan prediksi Future State Map.*

**Kata Kunci :** *Value Stream Mapping, Process Activity Mapping, Waste Assessment Model, Diagram Ishikawa.*

## DAFTAR ISI

SURAT BUKTI PENELITIAN .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
MOTTO .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah .....	5
1.4 Tujuan Penelitian .....	6
1.5 Manfaat Penulisan .....	6
1.6 Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>9</b>
2.1 Kajian Deduktif .....	9
2.1.1 Konsep Dasar <i>Lean</i> .....	9
2.1.2 Pengertian <i>Waste</i> (Pemborosan) .....	11
2.1.3 Konsep <i>Seven Waste</i> .....	12
2.1.4 Konsep <i>Waste Assessment Model (WAM)</i> .....	13
2.1.5 Diagram Ishikawa .....	22
2.1.6 Value Stream Mapping .....	22
2.1.7 <i>Kaizen</i> .....	28
2.2 Kajian Induktif.....	29
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>42</b>
3.1 Rancangan Penelitian .....	42
3.2 Objek Penelitian .....	42
3.3 Studi Pustaka dan Studi Lapangan .....	43
3.4 Pengumpulan Data.....	43
3.5 Diagram Alir Kerangka Penelitian .....	44
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....</b>	<b>46</b>
4.1 Gambaran Umum Perusahaan .....	46
4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan .....	46
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan.....	47
4.1.3 Tujuan Perusahaan .....	47
4.1.4 Struktur Organisasi Perusahaan .....	47
4.1.5 Jenis dan Model Produksi .....	49
4.1.6 Proses Produksi di <i>Sanding Balikan Flow Coater</i> .....	50
4.1.7 Jumlah Permintaan.....	52
4.1.8 Layout dan Aliran Produksi .....	52
4.2 Pengumpulan Data.....	54

4.2.1	Data Rencana Produksi .....	54
4.2.2	Data Jumlah Operator dan Waktu Kerja .....	55
4.2.3	Data <i>Waste Assessment Model</i> .....	57
4.3	Pengolahan Data .....	61
4.3.1	Pengukuran Waktu Siklus .....	61
4.3.2	<i>Uji Kecukupan Data</i> .....	74
4.3.3	<i>Uji Keceragaman Data</i> .....	77
4.3.4	<i>Perhitungan Inventory</i> .....	80
4.3.5	Perhitungan Allowance Pekerjaan .....	81
4.3.6	<i>Current State Value Stream Mapping</i> .....	82
4.3.7	Procces Activity Mapping .....	84
4.3.8	Work Assessment Model .....	92
4.3.9	<i>Diagram Ishikawa</i> .....	97
BAB V PEMBAHASAN .....		99
1.1	<i>Analisis Current State Value Stream Mapping</i> .....	99
1.1.1	Analisis <i>Cycle Time</i> , Uji Kecukupan dan Uji Keceragaman Data .....	99
1.1.2	Analisis <i>Inventory</i> .....	101
1.1.3	Analisis <i>Allowance</i> Pekerjaan .....	101
1.2	Analisis Hasil Identifikasi <i>Waste</i> .....	102
1.2.1	Analisis <i>Proses Activity Mapping</i> .....	102
1.2.2	Analisis <i>Waste Aseessment Model</i> .....	104
1.3	<i>Identifikasi Pemborosan</i> .....	105
1.4	Analisis <i>Diagram Ishikawa</i> .....	108
1.5	Analisis Rencana Perbaikan .....	111
1.6	<i>Future State Value Stream Mapping</i> .....	114
BAB VI PENUTUP .....		120
6.1	Kesimpulan .....	120
6.2	Saran .....	121
DAFTAR PUSTAKA .....		123
LAMPIRAN .....		125

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis Hubungan Antar <i>Waste</i> .....	13
Tabel 2. 2 Kriteria untuk Pembobotan Kekuatan <i>Waste Relationship</i> .....	16
Tabel 2. 3 Konversi Rentang Skors Keterkaitan Antar <i>Waste</i> .....	19
Tabel 2. 4 Lambang yang Digunakan pada Peta Kategori Proses .....	25
Tabel 2. 5 Lambang yang Melengkapi Peta Keseluruhan .....	27
Tabel 2. 6 Penelitian terdahulu .....	29
Tabel 4. 1 Data Rencana Produksi Bulan Januari Model B1 PE	54
Tabel 4. 2 Data Jumlah Operator .....	55
Tabel 4. 3 <i>Available Time</i> .....	56
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Jawaban <i>Seven Waste Relationship</i> .....	57
Tabel 4. 5 Pengelompokkan Jenis Pertanyaan.....	59
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Jawaban WAQ .....	59
Tabel 4. 7 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin <i>Wide Sander</i> .....	62
Tabel 4. 8 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin <i>Wide Sander</i> .....	62
Tabel 4. 9 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin <i>Wide Sander</i> .....	62
Tabel 4. 10 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin <i>Wide Sander</i> .....	63
Tabel 4. 11 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin <i>Belt Sander Muka 1</i> .....	63
Tabel 4. 12 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin <i>Belt Sander Muka 1</i> .....	63
Tabel 4. 13 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin <i>Belt Sander Muka 1</i> .....	64
Tabel 4. 14 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin <i>Belt Sander Muka 1</i> .....	64
Tabel 4. 15 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Hand Sanding Muka 1</i> .....	64
Tabel 4. 16 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Hand Sanding Muka 1</i> .....	65
Tabel 4. 17 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Hand Sanding Muka 1</i> .....	65
Tabel 4. 18 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Hand Sanding Muka1 Kabinet Fall Front</i> .....	65
Tabel 4. 19 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Hand Sanding Muka1 Kabinet Fall Center</i> .....	65
Tabel 4. 20 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Hand Sanding Muka 1 Kabinet Key Slip</i> .....	66
Tabel 4. 21 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Hand Sanding Muka 1 Kabinet Bottom Frame</i> .....	66
Tabel 4. 22 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Hand Sanding Muka 1 Kabinet Top Frame</i> .....	66
Tabel 4. 23 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Cleaning Muka 1</i> .....	67
Tabel 4. 24 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Cleaning Muka 1</i> .....	67
Tabel 4. 25 Pengukuran Waktu Siklus (dalam detik) Proses <i>Cleaning Muka 1</i> .....	67
Tabel 4. 26 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Cleaning Muka 1</i> .....	68
Tabel 4. 27 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Cleaning Muka 1</i> .....	68
Tabel 4. 28 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Cleaning Muka 1</i> .....	68
Tabel 4. 29 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Cleaning Muka 1</i> .....	69
Tabel 4. 30 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Cleaning Muka 1</i> .....	69
Tabel 4. 31 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin <i>Wide Sander Kecil</i> .....	69
Tabel 4. 32 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin <i>Wide Sander Kecil</i> .....	70
Tabel 4. 33 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin <i>Belt Sander Muka 2</i> .....	70
Tabel 4. 34 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin <i>Belt Sander Muka 2</i> .....	70

Tabel 4. 35 Pengukuran Waktu Siklus Proses Belt Sander Muka 2 .....	71
Tabel 4. 36 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Hand Sanding</i> Muka 2 .....	71
Tabel 4. 37 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Hand Sanding</i> Muka 2 .....	71
Tabel 4. 38 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Hand Sanding</i> Muka 2 .....	72
Tabel 4. 39 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Hand Sanding</i> Muka 2 .....	72
Tabel 4. 40 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Hand Sanding</i> Muka 2 .....	72
Tabel 4. 41 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Cleaning</i> Muka 2 .....	73
Tabel 4. 42 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Cleaning</i> Muka 2 .....	73
Tabel 4. 43 Pengukuran Waktu Siklus Proses Proses <i>Cleaning</i> Muka 2 .....	73
Tabel 4. 44 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Cleaning</i> Muka 2 .....	74
Tabel 4. 45 Pengukuran Waktu Siklus Proses <i>Cleaning</i> Muka 2 .....	74
Tabel 4. 46 Perhitungan Uji Kecukupan Data <i>Wide Sander</i> Besar .....	75
Tabel 4. 47 Rekapitulasi Perhitungan Uji Kecukupan Data Piano Model B1 PE .....	76
Tabel 4. 48 Data Perhitungan Uji Keseragaman Data Proses Mesin <i>Wide Sander</i> Besar .....	77
Tabel 4. 49 Rekapitulasi Data Perhitungan Uji Keseragaman Data .....	78
Tabel 4. 50 Tabel Data <i>Inventory</i> .....	80
Tabel 4. 51 Pembagian Kategori Metode <i>Work sampling</i> .....	81
Tabel 4. 52 <i>Value Added Activity</i> .....	84
Tabel 4. 53 <i>Value Added Activity</i> .....	87
Tabel 4. 54 <i>Non Value Added Activity</i> .....	89
Tabel 4. 55 <i>Necessary but Non Value Added Activity</i> .....	90
Tabel 4. 56 Data Kelompok <i>Process Activity Mapping</i> .....	92
Tabel 4. 57 Rekapitulasi Keterkaitan Antar <i>Waste</i> .....	93
Tabel 4. 58 <i>Waste Relationship Matrix</i> .....	94
Tabel 4. 59 <i>Waste Matrix Value</i> .....	95
Tabel 4. 60 <i>Waste Assessment Questionnaire</i> .....	95
Tabel 5. 1 Proporsi setiap jenis aktivitas	103
Tabel 5. 2 Pembagian kategori berdasarkan perlakuannya .....	103
Tabel 5. 3 Persentase Pembobotan <i>Waste</i> .....	105
Tabel 5. 4 PAM Setelah Perbaikan .....	116

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2. 1 Contoh <i>Waste Relationship Matrix</i> .....	19
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian .....	45
Gambar 4. 1 Struktur Organisasi PT Yamaha Indonesia.....	48
Gambar 4. 2 <i>Upright Piano</i> .....	49
Gambar 4. 3 <i>Grand Piano</i> .....	50
Gambar 4. 4 <i>Layout Produksi Sanding Balikan Flow Coater</i> .....	54
Gambar 4. 5 Gambar Grafik Uji Keseragaman Kabinet <i>Top Board</i> .....	78
Gambar 4. 6 Hasil <i>Work Sampling</i> .....	82
Gambar 4. 7 <i>Current State Value Stream Mapping</i> .....	83
Gambar 4. 8 Rekapitulasi WAQ.....	96
Gambar 4. 9 Diagram Pareto pembobotan <i>waste</i> .....	96
Gambar 4. 10 Diagram <i>Ishikawa Waste Excessive Transportation</i> .....	97
Gambar 4. 11 Diagram <i>Ishikawa Waste Inventory</i> .....	98
Gambar 4. 12 Diagram <i>Ishikawa Waste Waiting</i> .....	98
Gambar 5. 1 Grafik Jumlah Aktivitas .....	103
Gambar 5. 2 Grafik Pembagian kategori berdasarkan perlakuannya .....	104
Gambar 5. 3 Sistem Kanban .....	111
Gambar 5. 4 Cabinet Mover .....	113
Gambar 5. 5 <i>Future State Value Stream Mapping</i> .....	115



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS, 2014), pertumbuhan produksi industri manufaktur besar dan sedang, mengalami peningkatan. Hal tersebut mengakibatkan dunia industri berlomba-lomba dalam melakukan perbaikan dan peningkatan kinerja guna dapat bertahan dalam persaingan dunia industri. Persaingan adalah hal yang sulit dipisahkan di era yang serba maju ini. Dunia industri pun tak luput dari persaingan dimana setiap perusahaan khususnya perusahaan manufaktur dituntut untuk dapat memperbaiki diri agar tidak tertinggal dari pesaing demi mempertahankan dan meningkatkan konsumennya mereka. Tentunya layanan terbaik dari perusahaan yang mampu membuat jumlah konsumen meningkat dan konsumen tidak mau beralih kepada perusahaan manufaktur lain. Layanan yang dimaksud disini tidak hanya perlakuan perusahaan terhadap konsumen, tetapi termasuk pula kualitas yang tinggi dari produk yang dihasilkan perusahaan. Karena kualitas produk yang baik akan membuat perusahaan dapat memenangkan kompetisi dalam hal menarik pelanggan dan mendapat kepercayaan dari pelanggan (Askari & Supriyanto, 2012). Untuk itu, menciptakan produk yang baik dan berkualitas, perusahaan harus memiliki keseimbangan lintasan yang baik (Istiranto, 2017).

Suatu perusahaan jika ingin memiliki keseimbangan lintasan yang baik, yang berjalan efektif dan efisien perlu mengurangi *waste* karena pada hakikatnya, perusahaan manufaktur menggunakan material yang cukup banyak dan tentunya hal ini akan mengakibatkan perusahaan tersebut mempunyai *waste* (pemborosan) yang tidak sedikit dalam proses produksi (Utama, et al., 2016). *Waste* adalah seluruh kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah atau *non value added*. Sehingga, perusahaan harus meminimasi *waste* atau kendala-kendala yang mengganggu proses produksi agar proses produksi dapat berjalan lancar (Maulana, et al., 2016). Terdapat tujuh *waste* yang ada dalam lean

manufacturing (Liker, 2006) yaitu *Overproduction* (Memproduksi barang- barang yang belum dipesan), *Waiting* (Pekerja yang menggangu karena kehabisan material, keterlambatan proses, mesin rusak dan *bottleneck*), *Transportation* (Memindahkan material, komponen atau barang jadi dalam jarak yang terlalu jauh), *Over processing* (Melakukan langkah yang tidak diperlukan untuk memproses komponen), *Inventory* (Persediaan yang berlebih menyebabkan masalah seperti keterlambatan pengiriman dan produk cacat yang disebabkan karena peramalan tidak akurat), *Motion waste* (Gerakan pekerja yang sia-sia saat melakukan pekerjaannya), dan *Defect* (Memproduksi barang yang cacat atau membutuhkan perbaikan).

Untuk menghilangkan *waste* atau pemborosan yang terjadi diperusahaan, perusahaan dapat menggunakan konsep *lean*. *Lean* adalah suatu upaya terus menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang atau jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (Gaspersz & Fontana, 2011). Tujuan *Lean* adalah meningkatkan terus-menerus *customer value* melalui peningkatan terus-menerus rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the value to waste ratio*) (Gaspersz, 2007). Hilangnya pemborosan dapat membuat semakin efektifnya lini produksi yang dapat berdampak pada peningkatan *income* perusahaan. *Tools* yang dapat digunakan untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan masalah tersebut dalam konsep *Lean Manufacturing* adalah dengan menggunakan pendekatan VSM (*Value Stream Mapping*) dan *Kaizen*. VSM dapat membantu perusahaan dalam mengidentifikasi kegiatan yang *non value added* (Prayogo & Octavia, 2013). Setelah masalah-masalah teridentifikasi, dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode *Kaizen*. *Kaizen* adalah suatu istilah dalam bahasa Jepang yang dapat diartikan sebagai perbaikan secara terus-menerus (*continuous improvement*) (Gaspersz, 2003).

Sama halnya dengan lini produksi yang ada di PT. Yamaha Indonesia, salah satunya pada lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* dimana penelitian ini dilakukan. Dikarenakan terdapat pemborosan yang terjadi baik itu akibat proses yang kurang efektif, layout yang kurang baik, waktu untuk memproses kabinet-kabinet piano yang terlalu lama dan ditambah seringnya terjadi penumpukan barang *work in process* (WIP) atau yang biasa disebut *bottleneck*. Hal-hal diatas didukung dengan beberapa data hasil pengamatan lapangan seperti data hasil *work sampling*, yang menunjukkan bahwa *margin* untuk proses diluar kerja utama sebesar 31% dan data *inventory* yang tinggi dibeberapa

proses dalam lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater*. Hal itu mengindikasikan bahwa masih banyaknya proses tambahan yang memakan waktu sehingga kurang efisiennya operator dalam melakukan pekerjaan utamanya. Ditambah dengan masih tingginya *inventory* di beberapa titik proses di lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* yang dapat mengakibatkan *bottleneck* atau penumpukan barang.

Tidak menutup kemungkinan pula masih terdapat permasalahan lain yang terjadi dan disebabkan oleh *waste*. Oleh sebab itu perlu adanya suatu identifikasi lebih detail pada proses produksi sehingga dapat dilakukan perbaikan yang dapat meminimalkan *waste*. Metode *Value Stream Mapping* adalah metode yang sangat sesuai, yang dapat digunakan untuk melakukan identifikasi *waste*, menganalisa *waste*, kemudian mencari solusi untuk melakukan usulan perbaikan nyata untuk mengurangi *waste* yang terjadi. *Value Stream Mapping* terdiri dari dua tipe yaitu *Current State Map* (CSM) dan *Future State Map* (FSM).

Dari CSM kita dapat mengetahui kondisi perusahaan, termasuk aliran fisik dan aliran informasi. Untuk membantu mengetahui kondisi perusahaan secara lebih detail digunakan metode *Process Activity Mapping* (PAM). PAM digunakan untuk mengetahui proporsi dari kegiatan yang termasuk *value added*, *necessary non value added* dan *non value added* yang terjadi dalam perusahaan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi dan kemudian melakukan pembobotan *waste* dari yang tertinggi hingga terendah, kemudian menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya *waste* pada proses tersebut, dan selanjutnya melakukan perbaikan pada proses dengan bobot *waste* tertinggi. Untuk mempermudah dan menyederhanakan proses identifikasi *waste* dan pembobotannya, digunakan metode *Waste Assesment Model* (WAM) yang terdiri dari *Waste Asessment Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Asessment Qusioner* (WAQ). Dari metode WAM akan dihasilkan peringkat bobot *waste* tertinggi hingga terendah. Proses dengan bobot *waste* tertinggi tersebut kemudian dicari akar penyebab masalahnya dengan menggunakan diagram *Ishikawa* untuk kemudian dirancang perbaikannya.

Produk yang diteliti pada penelitian kali ini adalah produk piano jenis UP (*Uprighth Piano*) model B1 PE (*Polyshed Ebony*) dikarenakan produk piano model B1 PE ini merupakan produk jenis piano yang rata-rata setiap bulannya memiliki persentase

produksi tertinggi dibandingkan jenis piano lain. Hal itu terbukti pada *plan production* bulan januari ini, dimana piano jenis B1 PE diproduksi sebanyak 31 unit/hari.

Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Prayogo & Octavia, 2013) yang berjudul Identifikasi *Waste* dengan Menggunakan *Value Stream Mapping* di Gudang PT XYZ. Penelitian ini mengenai *waste* yang terjadi di salah satu gudang perusahaan rokok terkemuka. Dimana *waste* yang dominan terjadi adalah *transportation* dan *waiting* dan perbaikan yang diusulkan dengan perbaikan tata letak serta penambahan alat bantu angkat atau *forklift*. Selain itu terdapat pula *waste over processing* dan *inventory* dan perbaikan yang diusulkan adalah penjadwalan kembali waktu pengiriman material untuk masing-masing tempat agar tidak terjadi penumpukan di masing-masing tempat. Selain itu ada pula penelitian yang dilakukan oleh (Al Faritsy & Suseno, 2015) dengan judul Peningkatan Produktivitas Perusahaan Dengan Menggunakan Metode *Six Sigma*, *Lean* Dan *Kaizen*. Dimana metode *six sigma* yang terdiri dari *Define*, *Measure*, *Analyze*, dan *Improve (DMAI)*. Perbaikan yang diusulkan difokuskan menggunakan perbaikan dengan 5S (*Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu*, dan *Shitsuke*). *Waste* yang teridentifikasi adalah *transportation* dan *waiting*, persediaan berlebihan (*excess inventory*), dan gerakan berlebihan (*excess motion*). Usulan perbaikan dengan usulan tata letak pabrik, pada tata letak pabrik usulan, aliran material berurutan secara *continue* sesuai dengan urutan proses produksi dengan jarak antar stasiun yang berdekatan sehingga dapat mengurangi pemborosan transportasi dan menunggu. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh (Tyagi, et al., 2015) yang berjudul *Value Stream Mapping To Reduce The Lead-Time Of A Product Development Process* menjelaskan tentang identifikasi *waste* yang dilakukan pada proses produksi *Gas Turbine*. Penelitian ini berfokus kepada aliran informasi yang masuk di lini produksi *Gas Turbine*. Sehingga perbaikan yang diusulkan penelitian ini adalah dengan memperbaiki komunikasi dan koordinasi agar setiap bagian mendapatkan informasi yang tepat.

Untuk itu penelitian ini juga menggunakan pendekatan *Value Stream Mapping* dimana berdasarkan penelitian sebelumnya, pendekatan VSM ini mampu untuk mengidentifikasi masalah dan memberikan saran-saran perbaikan. Sehingga diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat membantu PT. Yamaha Indonesia menjadi semakin baik lagi dengan berkurangnya *waste* khususnya di lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian masalah diatas maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis *waste* apa saja yang menghambat lini produksi *Sanding Balikan Floe Coater* PT Yamaha Indonesia?
2. Apa penyebab masalah dari *waste* yang menghambat lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* PT Yamaha Indonesia?
3. Apa saja cara-cara dalam mengurangi *waste* yang menghambat lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* PT Yamaha Indonesia?

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diharapkan tidak menyimpang dari tujuan yang diinginkan untuk itu diberikan batasan-batasan masalah yang ada di dalam perusahaan yaitu:

1. Penelitian hanya dilakukan di PT. Yamaha Indonesia pada divisi *Sanding Balikan Flow Coater*.
2. Produk yang diteliti hanya piano jenis UP dengan model B1 PE.
3. Penelitian hanya dilakukan pada jam kerja shift 1.
4. Analisis hanya menggunakan konsep *Lean Manufacturing* dengan pendekatan *VSM (Value Stream Mapping)* untuk identifikasi *waste* dan *Kaizen* untuk perbaikannya.
5. Penelitian ini tidak memperhitungkan biaya-biaya yang terkait.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi *waste* yang menghambat lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* PT Yamaha Indonesia.
2. Mengidentifikasi akar penyebab masalah dari *waste* yang menghambat lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* PT Yamaha Indonesia.
3. Mengurangi *waste* yang menghambat lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* PT Yamaha Indonesia.

#### **1.5 Manfaat Penulisan**

Manfaat yang ingin dicapai dengan penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis  
Penelitian ini dapat menambah pengetahuan penulis tentang penerapan *lean manufacturing* untuk mengurangi *waste* pada lini produksi dengan menggunakan tools VSM (*Value Stream Mapping*) dan *kaizen*.
2. Bagi Perusahaan  
Hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan masukan atau saran bagi perusahaan agar dapat mengurangi *waste* yang ada di perusahaan.
3. Bagi Pembaca  
Penelitian ini dapat dijadikan *literature* dan referensi untuk menambah ilmu pengetahuan maupun wawasan serta dapat dijadikan sebagai pembandingan untuk penelitian yang akan datang.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Lebih lanjut penulisan tugas akhir ini tersusun atas beberapa bab dan sub bab. Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini terdiri atas uraian mengenai latar belakang masalah yang menjadi alasan penelitian ini dilakukan. Dilanjutkan dengan penulisan rumusan masalah yang merupakan pertanyaan-pertanyaan yang harus dijawab melalui penelitian yang dilakukan. Penulisan batasan penelitian dilakukan sebagai salah satu bentuk penentuan fokus penelitian agar penelitian yang dilakukan oleh peneliti tetap *on the focus* sehingga nantinya dapat memberikan hasil penelitian yang sesuai dengan tujuan penelitian dan dapat memberikan manfaat penelitian sesuai dengan apa yang diharapkan oleh peneliti.

### **BAB II KAJIAN LITERATUR**

Bab ini menerangkan sejumlah istilah-istilah yang digunakan oleh peneliti dalam penelitian ini. Bab ini pun akan mengemukakan penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan oleh peneliti lain dan berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti. Hal ini dilakukan agar penelitian yang dilakukan oleh peneliti memiliki dasar yang cukup kuat dan menjadi acuan bahwa apa yang diteliti oleh peneliti saat ini benar-benar original, belum pernah dilakukan oleh peneliti lain sebelumnya sehingga peneliti dapat menentukan posisi penelitiannya saat ini.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini menguraikan mengenai metode atau cara dalam melakukan penelitian ini, mulai dari pendahuluan, identifikasi masalah, studi pustaka, pengumpulan data, pengolahan data hingga pada penarikan kesimpulan dan pemberian saran.



## **BAB IV        PENGUMPULAN DAN ANALISI DATA**

Pada bab ini berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana pengolahan data tersebut. Hasil pengolahan data menjadi acuan untuk pembahasan yang akan ditulis pada sub bab V yaitu pembahasan hasil yang diperoleh dari penggunaan konsep *lean manufacturing*.

## **BAB V         PEMBAHASAN**

Pada bab ini diuraikan mengenai pembahasan hasil penelitian yang sesuai dengan tujuan penelitian yang akan menghasilkan rekomendasi bagi perusahaan.

## **BAB VI        PENUTUP**

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh melalui pembahasan penelitian serta saran yang dibuat berdasarkan pengalaman dan pertimbangan penulis yang diajukan kepada perusahaan dan kepada para peneliti dalam bidang sejenis.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Bagian ini akan memuat daftar sumber berbagai literatur yang digunakan dalam penelitian. Literatur-literatur tersebut digunakan untuk memperkuat asumsi, hipotesis, dan pernyataan yang terdapat pada penelitian ini.

## **LAMPIRAN**

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Deduktif

##### 2.1.1 Konsep Dasar *Lean*

Secara terminologi *Lean* berarti rangkaian aktivitas atau solusi untuk mengeliminasi *waste*, mereduksi operasi *non-value added* (NVA) dan meningkatkan operasi *value added* (VA) (Wee, 2009) .

*Lean* dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*), atau aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value added*) melalui peningkatan terus menerus (*continues improvement*) dengan cara mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan (Gaspersz, 2007). Menurut Pujotomo & Rusanti (2015) terdapat beberapa prinsip yang mendasari pandangan untuk penerapan sistem *Lean*, yaitu:

1. Mengidentifikasi nilai produk (barang dan/atau jasa) berdasarkan perspektif pelanggan, di mana pelanggan menginginkan produk (barang dan/atau jasa) berkualitas *superior*, dengan harga kompetitif dan penyerahan yang tepat waktu.
2. Mengidentifikasi *value stream mapping* (pemetaan proses pada *value stream*) untuk setiap produk (barang dan/atau jasa). Kebanyakan manajemen perusahaan industri di Indonesia hanya melakukan pemetaan proses bisnis atau proses kerja, bukan pemetaan proses produk. Hal ini berbeda dengan pendekatan *Lean*.
3. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang proses *value stream* itu.

4. Mengorganisasikan agar material, informasi, dan produk mengalir dengan lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* dengan menggunakan sistem tarik (*pull system*).
5. Terus-menerus mencari berbagai teknik dan alat peningkatan (*improvement tools and techniques*) untuk mencapai keunggulan dan peningkatan terus-menerus

Di dalam literatur dan prakteknya, terdapat berbagai model untuk lean management. Model yang lebih banyak digunakan adalah model *Womack* dan *Jones* yang memiliki lima bagian yaitu (Tischler, 2006)

1. Nilai : tetap menanyakan kepada pelanggan mengenai apa yang disebut *value* bagi mereka dan apa yang mereka inginkan.
2. Aliran nilai : memetakan aliran kerja dan menemukan cara untuk mempercepat proses atau mengurangi biaya, pemborosan, material di antara proses, atau kerumitan.
3. Aliran : melakukan pekerjaan yang dapat memperlancar aliran proses, menghilangkan material di antara proses, membuat pekerjaan mudah untuk dilaksanakan dan diawasi, serta menggunakan *single-piece flow*.
4. *Pull system* : hanya memproduksi apa yang diminta pelanggan, pada waktu dibutuhkan dan dalam jumlah yang dibutuhkan, yang juga disebut dengan *just-in-time*.
5. Kesempurnaan : tetap menyempurnakan sistem dengan melakukan perbaikan dan peningkatan secara terus menerus.

Menurut (Tapping & Shuker, 2003) dalam menerapkan lean, terdapat 3 fase yang harus dilaksanakan yaitu sebagai berikut:

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.

Dari penerapan lean, menurut (Tischler, 2006) terdapat tiga hasil yang diharapkan yaitu sebagai berikut :

### 1. Proses yang lebih baik

Yaitu memberikan nilai yang lebih banyak kepada pelanggan dan melakukannya dengan lebih efisien (lebih sedikit biaya, lebih sedikit pemborosan, dan dengan tindakan yang paling sedikit)

### 2. Kondisi kerja yang lebih baik

Yaitu meliputi aliran kerja yang lebih jelas, pembagian nilai dan tujuan kerja, kemampuan yang lebih besar untuk melaksanakan pekerjaan (lebih bangga dan menikmati pekerjaan), kemampuan yang lebih besar untuk tetap meningkatkan dan memperbaiki segala sesuatu (lebih sedikit pembatasan sehingga kesempatan berkembang lebih besar), perasaan bahwa pekerja merupakan bagian dari pelayanan (tidak hanya melakukan pekerjaan rutin), dan perasaan integritas (pekerja melakukan apa yang mereka katakan).

### 3. Memenuhi kebutuhan dan tujuan organisasi, yang dapat meliputi keuntungan, pertumbuhan, nilai, dan pengaruh.

## 2.1.2 Pengertian Waste (Pemborosan)

Pemborosan (*waste*), menurut Presiden Toyota terdahulu, *Fujio Cho*, adalah segala hal selain kebutuhan minimum dari alat, bahan, bagian, dan pekerja (waktu kerja) yang sangat penting untuk produksi (Narusawa & Shook, 2008). Berdasarkan pengembangan definisi *Fujio Cho*, terdapat 7 pemborosan utama yang harus dihapuskan dari rantai

pasokan, yaitu kelebihan produksi (*over production*), waktu menunggu (*waiting*), pengangkutan (*transportation*), proses yang berlebih (*over processing*), persediaan yang tidak perlu (*unnecessary inventory*), gerakan yang tidak perlu (*unnecessary motion*), dan cacat produksi (*defect*). *Waste* harus dihilangkan guna meningkatkan nilai produk dan selanjutnya meningkatkan *customer value* (Åhlström, 1998).

### 2.1.3 Konsep Seven Waste

Prinsip utama dari pendekatan *lean* adalah pengurangan atau peniadaan pemborosan (*waste*). Dalam upaya menghilangkan *waste*, maka sangatlah penting untuk mengetahui apakah *waste* itu dan dimana ia berada. Ada 7 macam *waste* yang didefinisikan menurut (Hines & Taylor, 2000) yaitu :

1. *Overproduction*  
Merupakan *waste* yang berupa produksi yang terlalu banyak, lebih awal, dan terlalu cepat diproduksi yang mengakibatkan inventori yang berlebih dan terganggunya aliran informasi dan fisik.
2. *Defect*  
Merupakan *waste* yang dapat berupa kesalahan yang terjadi saat proses pengerjaan, permasalahan pada kualitas produk yang dihasilkan, dan performansi pengiriman yang buruk.
3. *Unneccessary Inventory*  
Merupakan *waste* yang berupa penyimpanan barang yang berlebih yang sebenarnya tidak perlu terjadi, serta *delay* informasi produk atau material yang mengakibatkan peningkatan biaya dan penurunan kualitas pelayanan terhadap *customer*.
4. *Inappropriate processing*  
Merupakan *waste* yang disebabkan oleh proses produksi yang tidak tepat karena prosedur yang salah, penggunaan peralatan atau mesin yang tidak sesuai dengan kapasitas dan kemampuan dalam suatu operasi kerja.
5. *Excessive transportation*  
Merupakan *waste* yang berupa pemborosan waktu, usaha dan biaya karena karena pergerakan yang berlebihan dari orang, informasi atau produk atau material. *Waste* ini bisa disebabkan karena *layout* lantai produksi yang kurang baik, kurang memahami aliran proses produksi.

6. *Waiting*  
Merupakan *waste* yang berupa penggunaan waktu yang tidak efisien. Dapat berupa ketidakaktifan dari pekerja, informasi, material atau produk dalam periode waktu yang cukup panjang sehingga menyebabkan aliran yang terganggu dan memperpanjang *lead time* produksi.
7. *Unnecessary motion*  
Merupakan *waste* yang berupa penggunaan waktu yang tidak memberikan nilai tambah untuk produk maupun proses. *Waste* jenis ini biasanya terjadi pada aktivitas tenaga kerja di pabrik, terjadi karena kondisi lingkungan kerja dan peralatan yang tidak ergonomis sehingga dapat menyebabkan rendahnya produktivitas pekerja dan berakibat pada terganggunya *lead time* produksi serta aliran informasi.

#### 2.1.4 Konsep Waste Assessment Model (WAM)

*Waste Assessment Model* merupakan suatu model yang dikembangkan untuk menyederhanakan pencarian dari permasalahan *waste* dan mengidentifikasi untuk mengeliminasi *waste* (Rawabdeh, 2005).

##### 2.1.4.1 Seven Waste Relationship

Setiap *waste* memiliki hubungan satu sama lain, dimana hubungan ini disebabkan oleh pengaruh tiap *waste* dapat muncul secara langsung maupun tidak langsung. Tabel dibawa ini akan menampilkan penjelasan keterkaitan antar *waste* (Rawabdeh, 2005):

Tabel 2. 1 Jenis Hubungan Antar *Waste*

No.	Jenis Hubungan	Keterangan
1	<i>O_I</i>	<i>Over-production consumes and needs large amounts of raw material causing stocking of raw material and producing more work-in-process that consume floor space, and are considered as a temporary form of inventory that has no customer (process) that may order it.</i>
2	<i>O_D</i>	<i>When operators are producing more, their concern about the quality of the parts produced will decrease, because of the sense that there exists enough material to substitute the defects.</i>

No.	Jenis Hubungan	Keterangan
3	O_M	<i>Overproduction leads to non-ergonomic behavior, which leads to non-standardized working method with a considerable amount of motion losses.</i>
4	O_T	<i>Over-production leads to higher transportation effort to follow the overflow of materials.</i>
5	O_W	<i>When producing more, the resources will be reserved for longer times, thus other customer will be waiting and larger queues begin to form Inventory</i>
6	I_O	<i>The higher level of raw materials in stores can push workers to work more, so as to increase the profitability of the company.</i>
7	I_D	<i>Increasing inventory (RM, WIP, and FG) will increase the probability of become defected due to lack of concern and unsuitable storing conditions.</i>
8	I_M	<i>Increasing inventory will increase the time for searching, selecting, grasping, reaching, moving, and handling.</i>
9	I_T	<i>Increasing inventory sometimes block the available aisles, making a production activity more transportation time-consuming.</i>
10	D_O	<i>Over-production behavior appears in order to overcome the lack of parts due to defects.</i>
11	D_I	<i>Producing defective parts that need to be reworked means that increased levels of WIP exist in the form of inventory.</i>
12	D_M	<i>Producing defects increases the time of searching, selection, and inspection of parts, not to mention that reworks are created which need higher training skills.</i>
13	D_T	<i>Moving the defective parts to rework station will increase transportation intensity (back streams) i.e. wasteful transportation activities.</i>
14	D_W	<i>Reworks will reserve workstations so that new parts will be waiting to be processed</i>
15	M_I	<i>Non-standardized work methods lead to high amounts of work in process.</i>



No.	Jenis Hubungan	Keterangan
16	M_D	<i>Lack of training and standardization means the percentage of defects will increase.</i>
17	M_P	<i>When jobs are non-standardized, process waste will increase due to the lack of understanding the available technology capacity.</i>
18	M_W	<i>When standards are not set, time will be consumed in searching, grasping, moving, assembling, which result in an increase in part waiting parts.</i>
19	T_O	<i>Items are produced more than needed based on the capacity of the handling system so as to minimize transporting cost per unit.</i>
20	T_I	<i>Insufficient number of material handling equipment (MHE) leads to more inventory that can affect other processes.</i>
21	T_D	<i>MHE plays a considerable role in transportation waste. Non-suitable MHE can sometimes damage items that end being defects.</i>
22	T_M	<i>When items are transported anywhere this means a higher probability of motion waste presented by double handling and searching.</i>
23	T_W	<i>If MHE is insufficient, this means that items will remain idle, waiting to be transported</i>
24	P_O	<i>In order to reduce the cost of an operation per machine time, machines are pushed to operate full time shift, which finally results in overproduction.</i>
25	P_I	<i>Combining operations in one cell will result directly to decrease WIP amounts because of eliminating buffers.</i>
26	P_D	<i>If the machines are not properly maintained defects will be produced.</i>
27	P_M	<i>New technologies of processes that lack training create the human motion waste.</i>
28	P_W	<i>When the technology used is unsuitable, setup times and repetitive downtimes will lead to higher waiting times.</i>

No.	Jenis Hubungan	Keterangan
29	$W_O$	<i>When a machine is waiting because its supplier is serving another customer, this machine may sometimes be forced to produce more, just to keep it running.</i>
30	$W_I$	<i>Waiting means more items than needed at a certain point, whether they are RM, WIP, or FG.</i>
31	$W_D$	<i>Waiting items may cause defects due to unsuitable conditions.</i>

Hubungan antar jenis *waste* memiliki bobot yang berbeda-beda. Maka dibutuhkan penilaian untuk mengetahui bobot dari setiap pola yang terjadi diantara *waste* tersebut. Untuk menghitung kekuatan *waste relationship* dikembangkan suatu pengukuran dengan kuesioner. Hubungan antar *waste* yang satu dengan yang lainnya dapat disimbolkan dengan menggunakan huruf pertama pada tiap *waste* (Rawabdeh, 2005).

Tabel 2. 2 Kriteria untuk Pembobotan Kekuatan *Waste Relationship*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah $i$ mengakibatkan atau menghasilkan $j$	a. Selalu	4
		b. Kadang-kadang	2
		c. Jarang	0
2	Bagaimanakah jenis hubungan antara $i$ dan $j$	a. Jika $i$ naik, maka $j$ naik	2
		b. Jika $i$ naik, maka $j$ tetap	1
		c. Tidak tentu, tergantung keadaan	0
3	Dampak $j$ dikarenakan $i$	a. Tampak secara langsung & jelas	4
		b. Butuh waktu untuk terlihat	2
		c. Tidak terlihat	0
4	Menghilangkan akibat $i$ terhadap $j$ dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i>	2
		b. Sederhana dan langsung	1
		c. Solusi instruksional	0
5	Dampak $j$ dikarenakan oleh $i$ berpengaruh kepada	a. Kualitas produk	1
		b. Produktivitas sumber daya	1
		c. Lead time	1

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
		d. Kualitas dan produktivitas	2
		e. Kualitas dan <i>lead time</i>	2
		f. Produktivitas dan <i>lead time</i>	2
		g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	4
6	Sebesar apa dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi	4
		b. Sedang	2
		c. Rendah	0

#### 2.1.4.2 Waste Relationship Matrix

WAQ terdiri dari 68 pertanyaan yang berbeda, mewakili aktifitas, kondisi maupun tingkah laku yang dapat menghasilkan *Waste*. Pertanyaan ditandai dengan tulisan “*From*”, artinya pertanyaan tersebut menjelaskan jenis *Waste* yang ada saat ini yang dapat memicu munculnya jenis *Waste* lainnya. Pertanyaan lainnya ditandai dengan tulisan “*TO*”, artinya pertanyaan tersebut menjelaskan tiap jenis *Waste* yang ada saat ini bisa terjadi karena dipengaruhi jenis *Waste* lainnya.

Sedangkan skor untuk ketiga jenis pilihan jawaban kuesioner dibagi menjadi 2 kategori. Kategori pertama, atau kategori A adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan adanya pemborosan. Skor jawaban untuk kategori A adalah: 1 jika “Ya”, 0,5 jika “Sedang”, dan 0 jika “Tidak”. Kategori kedua, atau kategori B adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan tidak ada pemborosan yang terjadi. Skor jawaban untuk kategori B adalah: 0 jika “Ya”, 0,5 jika “Sedang”, dan 1 jika “Tidak”. WAQ memiliki delapan tahapan perhitungan skor *Waste* untuk mencapai peringkat *Waste*, yaitu antara lain:

- 1) Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner berdasarkan jenis pertanyaan.
- 2) Melakukan pembobotan awal untuk tiap jenis *waste* pada tiap jenis pertanyaan kuesioner berdasarkan nilai bobot dari WRM.
- 3) Menghilangkan pengaruh variasi jumlah pertanyaan untuk tiap jenis pertanyaan dengan membagi bobot setiap baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan

( $N_i$ ) untuk setiap pertanyaan dengan menggunakan persamaan berikut (Rawabdeh, 2005) :

$$S_j = \sum_{K=1}^K \frac{W_{j,K}}{N_i}$$

- 4) Menghitung jumlah skor ( $S_j$ ) berdasarkan persamaan 3 dan frekuensi ( $F_j$ ) dari munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol).

$$F_j = N - F_0$$

- 5) Memasukkan nilai rata-rata dari jawaban (terlampir) dari hasil kuesioner ke dalam tiap bobot nilai di tabel dengan menggunakan persamaan berikut:

$$s_j = \sum_{K=1}^K X_K \frac{W_{j,K}}{N_i}$$

- 6) Menghitung jumlah skor ( $s_j$ ) berdasarkan persamaan 5 dan frekuensi ( $f_j$ ) untuk tiap nilai bobot pada kolom *Waste*.

$$F_j = N - F_0$$

- 7) Menghitung indikator awal untuk tiap *waste* ( $Y_j$ ) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Y_j = \frac{S_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j}$$

- 8) Menghitung nilai final *Waste* faktor ( $Y_{jfinal}$ ) dengan memasukkan faktor probabilitas pengaruh antara jenis *waste* ( $P_j$ ) berdasarkan total "from" dan "to" pada WRM. Memprosentasekan bentuk  $Y_{jfinal}$  yang diperoleh sehingga bisa diketahui peringkat level dari masing-masing *Waste*.  $Y_{jfinal}$  dapat dihasilkan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Y_{jfinal} = Y_j \times P_j = \left( \frac{S_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \right) \times (\%From_j \times \%To_j)$$

dimana:

- N = jumlah pertanyaan (68)
- $N_i$  = jumlah pertanyaan yang dikelompokkan
- K = nomor pertanyaan (berkisar antara 1-68)
- XK = nilai dari jawaban tiap pertanyaan kuesioner (1, 0.5, atau 0)
- $S_j$  = skor *Waste*
- $s_j$  = total untuk nilai bobot *Waste*
- Wj = bobot hubungan dari tiap jenis *Waste*

- $F_j$  = Frekuensi *waste* bukan 0 (untuk  $S_j$ )  
 $f_j$  = Frekuensi *waste* bukan 0 (untuk  $s_j$ )  
 $F_0$  = Frekuensi 0 (untuk  $S_j$ )  
 $f_0$  = Frekuensi 0 (untuk  $s_j$ )  
 $Y_j$  = Faktor indikasi awal dari setiap jenis *Waste*  
 $P_j$  = probabilitas pengaruh antar jenis *Waste*  
 $Y_{j\text{final}}$  = faktor akhir dari setiap jenis *Waste*  
 $\%From_j$  = Persentas nilai From *Waste* tertentu  
 $\%To_j$  = Persentas nilai To *Waste* tertentu

WRM digunakan sebagai analisa pengukuran kriteria hubungan antar *Waste* yang terjadi. WRM merupakan matriks yang terdiri dari baris dan kolom. Baris menunjukkan pengaruh tiap *Waste* pada keenam tipe *Waste* lainnya. Kolom menunjukkan *Waste* yang dipengaruhi oleh keenam *Waste* lainnya. Diagonal matriks menunjukkan nilai hubungan yang tertinggi.

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

Gambar 2. 1 Contoh *Waste Relationship Matrix*

Sumber : (Rawabdeh, 2005)

Tabel 2. 3 Konversi Rentang Skors Keterkaitan Antar *Waste*

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

Sumber (Rawabdeh, 2005)

### 2.1.4.3 Waste Assesment Questionare

WAQ terdiri dari 68 pertanyaan yang berbeda, mewakili aktifitas, kondisi maupun tingkah laku yang dapat menghasilkan *Waste*. Pertanyaan ditandai dengan tulisan “*From*”, artinya pertanyaan tersebut menjelaskan jenis *Waste* yang ada saat ini yang dapat memicu munculnya jenis *Waste* lainnya. Pertanyaan lainnya ditandai dengan tulisan “*TO*”, artinya pertanyaan tersebut menjelaskan tiap jenis *Waste* yang ada saat ini bisa terjadi karena dipengaruhi jenis *Waste* lainnya.

Sedangkan skor untuk ketiga jenis pilihan jawaban kuesioner dibagi menjadi 2 kategori. Kategori pertama, atau kategori A adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan adanya pemborosan. Skor jawaban untuk kategori A adalah: 1 jika “Ya”, 0,5 jika “Sedang”, dan 0 jika “Tidak”. Kategori kedua, atau kategori B adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan tidak ada pemborosan yang terjadi. Skor jawaban untuk kategori B adalah: 0 jika “Ya”, 0,5 jika “Sedang”, dan 1 jika “Tidak”. WAQ memiliki delapan tahapan perhitungan skor *Waste* untuk mencapai peringkat *Waste*, yaitu antara lain:

- 1) Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner berdasarkan jenis pertanyaan.
- 2) Melakukan pembobotan awal untuk tiap jenis *Waste* pada tiap jenis pertanyaan kuesioner berdasarkan nilai bobot dari WRM.
- 3) Menghilangkan pengaruh variasi jumlah pertanyaan untuk tiap jenis pertanyaan dengan membagi bobot setiap baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan ( $N_i$ ) untuk setiap pertanyaan dengan menggunakan persamaan berikut (Rawabdeh, 2005) :

$$S_j = \sum_{K=1}^K \frac{W_{j.K}}{N_i}$$

- 4) Menghitung jumlah skor ( $S_j$ ) berdasarkan persamaan 3 dan frekuensi ( $F_j$ ) dari munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol).

$$F_j = N - F_0$$

- 5) Memasukkan nilai rata-rata dari jawaban (terlampir) dari hasil kuesioner ke dalam tiap bobot nilai di tabel dengan menggunakan persamaan berikut:

$$s_j = \sum_{K=1}^K X_K \frac{W_{j.K}}{N_i}$$

- 6) Menghitung jumlah skor ( $s_j$ ) berdasarkan persamaan 5 dan frekuensi ( $f_j$ ) untuk tiap nilai bobot pada kolom *Waste*.

$$F_j = N - F_0$$

- 7) Menghitung indikator awal untuk tiap *Waste* ( $Y_j$ ) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Y_j = \frac{S_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j}$$

- 8) Menghitung nilai final *Waste* faktor ( $Y_{jfinal}$ ) dengan memasukkan faktor probabilitas pengaruh antara jenis *Waste* ( $P_j$ ) berdasarkan total "from" dan "to" pada WRM. Memprosentasekan bentuk  $Y_{jfinal}$  yang diperoleh sehingga bisa diketahui peringkat level dari masing-masing *Waste*.  $Y_{jfinal}$  dapat dihasilkan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Y_{jfinal} = Y_j \times P_j = \left( \frac{S_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \right) \times (\%From_j \times \%To_j)$$

dimana:

- N = jumlah pertanyaan (68)
- N<sub>i</sub> = jumlah pertanyaan yang dikelompokkan
- K = nomor pertanyaan (berkisar antara 1-68)
- XK = nilai dari jawaban tiap pertanyaan kuesioner (1, 0.5, atau 0)
- S<sub>j</sub> = skor *Waste*
- s<sub>j</sub> = total untuk nilai bobot *Waste*
- W<sub>j</sub> = bobot hubungan dari tiap jenis *Waste*
- F<sub>j</sub> = Frekuensi *waste* bukan 0 (untuk S<sub>j</sub>)
- f<sub>j</sub> = Frekuensi *waste* bukan 0 (untuk s<sub>j</sub>)
- F<sub>0</sub> = Frekuensi 0 (untuk S<sub>j</sub>)
- f<sub>0</sub> = Frekuensi 0 (untuk s<sub>j</sub>)
- Y<sub>j</sub> = Faktor indikasi awal dari setiap jenis *Waste*
- P<sub>j</sub> = probabilitas pengaruh antar jenis *Waste*
- Y<sub>jfinal</sub> = faktor akhir dari setiap jenis *Waste*
- %From<sub>j</sub> = Persentas nilai From *Waste* tertentu
- %To<sub>j</sub> = Persentas nilai To *Waste* tertentu

### 2.1.5 Diagram Ishikawa

Diagram Ishikawa merupakan salah satu tools dari *root cause analysis* yang digunakan untuk mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari suatu masalah dan menganalisis masalah tersebut melalui sesi brainstorming. Masalah akan dipecah menjadi sejumlah kategori yang berkaitan, kategori yang paling umum digunakan adalah: (1) *man* (orang), yaitu semua orang yang terlibat dari sebuah proses; (2) *method* (metode) , yaitu bagaimana proses dilakukan, seperti prosedur, peraturan dan lain-lain; (3) *material*, yaitu semua bahan-bahan yang diperlukan untuk menjalankan proses; (4) *machine* (mesin), yaitu semua mesin, peralatan, komputer dan lain lain yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan; (5) *measurement* (pengukuran), yaitu cara pengambilan data dari proses yang dipakai untuk menentukan kualitas proses; (6) *environment* (lingkungan), yaitu kondisi di sekitar tempat kerja, seperti suhu udara, tingkat kebisingan, kelembaban udara, dan lain-lain. (Handes, et al., 2013). Adapun kegunaan dari Diagram Ishikawa ialah:

1. Membantu menentukan akar penyebab masalah dan ada banyak penyebab yang berkontribusi terhadap akibat
2. Mendorong partisipasi team
3. Format yang mudah dibaca untuk diagram hubungan sebab dan akibat
4. Indikasi variasi kemungkinan penyebab
5. Meningkatkan pengetahuan tentang proses
6. Menampilkan grafis hubungan masing-masing penyebab dan akibat
7. Membantu untuk mengidentifikasi area untuk dilakukan perbaikan.

### 2.1.6 Value Stream Mapping

*Value Stream Mapping* adalah suatu alat yang ideal sebagai langkah awal dalam melakukan proses perubahan untuk mendapatkan kondisi *lean manufacturing* atau *lean enterprises* (Goriwondo, et al., 2011). *Value stream* didefinisikan sebagai aktivitas khusus didalam suatu *supply chain* yang diperlukan untuk perancangan, pemesanan dan penetapan suatu spesifik produk atau *value* (Hines & Taylor, 2000). *Value stream mapping* (VSM) adalah *tools* untuk mengidentifikasi aktivitas yang *value added* dan *non-value added* pada industri manufaktur, sehingga mempermudah untuk mencari akar permasalahan pada proses (Williams, et al., 2008).



Rahani & al-Ashraf (2012) menyatakan bahwa *VSM* adalah metode dari *lean* yang dapat menjangkau aliran proses dengan tiga tahap metode. Tahap pertama yaitu dengan menggambarkan sebuah *current state map* yang memetakan aliran informasi dan material yang terjadi di dalam proses secara aktual. Kedua, mengidentifikasi akar penyebab dari permasalahan yang menghambat proses peningkatan, menentukan proses perbaikan apa yang dapat dilakukan di dalam aliran proses, kemudian menggambarannya ke dalam sebuah *future state map*. Tahap ketiga adalah menentukan rencana implementasi perbaikan ke dalam proses produksi perusahaan. Pembuatan *VSM* menggunakan simbol-simbol tertentu untuk menggambarkan proses menunggu, penyimpanan, pengambilan keputusan, antrian dan inspeksi (El-Haik & Al-Omar, 2006). *Value stream mapping* terdiri dari dua tipe (Tilak, et al., 2002), yaitu *Current state map* merupakan konfigurasi *value stream* produk saat ini, menggunakan ikon dan terminologi spesifik untuk mengidentifikasi *waste* dan area untuk perbaikan atau peningkatan (*improvement*) serta *Future state map* merupakan cetak biru untuk transformasi *lean* yang diinginkan di masa yang akan datang. Kedua tipe tersebut mengindikasikan semua informasi penting terkait *value stream* produk seperti *cycle time*, *level inventory*, dan lain-lain yang akan membantu untuk membuat perbaikan yang nyata.

Indeks pengukuran dari *VSM* secara detail diantaranya yaitu sebagai berikut (Wee, 2009):

1. *FTT (first time through)* : presentase unit yang diproses sempurna dan sesuai dengan *standard* kualitas pada saat pertama proses (tanpa *scrap*, *rerun*, *retest*, *repair*, atau *returned*).
2. *BTS (build to schedule)* : pembuatan penjadwalan untuk melihat eksekusi rencana pembuatan produk yang tepat pada waktu dan urutan yang benar.
3. *DTD (dock to dock time)* : waktu antara *unloading raw* material dan selesainya produk jadi untuk siap kirim.
4. *OEE (overall equipment effectiveness)* : mengukur ketersediaan, efisiensi dan kualitas dari suatu peralatan dan juga sebagai batasan utilitas kapasitas dari suatu operasi.
5. *Value rate (ratio)*: presentase dari seluruh kegiatan yang *value added*.
6. Indikator lainnya:
  - a. *A/T: Available time* = total waktu kerja – waktu istirahat

- b. U/T:  $Uptime = (VA+NNVA) / leadtime$
- c. C/T:  $Cycle\ time = \text{waktu untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan}$
- d. VA = waktu yang *value added*
- e. NVA = waktu yang *non-value added*
- f. NNVA = waktu yang *necessary but non-value added*

#### 2.1.6.1 Bagian-bagian dari *Value Stream Mapping*

Menurut Nash dan Poling (2008) baik peta sekarang maupun peta masa depan dalam VSM terdiri dari tiga bagian utama, yaitu :

##### 1. Aliran proses produksi atau aliran material

Aliran proses atau material ini terletak diantara informasi dan *timeline* . Aliran proses digambar dari kiri ke kanan.

##### 2. Aliran komunikasi/ informasi

Aliran informasi pada *value stream mapping* biasanya terletak dibagian atas. Adanya aliran informasi ini, dapat melihat seluruh jenis informasi dan komunikasi baik formal maupun informal yang terjadi dalam *value stream*. Aliran informasi juga dapat melacak informasi yang sebenarnya tidak perlu dan menjadi *non-value added* komunikasi yang tidak memberikan nilai tambah bagi produk itu sendiri.


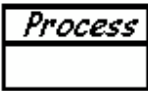
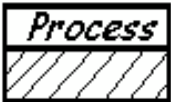
##### 3. Garis waktu/ jarak tempuh




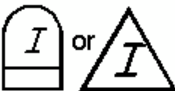
Pada bagian bawah *VSM* terdapat serangkaian garis yang mengandung informasi penting dalam *VSM* tersebut dan bisa disebut sebagai *timelines*. Kedua garis dalam *timelines* ini digunakan sebagai dasar perbandingan dari perbaikan yang akan diimplementasikan. Garis yang pertama yang berada disebelah atas disebut sebagai *Production Lead Time (PLT)*. *Production Lead Time* adalah waktu yang dibutuhkan produk yang melewati semua proses dari bahan baku sampai ke tangan pelanggan dan biasanya dalam suatu hari. Garis yang kedua berada disebelah bawah merupakan *cycle time* semua proses yang ada dalam aliran material dan ditulis diatas garis tepat dibawah prosesnya.

### 2.1.6.2 Simbol-simbol *Value Stream Mapping*

Simbol yang bisa digunakan dalam *Value stream mapping* ditampilkan pada tabel dibawah ini :




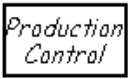
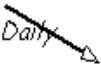
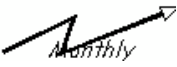
Tabel 2. 4 Lambang yang Digunakan pada Peta Kategori Proses

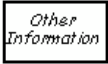
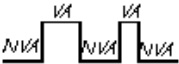
No	Nama	Lambang	Fungsi
1	<i>Customer supplier</i>		Merepresentasikan <i>Supplier</i> bila diletakkan di kiri atas, yakni sebagai titik awal yang umum digunakan dalam penggambaran aliran material. Sementara gambar akan merepresentasikan <i>Customer</i> bila ditempatkan di kanan atas, biasanya sebagai titik akhir aliran material.
2	<i>Dedicated Process</i>		Menyatakan proses, operasi, mesin atau departemen yang melalui aliran material. Secara khusus, untuk menghindari pemetaan setiap langkah proses yang tidak diinginkan, maka lambang ini biasanya merepresentasikan satu departemen dengan aliran internal yang kontinu.
3	<i>Shared Process</i>		Menyatakan operasi proses, <i>departemen</i> atau stasiun kerja dengan <i>family-family</i> yang saling berbagi dalam <i>value stream</i> . Perkiraan jumlah operator yang dibutuhkan dalam <i>Value Stream</i> dipetakan.

No	Nama	Lambang	Fungsi
4	<i>Data Box</i>		Lambang ini memiliki lambang-lambang didalamnya yang menyatakan informasi / data yang dibutuhkan untuk menganalisis dan mengamati <i>system</i> .
5	Operator		Lambang ini merepresentasikan operator. Lambang ini menunjukkan jumlah operator yang dibutuhkan dalam proses.
6	<i>Work Cell</i>		Mengindikasikan banyak proses yang terintegrasi dalam sel-sel kerja manufaktur, seperti sel-sel yang biasa memproses <i>family</i> terbatas dari produk yang sama atau produk tunggal. Produk berpindah dari satu langkah proses ke langkah proses lain dalam berbagai <i>batch</i> yang kecil atau bagian- bagian tunggal.
7	<i>Inventory</i>		Menunjukkan keberadaan suatu <i>inventory</i> diantara dua proses. Jika terdapat lebih dari satu akumulasi <i>inventory</i> , gunakan satu lambang untuk masing-masing <i>inventory</i> .

Sumber: (Rother & Shook, 2003)

Tabel 2. 5 Lambang yang Melengkapi Peta Keseluruhan

No	Nama	Lambang	Fungsi
1	<i>Shipments</i>		Merepresentasikan pergerakan <i>raw material</i> dari <i>supplier</i> hingga menuju gudang penyimpanan akhir di pabrik. Atau pergerakan daribproduk akhir di gudang penyimpanan pabrik hingga sampai ke konsumen.
2	<i>Push Arrows</i>		Merepresentasikan pergerakan material dari memiliki arti bahwa proses dapat memproduksi sesuatu tanpa memandang kebutuhan cepat dari proses yang bersifat <i>downstream</i> .
3	<i>External Shipments</i>		Lambang ini berarti pengiriman yang dilakukan dari <i>supplier</i> ke konsumen atau pabrik ke konsumen dengan menggunakan pengangkutan eksternal (di luar pabrik).
4	<i>Production Control</i>		Merepresentasikan penjadwalan produksi utama atau departemen pengontrolan, orang atau operasi.
5	<i>Manual Info</i>		Gambar anak panah yang lurus dan tipis menunjukkan aliran informasi umum yang bisa diperoleh melalui catatan, laporan ataupun percakapan. Jumlah dan jenis catatan lain bisa jadi relevan
6	<i>Electronic Info</i>		Merepresentasikan aliran elektronik seperti melalui: <i>Electronic Data Interchange</i> (EDI), internet, intranet, <i>LANs</i> ( <i>Local Area Network</i> ), <i>WANS</i> ( <i>Wide Area Network</i> ). Melalui anak panah ini, maka dapat diindikasikan

No	Nama	Lambang	Fungsi
7	<i>Other</i>		Menyatakan informasi atau hal lain yang penting.
8	<i>Timeline</i>		Menunjukkan waktu yang memberikan nilai tambah ( <i>cycle times</i> ) dan waktu yang tidak memberikan nilai tambah (waktu menunggu). Gunakan lambang ini untuk menghitung <i>Lead Time</i> dan <i>Total Cycle Time</i> .

Sumber: (Rother & Shook, 2003)

### 2.1.7 *Kaizen*

*Kaizen* adalah suatu istilah dalam bahasa Jepang yang dapat diartikan sebagai perbaikan secara terus-menerus (*continuous improvement*) (Gaspersz, 2003). Menurut Imai (2001) *kaizen* berarti penyempurnaan berkesinambungan yang melibatkan semua orang, baik manajemen puncak, manajer maupun karyawan dan pokok strategi *kaizen* ialah menyadari bahwa manajemen harus berusaha untuk memuaskan pelanggan dan memenuhi kebutuhan pelanggan.

*Kaizen* pertama kali diperkenalkan oleh *Taichi Ohno*, mantan *Vice President Toyota Motors Corporation*. Di samping memperkenalkan *kaizen*, *Ohno* juga memperkenalkan suatu sistem produksi *Just In Time* pada perusahaan tersebut. Menurut *Brunet* dan *New* (2003), *Kaizen* adalah kata dalam bahasa Jepang yang berarti perbaikan, membawa konotasi dalam industri semua kegiatan dokumen dan sebagian dikontrak untuk mengambil tempat di tempat kerja Jepang untuk meningkatkan operasi dan lingkungan (Putra & Ikatrinasari, 2012).

## 2.2 Kajian Induktif

Berbagai penelitian sudah dilakukan untuk mengidentifikasi pemborosan yang ada di lini produksi, identifikasi dilakukan bertujuan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi sehingga dapat dilakukan tindakan perbaikan agar lini produksi dapat berjalan lebih baik dan efisien. Berikut merupakan kajian induktif yang merupakan penelitian terdahulu mengenai penggunaan *value stream mapping* dalam pemecahan masalah lini produksi :

Tabel 2. 6 Penelitian terdahulu

Author / Tahun	Judul	Metode	Subjek	Obyek	Hasil
1 Rahmad Hidayat, Ishardita Pambudi Tama & Remba Yanuar Efranto / 2014	Penerapan <i>Lean Manufacturing Metode Vsm Dan Fmea</i> Untuk Mengurangi Waste Pada Produk <i>Plywood</i> (Studi Kasus Dept. Produksi PT Kutai Timber Indonesia)	<i>Lean</i> Metode yang digunakan adalah <i>Value Stream Mapping (VSM)</i> , <i>Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)</i> , dan <i>fishbone diagram</i>	Subjek penelitian ini adalah proses produksi produk <i>plywood</i> PT Kutai Timber Indonesia.	Objek penelitiannya adalah <i>waste</i> yang terjadi pada proses produksi produk <i>plywood</i> .	Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada proses produksi <i>plywood</i> ukuran 9 x 1220 x 2440 mm di PT Kutai Timber Indonesia didapatkan 3 jenis <i>waste</i> yang teridentifikasi yaitu <i>waste product defect</i> , <i>waiting time</i> , dan <i>unnecessary inventory</i> . Sehingga perbaikan yang diusulkan adalah penambahan jumlah mesin <i>dryer</i> dari 1 mesin menjadi 2 mesin untuk mengurangi <i>waste waiting</i> , dan <i>unnecessary inventory</i> , serta memberikan desain alat <i>material handling</i> yang lebih tepat dan ergonomis, yaitu dengan memberikan perbaikan pada pembatas dan pendorong alat



Author / Tahun	Judul	Metode	Subjek	Obyek	Hasil
2 Ari Zaqi Al Faritsy & Suseno / 2015	Peningkatan Produktivitas Dengan Menggunakan Metode <i>Six Sigma, Lean Dan Kaizen</i>	Metode penelitian menggunakan metodologi <i>six sigma</i> yang terdiri dari <i>Define, Measure, Analyze, dan Improve (DMAI)</i> . Untuk <i>Measure</i> , pengukuran waktu normal proses kerja dengan menggunakan metode <i>stopwatch time study</i> . Sedangkan untuk <i>waste</i> proses produksi diolah dengan menggunakan <i>value</i>	Subjek penelitian ini adalah proses kerja stasiun rangkaian rangka produksi tiang listrik beton.	Objeknya adalah <i>waste</i> yang terjadi di proses produksi tiang listrik beton.	<i>material handling</i> , dan dengan melakukan <i>corrective maintenance</i> yaitu menentukan perawatan dengan pekerjaan perbaikan <i>rehabilitative</i> untuk mengurangi <i>waste product defect</i> . Produktivitas kerja awal rangkaian rangka sebesar 1,56 sigma, setelah dilakukan perbaikan menjadi 1,99 sigma. Pada peta proses operasi saat ini ditemukan waktu transportasi = 37,5 menit dan waktu <i>delay</i> = 305 menit. Pada peta kerja usulan dihasilkan waktu transportasi = 16,25 menit dan waktu <i>delay</i> = 70 menit. Pada CVSM waktu siklus = 4,71 jam, dan <i>lead time</i> = 38,86 jam dengan

Author / Tahun	Judul	Metode	Subjek	Obyek	Hasil
		<i>stream mapping</i> dan peta kerja. Untuk <i>Improve</i> menggunakan <i>tools kaizen</i> yang berfokus pada 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke).			total WIP = 299 unit. Pada FVSM waktu siklus = 4,399 jam, dan <i>lead time</i> = 30,01 jam dengan total WIP = 198 unit.
3 Zanjbeel Tabassum & Alyaan Khan / 2016	<i>Production Line Analysis via Value Stream Mapping: A Case Study in Pakistani Manufacturing Firm</i>	<i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	Subjek yang diteliti adalah proses perakitan ada di Pakistani Manufacturing Firm.	Objek penelitian adalah <i>waste</i> pada lini lini perakitan Pakistani Manufacturing Firm.	Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa line balance tidak seimbang dan efisien yang terjadi karena terlalu banyaknya pekerja dan buruknya organisasi di area kerja. Perbaikan dilakukan dengan pengurangan pekerja dari 21 orang menjadi 11 orang yang membuat efisiensi line balancing meningkat dari 54% menjadi 88%. Produksi pun berhasil meningkat dari 125 pcs menjadi 150 pcs per

Author / Tahun	Judul	Metode	Subjek	Obyek	Hasil
4 Thomas Prayogo & Tanti Octavia / 2013	Identifikasi <i>Waste</i> dengan Menggunakan <i>Value Stream Mapping</i> di Gudang PT. XYZ	Metode <i>Value Stream Mapping</i>	Subjek penelitian ini adalah Gudang PT.XYZ yang merupakan salah satu produsen rokok terkemuka di Indonesia. Gudang yang dimaksud terdiri dari 4 gudang	Objek penelitian ini adalah <i>waste</i> yang terjadi di gudang PT.XYZ.	jam. Jam kerja pun berkurang dari 168 jam menjadi 88 jam. Selain itu dilakukan pula perbaikan layout untuk pekerja yang lebih sedikit yang membuat pekerja dapat bekerja lebih efisien yang akan memperbaiki organisasi. Gudang <i>spare part</i> terdapat dua <i>waste</i> yaitu <i>transportation</i> dan <i>waiting</i> . Perancangan usulan perbaikan yang diberikan adalah dengan memindah pintu yang awalnya diluar area produksi menjadi di dalam area produksi dan dengan memindahkan kereta angkut menuju tempat area bongkar muat di <i>Clove Processing</i> (CP). Perancangan usulan

Author / Tahun	Judul	Metode	Subjek	Obyek	Hasil
			yaitu <i>spare part</i> , DIM ( <i>Direct Material</i> ), <i>clove</i> /cengkeh dan <i>leaf</i> /tembakau.		perbaikan yang diberikan didapatkan pengurangan untuk <i>transportation waste</i> sebesar 39,98%, 49,71% dan 100%. Sedangkan untuk <i>waiting waste</i> pengurangannya sebesar 70,34%. Terdapat dua <i>waste</i> yang ada pada gudang DIM yaitu proses <i>loading</i> yang dapat lebih dipercepat dan <i>waste</i> yang kedua adalah penggunaan truk yang kurang maksimal. Usulan perbaikannya adalah dengan menggunakan <i>spatula extension forklift</i> dan menjadwalkan kembali waktu pengiriman material untuk masing- masing tempat agar tidak terjadi penumpukan di masing-masing

Author / Tahun	Judul	Metode	Subjek	Obyek	Hasil
					<p>tempat. Perancangan usulan perbaikan yang diberikan didapatkan pengurangan untuk <i>transportation waste</i> sebesar 50,05%. Sedangkan untuk <i>waiting waste</i> pengurangannya sebesar 100%. <i>Waste</i> terdapat pada gudang <i>clove</i> adalah proses <i>unloading</i> yang dapat lebih dipercepat. Usulan perbaikan untuk <i>waste</i> proses <i>unloading</i> yang dapat lebih dipercepat adalah dengan menggunakan jembatan timbang untuk truk. Persentase masalah yang terdapat pada gudang <i>clove</i> dapat berkurang 50,5%. Gudang <i>leaf</i> terdapat <i>inventory waste</i>. Perancangan usulan perbaikan</p>

Author / Tahun	Judul	Metode	Subjek	Obyek	Hasil
5 Satish Tyagi, Alok Choudhary, Xianming Cai, Kai Yang / 2014	<i>Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process</i>	VSM ( <i>Value Stream Mapping</i> ) dan <i>Pareto diagram</i> untuk mendapatkan Data dengan <i>Gemba Walk</i> . Usulan perbaikan didapatkan melalui proses <i>brainstorming</i> bersama <i>senior manager</i> .	Subjek yang diteliti adalah proses produksi produk <i>Turbine</i> .	Objek yang diteliti adalah <i>waste</i> yang terjadi pada proses tersebut.	yang diberikan didapatkan pengurangan sebesar 100%.  Waste yang didapatkan adalah aliran dari informasi sehingga perbaikan yang diusulkan adalah dengan memperbaiki komunikasi dan koordinasi agar setiap bagian mendapatkan informasi yang tepat. Dengan perbaikan yang dilakukan didapatkan hasil peningkatan 30% langkah yang memberikan <i>value added</i> , peningkatan 50% untuk waktu <i>value added</i> . Pengurangan <i>waiting time</i> dari yang 272 hari menjadi 30 hari, dan pengurangan jumlah transfer barang yang dilakukan dari 87 kali menjadi 23 kali.

Author / Tahun	Judul	Metode	Subjek	Obyek	Hasil
6 Dana Marsetya Utama, Shanty Kusuma Dewi & Veronika Indah Mawarti / 2016	Identifikasi Waste Pada Proses Produksi Key Set Clarinet Dengan Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i>	Pada <i>Value stream mapping</i> , <i>Key Set waste assessment model</i> (WAM), dan <i>value stream</i> <i>Lean analysis tools</i> (VALSAT)	Subjek penelitian ini adalah Proses Produksi Key Set Clarinet.	Objek penelitian ini adalah <i>waste</i> .	Permasalahan yang dihadapi oleh YMPI yaitu tidak tercapainya target produksi Key Set Clarinet yang telah ditentukan oleh pihak <i>production control</i> disebabkan adanya <i>waste</i> pada lini produksi <i>Band Instrument Initial Process 2 Key Set Clarinet</i> . Hasil identifikasi <i>waste</i> yang telah dilakukan dengan menggunakan metode WAM menghasilkan empat jenis <i>waste</i> yang paling dominan yaitu <i>defect</i> (26.04%), <i>motion</i> (19.34%), <i>inventory</i> (19.22%), dan <i>waiting</i> (13.91%).
7 Darminto Pujotomo & Dian Novia	Usulan Perbaikan untuk Meningkatkan <i>Produktivitas Fillingplant</i>	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah <i>Line Balancing</i> , <i>Value filling</i>	Subjek penelitian ini adalah proses saat	Objeknya adalah <i>waste</i> .	Hasil identifikasi pemborosan atau <i>waste</i> pada proses <i>filling</i> dengan menggunakan <i>value stream</i>

Author / Tahun	Judul	Metode	Subjek	Obyek	Hasil
Rusanti / 2015	Dengan Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i> pada PT Smart Tbk Surabaya	<i>Lean stream mapping</i> digunakan untuk mengidentifikasi <i>waste</i> yang terjadi selama proses <i>filling</i> berlangsung.	produksi pengolah minyak kelapa sawit.		<i>mapping</i> didapatkan tiga <i>waste</i> yaitu <i>waiting</i> selama 11,24 detik/ <i>batch</i> , <i>unnecessary motion</i> sebesar 10,05 detik/ <i>batch</i> , dan <i>defect</i> sebesar 4,4%. Pemborosan paling utama adalah <i>waste waiting</i> . Faktor yang menyebabkan <i>waiting</i> adalah jumlah penumpukan jerigen antar operasi karena adanya perbedaan waktu operasi yang cukup signifikan. Usulan perbaikannya adalah <i>Redesain layout</i> pada <i>filling plant</i> sehingga dapat menekan tingkat defect akibat etiket basah sebesar 40%. Kemudian penggabungan operasi kerja <i>plugging</i> dengan <i>capping</i> yang mampu mengurangi total



Author / Tahun	Judul	Metode	Subjek	Obyek	Hasil	
8	Andi Rahayu Putri, Lely Herlina dan Putro Ferro Ferdinant	Identifikasi Menggunakan Assesment Model (WAM) pada Lini Produksi PT. KHI Pipe Industries	<i>Waste Waste</i> Assesment Model (WAM), Six Sigma, Fault Tree Analysis (FTA), 5W+ 1H	Bidang industri pembuatan pipa baja las terbesar di Indonesia	Identifikasi <i>Waste</i>	<p><i>operation time</i> sebesar 15,31%. Dan <i>Line balancing</i> untuk menekan <i>waiting time</i> yang mampu mengurangi <i>delay tme</i> sebesar 64,91</p> <p>Identifikasi yang tertinggi pada <i>waste</i> produksi pipa gas spiral di PT, KHI Pipe Industries adalah 27% untuk jenis kecacatan defect. Usulan perbaikannya untuk mengurangi <i>waste</i> pada defect yaitu maintenance mesin secara rutin setiap hari saat sebelum pemakaian. Maintenancenya berupa pelapisan manganis pda sisi mesin agar tidak bergesekan dengan coil.</p>

Author / Tahun	Judul	Metode	Subjek	Obyek	Hasil	
9 Brisky Musyahidaha, Mochammad Chiri dan Ihwan Hamdala	Implementasi Value Steam Mapping sebagai upaya meminimalkan WASTE	Mrtode Value Stream Mapping Seven Activity Assessment Model, Kanban	Produksi yang didalam maupun negeri	baterai dujual negeri luar	Meminimalkan Waste	Diketahui dengan metode WAM bobot <i>waste</i> tertinggi terdapat pada proses Heat Sealing mempunyai bobot <i>waste</i> sebesar 8.25. <i>Waste</i> yang terjadi pada proses ini disebabkan oleh tiga <i>waste</i> , yaitu waiting, transportation, dan defect. Usulan perbaikannya pada proses heat-sealing yaitu usulan perbaikan dengan perancangan kartu Kanban, memberikan desain baru palet untuk aktivitas material handling

Author / Tahun	Judul	Metode	Subjek	Obyek	Hasil
10 Faritsy dan Suseno (2015)	Peningkatan Produktivitas Perusahaan dengan Menggunakan Metode Six Sigma, Lean dan Kaizen	Six Sifma, Lean Manufacturing, VALSAT, Kaizen		Peningkatan produktivitas perusahaan	cover, dan usulan terakhir yaitu pemberian earplug pada operator agar lebih berkonsentrasi pada proses pekerjaannya.  Peningkatan produktivitas dapat dilakukan dengan metode six sigma, lean dan kaizen dengan mengurangi waktu proses kerja, work in process dan lead time proses produksi melalui eliminasi pemborosan ( <i>waste</i> ). Produktivitas kerja awal rangkaian rangka sebesar 1,56 sigma menjadi 1,99 sigma dan terjadinya pengurangan waktu siklus.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dengan pendekatan kualitatif menggunakan analisis kuantitatif untuk beberapa data yang berupa hasil observasi atau record dari perusahaan. Peneliti berusaha memahami lebih mendalam mengenai fenomena yang terjadi yang dirasakan oleh para partisipan atau informan. Peneliti melakukan observasi langsung dan penggalan informasi terhadap lingkup penelitian dengan cara *interview* dari sumber-sumber yang telah dipastikan mengetahui informasi yang dibutuhkan oleh peneliti. Informan terpilih yaitu *stakeholders* yang memangku kepentingan yang melaksanakan, dan yang mengetahui mendalam mengenai proses produksi di PT. Yamaha Indonesia kondisi proses produksi yang sudah ada akan dianalisis dan dicari rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan produktivitas sistem produksi dan mengurangi *waste* pada proses produksi. Identifikasi dilakukan berdasarkan observasi di lapangan dan berdasarkan pada kondisi saat ini.

#### 3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah pengurangan *waste* pada proses lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* yang hanya memproduksi kabinet Piano model PE (*Polyshed Ebony*) baik UP (*Upright Piano*) maupun GP (*Grand Piano*) di PT Yamaha Indonesia yang beralamat di *Jakarta Industrial Estate PuloGadung (JIEP)*, Jalan Rawagelam I No 5, Jakarta Timur. Akan tetapi, pada penelitian kali ini penulis hanya memfokuskan pada piano jenis PE model B1 PE saja dikarenakan jumlah produksinya di setiap bulan selalu menjadi yang tertinggi. Pada lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* melakukan proses yang rata-rata sama pada setiap jenis model piano yang lain, hanya berbeda dalam ukuran dimensinya saja.

*Sanding Balikan Flow Coater* merupakan sub sistem produksi dari PT. Yamaha Indonesia yang hanya berfokus pada proses penyandingan kabinet Piano yang telah melalui proses *spray Flow Coater*. Pada divisi *Sanding Balikan Flow Coater* ini hanya memproses jenis piano berwarna PE dan pada rantai produksi *Sanding Balikan Flow Coater* ini alat yang digunakan operator adalah berupa alat manual seperti *atengi* dan juga mesin seperti *belt sander* atau *wide sander*.

### 3.3 Studi Pustaka dan Studi Lapangan

Studi pustaka dilakukan supaya penulis dapat mengetahui dan mempelajari penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan dan menyerupai penelitian yang akan dilakukan. Selain itu studi pustaka berisi kajian teoritis yang memuat semua teori yang ada pada penelitian ini. Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai landasan teori yang digunakan dalam melakukan penelitian. Beberapa diantaranya yaitu konsep produktivitas, konsep *lean manufacture*, *waste*, *value stream analysis tool*, *value stream mapping*, identifikasi *waste*, *value stream mapping tools* dan *kaizen* . Selain itu juga akan dilakukan kajian empiris mengenai penelitian-penelitian sebelumnya yang sudah pernah dilakukan dan serupa dengan penelitian ini. Sedangkan studi lapangan digunakan untuk mencocokkan kajian teoritis dengan keadaan sebenarnya yang terjadi diperusahaan.

### 3.4 Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti dalam menyelesaikan penelitian ini dilakukan dengan cara:

#### 1. Data Primer

Yaitu data yang diperoleh secara langsung melalui observasi dan wawancara langsung di lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater*. Metode yang digunakan adalah :

##### a. Observasi

Observasi merupakan metode yang dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung pada objek penelitian untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan secara aktual.

- b. Wawancara  
Merupakan pengumpulan data dengan melakukan tanya jawab secara langsung pada pihak yang bersangkutan tentang masalah terkait dengan penelitian.

Selain itu ada pula data yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

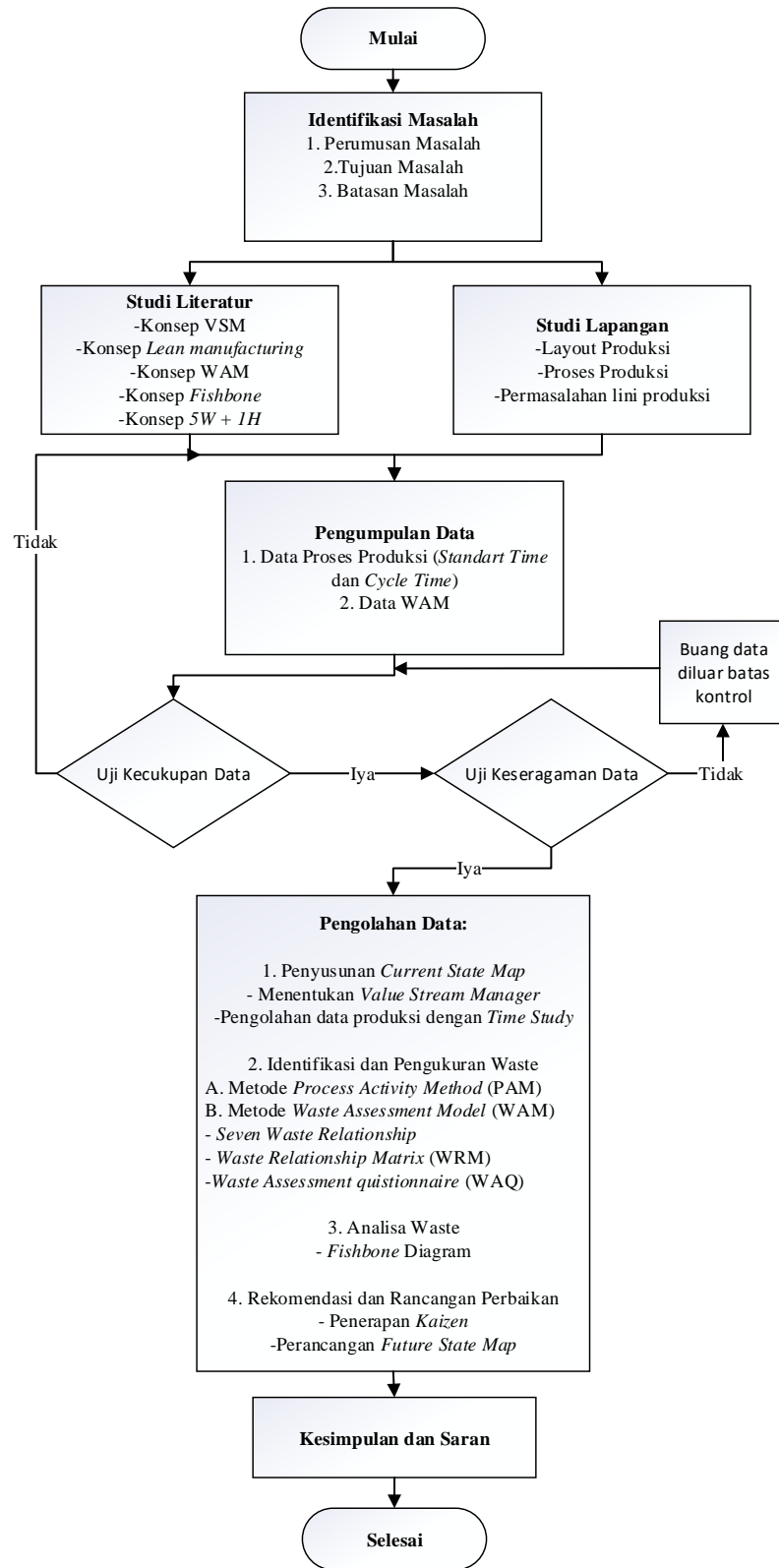
- a. Waktu *Standard*  
Waktu *Standard* didapatkan dari waktu pengerjaan operator dalam melakukan suatu proses kerja untuk setiap kabinet untuk setiap model piano. Waktu *standard* dihitung menggunakan *stopwatch* dan data ini digunakan untuk melihat waktu siklus proses.
- b. Aliran Proses Kerja  
Aliran proses kerja (*Flow Process Chart*) dibuat berdasarkan jalannya aliran jalannya proses kerja tiap kabinet untuk setiap model piano.
- c. Data Inventori (*Work In Process*)  
Data inventori didapatkan dari perhitungan inventori untuk setiap proses kerja.

## 2. Data Sekunder

Yaitu merupakan data yang diperoleh peneliti secara tidak langsung dari sumber-sumber yang berhubungan dengan penelitian. Data sekunder umumnya berupa data historis produksi, data atribut, dan data-data penunjang lainnya sebagai pelengkap penelitian.

### 3.5 Diagram Alir Kerangka Penelitian

Berikut merupakan alur penelitian yang akan dilakukan yaitu sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Gambaran Umum Perusahaan

##### 4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan

PT Yamaha Indonesia (PT YI) didirikan pada tanggal 27 Juni 1974. Awalnya PT YI memproduksi berbagai alat musik diantaranya piano, *electone*, *pianica*, dll. Mulai bulan Oktober 1998, PT YI mulai memfokuskan produksi pada piano saja di atas area seluas 17.305 m<sup>2</sup>, yang berlokasi di Kawasan Industri Pulogadung, Jakarta Timur.

PT YI memperoleh penghargaan ISO 9001 dan ISO 14001 yang membuktikan perhatian PT YI yang besar terhadap kualitas sistem produksi terbaik yang sejalan dengan keamanan lingkungan. Pembuatan piano melalui berbagai proses yang mendetail diantaranya pengolahan kayu, cat, perakitan, penyinaran, penyetaraan suara dan nada, inspeksi hukum dan kualitas.

Untuk mendukung kegiatan produksi, PT YI mengadakan berbagai aktivitas seperti Do Re Mi Fa (lingkaran kualitas kontrol) sebagai salah satu aktivitas dari grup-grup kecil yang berhubungan dengan pengembangan kualitas, waktu distribusi, biaya, dan keamanan lingkungan. Selain itu juga diadakan Sekolah Tinggi Yamaha Indonesia (STYI), olahraga dan kursus bahasa asing. Seluruh aktifitas tersebut bertujuan tidak hanya untuk proses pelestarian namun juga untuk menambah pengetahuan dan kemampuan masing-masing pekerja.



#### **4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan**

PT Yamaha Indonesia memiliki visi dan misi yang diinginkan guna memajukan perusahaan. Berikut visi dan misi dari PT Yamaha Indonesia.

*a.* Visi

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

*b.* Misi

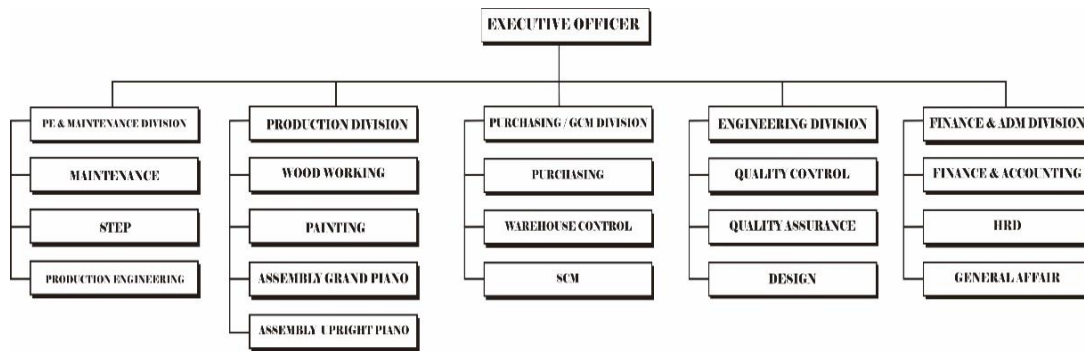
“Berkerti kepada negara melalui industri, dalam rangka berpartisipasi mensukseskan pelaksanaan pembangunan negara bagi terciptanya masyarakat adil dan makmur”

#### **4.1.3 Tujuan Perusahaan**

Yamaha bertujuan untuk menciptakan iklim perusahaan yang ceria, memiliki kebanggaan, dan rasa percaya diri dengan memaksimalkan kemampuan dan perwujudan diri karyawan dalam pekerjaannya, serta menciptakan hubungan saling percaya dengan peraturan yang adil berdasarkan persepsi masyarakat.

#### **4.1.4 Struktur Organisasi Perusahaan**

Struktur organisasi secara umum PT Yamaha Indonesia bisa dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4. 1 Struktur Organisasi PT Yamaha Indonesia  
(Sumber: Data Umum HRD, PT Yamaha Indonesia)

Gambar 4.1 merupakan struktur organisasi yang ada di PT Yamaha Indonesia dan apabila kita melihat dari struktur organisasi pada PT Yamaha Indonesia maka kita dapat mengetahui pembagian tugas serta tanggung jawab anggota organisasi dalam perusahaan berdasarkan tugas dan wewenangnya, struktur organisasi PT Yamaha Indonesia ini terdiri dari :

1. Divisi *Production Engineering* dan *Maintenance* menangani masalah *kaizen* (perbaikan berkesinambungan) dan perbaikan (*maintenance*). Pembagian dari divisi ini yaitu *Maintenance*, *STEP* (*Supporting Team for Engineering Project*), dan *Production Engineering*. Apabila ada permintaan dari *user/operator* untuk melakukan *upgrade* mesin, dapat diajukan kepada divisi ini untuk selanjutnya akan dikaji ulang mengenai tindakan *kaizen*. Pembuatan mesin-mesin dapat dilakukan diluar perusahaan (*vendor*) ataupun didalam perusahaan sendiri (apabila memungkinkan dari segi alat dan bahan).
2. Divisi Produksi terdapat pembagian divisi kecil yaitu *Wood Working*, *Painting*, *Assembly Upright Piano (UP)*, dan *Assembly Grand Piano (GP)*. Divisi produksi menangani bagian produksi/pabrikasi, mulai dari awal proses pembuatan piano dari bahan mentah (*wood working*), *assembly*, *painting*, hingga *finishing*. Semua proses tersebut berada dibawah divisi Produksi.
3. Divisi *Purchasing* menangani urusan dalam hal order barang, baik dari segi penentuan harga, *vendor*, membuat laporan pembelian & pengeluaran barang (*inventory*, material, dan sebagainya), bekerja sama dengan departemen terkait untuk memastikan kelancaran operasional, dan memastikan kesediaan barang/material

melalui *audit control stock*. Divisi yang dibawah oleh *Purchasing* antara lain *SCM*, *Purchasing*, dan *Ware House*.

4. Divisi *Engineering* membawahi divisi *Quality Control (QC)*, *Quality Assurance*, dan *Design*. Masing-masing divisi ini menangani masalah pengecekan akhir (QC) dan juga penanggung jawab dalam hal *design*.
5. Divisi *Finance & Administrasi*. Divisi ini membawahi beberapa divisi kecil yaitu *Finance & Accounting*, *Human Resourch Develepoment*, dan *General Affair*. Tugas dari divisi *Finance & Accounting* yaitu mengenai urusan keuangan dari perusahaan. Perbedaan dari *Finance* dan *Accounting* yaitu: *Finance* merupakan pemegang uang (yang mempunyai kekuasaan dalam hal pemasukan / penerimaan uang), sementara *Accounting* mengurus masalah pengecekan, mencatat, dan pelaporan mengenai uang masuk/keluar.

#### 4.1.5 Jenis dan Model Produksi

PT Yamaha Indonesia memproduksi dua jenis piano (*Grand Piano Yamaha*, *Upright Piano Yamaha*), dimana memiliki berbagai tipe/model tiap jenisnya :

1. *Upright* piano adalah piano dengan posisi vertikal/tegak. Berikut adalah contoh dari *upright* piano yang ditunjukkan oleh Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 *Upright* Piano  
(Sumber: Data Umum *Process Control*, PT Yamaha Indonesia)

2. *Grand piano* adalah piano dengan posisi horizontal. Berikut adalah contoh *grand piano* yang ditunjukkan oleh Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 *Grand Piano*  
(Sumber: Data Umum *Process Control*, PT Yamaha Indonesia)

#### 4.1.6 Proses Produksi di *Sanding Balik Flow Coater*

Proses utama dalam *Sanding Balik Flow Coater* adalah menyanding seluruh bagian kabinet-kabinet yang terkena proses *spray flow coater*. Dalam menyanding kabinet-kabinet itu di dalam *Sanding Balik Flow Coater* dibagi menjadi 3 proses utama, yaitu *Machine Sander* yang terdiri dari mesin *Wide Sander* dan *Belt Sander*, *Free Sander*, dan *Cleaning*. Ketiga proses ini secara umum dilakukan untuk kabinet-kabinet piano model PE (*Piano Ebony*) baik jenis UP (*Upright Piano*) maupun GP (*Grand Piano*). Berikut penjelasan tentang prosesnya:

##### 1. Proses Mesin *Wide Sander*

Pada mesin ini dilakukan proses penyandingan bagian permukaan agar kabinet piano dapat halus kembali dan bersih dari sisa-sisa *spray flow coater* setelah melewati fase *spray enamel* pada lini produksi *flow coater* pada bagian sisi *Edge* kabinet, proses ini dilakukan secara otomatis dengan menggunakan mesin *conveyor* dengan *abrassive* yang berputar didalamnya. Untuk menjalankan mesini ini dibutuhkan operator untuk mendorong kabinet ke dalam mesin tersebut dan akan berputar kembali dengan menggunakan *conveyor auto return*. Pada lini produksi *Sanding Balik Flow Coater* memiliki 2 mesin *Wide Sander*, yaitu *Wide Sander Besar* dan *Wide Sander Kecil*. Pada

*Wide Sander Besar* umumnya proses yang dilakukan untuk kabinet-kabinet panel yang telah menyelesaikan proses *spray enamel* pada bagian *edge*, dan pada *Wide Sander Kecil* proses dilakukan pada kabinet *panel* dan beberapa kabinet *small* yang telah menyelesaikan proses *spray enamel* muka 1 dan akan dilanjutkan untuk proses *spray enamel* muka 2 pada lini produksi *Flow Coater*.

## 2. Proses Mesin Belt Sander

Pada mesin ini dilakukan juga proses penyandingan permukaan agar kabinet-kabinet piano dapat halus kembali dan bersih dari sisa-sisa bekas spray setelah melalui fase *spray enamel*. Akan tetapi bedanya dengan mesin *Wide Sander*, pada mesin ini dilakukan pada kabinet-kabinet *small* baik UP maupun GP dengan menggunakan abrasive yang berputar secara otomatis tetapi operator tetap harus mengarahkan dengan tangannya kabinet yang akan disanding, tidak secara otomatis. Pada lini produksi *Sanding Balik Flow Coater* memiliki 2 mesin belt sander yang keduanya memiliki fungsi sama.

## 3. Proses Mesin *Free Sander*

Setelah kabinet melalui proses *Belt sander* atau *Wide sander* selanjutnya kabinet-kabinet perlu dilakukan proses penyandingan pada sisi mentori, hal ini dilakukan secara manual tangan dengan menggunakan mesin *Free sander*. Pada lini produksi *Sanding Balik Flow Coater* memiliki sebanyak 6 tempat untuk melakukan proses *Hand sanding*.

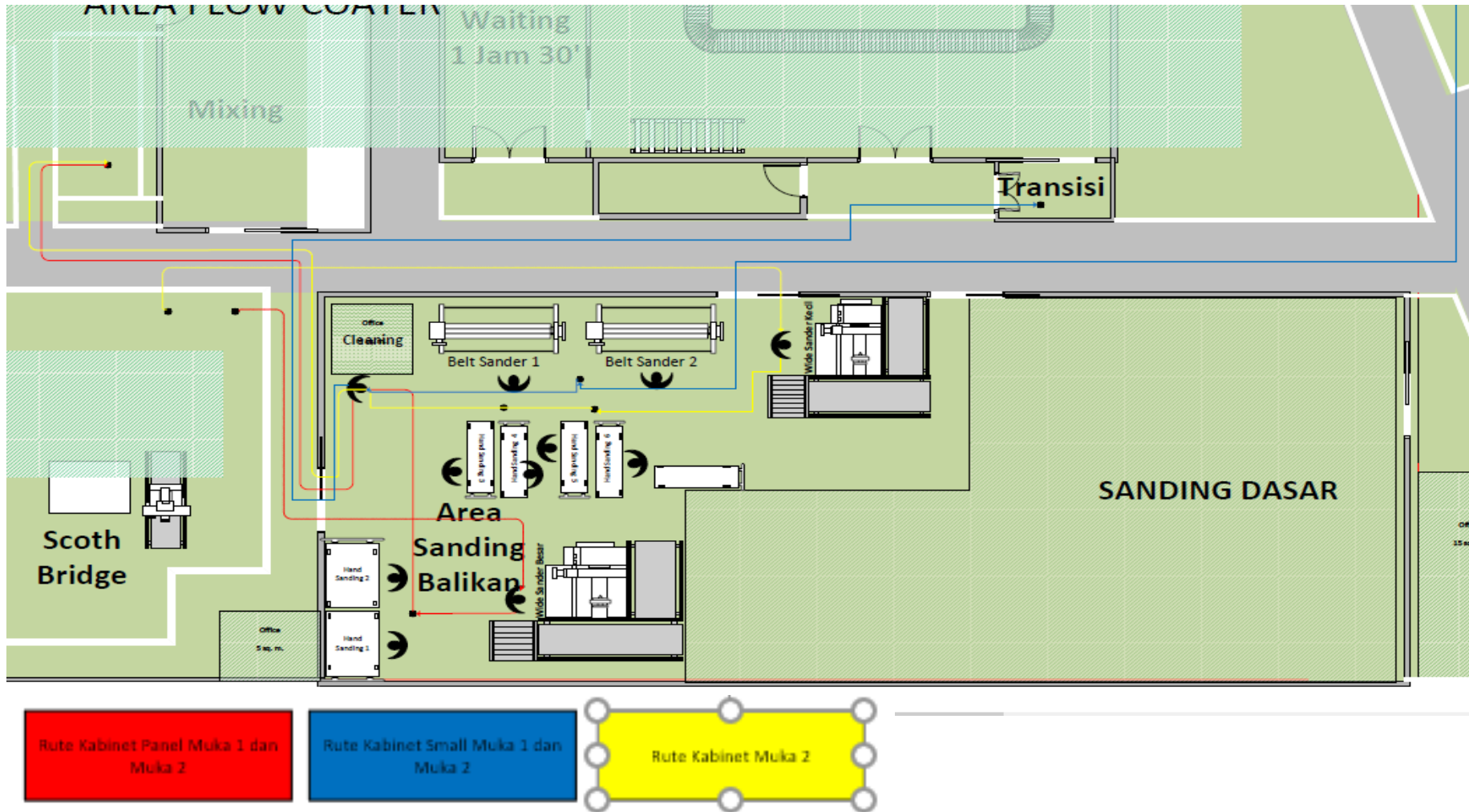
## 4. Proses *Cleaning*

Selanjutnya proses yang terakhir dalam lini produksi *Sanding Balik Flow Coater* adalah proses *Cleaning* atau pembersihan -kabinetkabinet yang telah melewati proses *Free Sander*. Hal ini dilakukan agar debu-debu yang masih menempel pada kabinet dapat hilang sehingga memudahkan dalam melakukan *spray black sealer* pada bagian *Flow coater*. Pada bagian ini terdapat 1 tempat untuk melakukan proses *cleaning*.

#### **4.1.7 Jumlah Permintaan**

#### **4.1.8 Layout dan Aliran Produksi**

Divisi atau bagian *Sanding Balik Flow Coater* terletak di lantai empat yang termasuk di *departement Painting* dimana proses *sanding balikan* dilakukan setelah proses spray dan dilanjutkan dengan proses *sanding balikan* atau proses untuk membersihkan kabinet dari sisa-sisa cat. Adapun layoutnya dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 4. 4 *Layout* Produksi *Sanding Balikan Flow Coater*

Berdasarkan gambar 4.4 dapat dilihat bahwa area *Sanding Balikan Flow* berada dalam satu ruangan tertutup plastik dengan sanding dasar, dan berdekatan dengan *spray flow coater*. Sebagaimana pada gambar tersebut, dapat dilihat juga bahwa proses *Sanding Balikan Flow Coater* sangat berkaitan erat dengan *spray flow coater*, hal itu karena supplier dan konsumen dari *Sanding Balikan Flow Coater* adalah *spray flow coater* itu sendiri. Jadi *Sanding Balikan Flow Coater* dan *spray flow coater* merupakan kesatuan proses yang tidak dapat dipisahkan keduanya karena memiliki plan harian yang sama setiap harinya. Seperti dapat dilihat juga pada rute proses, pada lini produksi sanding balikan dan *spray flow coater* terlihat sangat rumit, karena setiap kabinet-kabinet piano memiliki perlakuan yang berbeda dalam posesnya. Adapun area *Sanding Balikan Flow Coater* meliputi mesin *Wide sander besar*, *Wide sander kecil*, 2 *Mesin Belt sander*, 6 meja untuk proses *hand sanding* dan 1 *booth* untuk melakukan proses *cleaning* kabinet.

## 4.2 Pengumpulan Data

### 4.2.1 Data Rencana Produksi

Data rencana produksi atau *Plan Production* diperlukan untuk mengetahui target produksi dalam sehari, selain itu data rencana produksi diperlukan pula dalam pembuatan *mapping* karena merupakan informasi penting yang harus ada dalam suatu pemetaan proses. Adapun data rencana produksi *Sanding Balikan Flow Coater* PT Yamaha Indonesia untuk piano jenis *Upright Piano* model B1 PE bulan Januari 2018 adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Data Rencana Produksi Bulan Januari Model B1 PE

<i>Model</i>	<i>Januari 2018</i>		<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>
	<i>Month</i>	<i>Day</i>		
B1 PE	669,9	30,45	24,02	6,43

Berdasarkan PSI 194 PT. Yamaha Indonesia

Berdasarkan data dari tabel di atas dapat diketahui bahwa rencana produksi bulan Januari 2018 *Sanding Balikan Flow Coater* model B1 PE adalah 670 unit/bulan atau



sekitar 31 unit/hari dan bila dirubah kedalam bentuk pcs/hari maka akan didapat sekitar 400 pcs/hari. Rencana produksi ini akan dilaksanakan dengan dua *shift* yaitu *shift* satu dan *shift* dua, dimana *shift* satu yang bekerja di pagi hari sampai dengan sore memproduksi 24 unit/hari dan *shift* dua yang bekerja dari sore hari sampai dengan malam memproduksi 7 unit/hari.

#### 4.2.2 Data Jumlah Operator dan Waktu Kerja

Selain itu dibutuhkan pula data jumlah operator yang melakukan kegiatan produksi *Sanding Balikan Flow Coater*. Tabel 4.44 berikut ini adalah data jumlah operator masing-masing proses yang ada di *Sanding Balikan Flow Coater* untuk memproses kabinet piano model B1 PE :

Tabel 4. 2 Data Jumlah Operator

No.	Nama Proses	Jumlah Operator	
		Shift 1	Shift 2
1	<i>Wide Sander Besar</i>	1	
2	<i>Wide Sander Kecil</i>	1	
3	<i>Belt Sander</i>	2	4
4	<i>Hand sanding</i>	5	
5	<i>Cleaning</i>	1	

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa jumlah operator *shift 1* di proses mesin *Wide Sander Besar* adalah 1 orang, proses mesin *Wide Sander Kecil* adalah 1 orang, proses mesin *Belt Sander* adalah 2 orang, proses *Hand Sanding* adalah 5 orang, dan proses *Cleaning* adalah 1 orang. Jadi, total operator untuk *shift 1* sebanyak 10 orang. Sedangkan untuk jumlah operator *shift dua* terdapat 4 orang; 1 orang mengoperasikan mesin *belt sander* dan *wide sander* secara bergantian tergantung kebutuhan kabinet, 2 orang yang melakukan proses *Hand sanding*, dan 1 orang melakukan proses *cleaning*. Seluruh kegiatan itu dilakukan berdasarkan waktu yang tersedia atau *available time* yang untuk masing-masing *shift* berbeda dan pembagian waktu tersebut dapat dilihat pada tabel 4.45 berikut:

Tabel 4. 3 *Available Time*

No.	Nama Proses	Waktu (Menit)	
		<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>
1	<i>Wide Sander Besar</i>	460	400
2	<i>Wide Sander Kecil</i>	460	400
3	<i>Belt Sander</i>	460	400
4	<i>Hand sanding</i>	460	400
5	<i>Cleaning</i>	460	400

Berdasarkan tabel 4.45 dapat diketahui bahwa seluruh proses yang berjalan di *Shift* satu yang mulai beroperasi dari jam 7.00 WIB memiliki *available time* selama 460 menit, sedangkan untuk *Shift* dua yang mulai beroperasi dari jam 14.45 WIB memiliki *available time* selama 400 menit.

Waktu kerja PT Yamaha Indonesia adalah Senin–Jumat selama 40 jam dengan jadwal kerja sehari-hari sebagai berikut:

1. Senin – Kamis

- a. 07:00 – 09:20 : Bekerja
- b. 09:20 – 09:30 : Istirahat minum teh
- c. 09:30 – 12:30 : Bekerja
- d. 12:30 – 13:20 : Istirahat makan siang
- e. 13:20 – 16:00 : Bekerja

2. Jumat

- a. 07:00 – 09:20 : Bekerja
- b. 09:20 – 09:30 : Istirahat minum teh
- c. 09:30 – 11:30 : Bekerja
- d. 11:30 – 12:50 : Istirahat makan siang atau Sholat Jumat (muslim)
- e. 12:50 – 16:30 : Bekerja

Di luar ketentuan waktu di atas, maka di perhitungkan sebagai kerja *overtime* dengan mengajukan Surat Permohonan Lembur atau SPL yang ditandatangani sampai dengan Manager di masing-masing departemen.

#### 4.2.3 Data Waste Assessment Model

Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengisian *questioner* yang di isi oleh seorang *expert* pada bagian *Sanding Balikan Flow Coater* yaitu, ketua kelompoknya. Berikut merupakan hasil pengumpulan datanya:

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Jawaban *Seven Waste Relationship*

<b>Rekapitulasi Jawaban 7WR</b>							
<b>No.</b>	<b>Type Pertanyaan</b>	<i>Ask 1</i>	<i>Ask 2</i>	<i>Ask 3</i>	<i>Ask 4</i>	<i>Ask 5</i>	<i>Ask 6</i>
1	O_I	B	A	B	B	C	B
2	O_D	C	C	C	C	A	C
3	O_M	B	B	B	B	B	C
4	O_T	A	A	A	A	F	A
5	O_W	A	A	A	A	F	A
6	I_O	C	C	C	B	C	C
7	I_D	C	C	C	C	A	C
8	I_M	B	A	B	A	F	B
9	I_T	A	A	A	A	F	B
10	D_O	C	C	C	C	B	C
11	D_I	A	A	A	B	F	B
12	D_M	C	C	C	C	B	C
13	D_T	C	C	C	C	B	C
14	D_W	B	A	C	B	F	C
15	M_I	C	C	C	C	C	C
16	M_D	C	C	C	C	A	C
17	M_W	C	C	C	C	F	C
18	M_P	C	C	C	C	F	C
19	T_O	C	C	C	B	B	C
20	T_I	C	C	C	C	C	C
21	T_D	B	C	C	C	A	C
22	T_M	A	A	A	A	G	A
23	T_W	A	A	A	A	F	A
24	P_O	C	C	C	C	B	C
25	P_I	C	C	C	C	C	C

26	P_D	C	C	C	C	A	C
27	P_M	B	A	B	A	F	B
28	P_W	B	A	B	B	F	B
29	W_O	C	C	C	C	B	C
30	W_I	A	A	A	B	F	B
31	W_D	C	C	C	C	A	C

Keterangan :

- Ask 1* : a = Selalu  
b = Kadang-kadang  
c = Jarang
- Ask 2* : a = Jika i naik, maka j naik  
b = Jika i naik, maka j tetap  
c = Tidak tentu, tergantung keadaan
- Ask 3* : a = Tampak secara langsung & jelas  
b = Butuh waktu untuk terlihat  
c = Tidak terlihat
- Ask 4* : a = Metode engineering  
b = Sederhana dan langsung  
c = Solusi instruksional
- Ask 5* : a = Kualitas produk  
b = Produktivitas sumber daya  
c = Lead time  
d = Kualitas dan produktivitas  
e = Kualitas dan lead time  
f = Produktivitas dan lead time  
g = Kualitas, produktivitas, dan lead time
- Ask 6* : a = Sangat tinggi  
b = Sedang  
c = Rendah

Tabel 4. 5 Pengelompokkan Jenis Pertanyaan

No	Jenis Pertanyaan (i)	Total (Ni)
1	<i>From Overproduction</i>	3
2	<i>From Inventory</i>	6
3	<i>From Defects</i>	9
4	<i>From Motion</i>	11
5	<i>From Transportation</i>	4
6	<i>From Process</i>	7
7	<i>From Waiting</i>	8
8	<i>To Defects</i>	4
9	<i>To Motion</i>	9
10	<i>To Transportation</i>	3
11	<i>To Waiting</i>	4

Tabel 4. 6 Rekapitulasi Jawaban WAQ

No	Jenis Pertanyaan (i)	Kategori Pertanyaan	Jawaban
<b>Man</b>			
1	<i>To Motion</i>	B	a
2	<i>From Motion</i>	B	a
3	<i>From Defects</i>	B	a
4	<i>From Motion</i>	B	c
5	<i>From Motion</i>	B	b
6	<i>From Defects</i>	B	b
7	<i>From Process</i>	B	a
<b>Material</b>			
8	<i>To Waiting</i>	B	b
9	<i>From Waiting</i>	B	a
10	<i>From Transportation</i>	B	c
11	<i>From Inventory</i>	B	a
12	<i>From Inventory</i>	B	a
13	<i>From Defects</i>	A	a
14	<i>From Inventory</i>	A	b
15	<i>From Waiting</i>	A	b
16	<i>To Defects</i>	A	b
17	<i>From Defects</i>	A	b
18	<i>From Transportation</i>	A	a
19	<i>To Motion</i>	A	a
20	<i>From Waiting</i>	B	c

No	Jenis Pertanyaan (i)	Kategori Pertanyaan	Jawaban
21	<i>From Motion</i>	B	b
22	<i>From Transportation</i>	B	c
23	<i>From Defects</i>	B	a
24	<i>From Motion</i>	B	b
25	<i>From Inventory</i>	A	a
26	<i>From Inventory</i>	A	b
27	<i>From Defects</i>	A	a
28	<i>From Defects</i>	A	a
29	<i>From Waiting</i>	B	b
30	<i>From Overproduction</i>	A	a
31	<i>To Motion</i>	B	b
	<b>Machine</b>		
32	<i>From Process</i>	B	b
33	<i>To Waiting</i>	B	a
34	<i>From Process</i>	B	a
35	<i>From Transportation</i>	B	b
36	<i>To Motion</i>	B	b
37	<i>From Overproduction</i>	A	b
38	<i>From Waiting</i>	A	b
39	<i>From Waiting</i>	B	b
40	<i>To Defects</i>	A	b
41	<i>From Waiting</i>	A	b
42	<i>To Motion</i>	A	b
43	<i>From Process</i>	B	a
	<b>Method</b>		
44	<i>To Transportation</i>	B	c
45	<i>From Process</i>	B	a
46	<i>From Waiting</i>	B	a
47	<i>To Motion</i>	B	c
48	<i>To Waiting</i>	B	c
49	<i>To Defects</i>	B	a
50	<i>From Motion</i>	B	a
51	<i>From Defects</i>	B	a
52	<i>From Motion</i>	B	a
53	<i>To Waiting</i>	B	a
54	<i>From Process</i>	B	a
55	<i>From Process</i>	B	b
56	<i>To Defects</i>	B	a
57	<i>From Inventory</i>	B	a
58	<i>To Transportation</i>	B	a
59	<i>To Motion</i>	B	a

No	Jenis Pertanyaan (i)	Kategori Pertanyaan	Jawaban
60	<i>To Transportation</i>	B	c
61	<i>To Motion</i>	A	b
62	<i>To Motion</i>	B	a
63	<i>From Motion</i>	B	c
64	<i>From Motion</i>	B	a
65	<i>From Motion</i>	B	a
66	<i>From Overproduction</i>	B	a
67	<i>From Process</i>	B	a
68	<i>From Defects</i>	B	a

Keterangan:

Kategori A adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan adanya pemborosan. Dimana a adalah “Ya”, b adalah “Sedang” dan c adalah “Tidak”. Jika jawaban (a) menandakan adanya pemborosan dengan pemberian bobot 1. Jawaban (b) menandakan sedang atau adanya pemborosan dengan skala kecil pemberian bobot 0.5. Jawaban (c) menandakan tidak adanya pemborosan dan pemberian bobot 0.

Kategori B adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan tidak adanya pemborosan yang terjadi. Dimana a adalah “Ya”, b adalah “Sedang” dan c adalah “Tidak”. Jika jawaban (a) menandakan tidak adanya pemborosan dengan pemberian bobot 1. Jawaban (b) menandakan sedang atau adanya pemborosan dengan skala kecil pemberian bobot 0.5. Jawaban (c) menandakan adanya pemborosan dengan pemberian bobot 1.

### 4.3 Pengolahan Data

#### 4.3.1 Pengukuran Waktu Siklus

Penelitian ini menggunakan waktu siklus yang diukur secara langsung, proses pengukuran dilakukan dengan bantuan *stopwatch* baik itu yang ada di *Video Recorder* ataupun dengan menggunakan *stopwatch* secara langsung di *gempa*. Proses yang diukur adalah proses *sanding* dimasing-masing proses yang dilewati oleh kabinet-kabinet piano dengan model B1 PE. Adapun proses kabinet-kabinet yang dilewati dengan waktu pengukuran sebagai berikut

## 1. Proses Mesin Wide Sander Besar

Tabel 4. 7 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin *Wide Sander*  
Kabinet *Top Board*

Proses Mesin <i>Wide Sander</i>					
Kabinet <i>Top Board</i>					
Pengamatan	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	24,0	25,4	23,8	23,3	23,9
2	23,4	23,1	23,6	25,1	23,1

Tabel 4. 8 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin *Wide Sander*  
Kabinet *Fall Center*

Proses Mesin <i>Wide Sander</i>					
Kabinet <i>Fall Center</i>					
Pengamatan	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	22,8	22,6	22,4	23,1	22,3
2	22,5	23,3	22,5	22,7	22,8

Tabel 4. 9 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin *Wide Sander*  
Kabinet *Top Frame*

Proses Mesin <i>Wide Sander</i>					
Kabinet <i>Top Frame</i>					
Pengamatan	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	35,3	34,0	33,0	36,5	35,5
2	35,3	32,5	34,0	33,0	36,0



Tabel 4. 10 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin *Wide Sander*  
Kabinet *Bottom Frame*

Pengamatan	Proses Mesin <i>Wide Sander</i> Kabinet <i>Bottom Frame</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	40,3	38,3	39,0	37,0	35,0
2	40,7	39,7	42,7	43,7	39,3

2. Proses Mesin Belt Sander Muka 1

Tabel 4. 11 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin *Belt Sander* Muka 1  
Kabinet *Side Board*

Pengamatan	Proses Mesin <i>Belt Sander</i> Muka 1 Kabinet <i>Side Board</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	31,2	29,9	34,2	30,1	32,1
2	33,2	30,6	31,0	31,6	31,2

Tabel 4. 12 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin *Belt Sander* Muka 1  
Kabinet *Side Arm*

Pengamatan	Proses Mesin <i>Belt Sander</i> Muka 1 Kabinet <i>Side Arm</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	11,7	13,7	12,7	13,2	12,5
2	11,9	13,3	12,7	12,5	13,0

Tabel 4. 13 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin *Belt Sander* Muka 1  
Kabinet *Fall Front*

Proses Mesin <i>Belt Sander</i> Muka 1					
Kabinet <i>Fall Front</i>					
Pengamatan	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	15,2	15,0	15,1	16,0	15,9
2	14,9	15,8	15,9	14,0	15,4

Tabel 4. 14 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin *Belt Sander* Muka 1  
Kabinet *Key Slip*

Proses Mesin <i>Belt Sander</i> Muka 1					
Kabinet <i>Key Slip</i>					
Pengamatan	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	30,7	31,5	32,0	29,2	30,3
2	32,2	30,5	32,2	31,9	31,0

### 3. Hand Sanding Muka 1

Tabel 4. 15 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Hand Sanding* Muka 1  
Kabinet *Side Board*

Proses <i>Hand Sanding</i> Muka 1					
Kabinet <i>Side Board</i>					
Pengamatan	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	47,2	46,7	49,9	48,7	46,6
2	45,3	48,1	47,7	48,2	49,8

Tabel 4. 16 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Hand Sanding* Muka 1  
Kabinet *Top Board*

Pengamatan	Proses <i>Hand Sanding</i> Muka 1 Kabinet <i>Top Board</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke- <i>X</i> (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	63,7	64,4	65,5	65,4	63,7
2	63,8	63,7	62,6	64,0	63,8

Tabel 4. 17 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Hand Sanding* Muka 1  
Kabinet *Side Arm*

Pengamatan	Proses <i>Hand Sanding</i> Muka 1 Kabinet <i>Side Arm</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke- <i>X</i> (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	19,9	20,3	19,0	19,1	18,7
2	19,7	19,3	18,9	20,5	20,1

Tabel 4. 18 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Hand Sanding* Muka1 Kabinet *Fall Front*  
Proses *Hand Sanding* Muka 1

Pengamatan	Kabinet <i>Fall Front</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke- <i>X</i> (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	32,0	32,4	32,7	33,6	33,3
2	31,9	32,2	32,9	32,1	34,3

Tabel 4. 19 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Hand Sanding* Muka1 Kabinet *Fall Center*

Pengamatan	Proses <i>Hand Sanding</i> Muka 1 Kabinet <i>Fall Center</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke- <i>X</i> (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$

1	73,3	73,0	73,6	74,1	74,2
2	73,4	72,8	72,6	74,1	73,2

Tabel 4. 20 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Hand Sanding* Muka 1  
Kabinet *Key Slip*

		Proses <i>Hand Sanding</i> Muka 1				
		Kabinet <i>Key Slip</i>				
Pengamatan	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)					
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	
1	69,5	66,6	66,6	67,9	70,8	
2	68,6	66,7	69,0	68,6	67,0	

Tabel 4. 21 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Hand Sanding* Muka 1 Kabinet *Bottom Frame*

		Proses <i>Hand Sanding</i> Muka 1				
		Kabinet <i>Bottom Frame</i>				
Pengamatan	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)					
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	
1	18,8	19,9	20,1	18,4	18,2	
2	17,6	18,2	19,2	19,9	18,7	

Tabel 4. 22 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Hand Sanding* Muka 1 Kabinet *Top Frame*

		Proses <i>Hand Sanding</i> Muka 1				
		Kabinet <i>Top Frame</i>				
Pengamatan	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)					
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	
1	47,5	48,3	48,9	46,4	46,3	
2	47,7	47,4	47,8	44,9	46,1	

4. Proses *Cleaning* Muka 1Tabel 4. 23 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Cleaning* Muka 1  
Kabinet *Side Board*

Pengamatan	Proses <i>Cleaning</i> Muka 1 Kabinet <i>Side Board</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	10,6	10,9	10,5	10,2	10,5
2	10,7	10,4	10,2	10,4	10,7

Tabel 4. 24 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Cleaning* Muka 1  
Kabinet *Top Board*

Pengamatan	Proses <i>Cleaning</i> Muka 1 Kabinet <i>Top Board</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	11,7	10,3	10,8	11,3	10,6
2	11,3	11,2	10,0	11,0	10,8

Tabel 4. 25 Pengukuran Waktu Siklus (dalam detik) Proses *Cleaning* Muka 1  
Kabinet *Side Arm*

Pengamatan	Proses <i>Cleaning</i> Muka 1 Kabinet <i>Side Arm</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	5,9	6,0	6,2	5,4	5,6
2	5,5	5,9	6,1	5,7	5,5

Tabel 4. 26 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Cleaning* Muka 1  
Kabinet *Fall Front*

Pengamatan	Proses <i>Cleaning</i> Muka 1				
	Kabinet <i>Fall Front</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke- <i>X</i> (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	7,7	7,9	7,7	7,0	7,0
2	6,7	6,8	7,0	7,0	6,8

Tabel 4. 27 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Cleaning* Muka 1  
Kabinet *Fall Center*

Pengamatan	Proses <i>Cleaning</i> Muka 1				
	Kabinet <i>Fall Center</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke- <i>X</i> (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	6,7	6,9	6,7	7,0	7,0
2	6,7	6,8	7,0	7,0	6,8

Tabel 4. 28 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Cleaning* Muka 1  
Kabinet *Top Frame*

Pengamatan	Proses <i>Cleaning</i> Muka 1				
	Kabinet <i>Top Frame</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke- <i>X</i> (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	11,3	11,7	11,6	11,3	11,2
2	11,0	10,9	11,4	11,2	11,2

Tabel 4. 29 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Cleaning* Muka 1  
Kabinet *Key Slip*

Proses <i>Cleaning</i> Muka 1					
Pengamatan	Kabinet <i>Key Slip</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke- <i>X</i> (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	7,3	7,7	7,6	7,3	7,2
2	7,0	7,9	7,4	7,2	7,2

Tabel 4. 30 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Cleaning* Muka 1  
Kabinet *Bottom Frame*

Proses <i>Cleaning</i> Muka 1					
Pengamatan	Kabinet <i>Bottom Frame</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke- <i>X</i> (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	18,8	19,9	20,1	18,4	18,2
2	17,6	18,2	19,2	19,9	18,7

5. Proses Mesin *Wide Sander* Kecil

Tabel 4. 31 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin *Wide Sander* Kecil  
Kabinet *Top Board*

Proses Mesin <i>Wide Sander</i> Kecil					
Pengamatan	Kabinet <i>Top Board</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke- <i>X</i> (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	27,2	28,4	27,8	25,9	26,2
2	26,4	27,3	28,9	25,6	29,7

Tabel 4. 32 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin *Wide Sander* Kecil  
Kabinet *Fall Front*

Proses Mesin <i>Wide Sander</i> Kecil					
Kabinet <i>Fall Front</i>					
Pengamatan	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	18,2	19,1	18,4	18,6	18,4
2	18,6	18,8	18,3	18,7	18,5

6. Proses Mesin *Belt Sander* Muka 2

Tabel 4. 33 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin *Belt Sander* Muka 2  
Kabinet *Side Arm*

Proses Mesin <i>Belt Sander</i> Muka 1					
Kabinet <i>Side Arm</i>					
Pengamatan	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	11,7	13,7	12,7	13,2	12,5
2	11,9	13,3	12,7	12,5	13,0

Tabel 4. 34 Pengukuran Waktu Siklus Proses Mesin *Belt Sander* Muka 2  
Kabinet *Key Slip*

Proses Mesin <i>Belt Sander</i> Muka 2					
Kabinet <i>Key Slip</i>					
Pengamatan	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	61,4	63,0	63,9	58,3	60,7
2	64,4	60,9	64,5	63,9	62,1



Tabel 4. 35 Pengukuran Waktu Siklus Proses Belt Sander Muka 2  
Kabinet *Fall Center*

Proses Mesin Belt Sander Muka 2					
Kabinet <i>Fall Center</i>					
Pengamatan	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	28,1	27,7	34,0	28,5	30,8
2	31,0	28,7	29,6	27,4	27,4

7. Proses *Hand Sanding* Muka 2

Tabel 4. 36 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Hand Sanding* Muka 2  
Kabinet *Top Board*

Proses <i>Hand Sanding</i> Muka 1					
Kabinet <i>Top Board</i>					
Pengamatan	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	63,7	64,4	65,5	65,4	63,7
2	63,8	63,7	62,6	64,0	63,8

Tabel 4. 37 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Hand Sanding* Muka 2  
Kabinet *Side Arm*

Proses <i>Hand Sanding</i> Muka 2					
Kabinet <i>Side Arm</i>					
Pengamatan	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	19,9	20,3	19,0	19,1	18,7
2	19,7	19,3	18,9	20,5	20,1

Tabel 4. 38 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Hand Sanding* Muka 2  
Kabinet *Fall Front*

Proses <i>Hand Sanding</i> Muka 2					
Kabinet <i>Fall Front</i>					
Pengamatan	Pengamatan Waktu Siklus ke- <i>X</i> (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	32,0	32,4	32,7	33,6	33,3
2	31,9	32,2	32,9	32,1	34,3

Tabel 4. 39 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Hand Sanding* Muka 2  
Kabinet *Fall Center*

Proses <i>Hand Sanding</i> Muka 2					
Kabinet <i>Fall Center</i>					
Pengamatan	Pengamatan Waktu Siklus ke- <i>X</i> (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	73,3	73,0	73,6	74,1	74,2
2	73,4	72,8	72,6	74,1	73,2

Tabel 4. 40 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Hand Sanding* Muka 2  
Kabinet *Key Slip*

Proses <i>Hand Sanding</i> Muka 2					
Kabinet <i>Key Slip</i>					
Pengamatan	Pengamatan Waktu Siklus ke- <i>X</i> (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	69,5	66,6	66,6	67,9	70,8
2	68,6	66,7	69,0	68,6	67,0

8. Proses *Cleaning* Muka 2Tabel 4. 41 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Cleaning* Muka 2  
Kabinet *Top Board*

Pengamatan	Proses <i>Cleaning</i> Muka 1				
	Kabinet <i>Top Board</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	11,7	10,3	10,8	11,3	10,6
2	11,3	11,2	10,0	11,0	10,8

Tabel 4. 42 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Cleaning* Muka 2  
Kabinet *Side Arm*

Pengamatan	Proses <i>Cleaning</i> Muka 1				
	Kabinet <i>Side Arm</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	5,9	6,0	6,2	5,4	5,6
2	5,5	5,9	6,1	5,7	5,5

Tabel 4. 43 Pengukuran Waktu Siklus Proses Proses *Cleaning* Muka 2  
Kabinet *Fall Front*

Pengamatan	Proses <i>Cleaning</i> Muka 1				
	Kabinet <i>Fall Front</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	7,7	7,9	7,7	7,0	7,0
2	6,7	6,8	7,0	7,0	6,8

Tabel 4. 44 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Cleaning* Muka 2  
Kabinet *Fall Center*

Pengamatan	Proses <i>Cleaning</i> Muka 1 Kabinet <i>Fall Center</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	6,7	6,9	6,7	7,0	7,0
2	6,7	6,8	7,0	7,0	6,8

Tabel 4. 45 Pengukuran Waktu Siklus Proses *Cleaning* Muka 2  
Kabinet *Key Slip*

Pengamatan	Proses <i>Cleaning</i> Muka 1 Kabinet <i>Key Slip</i>				
	Pengamatan Waktu Siklus ke-X (detik)				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	7,3	7,7	7,6	7,3	7,2
2	7,0	7,9	7,4	7,2	7,2

#### 4.3.2 Uji Kecukupan Data

Sebelum melanjutkan ke proses pemetaan, data yang telah di dapatkan perlu dilakukan uji kecukupan data untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan yang telah diambil sudah cukup mewakili populasinya, bila belum maka perlu diadakan pengamatan tambahan hingga cukup mewakili populasinya. Pada penelitian ini, digunakan tingkat keyakinan 95% dan tingkat ketelitian 5%, maka persamaan dalam uji keseragaman data adalah sebagai berikut:

$$N' = \left( \frac{40 \sqrt{N (\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

Tabel 4. 46 Perhitungan Uji Kecukupan Data *Wide Sander Besar Kabinet Top Board*

Nama							
No	kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>			
			21,0	441,0			
			22,4	501,8			
			20,8	432,6			
			20,3	412,1			
1	<i>Top Board</i>	B1	20,9	436,8			
			20,4	416,2			
			20,1	404,0			
			21,6	466,6			
			22,1	488,4			
			21,1	445,2			
			Total			210,7	4444,7
			Rata-Rata			21,1	444,5

$$N' = \left[ k/s \sqrt{\frac{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}{\sum Xi}} \right] = \left( \frac{40 \sqrt{10(4444,7) - (210,7)^2}}{210,7} \right)^2$$

$$N' = 1,87$$

Kesimpulan :

Karena  $N' (0.36) < N (10)$ , maka data dapat dinyatakan sudah mencukupi.

Pengujian kecukupan data untuk waktu proses kabinet-kabinet pada proses mesin *Wide Sander Besar dan Kecil, Belt Sander, Hand Sanding, dan Cleaning* baik itu muka 1 dan muka 2 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 47 Rekapitulasi Perhitungan Uji Kecukupan Data Piano Model B1 PE

No	Proses	Kabinet	N	N'	Keterangan
1	Proses Mesin <i>Wide Sander Besar</i>	Top Board	10	1,60	Data Cukup
		Fall Center	10	0,27	Data Cukup
		Top Frame	10	2,35	Data Cukup
		Bottom Frame	10	5,95	Data Cukup
		Side Board	10	2,63	Data Cukup
2	Proses Mesin <i>Belt Sander</i> Muka 1	Side Arm	10	3,38	Data Cukup
		Fall Front	10	2,36	Data Cukup
		Key Slip	10	1,45	Data Cukup
		Side Board	10	1,31	Data Cukup
		Top Board	10	0,26	Data Cukup
3	Proses Mesin <i>Hand Sanding</i> Muka 1	Side Arm	10	1,52	Data Cukup
		Fall Front	10	0,83	Data Cukup
		Fall Center	10	0,08	Data Cukup
		Top Frame	10	0,92	Data Cukup
		Key Slip	10	0,63	Data Cukup
		Bottom Frame	10	2,91	Data Cukup
		Side Board	10	0,65	Data Cukup
4	Proses <i>Cleaning</i> Muka 1	Top Board	10	3,15	Data Cukup
		Side Arm	10	3,33	Data Cukup
		Fall Front	10	5,32	Data Cukup
		Fall Center	10	0,56	Data Cukup
		Top Frame	10	0,67	Data Cukup
		Key Slip	10	1,99	Data Cukup
5	Proses Mesin <i>Wide Sander</i> Kecil	Bottom Frame	10	2,91	Data Cukup
		Top Board	10	3,56	Data Cukup
		Fall Front	10	0,29	Data Cukup
6	Proses Mesin <i>Belt Sander</i> Muka 2	Side Arm	10	3,38	Data Cukup
		Key Slip	10	1,45	Data Cukup
		Fall Center	10	7,36	Data Cukup

7	Proses Mesin <i>Hand Sanding</i> Muka 2	Top Board	10	0,26	Data Cukup
		Side Arm	10	1,52	Data Cukup
		Fall Front	10	0,83	Data Cukup
		Fall Center	10	0,08	Data Cukup
		Key Slip	10	0,63	Data Cukup
8	Proses <i>Cleaning</i> Muka 2	Top Board	10	3,15	Data Cukup
		Side Arm	10	3,33	Data Cukup
		Fall Front	10	5,32	Data Cukup
		Fall Center	10	0,56	Data Cukup
		Key Slip	10	1,99	Data Cukup

### 4.3.3 Uji Keseragaman Data

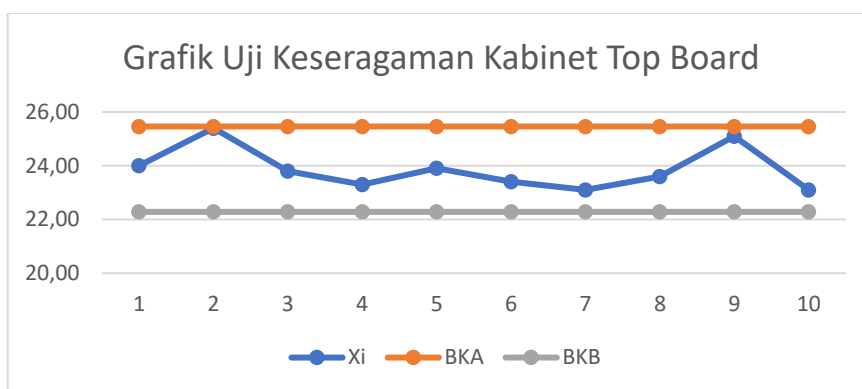
Setelah uji kecukupan data dan data sudah mencukupi dilakukan uji keseragaman data untuk mengetahui apakah data–data yang diperoleh sudah masuk kedalam batas kontrol atau bahkan diluar batas kontrol. Adapun rumus yang digunakan dalam uji keseragaman data dan hasil perhitungan pengujian keseragaman data adalah sebagai berikut :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(N - 1)}} ; \text{ BKA} = \bar{x} + k \sigma ; \text{ BKB} = \bar{x} - k \sigma$$

Tabel 4. 48 Data Perhitungan Uji Keseragaman Data Proses Mesin *Wide Sander* Besar Kabinet *Top Board*

Nama							
No	kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			21,00	441,0	0,8	22,59	19,55
			22,40	501,8	0,8	22,59	19,55
			20,80	432,6	0,8	22,59	19,55
1	<i>Top Board</i>	B1	20,30	412,1	0,8	22,59	19,55
			20,90	436,8	0,8	22,59	19,55
			20,40	416,2	0,8	22,59	19,55
			20,10	404,0	0,8	22,59	19,55

	21,60	466,6	0,8	22,59	19,55
	22,10	488,4	0,8	22,59	19,55
	21,10	445,2	0,8	22,59	19,55
Total	210,7	4444,7			
Rata-Rata	21,07	444,465			



Gambar 4. 5 Gambar Grafik Uji Keseragaman Kabinet *Top Board*

Berdasarkan gambar 4.5 diperoleh bahwa data berada didalam batas kontrol dengan demikian data dinyatakan seragam. Pengujian keseragaman data untuk waktu proses kabinet-kabinet pada proses mesin *Wide Sander Besar* dan Kecil, *Belt Sander*, *Hand Sanding*, dan *Cleaning* baik itu muka 1 dan muka 2 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 49 Rekapitulasi Data Perhitungan Uji Keseragaman Data Piano Model B1 PE

No	Proses	Kabinet	Keterangan
1	Proses Mesin <i>Wide Sander Besar</i>	Top Board	Seragam
		Fall Center	Seragam
		Top Frame	Seragam
		Bottom Frame	Seragam
		Side Board	Seragam
2	Proses Mesin <i>Belt Sander</i> Muka 1	Side Arm	Seragam
		Fall Front	Seragam
		Key Slip	Seragam
3	Proses Mesin <i>Hand Sanding</i> Muka 1	Side Board	Seragam
		Top Board	Seragam



		Side Arm	Seragam
		Fall Front	Seragam
		Fall Center	Seragam
		Top Frame	Seragam
		Key Slip	Seragam
		Bottom Frame	Seragam
		Side Board	Seragam
		Top Board	Seragam
		Side Arm	Seragam
4	Proses <i>Cleaning</i> Muka 1	Fall Front	Seragam
		Fall Center	Seragam
		Top Frame	Seragam
		Key Slip	Seragam
		Bottom Frame	Seragam
5	Proses Mesin <i>Wide Sander</i> Kecil	Top Board	Seragam
		Fall Front	Seragam
6	Proses Mesin <i>Belt Sander</i> Muka 2	Side Arm	Seragam
		Key Slip	Seragam
		Fall Center	Seragam
		Top Board	Seragam
7	Proses Mesin <i>Hand Sanding</i> Muka 2	Side Arm	Seragam
		Fall Front	Seragam
		Fall Center	Seragam
		Key Slip	Seragam
		Top Board	Seragam
		Side Arm	Seragam
8	Proses <i>Cleaning</i> Muka 2	Fall Front	Seragam
		Fall Center	Seragam
		Key Slip	Seragam

---

#### 4.3.4 Perhitungan Inventory

*Work in process (WIP)* dalam pemetaan aliran nilai digunakan untuk menghitung total *lead time* dari gudang bahan baku hingga proses sebelum pengiriman. Perhitungan *lead time* menggunakan pembagian antara *WIP* dengan permintaan harian atau *Demand*, sehingga menjadi *WIP* dalam satuan hari. Dalam kasus ini, yang dilihat sebagai *supplier* adalah proses *spray flow coater* yaitu proses pengecatan dan barang jadi dari *Sanding Balikan Flow Coater* akan dikirim ke proses *Flow Coater* kembali sebelum diteruskan ke lini produksi *Sanding Buffing*. Dalam perhitungan inventori dalam *WIP* dilakukan sebanyak 4 kali dalam 2 hari pengambilan data. Proses perhitungan diambil pada setiap aliran proses, yaitu *WIP* sebelum proses (*in*) dan sedang proses (*process*) adapun pengambila *WIP* yaitu pada jam 10.00 dan jam 14.00. Dari proses *WIP* tersebut akan didapat jumlah *Lead Time* yang terjadi pada saat ini, serta bagian yang mengalami *bootleneck*. Data *Inventory* tersebut dapat dilihat pada tabel 4.50 berikut :

Tabel 4. 50 Tabel Data *Inventory*

Jenis proses	Jam		Total	Lead Time
	10.00	14.00		
Wide Sander Besar	135	58	193	0,14
Wide Sander Kecil	74	32	106	0,08
Belt Sander Muka 1	97	42	139	0,10
Belt Sander Muka 2	42	18	60	0,04
Hand Sanding Muka 1	74	32	106	0,08
Hand Sanding Muka 2	43	19	62	0,05
Cleaning Muka 1	63	27	90	0,07
Cleaning Muka 2	27	12	39	0,03
<b>TOTAL</b>			<b>795,00</b>	<b>0,58</b>

**Target Harian B1PE**

**1364,7**

#### 4.3.5 Perhitungan Allowance Pekerjaan

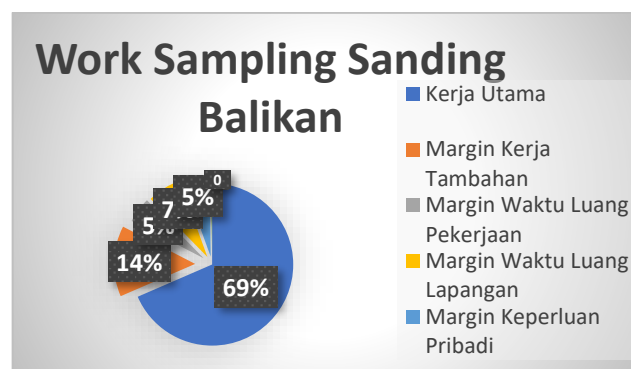
Waktu Allowance didapatkan dari hasil pengamatan secara *gempa* dengan menggunakan metode *work sampling*. Adapun metode *work sampling* ini dilakukan secara 2 hari berturut-turut selama jam kerja shift 1 dengan cara pengambilan data setiap 5 menit sekali. Adapun pada *work sampling* ini dibedakan menjadi 2 kategori, yaitu pekerjaan utama dan margin. Margin disini dibagi lagi menjadi 5 kategori, yaitu : margin pekerjaan tambahan, margin luang pekerjaan, margin luang lapangan, margin keperluan pribadi dan lain-lain. Adapaun untuk lebih detailnya dapat dilihat pada table 4.51 dibawah ini :

Tabel 4. 51 Pembagian Kategori Metode *Work sampling*

Pekerjaan Utama	Pekerjaan Tambahan	Margin			
		Waktu Luang Pekerjaan	Waktu Luang Lapangan	Keperluan Pribadi	Lain-Lain
Proses Belt Sander	Setting 16 to 8	Handling	Meeting pagi	Toilet	Tidak ada ditempat
Proses Wide Sander	Setting ke rak	Ambil abrasive	Komunikasi antar pekerja	Bersih-bersih badan	Ngobrol
Proses Hand Sanding	Setting mesin	Ambil scott	Membersihkan area kerja	Minum	Sms / Telp
Proses Cleaning	Ganti abrasive	Ambil bantalan	Tulis Hasil dan check hasil	Streching	Tidak ada ditempat
	Potong abrasive	Susun kabinet	Persiapan Kerja		
	Masking kabinet	Cek alat			
	Cleaning kabinet	Pemakaian APD			
	Perbaikan / menambal	Cari Rak			

Pekerjaan Utama	Pekerjaan Tambah	Waktu Luang Pekerjaan	Margin		
			Waktu Luang Lapangan	Keperluan Pribadi	Lain-Lain
	Hidupkan / matikan mesin Ambil / Kirim Cabinet				

Adapun dari hasil pengambilan data *work sampling* yang dilakukan selama 2 hari berturut turut dengan interval 5 menit sekali didapatkan hasil sebagai berikut :

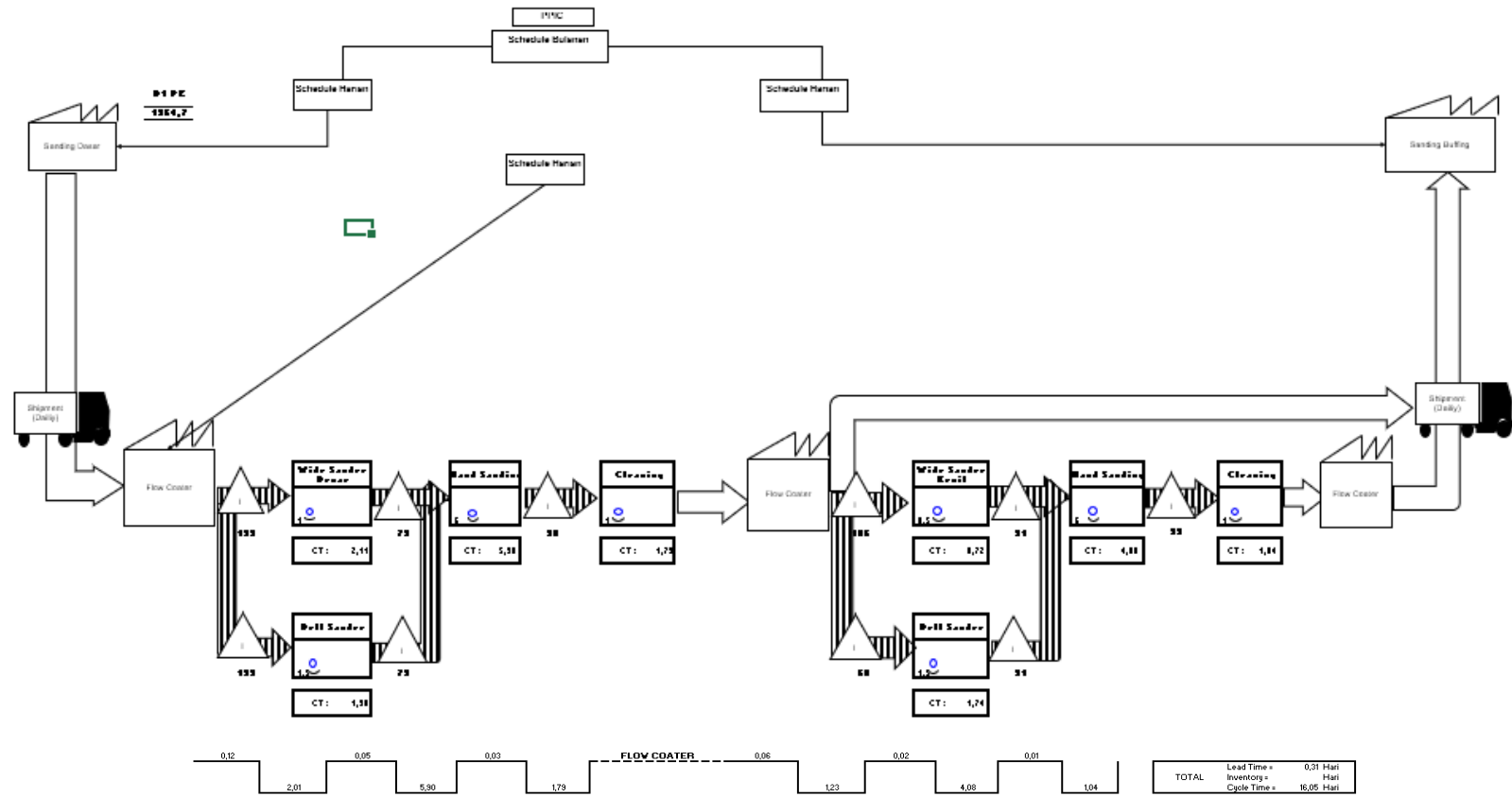


Gambar 4. 6 Hasil *Work Sampling*

Dari gambar 4.6 diatas dapat disimpulkan bahwa hasil dari *work sampling* pada lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* didapatkan persentase pekerjaan utama sebanyak 69%, dan total persentase margin sebanyak 31%, dimana sebanyak 14% sebagai margin kerja tambahan, 5% sebagai margin waktu luang pekerjaan, 7% sebagai waktu luang lapangan dan 5% sebagai margin keperluan pribadi.

#### 4.3.6 *Current State Value Stream Mapping*

Setelah didapatkan data-data yang mendukung dalam penyusunan *value stream mapping*, langkah selanjutnya yaitu menyusun *current state value stream mapping* untuk proses produksi *Upright Piano* model B1 PE. *Current state value stream mapping* dijelaskan pada Gambar 4.7 berikut :



Gambar 4. 7 Current State Value Stream Mapping

### 4.3.7 Proses Activity Mapping

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan *Process Activity Mapping (PAM)*, digunakan untuk mengetahui secara detail kegiatan yang termasuk kedalam aktivitas *Value Added (VA)*, *Non Value Added (NVA)*, dan *Necessary but Non Value Added (NNVA)*. Kabinet *Fall Center* diambil untuk mewakili kabinet lainnya yang memiliki proses serupa untuk dibuat peta aliran proses (*Flow Process Chart*). Berikut merupakan peta aliran proses (*Flow Process Chart*) untuk kabinet *Fall Center*

Tabel 4. 52 *Value Added Activity*

No	Isi Pekerjaan	Simbol Aktivitas					Langkah	Detik/Pcs	Detik/Rak (16pcs)	VA/N VA/N NVA
		Operation	Transportation	Inspection	Delay	Storage				
		O	T	I	D	S				
<b>Wide Sander/Belt Sander Muka 1</b>										
1	Mencari kabinet siap sanding				D		40	4,0	64,8	NVA
2	Mendorong menuju mesin sanding		T				30	3,5	55,3	NVA
3	Mengambil bantalan	O						5,2	83,2	NNV A
4	Mengangkat kabinet dari rak	O						1,2	19,4	NNV A
5	Mengecek kabinet			I				1,8	29,2	NNV A
6	Memasukan kabinet ke mesin sanding	O						2,8	44,4	NNV A
7	Proses sanding mesin	O						25,5	408,0	VA
8	Setting ketebalan abrasives mesin				D			1,8	29,1	NNV A

9	Membalikan kabinet	O						5,1	81,5	NNV A
10	Memasukan kabinet ke mesin sanding	O						3,1	49,3	NNV A
11	Proses sanding mesin	O						30,2	483,5	VA
12	Menyimpan kabinet di rak					S		5,3	85,0	NNV A
<b>Hand Sanding Muka 1</b>										
13	Mencari Rak Kosong				D		90	4,7	75,2	NVA
14	Mendorong Rak Menuju Meja		T				80	4,4	70,8	NVA
15	Mengangkat kabinet ke meja handsanding	O					4	4,9	78,6	NNV A
16	Mengambil Atengi	O						2,3	37,1	NNV A
17	Proses Hand sanding	O						49,0	783,7	VA
18	Menyimpan Atengi	O						1,2	19,5	NNV A
19	Membersihkan kabinet dengan lap	O						10,3	164,4	VA
20	Menyimpan Kabinet di rak					S	4	5,1	81,1	NNV A
21	Mengirim Kabinet ke Proses Cleaning		T				6	0,6	9,4	NVA
<b>Cleaning SB Muka 1</b>										
21	Memasukkan rak pada booth				D		6	0,7	10,7	NNV A
22	Mengambil Blower Angin	O						0,1	2,3	NNV A
23	Proses Cleaning	O						11,0	175,8	VA
24	Menyimpan Blower Angin	O						0,1	2,1	NNV A

25	Kirim Ke Antrian Sealer		T				25	2,9	45,8	NVA	
26	Menyimpan di antrian sealer					S	5	0,8	13,3	NVA	
	SPRAY FLOW COATER										
<b>Wide Sander/Belt Sander Muka 2</b>											
27	Mencari kabinet siap sanding				D		10	1,9	30,5	NVA	
28	Mendorong menuju mesin sanding		T				5	1,3	20,4	NVA	
29	Mengangkat kabinet dari rak	O						3,7	59,0	NNV A	
30	Mengambil Atengi	O						1,6	24,8	NNV A	
31	Proses sanding mesin	O						19,1	305,4	VA	
32	Menaruh Atengi	O						2,6	40,8	NNV A	
33	Menyimpan kabinet di rak					S		3,8	60,0	NNV A	
<b>Hand Sanding Muka 2</b>											
34	Mengambil Kabinet				D		6	6,9	110,6	NNV A	
36	Mengambil Atengi	O						2,3	37,1	NNV A	
37	Proses Hand sanding	O						49,0	783,7	VA	
38	Menyimpan Atengi	O						1,2	19,5	NNV A	
39	Membersihkan kabinet dengan lap	O						10,3	164,4	VA	
40	Menyimpan Kabinet di rak					S	6	5,1	81,1	NNV A	



41	Mengirim Kabinet ke Proses Cleaning		T				6	0,6	9,4	NVA
<b>Cleaning SB Muka 2</b>										
42	Memasukkan rak pada booth				D		6	0,7	10,7	NNV A
43	Mengambil Blower Angin	O						0,1	2,3	NNV A
44	Proses Cleaning	O						11,0	175,8	VA
45	Menyimpan Blower Angin	O						0,1	2,1	NNV A
46	Kirim Ke Antrian Sealer		T				25	2,9	45,8	NVA
47	Menyimpan di antrian sealer					S	5	0,8	13,3	NVA
	<b>TOTAL</b>							<b>305,0</b>	<b>4.879,4</b>	
									<b>81,3</b>	

Keterangan :

VA = *Value Added*

NVA = *Non Value Added*

NNVA = *Necessary but Non Value Added*

#### 1. *Value Added Activity*

Proses ini membagi aktivitas kegiatan produksi yang mempunyai nilai tambah bagi suatu produk atau merubah bentuk fisik dari produk :

Tabel 4. 53 *Value Added Activity*

No	Isi Pekerjaan	Simbol Aktivitas					Langkah	Detik/Pcs	Detik/Rak	VA/NV A/NNV A
		Operation	Transportation	Inspection	Delay	Storage				
		O	T	I	D	S				
<b>Wide Sander/Belt Sander Muka 1</b>										

1	Proses sanding mesin	O						25,5	408,0	VA
2	Proses sanding mesin	O						30,2	483,5	VA
<b>Hand Sanding Muka 1</b>										
3	Proses Hand sanding	O						49,0	783,7	VA
4	Membersihkan kabinet dengan lap	O						10,3	164,4	VA
<b>Cleaning SB Muka 1</b>										
5	Proses Cleaning	O						11,0	175,8	VA
	SPRAY FLOW COATER									
<b>Wide Sander/Belt Sander Muka 2</b>										
6	Proses sanding mesin	O						19,1	305,4	VA
<b>Hand Sanding Muka 2</b>										
7	Proses Hand sanding	O						49,0	783,7	VA
8	Membersihkan kabinet dengan lap	O						10,3	164,4	VA
<b>Cleaning SB Muka 2</b>										
9	Proses Cleaning	O						11,0	175,8	VA
	TOTAL							215,3	3.444,8	
								3,6	57,4	

## 2. Non Value Added Activity

Pada aktivitas ini merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk atau tidak merubah bentuk fisik dari produk tersebut:

Tabel 4. 54 Non Value Added Activity

No	Isi Pekerjaan	Simbol Aktivitas					Langkah	Detik/Pcs	Detik/Rak	VA/ NVA/ NNVA
		Operation	Transportation	Inspection	Delay	Storage				
		O	T	I	D	S				
<b>Wide Sander/Belt Sander Muka 1</b>										
1	Mencari kabinet siap sanding				D		40	4,0	64,8	NVA
2	Mendorong menuju mesin sanding		T				30	3,5	55,3	NVA
<b>Hand Sanding Muka 1</b>										
3	Mencari Rak Kosong				D		90	4,7	75,2	NVA
4	Mendorong Rak Menuju Meja		T				80	4,4	70,8	NVA
5	Mengirim Kabinet ke Proses Cleaning		T				6	0,6	9,4	NVA
<b>Cleaning SB Muka 1</b>										
6	Kirim Ke Antrian Sealer		T				25	2,9	45,8	NVA
7	Menyimpan di antrian sealer					S	5	0,8	13,3	NVA
	SPRAY FLOW COATER									
<b>Wide Sander/Belt Sander Muka 2</b>										

8	Mencari kabinet siap sanding				D		10	1,9	30,5	NVA
9	Mendorong menuju mesin sanding		T				5	1,3	20,4	NVA
<b>Hand Sanding Muka 2</b>										
10	Mengirim Kabinet ke Proses Cleaning		T				6	0,59	9,43	NVA
<b>Cleaning SB Muka 2</b>										
11	Kirim Ke Antrian Sealer		T				25	2,9	45,8	NVA
12	Menyimpan di antrian sealer					S	5	0,8	13,3	NVA
								28,4	454,1	
								0,5		

### 3. *Necessary but Not Value Added*

Proses ini merupakan aktivitas yang penting dalam proses produksi akan tetapi tidak memberikan nilai tambah terhadap produk :

Tabel 4. 55 *Necessary but Non Value Added Activity*

No	Isi Pekerjaan	Simbol Aktivitas					Langkah	Detik/Pcs	Detik/Rak	VA/NVA/NNVA
		Operation	Transportation	Inspection	Delay	Storage				
		O	T	I	D	S				
<b>Wide Sander/Belt Sander Muka 1</b>										
1	Mengambil bantalan	O						5,20	83,17	NNVA
2	Mengangkat kabinet dari rak	O						1,21	19,36	NNVA
3	Mengecek kabinet			I				1,83	29,22	NNVA
4	Memasukan kabinet	O						2,78	44,45	NNVA

	ke mesin sanding									
5	Setting ketebalan abrasi mesin				D		1,82	29,06	NNVA	
6	Membalik kabinet	O					5,10	81,52	NNVA	
7	Memasukan kabinet ke mesin sanding	O					3,08	49,31	NNVA	
8	Menyimpan kabinet di rak				S		5,31	85,01	NNVA	
<b>Hand Sanding Muka 1</b>										
9	Mengangkat kabinet ke meja handsanding	O					4,91	78,61	NNVA	
10	Mengambil Atengi	O					2,32	37,12	NNVA	
11	Menyimpan Atengi	O					1,22	19,54	NNVA	
12	Menyimpan Kabinet di rak				S		5,07	81,12	NNVA	
<b>Cleaning SB Muka 1</b>										
13	Memasukkan rak pada booth				D	6	0,67	10,66	NNVA	
14	Mengambil Blower Angin	O					0,14	2,29	NNVA	
15	Menyimpan Blower Angin	O					0,13	2,08	NNVA	
	SPRAY FLOW COATER									
<b>Wide Sander/Belt Sander Muka 2</b>										
16	Mengangkat kabinet dari rak	O					3,69	59,04	NNVA	
17	Mengambil Atengi	O					1,55	24,8	NNVA	
18	Menaruh Atengi	O					2,55	40,8	NNVA	
19	Menyimpan kabinet				S		3,75	60	NNVA	

	di rak								
<b>Hand Sanding Muka 2</b>									
20	Mengambil Kabinet				D	10	6,91	110,56	NNVA
21	Mengambil Atengi	O					2,32	37,12	NNVA
22	Menyimpan Atengi	O					1,22	19,54	NNVA
23	Menyimpan Kabinet di rak				S		5,07	81,12	NNVA
<b>Cleaning SB Muka 2</b>									
24	Memasukkan rak pada booth				D	6	0,67	10,66	NNVA
25	Mengambil Blower Angin	O					0,14	2,29	NNVA
26	Menyimpan Blower Angin	O					0,13	2,08	NNVA
							<b>68,7</b>	1.100,5	
							<b>8</b>	2	
							<b>1,15</b>	18,34	

Dari hasil pengelompokan proses berdasarkan aktivitas diatas maka dapat dilihat pada table berikut ini :

Tabel 4. 56 Data Kelompok *Process Activity Mapping*

<b>Aktivitas</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Total waktu (detik)</b>	<b>Total waktu (menit)</b>	<b>Presentase</b>
VA	9	215,3	3,59	19%
NVA	12	28,4	0,5	26%
NNVA	26	68,78	1,15	55%
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>312,48</b>	<b>5,24</b>	<b>100%</b>

#### 4.3.8 Work Assessment Model

Pengumpulan data dilakukan dengan cara diskusi dan pengisian kuesioner. Diskusi dilakukan untuk menyatukan persepsi tentang pemahaman terhadap *waste* dan keterkaitan antar *waste* yang kemudian dilakukan pengisian kuesioner. Dalam

pengumpulan dan pengisian kuesioner ini dipilih 1 orang yang berkompeten dan benar-benar memahami lini produksi pada *sanding balikan flowcoater*, yaitu ketua kelompoknya.

1. *Seven Waste Relationship*

Untuk menghitung kekuatan dari *waste relationship* dikembangkan suatu pengukuran dengan kuesioner yang memiliki 31 hubungan jenis *waste i* mempengaruhi jenis *waste j* (Rawabdeh, 2005). Adapun hasil dari hubungan jenis *waste* dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 4. 57 Rekapitulasi Keterkaitan Antar *Waste*  
**Rekapitulasi Keterkaitan Antar *Waste***

No.	Tipe Pertanyaan	Total Skor	Tingkat Keterkaitan
1	O_I	10	I
2	O_D	1	U
3	O_M	7	O
4	O_T	18	A
5	O_W	18	A
6	I_O	2	U
7	I_D	1	U
8	I_M	12	I
9	I_T	16	E
10	D_O	1	U
11	D_I	15	E
12	D_M	1	U
13	D_T	1	U
14	D_W	7	O
15	M_I	1	U
16	M_D	1	U
17	M_W	2	U
18	M_P	2	U
19	T_O	2	U
20	T_I	1	U

21	T_D	3	U
22	T_M	20	A
23	T_W	18	A
24	P_O	1	U
25	P_I	1	U
26	P_D	1	U
27	P_M	12	I
28	P_W	11	I
29	W_O	1	U
30	W_I	15	E
31	W_D	1	U

Adapun symbol pembobotan tingkat keterkaitan antar *waste* adalah : Symbol A memiliki skor 17-20, symbol E memiliki skor 13-16, symbol I memiliki skor 9-12, symbol O memiliki skor 5-8, symbol U memiliki skor 1-4, dan untuk symbol X memiliki skor 0.

2. *Waste Relationship Matrix*

Setelah didapatkan *Seven Waste Relationship* selanjutnya dilanjutkan pada tahapan *Waste Relationship Matrix* (WRM) dengan cara mengubah output *Seven Waste Relationship* menjadikannya input kedalam *Waste Relationship Matrix*. Berdasarkan hasil perhitungan keterkaitan antar *waste*, selanjutnya dapat dibuat WRM sebagai berikut :

Tabel 4. 58 *Waste Relationship Matrix*

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

Selanjutnya symbol tersebut akan dikonversikan kedalam angka dengan acuan



A=10, E=8, I=6, O=4, U=2, dan X=0. Adapun hasil *waste matrix value* dapat dilihat pada table 4.59 dibawah ini.

Tabel 4. 59 *Waste Matrix Value*

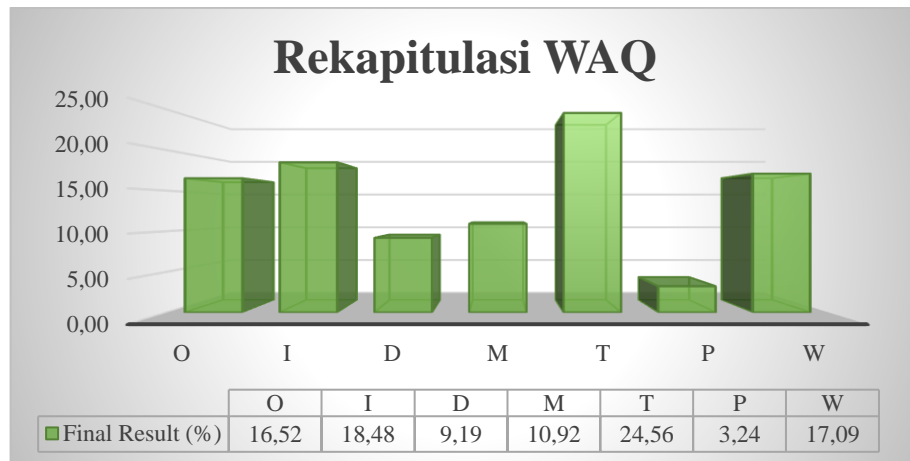
F/T	O	I	D	M	T	P	W	Skors	%
<b>O</b>	10	6	2	4	10	0	10	42	20,79
<b>I</b>	2	10	2	6	8	0	0	28	13,86
<b>D</b>	2	8	10	2	2	0	4	28	13,86
<b>M</b>	0	2	2	10	0	2	2	18	8,91
<b>T</b>	2	2	2	10	10	0	10	36	17,82
<b>P</b>	2	2	2	6	0	10	6	28	13,86
<b>W</b>	2	8	2	0	0	0	10	22	10,89
<b>Skors</b>	20	38	22	38	30	12	42	202	100,00
<b>%</b>	9,90	18,81	10,89	18,81	14,85	5,94	20,79	100,00	

### 3. *Waste Assessment Questionare*

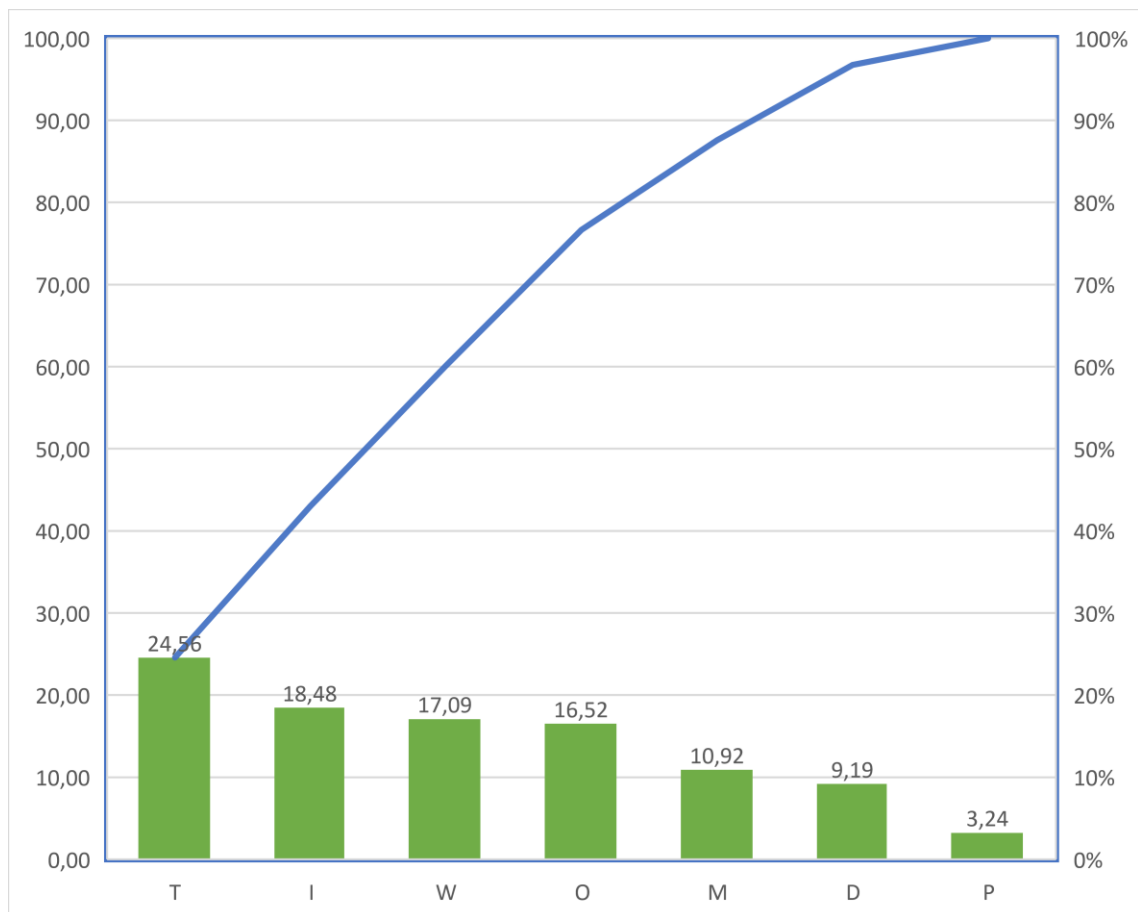
Berdasarkan penilaian awal WAQ setiap jenis pertanyaan dikategorikan ke dalam 4 kelompok *man, machine, material dan method* dengan menggunakan 2 kategori. Kategori A, jika jawaban Ya berarti di indikasikan adanya pemborosan, dimana bobot 1 jika Ya, 0.5 jika Sedang dan 0 jika Tidak. Kategori B, jika jawaban Ya berarti diindikasikan tidak ada pemborosan yang terjadi, dimana bobot 0 jika Ya, 0.5 jika Sedang dan 1 jika Tidak.

Tabel 4. 60 *Waste Assessment Questionare*

Jenis Waste	O	I	D	M	T	P	W
<b>Score (Yj)</b>	0,29	0,26	0,22	0,23	0,33	0,14	0,27
<b>Pj factor</b>	205,86	260,76	150,97	167,63	264,68	82,34	226,45
<b>Final Result (Yjfinal)</b>	59,53	66,59	33,10	39,32	88,47	11,66	61,57
<b>Final Result (%)</b>	16,52	18,48	9,19	10,92	24,56	3,24	17,09
<b>Rank</b>	4	2	6	5	1	7	3



Gambar 4. 8 Rekapitulasi WAQ



Gambar 4. 9 Diagram Pareto pembobotan *waste*

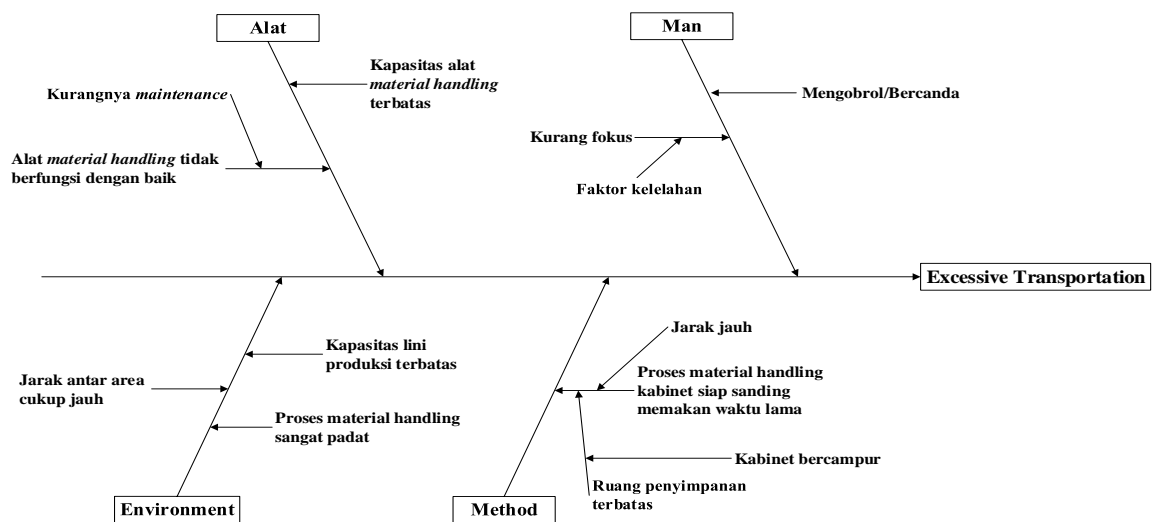
Dari diagram pareto diatas dapat diambil kesimpulan bahwa 20% dari total waste transportation dapat mewakilkan 6 waste yang lain bila dilakukan perbaikan. Maka dari itu penulis hanya mengambil 1 sample saja untuk melakukan usulan perbaikan.

### 4.3.9 Diagram Ishikawa

Setelah mendapatkan urutan pembobotan *waste* berdasarkan metode WAM, maka akan dianalisis penyebab *waste* 3 terbesar dalam lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater*, hal ini didapat dengan dengan cara *brainstorming* terhadap beberapa *expert* seperti ketua kelompok dan beberapa karyawan senior. Adapun 3 *waste* beserta penyebabnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

#### 1. Excessive Transportation

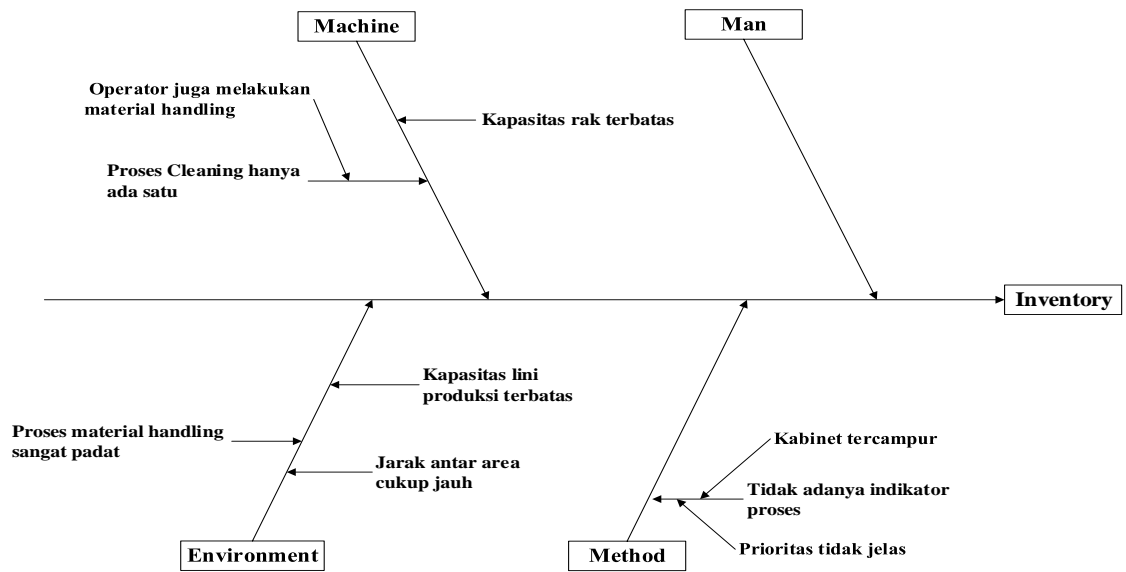
Beberapa penyebab terjadinya *Excessive Transportation* dapat dilihat pada gambar :



Gambar 4. 10 Diagram *Ishikawa Waste Excessive Transportation*

#### 2. Inventory

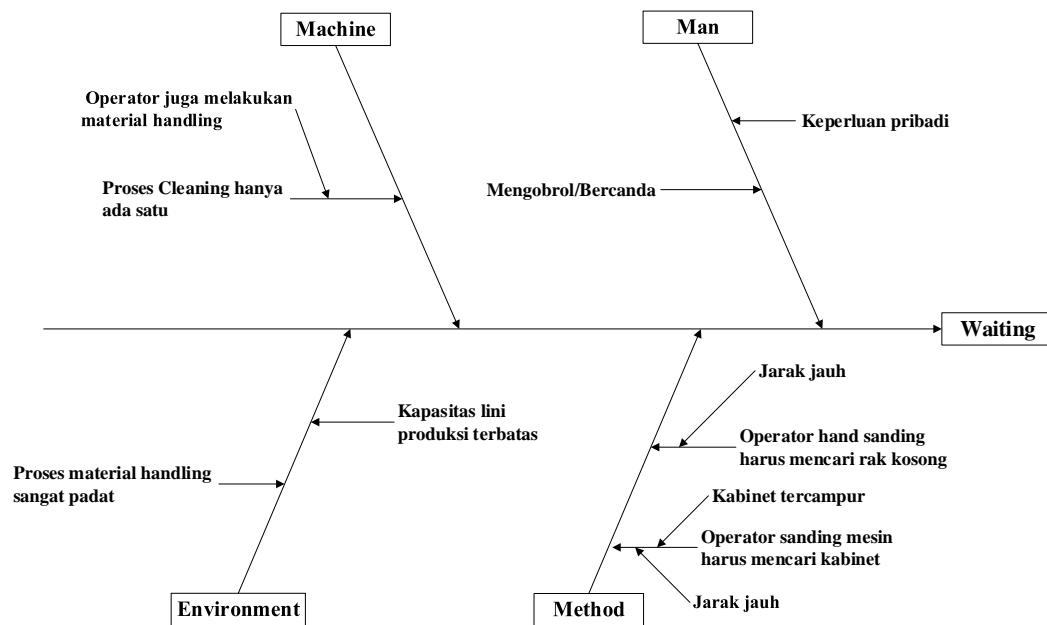
Beberapa penyebab terjadinya *waste* pada *Inventory* dapat dilihat pada gambar



Gambar

Gambar 4. 11 Diagram *Ishikawa Waste Inventory*

3. *Waiting*



Gambar 4. 12 Diagram *Ishikawa Waste Waiting*

## BAB V

### PEMBAHASAN

#### 1.1 *Analisis Current State Value Stream Mapping*

*Value Stream Mapping* merupakan salah satu *tools* untuk melakukan proses perubahan agar lini produksi menjadi lebih baik dengan cara memetakan seluruh aliran produksi baik itu barang maupun informasi mulai dari *supplier*, produsen dan konsumen dalam satu gambar yang utuh. Tujuan dari pemetaan ini adalah untuk mendapatkan suatu gambaran utuh berkaitan dengan waktu proses sehingga dapat dengan mudah mengidentifikasi *waste* atau pemborosan yang ada di lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater*.

Pada lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* yang bertindak sebagai *supplier* adalah bagian *Spray Flow Coater*, kemudian yang bertindak sebagai konsumen adalah bagian *Spray Flow Coater* juga. Karena pada dasarnya produksi *Sanding Balikan Flow Coater* adalah suatu kesatuan lini produksi yang tidak dapat dipisahkan satu sama lain, dari hasil *output* dan *plan* produksinya pun memiliki kesamaan. Hanya karena kedua belah lini produksi ini memiliki jumlah karyawan yang banyak, proses yang panjang, dan ruang lingkup yang luas maka dari itu dibedakan lini produksinya.

##### 1.1.1 *Analisis Cycle Time, Uji Kecukupan dan Uji Keseragaman Data*

*Cycle Time* atau waktu siklus adalah kemampuan dari lini produksi untuk memproduksi satu unit barang dalam satu kali proses produksi. *Cycle Time* menjadi acuan perusahaan dalam menentukan jadwal produksi dan target yang perlu dicapai oleh masing-masing lini produksi. Seperti halnya di *Sanding Balikan Flow Coater*, perusahaan akan membuat jadwal produksi dan target dengan menyesuaikan seberapa besar waktu yang dibutuhkan *Sanding Balikan Flow Coater* menyelesaikan seluruh proses produksi.

Dalam penelitian ini penulis hanya memfokuskan pada satu model piano saja yang setiap bulannya memiliki persentase tertinggi dalam produksinya, yaitu jenis UP model

B1 PE. Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara merekam proses produksi dengan *handycam* yang kemudian diukur waktu pengerjaannya dengan *stopwatch* dan ada juga yang langsung menggunakan *stopwatch* pada saat proses pengerjaannya. Pengambilan waktu siklus untuk semua kabinet dan proses pekerjaannya dilakukan selama 14 hari dimana dilakukan 10 kali *sampling* dalam pengambilan data pada setiap jenis kabinet Piano model B1 PE di setiap prosesnya.

Dapat dilihat pada *Current State Value Stream Mapping* gambar 4.6, proses dengan *Cycle Time* terlama pada model piano B1 PE adalah proses *Hand Sanding* sebesar 7,34 menit pada kabinet muka 1 dan 4,66 menit pada kabinet muka 2 nya, maka total *cycle time* dari keduanya pada proses *hand sanding* adalah 12 menit. *Hand Sanding* menjadi proses terlama karena prosesnya adalah proses manual dengan tangan, tanpa mesin otomatis, hanya berisikan mesin *abrasive* tangan yang menjadi alat bantu proses, sementara bagian yang di *sanding* adalah bagian mentori kabinet yang membutuhkan ketelitian dan kehati-hatian dalam prosesnya. Untuk proses terlama mesin adalah proses mesin *Wide Sander Besar* dengan *Cycle Time* sebesar 2,02 menit, hal ini dikarenakan proses mesin *Wide Sander Besar* dalam melakukan proses *sanding* diperlukan 2 kali proses dalam 1 kabinet, yaitu muka 1 dan muka 2. Selanjutnya proses dengan *Cycle Time* tercepat adalah proses mesin *wide sander kecil* dengan waktu sebesar 0,78 menit. Maka total *Cycle Time* di lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* dari awal proses yaitu proses mesin *Wide Sander Besar* atau *Belt Sander* hingga proses terakhir yaitu proses *Cleaning* adalah sebesar 17,99 menit. Tetapi, *Cycle time* disini belum memperhatikan waktu-waktu diluar proses kerja utamanya, seperti : proses ambil-kirim kabinet, mencari rak dan *material handling*.

Semua data pada pengukuran yang telah dilakukan dapat menggambarkan populasi yang ada. Hal itu ditunjukkan oleh hasil pengujian kecukupan data, apabila  $N' < N$  maka data tersebut sudah cukup. Seperti contohnya, pada proses *wide sander besar* kabinet *top board*, hasil perhitungan  $N'$  adalah 1,60 sementara  $N$  nya adalah 10, dari total pengambilan sample waktu siklus. Maka dapat disimpulkan bahwa data itu sudah cukup mewakili populasi yang ada. Selanjutnya setelah melakukan uji kecukupan data maka di lanjutkan untuk uji keseragaman data, dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa semua data yang ada sudah seragam karena berada dalam batas kontrol.

### 1.1.2 Analisis Inventory

Dapat dilihat pula pada *Current State Mapping*, *inventory* dari lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* yang diambil sebanyak empat kali dalam dua hari yang berbeda, dimana waktu pengambilan pukul 10.00 WIB dan 14.00 WIB. Perhitungan *Inventory* dilakukan secara *Gemba* atau terjun langsung ke lapangan agar dapat dilihat kondisi sebenarnya di lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater*. Data yang di ambil adalah kabinet yang akan masuk proses dan yang sedang di proses karena kabinet yang telah di proses akan langsung di kirim ke proses selanjutnya.

Berdasarkan data *Inventory* tersebut dan dimasukkan ke dalam *Current State Value Stream Mapping* dapat diketahui bagian mana yang mengalami *Bottleneck* atau penumpukan kabinet dimana proses yang terjadi bagian tersebut terhambat. Selain itu dapat dilihat pula bahwa total *inventory* dari *Sanding Balikan Flow Coater* sebanyak 835 pcs. *Bottleneck* terjadi di proses *Wide Sander Besar* terdapat 193 pcs kabinet, kemudian pada proses *hand sanding* muka 1 dan muka 2 total terdapat 208 pcs serta pada proses *belt sander* muka 1 dan muka 2 terdapat total 199 pcs. *Bottleneck* ini disebabkan karena banyaknya *waste waiting* dan *transportation* disetiap prosesnya yang mengakibatkan mesin berhenti dan terjadi penumpukan kabinet dibeberapa proses. Dari perhitungan *Inventory* pula dapat diketahui total *Lead Time* yang terjadi di *Sanding Balikan Flow Coater* yang terlihat pada *Current State Value Stream Mapping* sebesar 0.35 hari.

### 1.1.3 Analisis Allowance Pekerja

Waktu *allowance* didapatkan dari hasil pengamatan secara *gemba* dengan menggunakan metode *work sampling*. Adapun metode *work sampling* ini dilakukan secara 2 hari berturut-turut selama jam kerja shift 1 dengan cara pengambilan data setiap 5 menit sekali. Adapun pada *work sampling* ini dibedakan menjadi 2 kategori, yaitu pekerjaan utama dan margin. Margin disini dibagi lagi menjadi 5 kategori, yaitu : margin pekerjaan tambahan, margin luang pekerjaan, margin luang lapangan, margin keperluan pribadi dan lain-lain.

Adapaun hasil dari *work sampling* dapat kita simpulkan bahwa hasil dari *work sampling* pada lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* didapatkan persentase

pekerjaan utama sebanyak 69%, dan total persentase margin sebanyak 31%, dimana sebanyak 14% sebagai *margin* kerja tambahan, 5% sebagai **margin** waktu luang pekerjaan, 7% sebagai waktu luang lapangan dan 5% sebagai *margin* keperluan pribadi.

Dengan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa dengan tingginya *margin* sebesar 31% mengindikasikan bahwa masih banyaknya pekerjaan diluar kerja utama yang mengakibatkan pekerjaan utamanya terganggu. Adapaun pekerjaan diluar kerja utama itu adalah seperti, *material handling*, *setting* ke rak, mencari rak, ambil dan kirim kabinet.

## 1.2 Analisis Hasil Identifikasi Waste

### 1.2.1 Analisis Proses Activity Mapping

*Process Activity Mapping* (PAM) mampu menggambarkan detail tahapan proses produksi yang ada pada *Sanding Balikan Flow Coater* sehingga memudahkan untuk melakukan identifikasi pemborosan. PAM berfungsi mengevaluasi nilai tambah atau manfaat dari tiap aktivitas dalam produksi agar proses yang berjalan lebih efektif dan efisien. Pada *tools* ini juga akan mengelompokan aktivitas berdasarkan perlakuan terhadap produk. Pengelompokan tersebut dibagi menjadi 3 yaitu *Value Added Activity*, *Non Value Added Activity*, dan *Necessary but Non Value Added Activity*. Proses pembuatan PAM menggunakan data aktual perusahaan dan pengukuran waktu proses menggunakan pengukuran langsung dengan *stopwatch*. VA adalah aktivitas yang memberikan nilai tambah terhadap produk dimana proses tersebut dapat merubah bentuk fisik dari produk. NVA adalah aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi produk dimana proses tersebut bisa saja dihilangkan atau direduksi apabila tidak diperlukan. NNVA adalah aktivitas yang penting akan tetapi tidak memberikan penambahan bagi produk.

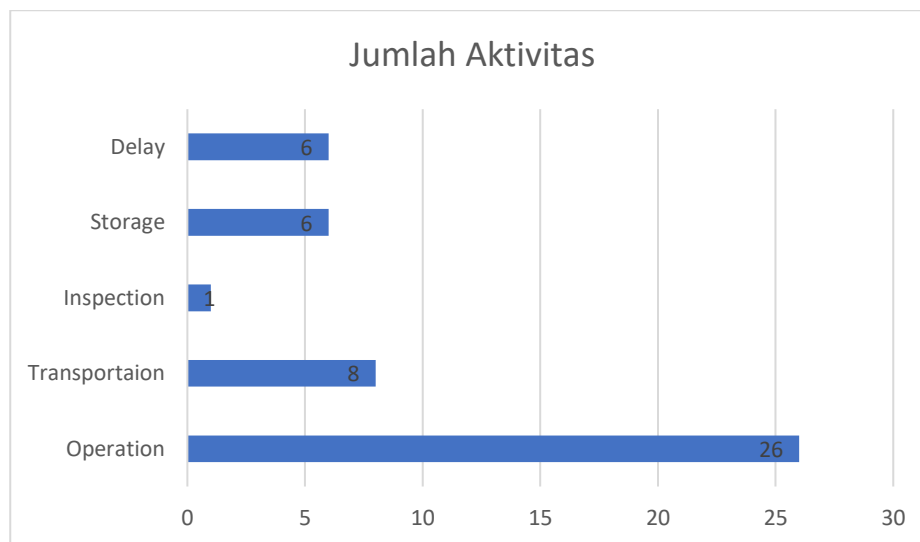
Proses produksi pada *Sanding Balikan Flow Coater* rata-rata terdiri dari 3 atau 6 proses utama yaitu proses mesin *wide sander* atau *belt sander* muka 1, hand sanding muka 1, dan cleaning muka 1. Apabila kabinet akan di *spray* 2 muka, maka dilanjutkan dengan pengulangan proses yang sama. Dalam penelitian ini penulis mengambil *sample* dalam pembuatan PAM pada kabinet *Fall Center* dikarenakan kabinet ini merupakan proses yang bisa mewakili semua proses untuk yang ada pada *Sanding Balikan Flow Coater*. Total proses dari kabinet *Fall Center* ini terdapat 47 langkah pengerjaan. Secara detail proporsi dari setiap jenis aktivitas dapat dilihat pada table berikut ini



Tabel 5. 1 Proporsi setiap jenis aktivitas

Jenis Aktivitas	Operation	Transportation	Inspection	Storage	Delay
Jumlah Aktivitas	26	8	1	6	6
Prosentase	55%	17%	2%	13%	13%

Berdasarkan tabel diatas, perbandingan jumlah antar jenis aktivitas dapat digambarkan pada grafik sebagai berikut



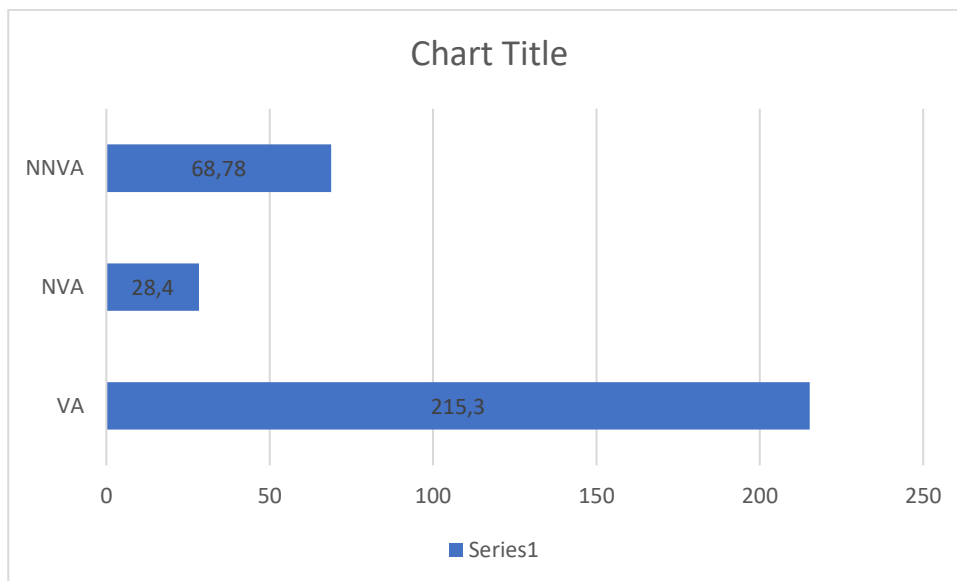
Gambar 5. 1 Grafik Jumlah Aktivitas

Dari grafik diatas, dapat kita lihat bahwa langkah kerja yang termasuk jenis proses *operation* sebanyak 26 buah, *transportation* 8 buah, *delay* dan *storage* sebanyak 6 buah, dan terakhir *inspection* sebanyak 1 buah. Dan untuk pembagian kategorinya berdasarkan perlakuan terhadap produk dapat dilihat pada table dibawah ini:

Tabel 5. 2 Pembagian kategori berdasarkan perlakuannya

Kategori	VA	NVA	NNVA
Jumlah	9	12	26
Total Waktu (Detik)	215,3	28,4	68,78
	19%	26%	55%

Berdasarkan table diatas, perbandingan kebutuhan waktu untuk antar jenis kategori aktivitas diatas dapat digambarkan pada grafik sebagai berikut



Gambar 5. 2 Grafik Pembagian kategori berdasarkan perlakuannya

Dari grafik terlihat bahwa waktu aktivitas yang merupakan Value added sebesar 215,3 detik , sedangkan NNVA sebanyak 68,78 detik dan NVA sebesar. Aktivitas yang termasuk kategori *Value Added* pada proses *Sanding Balik Flow Coater* adalah seperti proses-proses kerja utama yaitu proses *wide sander*, *belt sander*, *hand sanding*, dan *cleaning*. Pada proses VA ini terdiri dari 9 aktivitas Operation. Untuk aktivitas yang tidak memberikan penambahan nilai atau *Non Value Added* adalah seperti mengambil kabinet, mengirim kabinet, dan mencari rak. Pada proses NVA ini terdiri dari 7 aktivitas *transportation* , 3 *delay* dan 2 *storage*. Terakhir, pada proses NNVA atau aktivitas yang penting tetapi tidak memberikan nilai tambah adalah seperti mengangkat kabinet, menaruh kabinet, mengambil dan menaruh *atengi*, dan mengambil dan menaruh *blower*. Pada proses ini terdiri dari 17 proses operation, 1 inspection, 4 delay dan 4 storage. Dari penjelasan diatas dapat diartikan bahwa proses pada *Sanding Balik Flow Coater* kategori pada jumlah proses terbanyak berada pada kategori NNVA sebanyak 26 proses sedangkan VA 9 proses dan NVA 10 proses. Akan tetapi pada jumlah waktu yang dihabiskan VA memiliki jumlah terbesar yaitu 215,3 detik, NNVA sebanyak 69,76 detik dan NVA sebanyak.

### 1.2.2 Analisis Waste Assessment Model

Setelah mengetahui dari pengelompokan kategori yang berdasarkan perlakuan terhadap kabinet maka dilanjutkan untuk mengidentifikasi pembobotan *waste* tertinggi sampai

terendah pada lini produksi sanding balikan flowcoater. Metode *Waste Assessment Model* ini terdiri dari *Waste Relationship Matrix (WRM)* dan *Waste Assessment Questioner (WAQ)*. Pengumpulan data dilakukan dengan cara diskusi dan menyebarkan kuesioner pembobotan. Diskusi dilakukan untuk menyatukan persepsi tentang pemahaman terhadap *waste* dan keterkaitan antar *waste*. Berdasarkan hal tersebut responden dipilih 1 orang yang berkompeten dan benar-benar memahami lini produksi *sanding balikan flowcoater*, yaitu ketua kelompoknya. Hasil dari perhitungan WAM diatas dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 5. 3 Persentase Pembobotan *Waste*

Peringkat	Jenis <i>Waste</i>	Prosentase
1	Transportation	25,56
2	Inventory	18,48
3	Waiting	17,09
4	Overproduction	16,52
5	Motion	10,92
6	Defect	9,19
7	Processing	3,24

Dari hasil table WAM diatas dapat kita lihat pembobotan *waste* yang tertinggi sampai yang terendah. Bobot *waste* tertinggi berada pada *waste* transportation sebesar 25,26%, di ikuti dengan *waste inventory* sebesar 18,48%, *waiting* 17,09%, *over production* sebesar 16,52%, *motion* sebesar 10,92%, *defect* sebesar 9,19% dan yang paling terendah adalah *waste processing*. Dari hal diatas dapat kita simpulkan bahwa, pada lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* ini *waste* terbesarnya adalah pada bagian transportation, karen memang berdasarkan analisis PAM diatas juga didapat bahwa proses-proses seperti mengambil kabinet, mencari rak, mengirim kabinet memakan waktu yang cukup banyak sehingga mengakibatkan *waste* yang tinggi. Maka dari itu diperlukannya analisis penyebab dari *waste-waste* diatas.

### 1.3 Identifikasi Pemborosan

Bedasarkan hasil WAQ dapat diketahui hasil *waste* tertinggi pada proses produksi *Sanding Balikan Flow Coater* yang di klarisifikasikan sesuai dengan metode 7 *waste* Identifikasi pemborosan yang dilakukan untuk mengidentifikasi pemborosan-

pemborosan yang terjadi adalah Analisa secara deskriptif didukung dengan hasil brainstorming secara wawancara dengan Ketua Kelompok *Sanding Balik Flow Coater* dan ditambah dengan hasil observasi dilapangan selama kurang lebih 6 bulan. Adapun jenis *waste* yang terjadi pada *Sanding Balik Flow Coater* adalah sebagai berikut ini:

1. *Overproduction*

Sering terjadinya produksi kabinet secara berlebihan dikarenakan belum maksimalnya rencana produksi yang telah ada. Hal ini dikarenakan *supply* kabinet dari lini produksi sebelumnya baik itu *wood working* atau *sanding dasar* mengirim kabinet yang tidak sesuai dengan plan produksi yang telah ditentukan sehingga mengakibatkan operator *Sanding Balik Flow Coater* mengerjakan kabinet yang ada saja. Tentunya, mengakibatkan beberapa kabinet mengalami *overproduction*.

2. *Defect*

Pemborosan pada *defect* ini terjadi disebabkan oleh faktor teknis ataupun non teknis. Adapun penyebab terjadinya *defect* :

- a. Kesalahan operator pada proses manual seperti misalnya dalam melakukan proses *belt sander*, operator terlalu kuat dalam melakukan sanding sehingga menyebabkan *defect* jenis *muke*.
- b. Kesalahan dalam *material handling* yang mengakibatkan benturan di beberapa sisi bagian kabinet yang dapat menimbulkan *defect*. Hal ini rawan terjadi karena kondisi ruang yang terbatas dan sulitnya dalam melakukan *material handling*.
- c. Adanya kesalahan dalam mengambil kabinet antara yang siap sanding atau belum dikarenakan ketidak jelasan indikator yang ada atau bisa jadi karena proses pengeringan cat yang mengalami gangguan.
- d. Pada proses *wide sander kecil* sering terjadinya kesalahan dalam proses *auto-return* dikarenakan dimensi kabinet yang terlalu kecil sehingga kabinet sering macet atau terhempas keluar *conveyor*.

3. *Excessive Inventory*

- a. Sering terjadinya penumpukan kabinet yang telah dilakukan proses sanding. Ini biasanya sering terjadi dalam proses *wide sander* besar dikarenakan dalam proses ini menggunakan rak tumpuk sedangkan untuk bisa lanjut ke dalam proses *hand sanding* perlu mengganti dengan rak susun 8 atau 16.
- b. Di proses *cleaning* juga sering terjadi penumpukan kabinet, dikarenakan

operator cleaning melakukan proses *handling* yang cukup jauh menuju antrian *spray blacksealer* dan disamping itu booth untuk proses cleaning hanya terdapat 1 saja.

#### 4. *Unnecessary Motion*

Pemborosan ini melibatkan dari aktivitas operator selama di lantai produksi *sanding balikan flowcoater* seperti gerakan-gerakan yang tidak perlu dilakukan seperti :

- a. Setelah proses *wide sander besar*, operator harus memindahkan kabinet dari rak tumpuk menuju rak susun 8 atau 16 yang kosong.
- b. Pada proses *hand sanding*, operator terkadang harus mengambil kabinet dari tempat yang cukup jauh dikarenakan kondisi ruangan yang terbatas ditambah dengan barang yang siap *hand sanding* bercampur dengan barang yang akan dilakukan *belt sander*.

#### 5. *Transportation*

Pemborosan pada bagian ini yang paling banyak memakan *waste*, dikarenakan :

- a. Pada lini produksi ini *material handling* dilakukan secara manual tidak menggunakan *conveyor* ditambah dalam melakukan *material handling* sering mengalami kendala teknis seperti kondisi rod arak yang sudah berat dan kondisi ruangan yang terbatas sehingga mengakibatkan proses *material handling* sulit dilakukan.
- b. Setiap setelah selesai melakukan proses *sanding*, operator belt atau wide sander harus mengambil kabinet di penyimpanan *spray flow coater* yang jaraknya cukup jauh dan berbeda-beda lokasinya.
- c. Operator *cleaning* juga harus melakukan *material handling* ke tempat antrian *spray black sealer* sedangkan *booth* yang tersedia hanya ada 1 begitupun operator yang ada juga hanya ada 1.

#### 6. *Innaproproate processing*

Dalam melakukan proses *hand sanding* terutama untuk kabinet panel, operator *sanding* sering mengalami kesulitan dalam melakukan proses *sanding*, sehingga mengakibatkan proses *sanding* dilakukan diatas rak yang mengakibatkan debu dari proses *sanding* tidak terbuang kedalam tempatnya.

#### 7. *Waiting*

*Waste waiting* diakibatkan banyaknya proses *material handling* yang dilakukan operator yang menyebabkan mesin *idle*, adapun *waste* yang ada adalah sebagai

berikut:

- a. Adanya *waste waiting* pada proses *cleaning* dikarenakan operator *cleaning* harus melakukan proses *material handling* yang lumayan jauh dan cukup memakan waktu.
- b. Adanya *waste waiting* dalam proses *hand sanding* dikarenakan operator harus mencari rak susun untuk meletakkan kabinet guna berjalannya kelancaran proses
- c. Operator *wide sander* atau *belt sander* harus mengambil dan memilih-milih kabinet yang akan mereka bawa untuk dilakukan proses *sanding*.

#### 1.4 Analisis Diagram Ishikawa

Setelah mengetahui pembobotan *waste* terbesar hingga terkecil dari metode WAM tersebut dan dilakukan identifikasi *waste-waste* apa saja yang terjadi pada setiap proses di lini *sanding balikan flow coater*, maka selanjutnya dilakukan analisis penyebab dari *waste-waste* tersebut. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan *tools* Diagram *Ishikawa* atau bisa disebut diagram fishbone, diagram ini dihasilkan dari hasil brainstorming dengan beberapa *expert* yang ahli pada bidangnya, seperti ketua kelompok, dan para karyawan senior di *Sanding Balikan Flow Coater*. Akan tetapi, pada penelitian kali ini operator hanya akan membahas dari ketiga besar *waste* tertinggi pada lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* yaitu *waste transportation*, *waiting* dan *inventory*.

##### 1. Excessive Transportation

Berdasarkan gambar 4.9 dapat disimpulkan bawah ada excessive transportation penyebab-penyebab yang ada adalah :

###### a. Man

Dilihat dari aspek manusia penyebab terjadinya *excessive transportation* adalah operator yang sedang melakukan proses *material handling* mengobrol atau bercanda ketika proses tengah berjalan, dan bisa juga kurang fokusnya operator dikarenakan kelelahan atau stamina yang sedang tidak fit. Hal itu tentunya akan berdampak pada waktu *handling* yang lama

###### b. Methods

*Waste* yang utama pada proses ini yaitu pada proses *material handling* dari satu mesin ke mesin yang lainnya terutama ketika terjadi perpindahan ruangan seperti misalnya, operator *sanding* mesin harus mencari dan membawa kabinet yang siap

*sanding* di tempat penyimpanan flow coater dan ditambah kabinet bercampur dengan proses lainnya dikarenakan ruangnya penyimpanannya yang terbatas.

c. *Environment*

Lingkungn lini produksi pun sangat menghambat dalam melakukan *material handling* dikarenakan jalan yang dipakai sangat padat untuk proses material handling ditambah jarak-jarak yang jauh dalam melakukan *material handling*. Hal ini dikarenakan Yamaha adalah perusahaan yang memakai Gedung bertingkat untuk melakukan proses produksinya yang berdampak pada terbatasnya kapasitas ruangan di setiap lini produksinya.

d. *Alat*

Alat yang digunakan pun terbilang cukup manual dalam melakukan *material handling*, karena operator harus mendorong-mendorong rak yang berisikan kabinet secara manual dan harus hati-hati. Hal itu dipersulit dengan adanya beberapa alat *material handling* yang sudah rusak sehingga menyebabkan sulitnya dalam melakukan *material handling* dan kapasitas dari rak inipun terbatas.

2. *Inventory*

Beberapa penyebab terjadinya *waste* pada *Inventory* dapat dilihat pada gambar 4.10 :

a. *Methods*

Tidak adanya indikator dalam disetiap rak menyebabkan terjadinya penumpukan *inventory* di beberapa kabinet siap *sanding*, dikarenakan permintaan yang salah akan mengakibatkan penumpukan *inventory* karena tidak jelasnya *planning* yang ada.

b. *Environment*

Lingkungn lini produksi pun sangat menghambat dalam melakukan *material handling* dikarenakan jalan yang dipakai sangat padat untuk proses *material handling* ditambah jarak-jarak yang jauh dalam melakukan *material handling*. Hal ini dikarenakan Yamaha adalah perusahaan yang memakai gedung bertingkat untuk melakukan proses produksinya yang berdampak pada terbatasnya kapasitas di setiap lini produksi. Dikarenakan proses *material handling* susah maka dari itu terjadinya penumpukan *inventory* di lini produksi.

c. *Machine*

Pada proses *cleaning sanding* balikan, hanya ada satu operator dan satu booth untuk melakukan proses *cleaning*, dan produsen dari proses *cleaning* terbilang banyak karena pada proses *hand sanding* ada 5 mesin dan 5 operator yang melakukan proses *hand sanding*. Ditambah lagi operator *cleaning* melakukan material handling menuju proses *flowcoater* yang tentunya memakan banyak waktu dan terjadilah penumpukan kabinet. Disamping itu, terbatasnya rak juga mengakibatkan terjadinya penumpukan *inventory* terutama sesudah proses *wide sander besar*, karena untuk bisa berjalan menuju proses *cleaning*, dibutuhkan rak susun dimana proses *wide sander besar* sebelumnya menggunakan rak tumpuk.

### 3. Waiting

Beberapa penyebab terjadinya *waste* pada *Inventory* dapat dilihat pada gambar 4.11:

#### a. Man

Dilihat dari aspek manusia penyebab terjadinya *waste waiting* adalah operator yang mengobrol atau bercanda ketika proses tengah berjalan, dan bisa karena adanya keperluan pribadi seperti buang air atau minum.

#### b. Methods

Pada saat operator *sanding* mesin mencari kabinet yang siap disanding dan operator *hand sanding* mencari rak kosong agar tidak terjadinya penumpukan pada proses produksi, tentunya akan banyak berdampak pada *waste waiting* dikarenakan mesin tidak berjalan secara otomatis. Ditambah dalam melakukan itu operator harus berjalan ketempat yang jauh dan ditambah sulitnya dalam melakukan material handling.

#### c. Environment

Lingkungn lini produksi pun sangat menghambat dalam melakukan material handling dikarenakan jalan yang dipakai sangat padat untuk proses material handling ditambah jarak-jarak yang jauh dalam melakukan material handling. Hal ini dikarenakan Yamaha adalah perusahaan yang memakai Gedung bertingkat untuk melakukan proses produksinya yang berdampak pada terbatasnya kapasitas di setiap lini produksi. Hal ini juga akan mengakibatkan *waste waiting* di mesin produksi.

#### d. Alat

Alat yang digunakan pun terbilang cukup manual dalam melakukan material



handling, karena operator harus mendorong-mendorong rak yang berisikan kabinet secara manual dan harus hati-hati. Hal itu dipersulit dengan adanya beberapa alat material handling yang sudah rusak sehingga menyebabkan sulitnya dalam melakukan material handling dan kapasitas dari rak inipun terbatas.

## 1.5 Analisis Rencana Perbaikan

Setelah menganalisis penyebab-penyebab terjadinya *waste* yang ada pada lini produksi *Sanding Balikan Flowcoater* maka dapat diusulkan perbaikan agar penyebab-penyebab *waste* yang ada dapat berkurang. Adapun usulan perbaikannya adalah :

### 1. Perancangan Sistem Kanban RFID

Dalam merancang system Kanban pada lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* tidak terlepas pada lini produksi *spray flow coater* karena kedua lini produksi ini merupakan kesatuan proses yang tak dapat dipisahkan. Dengan adanya Sistem kanban ini diharapkan system aliran proses yang ada dapat lebih teratur dan tertata rapih .

## RFID Tracking System



No.	Process	Qty	Time
1	Spray Edge	16	7.15
2	Seasoning 30'	16	7.45
3	Scoth Brite	16	7.55
4	Spray Enamel	16	8.30
5	Waiting	16	9.00
6	Wide Sanding	16	9.15
7	Hand Sanding	16	9.30
8	Cleaning	16	9.40
9	Spray Black Sealer	16	10.00
10	Seasoning	16	10.30
11	Scoth Brite	16	10.45
12	Cleaning Flow Coater	15	11.00

Gambar 5. 3 Sistem Kanban

Prosedur teknis penggunaan Kanban pada *Sanding Balikan Flow Coater* yaitu :

- a. Kartu Kanban di sediakan pada setiap rak berisikan kabinet yang didalamnya berisi informasi-informasi tentang kabinet, dari model, jenis, jumlah, proses dan waktu produksinya.

- b. Saat kabinet yang dibutuhkan sudah dapat diambil atau sudah siap sanding, maka akan muncul notifikasi di layar monitor atau bisa berbentuk symbol lampu hijau yang menandakan kabinet sudah siap sanding dan selanjutnya operator akan mengambil kabinet yang siap sanding tersebut sesuai prioritas yang ada ditempat yang telah ditentukan.
- c. Saat operator masuk membawa kabinet yang sudah siap sanding maka saat memasuki pintu masuk *Sanding Balik Flow Coater* akan ada mesin yang mewajibkan operator untuk menge-tap, yang nantinya tap itu akan menjadi sumber informasi tentang rak berisikan kabinet tersebut menuju data pusat.

Dengan adanya system Kanban ini diharapkan kedepannya :

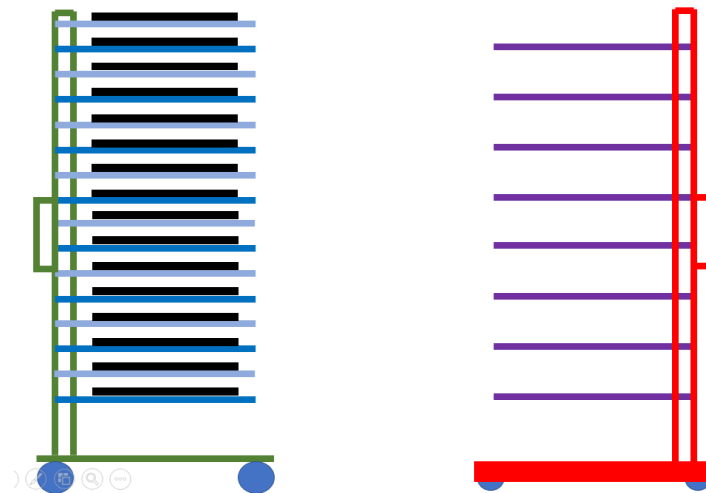
- a. Alur produksi pada sanding balikan dan spray flow coater dapat tertata rapih dan sistematis. Sehingga *waste-waste* yang ada pada lini produksi seperti *waste defect*, *waiting*, *transportation* dapat berkurang.
- b. Memudahkan operator dalam mengetahui informasi kabinet yang ada di setiap raknya dan mengetahui prioritas produksi sesuai plan sehingga tidak perlu menunggu informasi dari leader.
- c. Mengetahui jumlah, jenis, dan model kabinet secara real time yang berada dalam lini produksi sehingga tidak perlu mencari-cari kabinet yang dibutuhkan.

## 2. Perancangan alat Cabinet Mover

Salah satu *waste* pada *Sanding Balik Flow Coater* adalah di bagian hand sanding, karena sering terjadinya penumpukan inventory pada proses setelah wide sander besar dikarenakan keterbatasan rak susun yang ada. Hal ini berkaitan dengan proses flow coater diperlukan pemindahan rak dari yang 16 menuju rak 8 sesuai prosedur kerja spray flowcoater yang ada, dan begitu pula sesudah melakukan proses seasoning menuju proses waiting flow coater harus dipindahkan lagi dari rak menuju 16 agar kapasitas maksimal. Didalam melakukan pemindahan kabinet ini dibutuhkan 2 orang operator agar pemindahan dapat berjalan dengan baik yang pastinya mengakibatkan *waste*. Maka dari itu diperlukan alat bantu kerja untuk mengurangi *waste* tersebut, yaitu dengan usulan

perbaikan berupa alat cabinet mover.

Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan pegas. Pegas dapat turun naik sesuai kebutuhan pengguna, yang nantinya dengan 1 operator dapat memindahkan kabinet satu rak secara langsung. Hal ini lebih efisien dibandingkan harus memindahkan kabinet satu-persatu dengan 2 operator sekaligus. Dengan adanya alat Cabinet mover ini ketersediaan rak kosong banyak tersedia sehingga operator tidak perlu mencari-cari lagi ketersediaannya rak kosong tersebut.



Gambar 5. 4 Cabinet Mover

### 3. Penambahan Operator untuk proses *Material handling*

Untuk membantu kerja operator dalam melakukan material handling, diperlukan operator yang bertugas untuk men supply kabinet siap sanding untuk mesin wide sander atau belt sander baik muka 1 dan muka 2, selain itu diperlukan juga perlu pensupply untuk rak susun kosong untuk proses setelah wide sander besar, dan proses untuk kirim kabinet after cleaning sanding balikan. Diharapkan operator ini dapat mengurangi *waste waiting* dan transportation yang ada sehingga tidak terjadi penumpukan inventory atau seringnya mesin melakukan idle. Jika dilihat dari beban kerja yang ada pada pengamatan worksampling, maka mungkin 1 operator handsanding dapat membantu dalam melakukan proses Material Handling di lini produksi Sanding balikan dan flow coater.

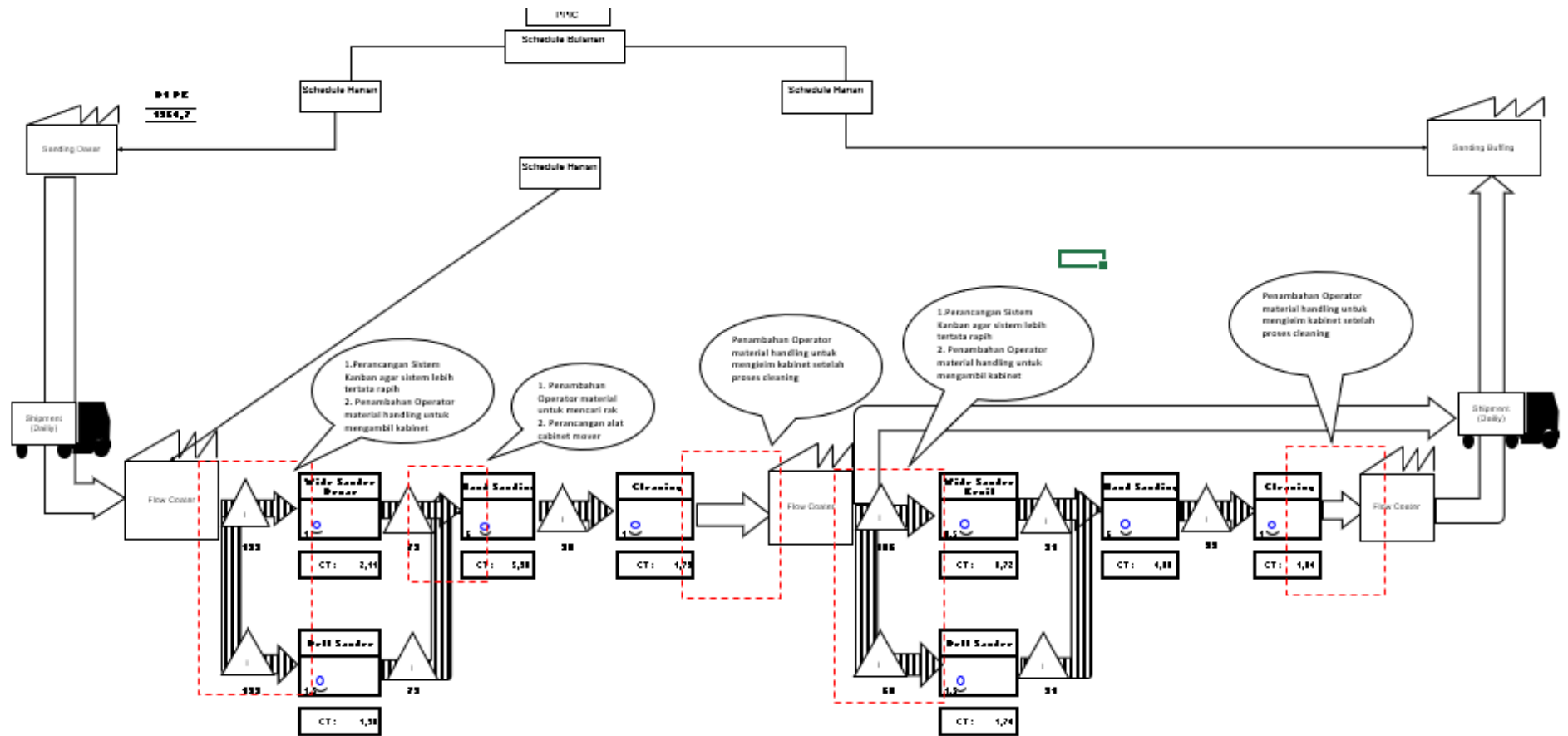
### 4. *Maintenance* alat secara rutin

Salah satu kendala dalam material handling adalah kondisi rak *material handling* yang sudah sulit untuk digerakan karena sudah awusnya roda rak. Kondisi roda

ban pada rak yang sudah macet atau sulit digerakan, atau kondisi pelindung kabinet yang sudah kotor dapat menyebabkan *material handling* terganggu atau bisa saja menyebabkan cacat pada kabinet karena terjatuh. Maka dari itu diperlukan *maintenance* secara rutin rak untuk proses *material handling*

### **1.6 *Future State Value Stream Mapping***

Setelah dilakukan penggambaran *current value stream mapping* dan identifikasi *waste*, dapat diketahui bagian-bagian yang perlu dilakukan *improvement* agar kondisi sistem produksi pada area *Sanding Balik Flow Coater* mendekati konsep *lean manufacturing* yaitu dengan melakukan pengajuan *kaizen* atau perbaikan-perbaikan. Adapun perbaikan yang diusulkan sesuai dengan usulan *kaizen* yang ada dapat dilihat pada *gambar Future State Value Stream Mapping* dibawah ini ;



Gambar 5. 5 Future State Value Stream Mapping

Untuk Future Value Stream Mapping diatas, peneliti belum bisa memastikan jumlah inventory, lead time dan cycle time yang akan berkurang pada setiap prosesnya. Dikarenakan usulan ini bersifat mentah dan masih perlu tindak lanjut pengembangan lagi kedepannya sehingga peneliti selanjutnya dapat memvalidasi dari future value stream mapping diatas. Akan tetapi untuk membuktikan bahwa usulan diatas dapat mengurangi waste yang ada pada proses di lini produksi sanding balikan flow coater dapat dilihat pada PAM yang ada sekarang, dimana jumlah waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi kabinet fall centre lebih cepat bila dibandingkan pada Current Value Stream Mapping. Adapun table PAM nya dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 5. 4 PAM Setelah Perbaikan

No	Isi Pekerjaan	Simbol Aktivitas					Langkah	Detik/Pcs	Detik/Rak	VA/NNVA/NNVA
		Operation	Transportation	Inspection	Delay	Storage				
		O	T	I	D	S				
<b>Wide Sander/Belt Sander Muka 1</b>										
1	Mengambil bantalan	O						5,20	83,17	NNVA
2	Mengangkat kabinet dari rak	O						1,21	19,36	NNVA
3	Mengecek kabinet			I				1,83	29,22	NNVA
4	Memasukan kabinet ke mesin sanding	O						2,78	44,45	NNVA
5	Proses sanding mesin	O						25,50	408,03	VA
6	Setting ketebalan abrassive mesin				D			1,82	29,06	NNVA

7	Membalikan kabinet	O						5,10	81,52	NNVA
8	Memasukan kabinet ke mesin sanding	O						3,08	49,31	NNVA
9	Proses sanding mesin	O						30,22	483,49	VA
10	Menyimpan kabinet di rak					S		5,31	85,01	NNVA
<b>Hand Sanding Muka 1</b>										
11	Mengangkat kabinet ke meja handsanding	O					4	4,91	78,61	NNVA
12	Mengambil Atengi	O						2,32	37,12	NNVA
13	Proses Hand sanding	O						48,98	783,68	VA
14	Menyimpan Atengi	O						1,22	19,54	NNVA
15	Membersihkan kabinet dengan lap	O						10,28	164,42	VA
16	Menyimpan Kabinet di rak					S	4	5,07	81,12	NNVA
17	Mengirim Kabinet ke Proses Cleaning		T				6	0,59	9,43	NVA
<b>Cleaning SB Muka 1</b>										
18	Memasukkan rak pada booth					D	6	0,67	10,66	NNVA
19	Mengambil Blower Angin	O						0,14	2,29	NNVA

20	Proses Cleaning	O						10,99	175,83	VA	
21	Menyimpan Blower Angin	O						0,13	2,08	NNVA	
	SPRAY FLOW COATER										
<b>Wide Sander/Belt Sander Muka 2</b>											
22	Mengangkat kabinet dari rak	O						3,69	59,04	NNVA	
23	Mengambil Atengi	O						1,55	24,8	NNVA	
24	Proses sanding mesin	O						19,09	305,44	VA	
25	Menaruh Atengi	O						2,55	40,8	NNVA	
26	Menyimpan kabinet di rak					S		3,75	60	NNVA	
<b>Hand Sanding Muka 2</b>											
27	Mengambil Kabinet				D		6	6,91	110,56	NNVA	
28	Mengambil Atengi	O						2,32	37,12	NNVA	
29	Proses Hand sanding	O						48,98	783,68	VA	
30	Menyimpan Atengi	O						1,22	19,54	NNVA	
31	Membersihkan kabinet dengan lap	O						10,28	164,42	VA	
32	Menyimpan Kabinet di rak					S	6	5,07	81,12	NNVA	
33	Mengirim Kabinet ke		T				6	0,59	9,43	NVA	



	Proses Cleaning									
<b>Cleaning SB Muka 2</b>										
34	Memasukkan rak pada booth				D		6	0,67	10,66	NNVA
35	Mengambil Blower Angin	O						0,14	2,29	NNVA
36	Proses Cleaning	O						10,99	175,83	VA
37	Menyimpan Blower Angin	O						0,13	2,08	NNVA
	<b>TOTAL</b>							<b>285,26</b>	<b>4.564,20</b>	
									<b>76,07</b>	

Pada table PAM diatas bisa kita lihat terjadi beberapa pengurangan pada langkah proses produksi kabinet Fall Center, jika dibandingkan pada data PAMsebelum perbaikan terdapat 47 langkah proses dalam melakukan produksi fall center, dan pada PAM setelah usulan perbaikan terdapat 37 langkah proses. Hal itu juga berakibat pada waktu proses kabinet fall center dari data awal sekitar 305 detik/pcs menjadi 285 detik/pcs. Hal itu dikarenakan hilangnya proses-proses yang termasuk kategori NVA seperti ambil kirim kabinet, mencari rak dan material handling kabinet. Bukan tidak mungkin waktu produksi ini dapat di minimasi lagi apabila usulan-usulan perbaikan dapat diterapkan dan di maksimalkan dengan baik.

## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1 Kesimpulan

Berikut ini merupakan kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan dalam menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Jika melihat pada *Current State Map Value Stream Mapping*, terjadi beberapa *bottleneck* pada proses di lini produksi *sanding balikan dan flowcoater*. Diantaranya pada proses *wide sander besar* sebesar 193 pcs kemudian pada proses *hand sanding muka 1* dan muka 2 terdapat 208 pcs, serta proses *belt sander muka 1* dan muka 2 terdapat 199 pcs. Untuk mencari penyebab masalah *bottleneck* tersebut maka dibutuhkan *tools Process Activity Mapping (PAM)* untuk mengetahui secara lebih detail dari proses-proses pada lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater*. Hasil dari PAM tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa *bottleneck* disebabkan karena masih banyaknya proses yang masuk dalam kategori *Non Value Added* yang mengakibatkan *bottleneck*.
2. Untuk mengetahui *waste* yang ada maka diperlukan perhitungan dengan menggunakan *waste assessment model (WAM)*. Hasil dari WAM dapat kita simpulkan bahwa persentase *waste* tertinggi ialah pemborosan jenis *transportation* 25,56%, diikuti dengan *inventory* sebesar 18,48% dan *waiting* sebesar 17,09%. Sehingga berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa ketiga *waste* tersebut yang mengakibatkan *bottleneck* pada lini produksi *sanding balikan flowcoater* maka dari itu pemborosan ketiga jenis tersebut perlu segera diperbaiki dan diminimasi.
3. Penyebab utama pada lini produksi *sanding balikan flow coater* adalah *waste transportation* karena pada setiap proses lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* operator kerja melakukan *material handling* yang jauh hal itu dapat dilihat pada *tools PAM* dimana rata-rata operator dalam melakukan *material handling* di untuk raknya sebesar 120 detik. *Waste Transportation* ini mengakibatkan *waste*

*waiting* pada mesin dikarenakan operator melakukan material handling yang menyebabkan mesin menjadi *idle* dan terjadilah penumpukan kabinet di lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* yang mengakibatkan *waste Inventory*.

4. Untuk meminimasi *waste* yang terjadi pada *Sanding Balikan Flow Coater* maka peneliti melakukan beberapa usulan perbaikan. Pertama yaitu pembuatan Sistem Kanban agar alur produksi yang ada pada lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* dapat tertata rapih dan terstruktur, yang nantinya memudahkan operator dalam pengambilan keputusan atau memudahkan *leader* dalam pengambilan data. Usulan kedua yaitu, dengan menetapkan operator tambahan untuk men *support* proses *material handling* pada lini produksi *Sanding Balikan Flow Coater* agar operator kerja dapat maksimal dalam melakukan prosesnya. Usulan ketiga adalah, Pembuatan alat *cabinet mover* yang berguna untuk memindahkan rak secara langsung sehingga lebih efisien dan tidak memerlukan 2 operator dalam melakukan prosesnya. Dan usulan yang terakhir yaitu, *maintenance* alat rak dorong secara rutin agar operator dalam melakukan *material handling* lebih mudah dan cepat.
5. *Future State Map* yang dibuat belum bisa membuktikan secara real time untuk penurunan *inventory* atau *lead time* yang ada, tetapi jika dilihat pada proses lebih detail pada PAM nya, dengan usulan yang ada kategori proses yang termasuk NVA atau *non value added* bisa dipastikan berkurang yang tentunya akan mengakibatkan *inventory* berkurang pada setiap proses di lini produksi *sanding balikan flow coater*.

## 6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti merasa masih banyak kekurangan maka dari itu, berikut merupakan beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi masukan dalam upaya mengurangi pemborosan kedepannya, diantaranya sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan
  - a. Untuk terus melakukan *continuous improvement* guna meningkatkan produktivitas dan meminimasi waste.
2. Bagi Penelitian Selanjutnya
  - a. Peneliti berikutnya diharapkan mampu melanjutkan penelitian ini dengan mempelajari system Kanban secara mendalam yang nantinya dikembangkan dan bisa diterapkan pada PT. Yamaha Indonesia agar alur produksi dapat lebih tertib dan tertata rapih.

- b. Apabila usulan perbaikan sudah diterima, peneliti selanjutnya bisa untuk melakukan validasi pada *future state map* secara tepat berdasarkan data lapangan yang ada yang kemudia bisa dibandingkan dengan *current state map* dari segi *inventory*, *cycle time* ataupun *lead time* nya,

## DAFTAR PUSTAKA

- Åhlström, P., 1998. Sequences in the implementation of lean production. *European Management Journal*, pp. 327-334.
- Al Faritsy, A. Z. & Suseno, 2015. Peningkatan Produktivitas Perusahaan Dengan Menggunakan Metode Six Sigma, Lean Dan Kaizen. *Jurnal Teknik Industri*, X(2).
- Askari, M. F. & Supriyanto, H. H., 2012. Implementasi Lean Manufacturing di PT. X, Pasuruan. *JURNAL TEKNIK POMITS*, 1(1), pp. 1-5.
- BPS, 2014. *Berita Resmi Statistik: Perkembangan Industri Manufaktur Besar-Sedang*. [Online] Available at: <http://bps.go.id>
- El-Haik, B. & Al-Omar, R., 2006. *Simulation Based Lean Six Sigma and Design For Six Sigma*. New Jersey: John Wiley and Sons.
- Gaspersz, 2007. *Lean Six Sigma for manufacturing and service industries*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V., 2003. *Total quality management*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. & Fontana, A., 2011. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor: Vinchristo.
- Goriwondo, William, M., Samson, M. & Alphonse, M., 2011. *Use of The Value Stream Mapping Tool for Waste Reduction in Manufacturing (Case Study for Bread Manufacturing in Zimbabwe)*. s.l., International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- Handes, D., Susanto, K., Novita, L. & Wajong, A., 2013. Statistical Quality Control SQC Pada Proses Produksi Produk "E" Di PT DYN Tbk.. *Industrial and Systems Engineering Assessment Journal (INASEA)*, pp. 177-186.
- Hines, P. & Taylor, D., 2000. *Going Lean*. Cardiff: Lean Enterprise Research Centr.
- Liker, J. K., 2006. *The toyota way: 14 Prinsip Manajemen dari Perusahaan Manufaktur Terhebat di Dunia*. Jakarta: Erlangga.
- Maulana, A., Herlina, L. & Kurniawan, B., 2016. Usulan Lean Manufacturing System untuk Mereduksi Waste Dan Efisiensi Biaya Produksi Di PT. ABC Divisi Slab Steel Plant 1. *Jurnal Teknik Industri*, 4(3).
- Narusawa, T. & Shook, J., 2008. *Kaizen Express 2nd edition*. Japan: Lean Enterprise Institute.
- Prayogo, T. & Octavia, T., 2013. Identifikasi Waste dengan Menggunakan Value Stream Mapping di Gudang PT. XYZ. *Jurnal Titra*, 1(2), pp. 119-126.
- Putra, E. A. P. H. & Ikatrinasari, Z. F., 2012. Penerapan Lean Manufacturing Melalui Metode Gemba Kaizen Dengan Pendekatan Siklus Pdca Untuk Peningkatan Produktivitas Di Pt. Xyz, Bekasi. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*.
- Rawabdeh, I. A., 2005. A Model for The Assessment of Waste in Job Shop Environments. *International Journal of Operations & Production Management*, pp. 800-822.
- Rother, M. & Shook, J., 2003. *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. s.l.:Lean Enterprise Institute.
- Tapping, D. & Shuker, T., 2003. *Value Stream Management for the Lean Office*. New York: Productivity Press.
- Tilak, M., Van Aken, E., McDonald, T. & Ravi, K., 2002. *Value Stream Mapping: A Review and Comparative Analysis of Recent Applications*. s.l., Norcross.
- Tischler, L., 2006. Bringing Lean To the Office. *Journal of Organizational Change Management*.

- Tyagi, S., Choudhary, A., Cai, X. & Yang, K., 2015. Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process. *International Journal of Production Economics*, Volume 160, pp. 202-212.
- Utama, D. M., Dewi, S. K. & Mawarti, V. I., 2016. Identifikasi Waste Pada Proses Produksi Key Set Clarinet Dengan Pendekatan Lean Manufacturing. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 15(1).
- Wee, H. ., W. S., 2009. Lean supply chain and its effect on product cost and quality: a case study in Ford Motor Company. *Supply Chain Management: An International Journal* 14/5, pp. 335-341.
- Williams, M., Douglas, L. & Tetteh, E. G., 2008. *Value-Stream Mapping to Improve Productivity in Transmission Case Machining*. s.l., Industrial Engineering Research Conference J. Fowler and S. Mason.

## LAMPIRAN

No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			24,00	576,0	0,8	25,46	22,28
			25,40	645,2	0,8	25,46	22,28
			23,80	566,4	0,8	25,46	22,28
			23,30	542,9	0,8	25,46	22,28
1	<i>Top Board</i>	B1	23,90	571,2	0,8	25,46	22,28
			23,40	547,6	0,8	25,46	22,28
			23,10	533,6	0,8	25,46	22,28
			23,60	557,0	0,8	25,46	22,28
			25,10	630,0	0,8	25,46	22,28
			23,10	533,6	0,8	25,46	22,28
Total			238,7	5703,5			
Rata-Rata			23,87	570,345			

1,60

No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			22,8	519,84	0,3	23,33	22,07
			22,6	510,76	0,3	23,33	22,07
			22,4	501,76	0,3	23,33	22,07
			23,1	533,61	0,3	23,33	22,07
2	<i>Fall center</i>	B1	22,3	497,29	0,3	23,33	22,07
			22,5	506,25	0,3	23,33	22,07
			23,3	542,89	0,3	23,33	22,07
			22,5	506,25	0,3	23,33	22,07
			22,7	515,29	0,3	23,33	22,07
			22,8	519,84	0,3	23,33	22,07
Total			227	5153,78			
Rata-Rata			22,7	515,378			

0,27

No	Nama kabinet	Model	$X_i$	$X_i^2$		BKA	BKB
			35,3	1246,1	1,4	37,30	31,72
			34,0	1156,0	1,4	37,30	31,72
			33,0	1089,0	1,4	37,30	31,72
			36,5	1332,3	1,4	37,30	31,72
3	<i>Top Frame</i>	B1	35,5	1260,3	1,4	37,30	31,72
			35,3	1246,1	1,4	37,30	31,72
			32,5	1056,3	1,4	37,30	31,72
			34,0	1156,0	1,4	37,30	31,72
			33,0	1089,0	1,4	37,30	31,72
			36,0	1296,0	1,4	37,30	31,72
Total			345,1	11926,9			
Rata-Rata			34,51	1192,693			

2,35

No	Nama kabinet	Model	$X_i$	$X_i^2$		BKA	BKB
			40,3	1624,09	2,5	44,66	34,48
			38,3	1466,89	2,5	44,66	34,48
			39,0	1521,00	2,5	44,66	34,48
			37,0	1369,00	2,5	44,66	34,48
4	<i>Bottom Frame</i>	B1	35,0	1225,00	2,5	44,66	34,48
			40,7	1656,49	2,5	44,66	34,48
			39,7	1576,09	2,5	44,66	34,48
			42,7	1823,29	2,5	44,66	34,48
			43,7	1909,69	2,5	44,66	34,48
			39,3	1544,49	2,5	44,66	34,48
Total			395,7	15716,03			
Rata-Rata			39,57	1571,603			

5,95



No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			31,2	973,4	1,3	34,20	28,82
			29,9	894,0	1,3	34,20	28,82
			34,2	1169,6	1,3	34,20	28,82
			30,1	906,0	1,3	34,20	28,82
1	<i>Side Board</i>	B1	32,1	1030,4	1,3	34,20	28,82
			33,2	1102,2	1,3	34,20	28,82
			30,6	936,4	1,3	34,20	28,82
			31	961,0	1,3	34,20	28,82
			31,6	998,6	1,3	34,20	28,82
			31,2	973,4	1,3	34,20	28,82
Total			315,1	9945,1			
Rata-Rata			31,51	994,511			

2,63

No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			11,7	136,9	0,6	13,95	11,49
			13,7	187,7	0,6	13,95	11,49
			12,7	161,3	0,6	13,95	11,49
			13,2	174,2	0,6	13,95	11,49
2	<i>Side Arm</i>	B1	12,5	156,3	0,6	13,95	11,49
			11,9	141,6	0,6	13,95	11,49
			13,3	176,9	0,6	13,95	11,49
			12,7	161,3	0,6	13,95	11,49
			12,5	156,3	0,6	13,95	11,49
			13	169,0	0,6	13,95	11,49
Total			127,2	1621,4			
Rata-Rata			12,72	162,14			

3,38

No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			15,2	231,0	0,4	16,29	14,55
			15	225,0	0,4	16,29	14,55
			15,1	228,0	0,4	16,29	14,55
			16	256,0	0,4	16,29	14,55
3	<i>Fall Front</i>	B1	15,9	252,8	0,4	16,29	14,55
			14,9	222,0	0,4	16,29	14,55
			15,8	249,6	0,4	16,29	14,55
			15,9	252,8	0,4	16,29	14,55
			15,0	225,3	0,4	16,29	14,55
			15,4	237,2	0,4	16,29	14,55
Total			154,2	2379,8			
Rata-Rata			15,42	237,97801			

1,15

No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			30,7	942,5	1,0	33,13	29,17
			31,50	992,3	1,0	33,13	29,17
			32	1024,0	1,0	33,13	29,17
			29,2	852,6	1,0	33,13	29,17
4	<i>Key Slip</i>	B1	30,3	918,1	1,0	33,13	29,17
			32,2	1036,8	1,0	33,13	29,17
			30,5	930,3	1,0	33,13	29,17
			32,2	1036,8	1,0	33,13	29,17
			31,9	1017,6	1,0	33,13	29,17
			31	961,0	1,0	33,13	29,17
Total			311,5	9712,0			
Rata-Rata			31,15	971,201			

1,45

No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			47,2	2227,8	1,4	50,71	44,93
			46,7	2180,9	1,4	50,71	44,93
			49,9	2490,0	1,4	50,71	44,93
			48,7	2371,7	1,4	50,71	44,93
1	<i>Side Board</i>	B1	46,6	2171,6	1,4	50,71	44,93
			45,3	2052,1	1,4	50,71	44,93
			48,1	2313,6	1,4	50,71	44,93
			47,7	2275,3	1,4	50,71	44,93
			48,2	2323,2	1,4	50,71	44,93
			49,8	2480,0	1,4	50,71	44,93
Total			478,2	22886,3			
Rata-Rata			47,82	2288,626			

1,31

No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			63,7	4057,7	0,9	65,78	62,34
			64,4	4147,4	0,9	65,78	62,34
			65,5	4290,3	0,9	65,78	62,34
			65,4	4277,2	0,9	65,78	62,34
2	<i>Top Board</i>	B1	63,7	4057,7	0,9	65,78	62,34
			63,8	4070,4	0,9	65,78	62,34
			63,7	4057,7	0,9	65,78	62,34
			62,6	3918,8	0,9	65,78	62,34
			64	4096,0	0,9	65,78	62,34
			63,8	4070,4	0,9	65,78	62,34
Total			640,6	41043,5			
Rata-Rata			64,06	4104,348			

0,26

No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			19,9	396,0	0,6	20,82	18,28
			20,3	412,1	0,6	20,82	18,28
			19	361,0	0,6	20,82	18,28
			19,1	364,8	0,6	20,82	18,28
3	<i>Side Arm</i>	B1	18,7	349,7	0,6	20,82	18,28
			19,7	388,1	0,6	20,82	18,28
			19,3	372,5	0,6	20,82	18,28
			18,9	357,2	0,6	20,82	18,28
			20,5	420,3	0,6	20,82	18,28
			20,1	404,0	0,6	20,82	18,28
Total			195,5	3825,7			
Rata-Rata			19,55	382,565			

1,52

No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			32	1024,0	0,8	34,32	31,16
			32,4	1049,8	0,8	34,32	31,16
			32,7	1069,3	0,8	34,32	31,16
			33,6	1129,0	0,8	34,32	31,16
4	<i>Fall Front</i>	B1	33,3	1108,9	0,8	34,32	31,16
			31,9	1017,6	0,8	34,32	31,16
			32,2	1036,8	0,8	34,32	31,16
			32,9	1082,4	0,8	34,32	31,16
			32,1	1030,4	0,8	34,32	31,16
			34,3	1176,5	0,8	34,32	31,16
Total			327,4	10724,7			
Rata-Rata			32,74	1072,466			

0,83

No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			73,3	5372,9	0,6	74,56	72,30
			73	5329,0	0,6	74,56	72,30
			73,6	5417,0	0,6	74,56	72,30
			74,1	5490,8	0,6	74,56	72,30
5	<i>Fall Center</i>	B1	74,2	5505,6	0,6	74,56	72,30
			73,4	5387,6	0,6	74,56	72,30
			72,8	5299,8	0,6	74,56	72,30
			72,6	5270,8	0,6	74,56	72,30
			74,1	5490,8	0,6	74,56	72,30
			73,2	5358,2	0,6	74,56	72,30
Total			734,3	53922,5			
Rata-Rata			73,43	5392,251			

0,08

No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			69,5	4830,3	1,4	70,98	65,28
			66,6	4435,6	1,4	70,98	65,28
			66,6	4435,6	1,4	70,98	65,28
			67,9	4610,4	1,4	70,98	65,28
6	<i>Key Slip</i>	B1	70,8	5012,6	1,4	70,98	65,28
			68,6	4706,0	1,4	70,98	65,28
			66,7	4448,9	1,4	70,98	65,28
			69	4761,0	1,4	70,98	65,28
			68,6	4706,0	1,4	70,98	65,28
			67	4489,0	1,4	70,98	65,28
Total			681,3	46435,2			
Rata-Rata			68,13	4643,523			

0,63

No	Nama kabinet	Model	$X_i$	$X_i^2$		BKA	BKB
			47,5	2256,3	1,2	49,51	44,75
			48,3	2332,9	1,2	49,51	44,75
			48,9	2391,2	1,2	49,51	44,75
			46,4	2153,0	1,2	49,51	44,75
7	<i>Top Frame</i>	B1	46,3	2143,7	1,2	49,51	44,75
			47,7	2275,3	1,2	49,51	44,75
			47,4	2246,8	1,2	49,51	44,75
			47,8	2284,8	1,2	49,51	44,75
			44,9	2016,0	1,2	49,51	44,75
			46,1	2125,2	1,2	49,51	44,75
Total			471,3	22225,1			
Rata-Rata			47,13	2222,511			

0,92

No	Nama kabinet	Model	$X_i$	$X_i^2$		BKA	BKB
			18,8	353,4	0,8	20,60	17,20
			19,9	396,0	0,8	20,60	17,20
			20,1	404,0	0,8	20,60	17,20
			18,4	338,6	0,8	20,60	17,20
8	<i>bottom Frame</i>	B1	18,2	331,2	0,8	20,60	17,20
			17,6	309,8	0,8	20,60	17,20
			18,2	331,2	0,8	20,60	17,20
			19,2	368,6	0,8	20,60	17,20
			19,9	396,0	0,8	20,60	17,20
			18,7	349,7	0,8	20,60	17,20
Total			189,0	3578,6			
Rata-Rata			18,9	357,86			

2,91

No	Nama kabinet	Model	$\xi_i$	$\xi_i^2$		BKA	BKB
			11,7	136,9	0,5	11,92	9,88
			10,3	106,1	0,5	11,92	9,88
			10,8	116,6	0,5	11,92	9,88
			11,3	127,7	0,5	11,92	9,88
1	<i>Top Board</i>	B1	10,6	112,4	0,5	11,92	9,88
			11,3	127,7	0,5	11,92	9,88
			11,2	125,4	0,5	11,92	9,88
			10	100,0	0,5	11,92	9,88
			11	121,0	0,5	11,92	9,88
			10,8	116,6	0,5	11,92	9,88
Total			109,0	1190,4			
Rata-Rata			10,9	119,044			

3,15

No	Nama kabinet	Model	$\xi_i$	$\xi_i^2$		BKA	BKB
			6,7	44,9	0,1	7,13	6,59
			6,9	47,6	0,1	7,13	6,59
			6,7	44,9	0,1	7,13	6,59
			7	49,0	0,1	7,13	6,59
2	<i>Fall Center</i>	B1	7	49,0	0,1	7,13	6,59
			6,7	44,9	0,1	7,13	6,59
			6,8	46,2	0,1	7,13	6,59
			7	49,0	0,1	7,13	6,59
			7	49,0	0,1	7,13	6,59
			6,8	46,2	0,1	7,13	6,59
Total			68,6	470,8			
Rata-Rata			6,86	47,076			

0,56

No	Nama kabinet	Model	$X_i$	$X_i^2$		BKA	BKB
			11,3	127,7	0,2	11,77	10,79
			11,7	136,9	0,2	11,77	10,79
			11,6	134,6	0,2	11,77	10,79
			11,3	127,7	0,2	11,77	10,79
3	<i>Top Frame</i>	B1	11,2	125,4	0,2	11,77	10,79
			11	121,0	0,2	11,77	10,79
			10,9	118,8	0,2	11,77	10,79
			11,4	130,0	0,2	11,77	10,79
			11,2	125,4	0,2	11,77	10,79
			11,2	125,4	0,2	11,77	10,79
Total			112,8	1272,9			
Rata-Rata			11,28	127,292			

0,67

No	Nama kabinet	Model	$X_i$	$X_i^2$		BKA	BKB
			10,60	112,4	0,2	10,96	10,06
			10,90	118,8	0,2	10,96	10,06
			10,50	110,3	0,2	10,96	10,06
			10,20	104,0	0,2	10,96	10,06
4	<i>Side Board</i>	B1	10,50	110,3	0,2	10,96	10,06
			10,70	114,5	0,2	10,96	10,06
			10,40	108,2	0,2	10,96	10,06
			10,20	104,0	0,2	10,96	10,06
			10,40	108,2	0,2	10,96	10,06
			10,70	114,5	0,2	10,96	10,06
Total			105,1	1105,1			
Rata-Rata			10,51	110,505			

0,65



No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			7,70	59,3	0,4	8,03	4,45
			7,90	62,4	0,4	8,03	4,45
			7,70	59,3	0,4	8,03	4,45
			7,00	49,0	0,4	8,03	4,45
5	<i>Fall Front</i>	B1	7,00	49,0	0,4	8,03	4,45
			6,70	44,9	0,4	8,03	4,45
			6,80	46,2	0,4	8,03	4,45
			7,00	49,0	0,4	8,03	4,45
			7,00	49,0	0,4	8,03	4,45
			6,80	46,2	0,4	8,03	4,45
Total			71,6	514,4			
Rata-Rata			7,16	51,436			

5,32

No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			5,90	34,8	0,3	6,34	5,22
			6,00	36,0	0,3	6,34	5,22
			6,20	38,4	0,3	6,34	5,22
			5,40	29,2	0,3	6,34	5,22
6	<i>Side Arm</i>	B1	5,60	31,4	0,3	6,34	5,22
			5,50	30,3	0,3	6,34	5,22
			5,90	34,8	0,3	6,34	5,22
			6,10	37,2	0,3	6,34	5,22
			5,70	32,5	0,3	6,34	5,22
			5,50	30,3	0,3	6,34	5,22
Total			57,8	334,8			
Rata-Rata			5,78	33,478			

3,33

No	Nama kabinet	Model	$X_i$	$X_i^2$		BKA	BKB
			7,30	53,3	0,3	7,93	6,83
			7,70	59,3	0,3	7,93	6,83
			7,60	57,8	0,3	7,93	6,83
			7,30	53,3	0,3	7,93	6,83
7	<i>Key Slip</i>	B1	7,20	51,8	0,3	7,93	6,83
			7,00	49,0	0,3	7,93	6,83
			7,90	62,4	0,3	7,93	6,83
			7,40	54,8	0,3	7,93	6,83
			7,20	51,8	0,3	7,93	6,83
			7,20	51,8	0,3	7,93	6,83
Total			73,8	545,3			
Rata-Rata			7,38	54,532			

1,99

No	Nama kabinet	Model	$X_i$	$X_i^2$		BKA	BKB
			18,80	353,4	0,8	20,60	17,20
			19,90	396,0	0,8	20,60	17,20
			20,10	404,0	0,8	20,60	17,20
			18,40	338,6	0,8	20,60	17,20
8	<i>Bottom Frame</i>	B1	18,20	331,2	0,8	20,60	17,20
			17,60	309,8	0,8	20,60	17,20
			18,20	331,2	0,8	20,60	17,20
			19,20	368,6	0,8	20,60	17,20
			19,90	396,0	0,8	20,60	17,20
			18,70	349,7	0,8	20,60	17,20
Total			189,0	3578,6			
Rata-Rata			18,9	357,86			

2,91

No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			18,2	331,2	0,3	19,09	18,03
			19,1	364,8	0,3	19,09	18,03
			18,4	338,6	0,3	19,09	18,03
			18,6	346,0	0,3	19,09	18,03
1	<i>Fall Fromt</i>	B1	18,4	338,6	0,3	19,09	18,03
			18,6	346,0	0,3	19,09	18,03
			18,8	353,4	0,3	19,09	18,03
			18,3	334,9	0,3	19,09	18,03
			18,7	349,7	0,3	19,09	18,03
			18,5	342,3	0,3	19,09	18,03
Total			185,6	3445,4			
Rata-Rata			18,56	344,536			

0,29

No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			27,2	739,8	1,4	30,06	24,62
			28,4	806,6	1,4	30,06	24,62
			27,8	772,8	1,4	30,06	24,62
			25,9	670,8	1,4	30,06	24,62
1	<i>Top Board</i>	B1	26,2	686,4	1,4	30,06	24,62
			26,4	697,0	1,4	30,06	24,62
			27,3	745,3	1,4	30,06	24,62
			28,9	835,2	1,4	30,06	24,62
			25,6	655,4	1,4	30,06	24,62
			29,7	882,1	1,4	30,06	24,62
Total			273,4	7491,4			
Rata-Rata			27,34	749,14			

3,56

No	Nama kabinet	Model	$X_i$	$X_i^2$		BKA	BKB
			11,7	136,9	0,6	13,95	11,49
			13,7	187,7	0,6	13,95	11,49
			12,7	161,3	0,6	13,95	11,49
			13,2	174,2	0,6	13,95	11,49
2	<i>Side Arm</i>	B1	12,5	156,3	0,6	13,95	11,49
			11,9	141,6	0,6	13,95	11,49
			13,3	176,9	0,6	13,95	11,49
			12,7	161,3	0,6	13,95	11,49
			12,5	156,3	0,6	13,95	11,49
			13	169,0	0,6	13,95	11,49
Total			127,2	1621,4			
Rata-Rata			12,72	162,14			

3,38

No	Nama kabinet	Model	$X_i$	$X_i^2$		BKA	BKB
			61,4	3770,0	2,0	66,32	58,30
			63	3969,0	2,0	66,32	58,30
			63,9	4083,2	2,0	66,32	58,30
			58,3	3398,9	2,0	66,32	58,30
4	<i>Key Slip</i>	B1	60,7	3684,5	2,0	66,32	58,30
			64,4	4147,4	2,0	66,32	58,30
			60,9	3708,8	2,0	66,32	58,30
			64,5	4160,3	2,0	66,32	58,30
			63,9	4083,2	2,0	66,32	58,30
			62,1	3856,4	2,0	66,32	58,30
Total			623,1	38861,6			
Rata-Rata			62,31	3886,159			

1,49

No	Nama kabinet	Model	$X_i$	$X_i^2$		BKA	BKB
			28,1	789,6	1,6	32,41	25,83
			27,7	767,3	1,6	32,41	25,83
			32	1024,0	1,6	32,41	25,83
			28,5	812,3	1,6	32,41	25,83
4	<i>Fall center</i>	B1	30,8	948,6	1,6	32,41	25,83
			31	961,0	1,6	32,41	25,83
			28,7	823,7	1,6	32,41	25,83
			29,6	876,2	1,6	32,41	25,83
			27,4	750,8	1,6	32,41	25,83
			27,4	750,8	1,6	32,41	25,83
Total			291,2	8504,2			
Rata-Rata			29,12	850,416			

4,61

No	Nama kabinet	Model	$X_i$	$X_i^2$		BKA	BKB
			63,7	4057,7	0,9	65,78	62,34
			64,4	4147,4	0,9	65,78	62,34
			65,5	4290,3	0,9	65,78	62,34
			65,4	4277,2	0,9	65,78	62,34
2	<i>Top Board</i>	B1	63,7	4057,7	0,9	65,78	62,34
			63,8	4070,4	0,9	65,78	62,34
			63,7	4057,7	0,9	65,78	62,34
			62,6	3918,8	0,9	65,78	62,34
			64	4096,0	0,9	65,78	62,34
			63,8	4070,4	0,9	65,78	62,34
Total			640,6	41043,5			
Rata-Rata			64,06	4104,348			

0,26

No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			19,9	396,0	0,6	20,82	18,28
			20,3	412,1	0,6	20,82	18,28
			19	361,0	0,6	20,82	18,28
			19,1	364,8	0,6	20,82	18,28
3	<i>Side Arm</i>	B1	18,7	349,7	0,6	20,82	18,28
			19,7	388,1	0,6	20,82	18,28
			19,3	372,5	0,6	20,82	18,28
			18,9	357,2	0,6	20,82	18,28
			20,5	420,3	0,6	20,82	18,28
			20,1	404,0	0,6	20,82	18,28
Total			195,5	3825,7			
Rata-Rata			19,55	382,565			

1,52

No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			32	1024,0	0,8	34,32	31,16
			32,4	1049,8	0,8	34,32	31,16
			32,7	1069,3	0,8	34,32	31,16
			33,6	1129,0	0,8	34,32	31,16
4	<i>Fall Front</i>	B1	33,3	1108,9	0,8	34,32	31,16
			31,9	1017,6	0,8	34,32	31,16
			32,2	1036,8	0,8	34,32	31,16
			32,9	1082,4	0,8	34,32	31,16
			32,1	1030,4	0,8	34,32	31,16
			34,3	1176,5	0,8	34,32	31,16
Total			327,4	10724,7			
Rata-Rata			32,74	1072,466			

0,83

No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			73,3	5372,9	0,6	74,56	72,30
			73	5329,0	0,6	74,56	72,30
			73,6	5417,0	0,6	74,56	72,30
			74,1	5490,8	0,6	74,56	72,30
5	<i>Fall Center</i>	B1	74,2	5505,6	0,6	74,56	72,30
			73,4	5387,6	0,6	74,56	72,30
			72,8	5299,8	0,6	74,56	72,30
			72,6	5270,8	0,6	74,56	72,30
			74,1	5490,8	0,6	74,56	72,30
			73,2	5358,2	0,6	74,56	72,30
Total			734,3	53922,5			
Rata-Rata			73,43	5392,251			

0,08

No	Nama kabinet	Model	Xi	Xi <sup>2</sup>		BKA	BKB
			69,5	4830,3	1,4	70,98	65,28
			66,6	4435,6	1,4	70,98	65,28
			66,6	4435,6	1,4	70,98	65,28
			67,9	4610,4	1,4	70,98	65,28
6	<i>Key Slip</i>	B1	70,8	5012,6	1,4	70,98	65,28
			68,6	4706,0	1,4	70,98	65,28
			66,7	4448,9	1,4	70,98	65,28
			69	4761,0	1,4	70,98	65,28
			68,6	4706,0	1,4	70,98	65,28
			67	4489,0	1,4	70,98	65,28
Total			681,3	46435,2			
Rata-Rata			68,13	4643,523			

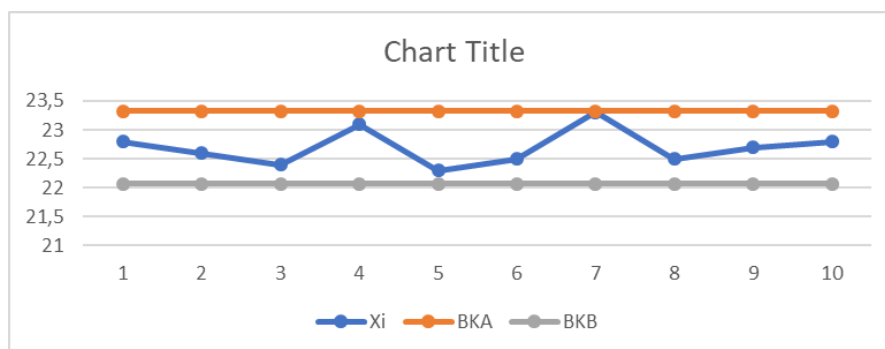
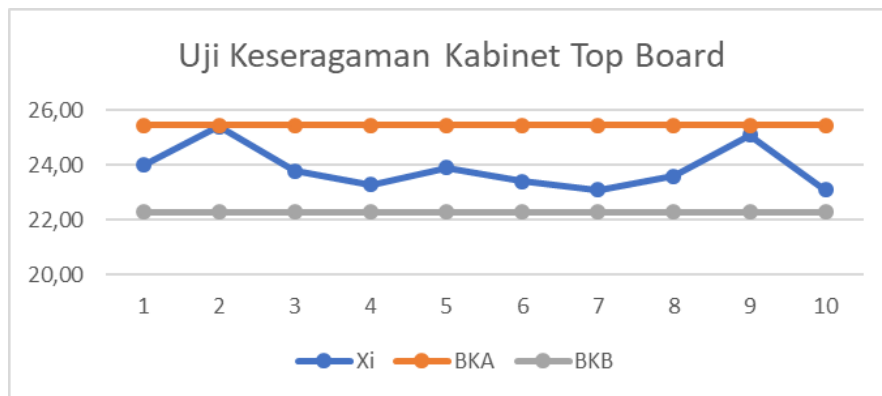
0,63

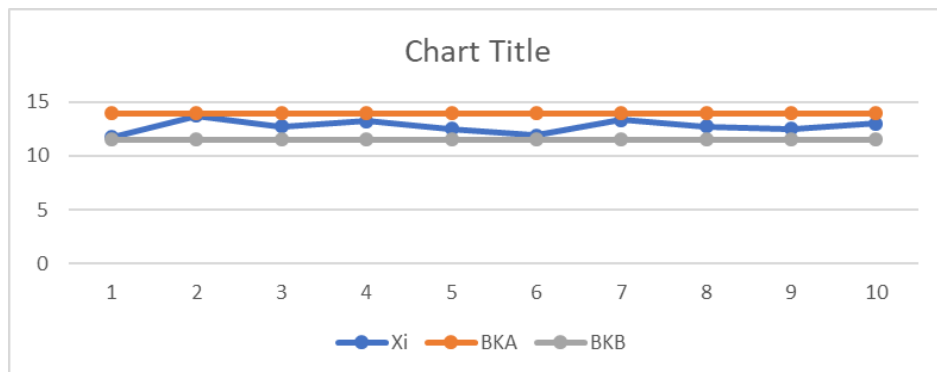
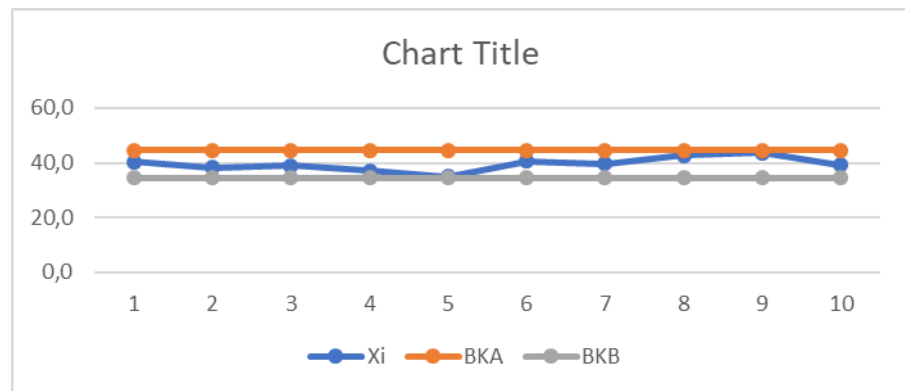
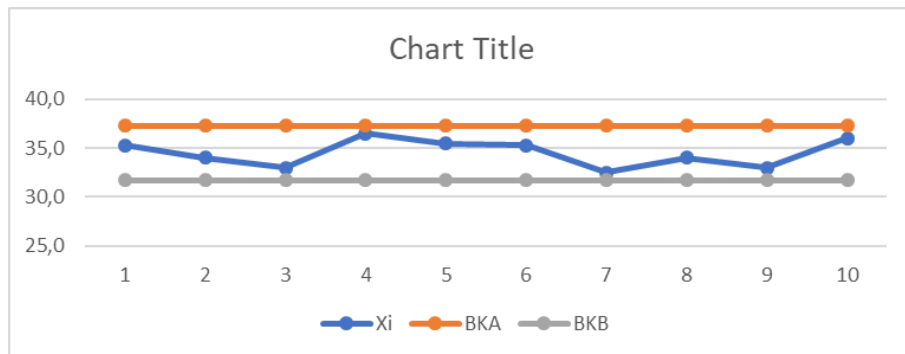
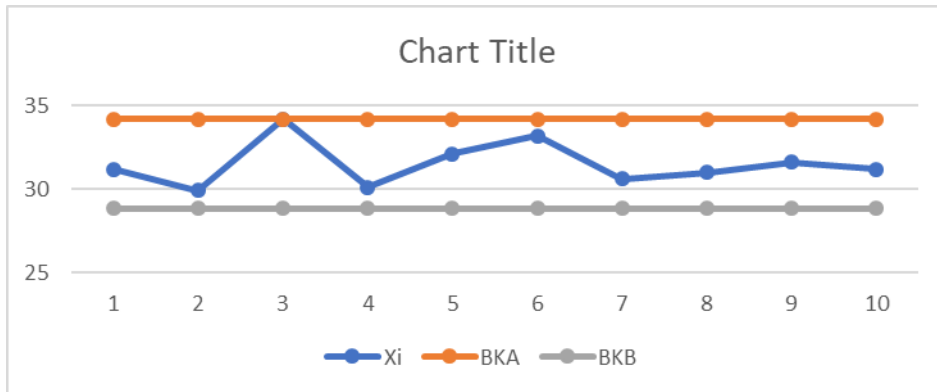
No	Nama kabinet	Model	$X_i$	$X_i^2$		BKA	BKB
			11,7	136,9	0,5	11,92	9,88
			10,3	106,1	0,5	11,92	9,88
			10,8	116,6	0,5	11,92	9,88
			11,3	127,7	0,5	11,92	9,88
1	<i>Top Board</i>	B1	10,6	112,4	0,5	11,92	9,88
			11,3	127,7	0,5	11,92	9,88
			11,2	125,4	0,5	11,92	9,88
			10	100,0	0,5	11,92	9,88
			11	121,0	0,5	11,92	9,88
			10,8	116,6	0,5	11,92	9,88
Total			109,0	1190,4			
Rata-Rata			10,9	119,044			

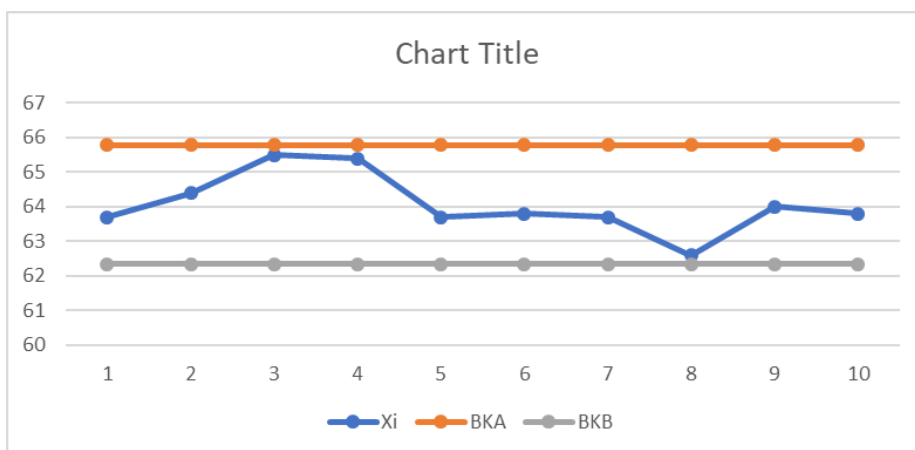
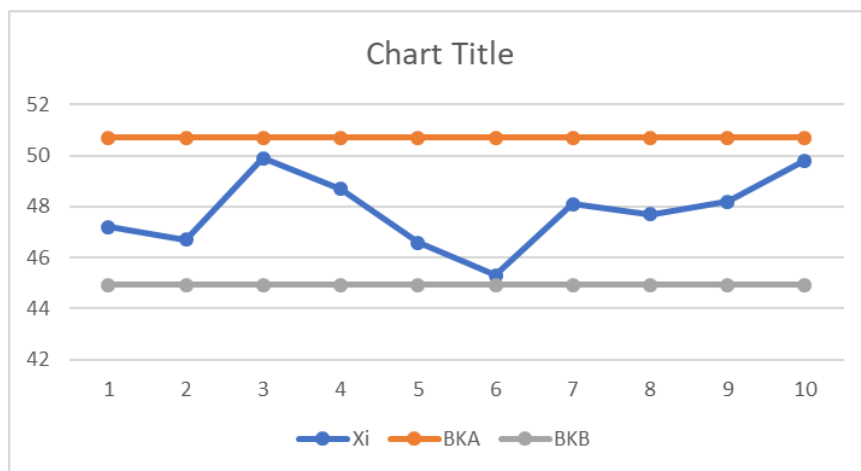
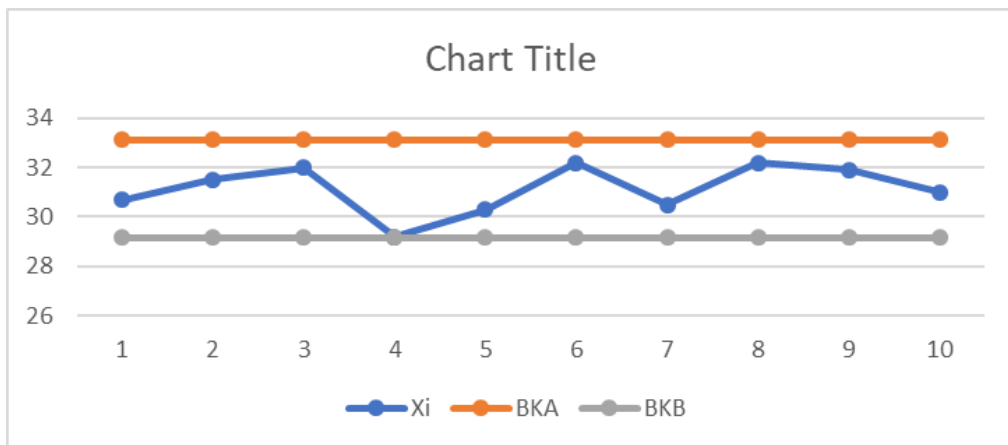
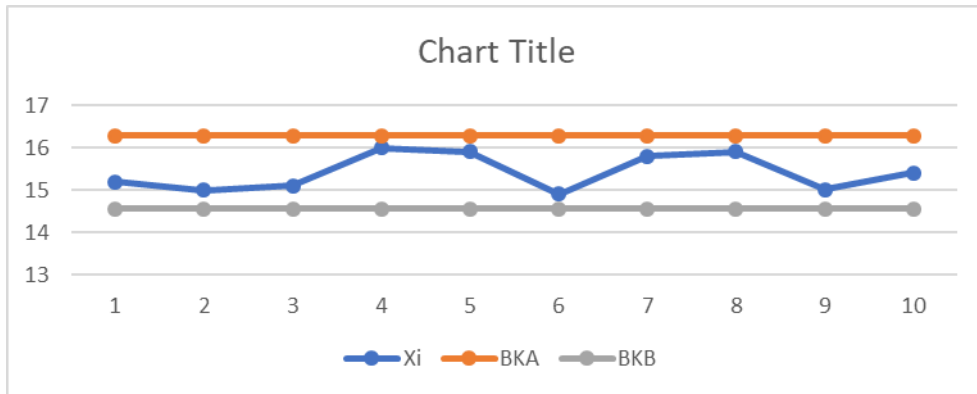
No	Nama kabinet	Model	$X_i$	$X_i^2$		BKA	BKB
			6,7	44,9	0,1	7,13	6,59
			6,9	47,6	0,1	7,13	6,59
			6,7	44,9	0,1	7,13	6,59
			7	49,0	0,1	7,13	6,59
2	<i>Top Board</i>	B1	7	49,0	0,1	7,13	6,59
			6,7	44,9	0,1	7,13	6,59
			6,8	46,2	0,1	7,13	6,59
			7	49,0	0,1	7,13	6,59
			7	49,0	0,1	7,13	6,59
			6,8	46,2	0,1	7,13	6,59
Total			68,6	470,8			
Rata-Rata			6,86	47,076			

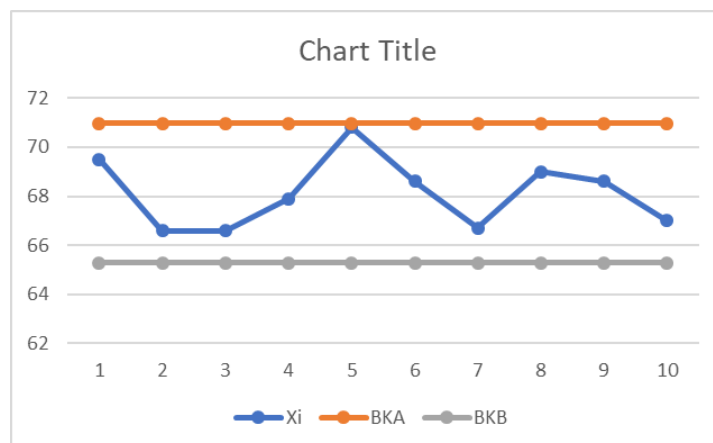
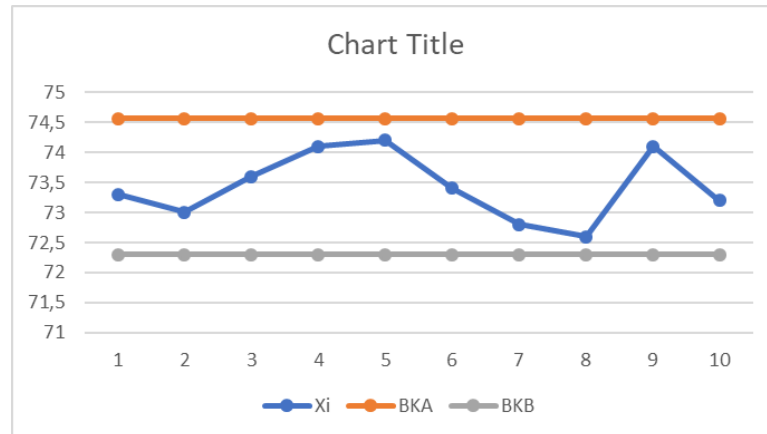
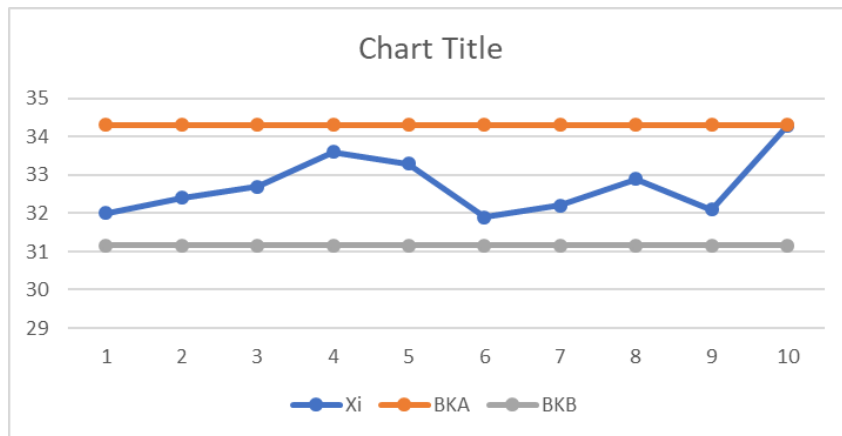
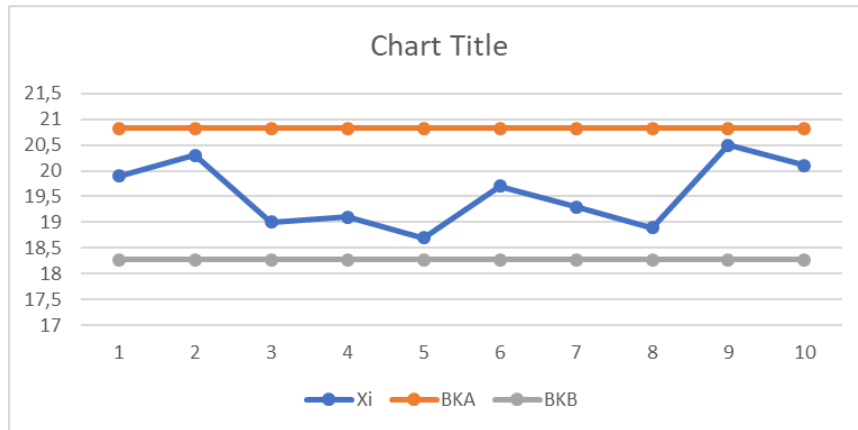


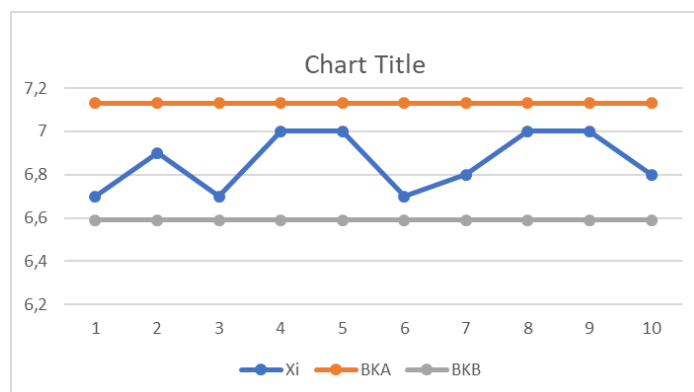
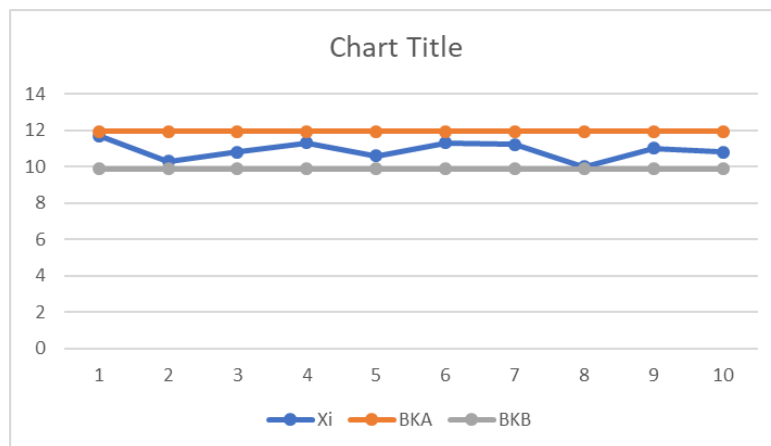
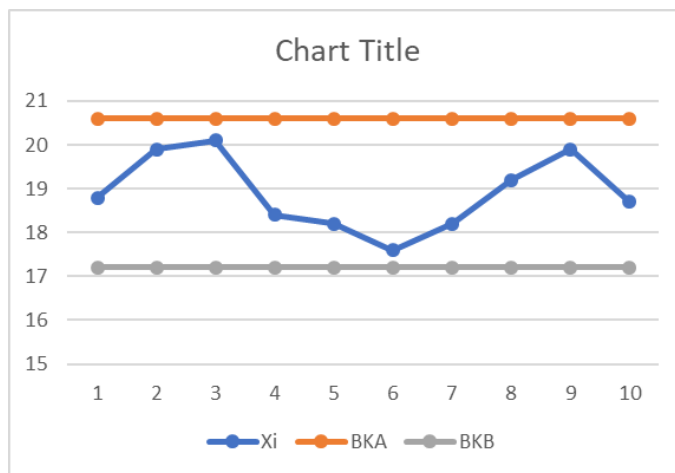
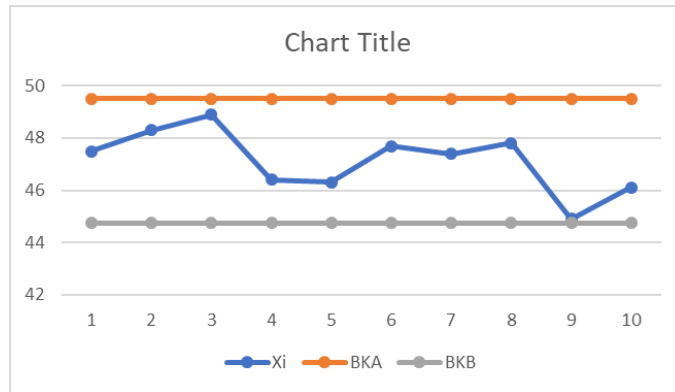
No	Nama kabinet	Model	$X_i$	$X_i^2$		BKA	BKB
			11,3	127,7	0,2	11,77	10,79
			11,7	136,9	0,2	11,77	10,79
			11,6	134,6	0,2	11,77	10,79
			11,3	127,7	0,2	11,77	10,79
3	Top Frame	B1	11,2	125,4	0,2	11,77	10,79
			11	121,0	0,2	11,77	10,79
			10,9	118,8	0,2	11,77	10,79
			11,4	130,0	0,2	11,77	10,79
			11,2	125,4	0,2	11,77	10,79
			11,2	125,4	0,2	11,77	10,79
Total			112,8	1272,9			
Rata-Rata			11,28	127,292			

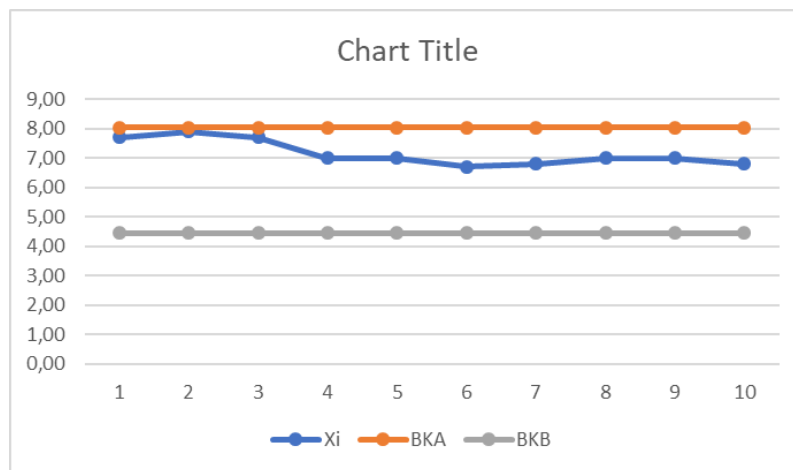
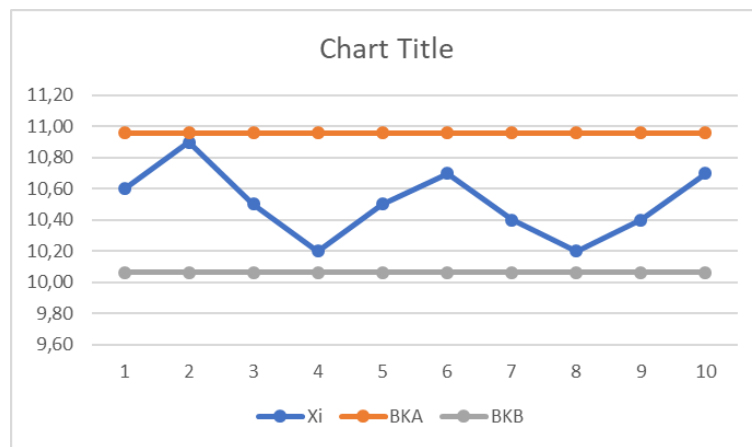
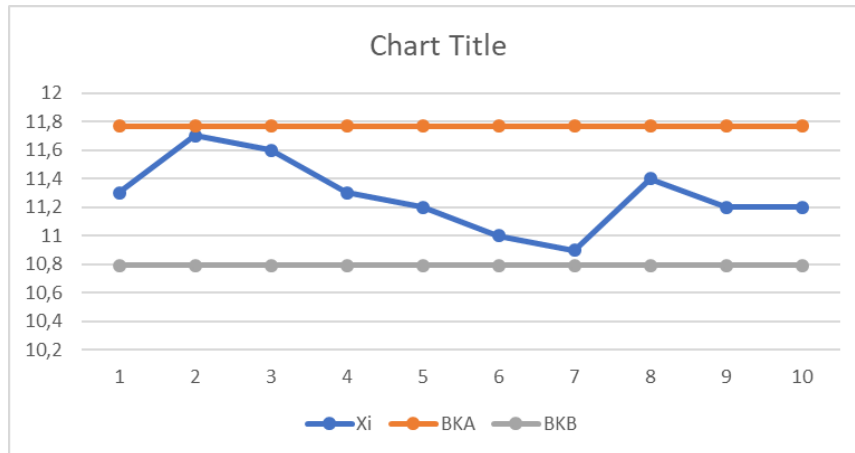


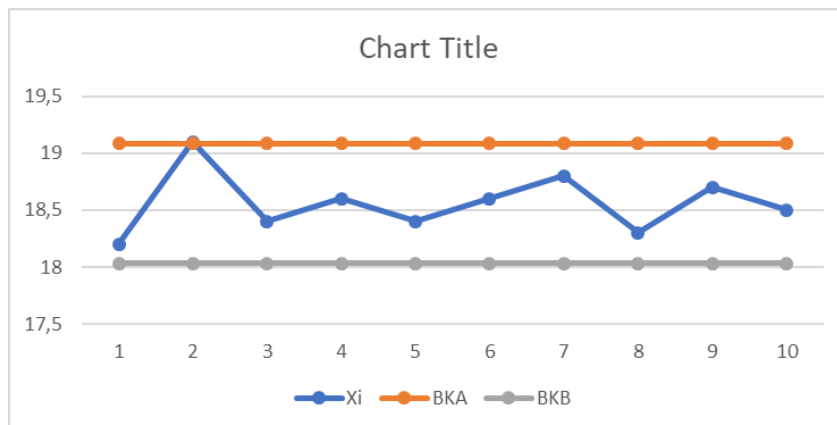
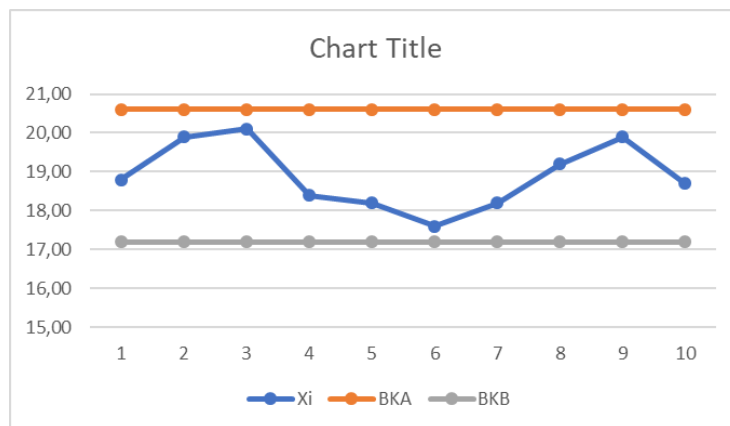
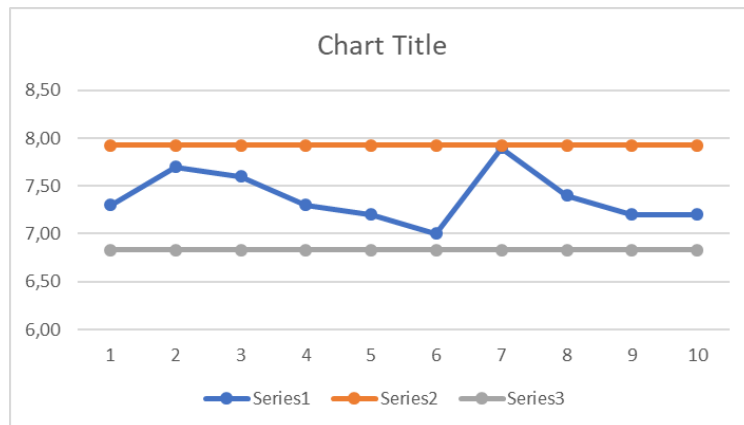
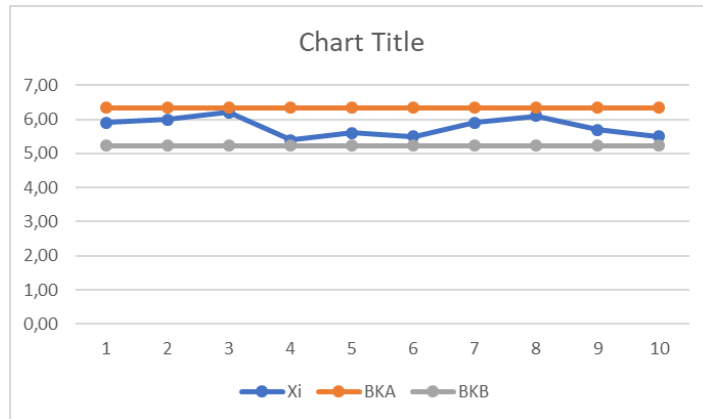


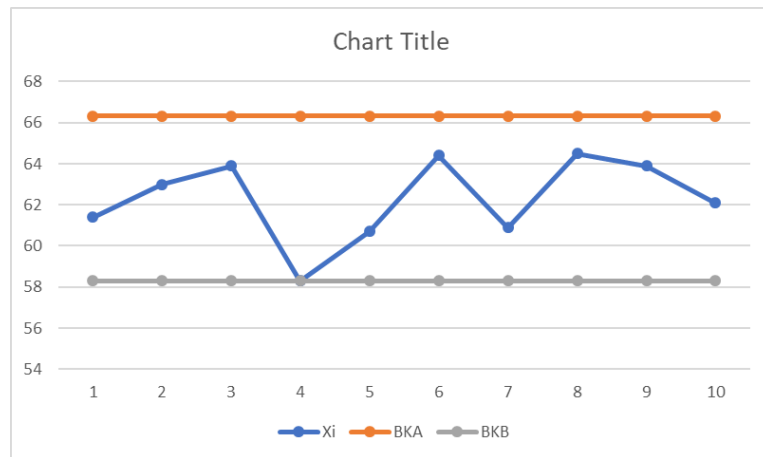
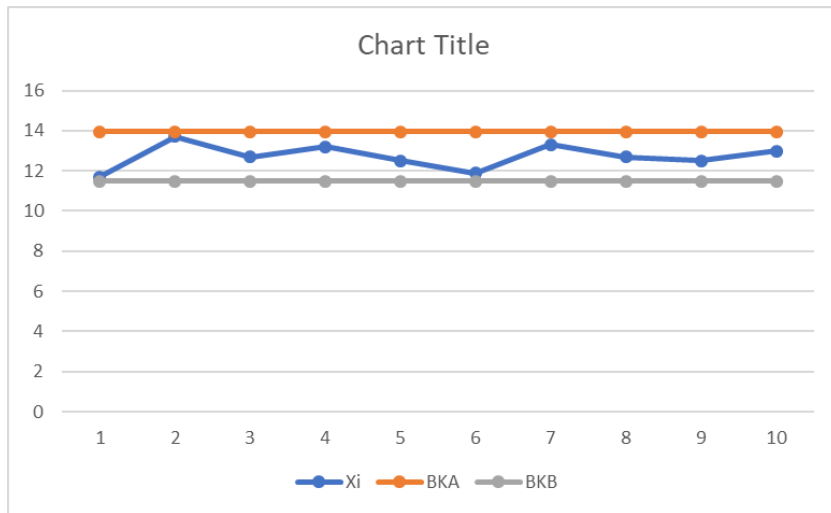
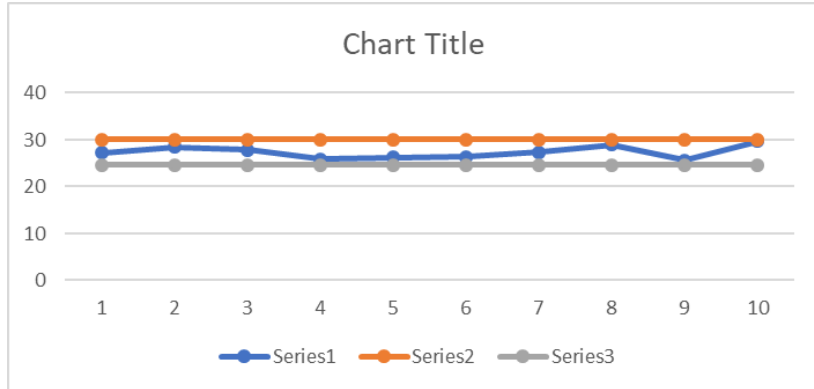




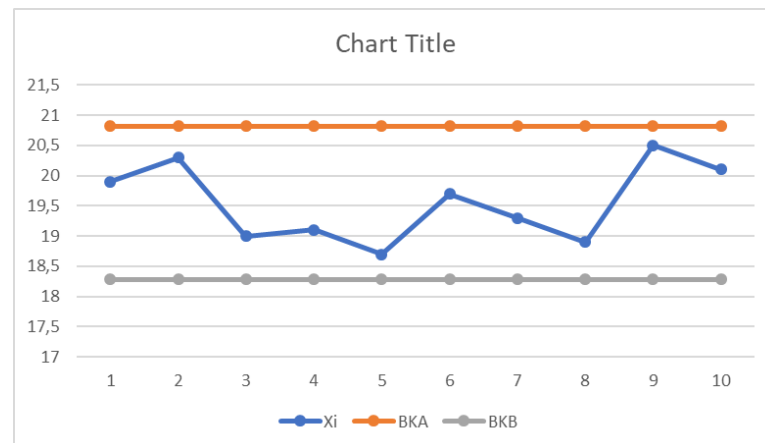
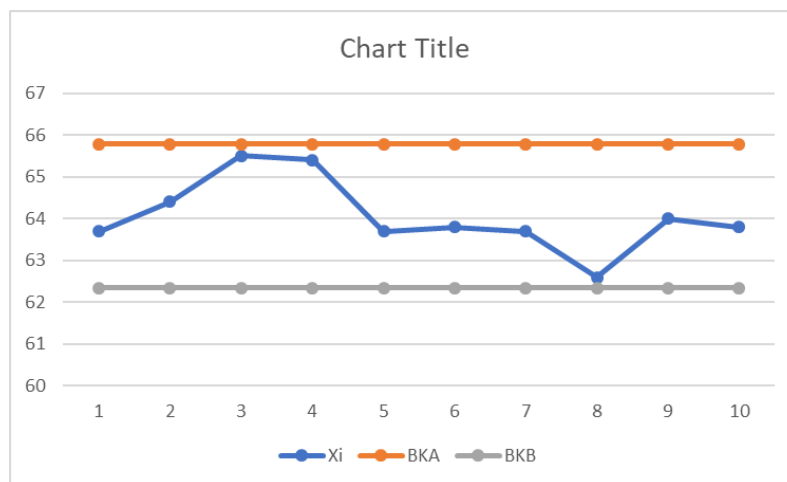
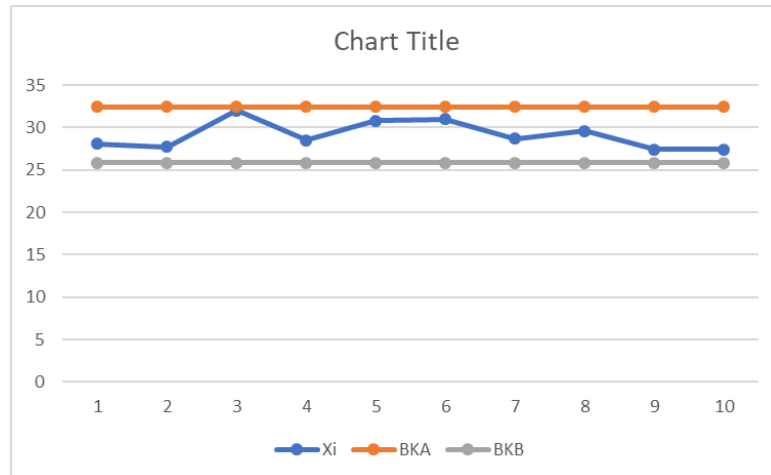


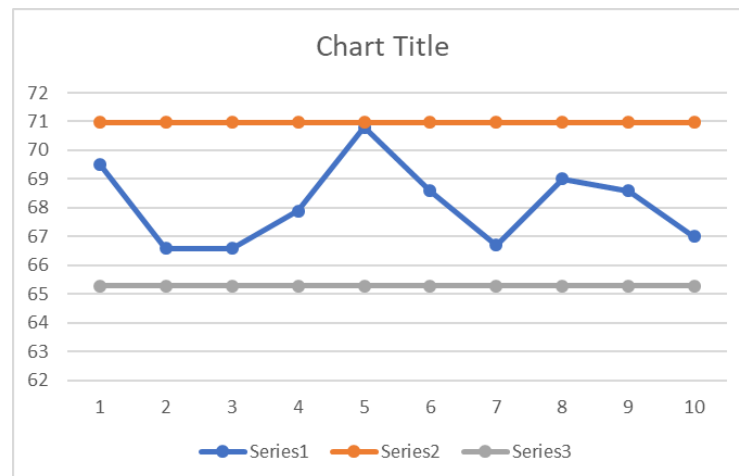
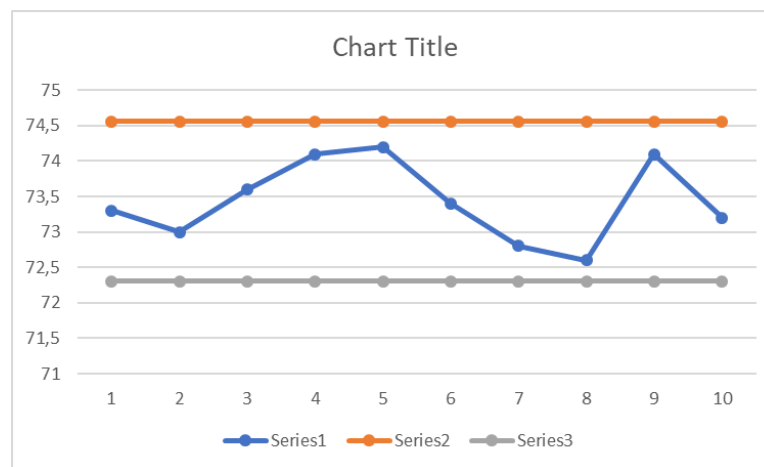
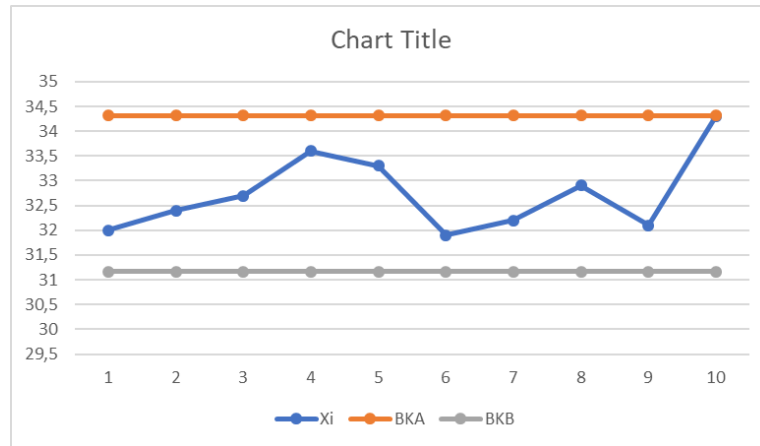


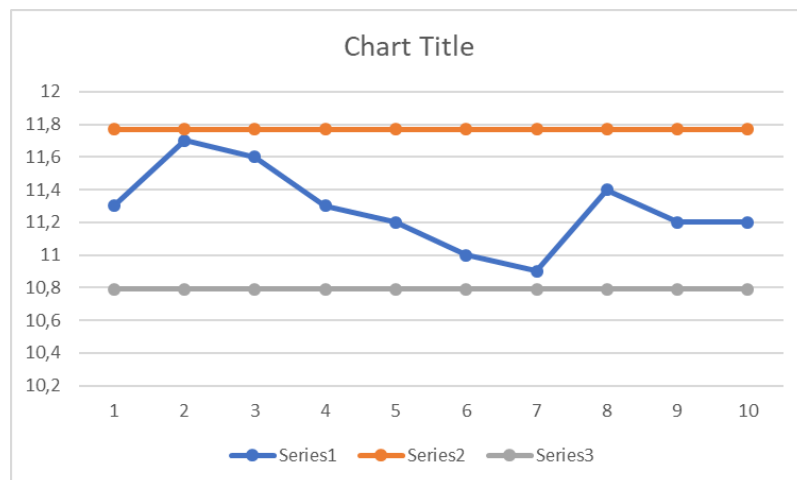
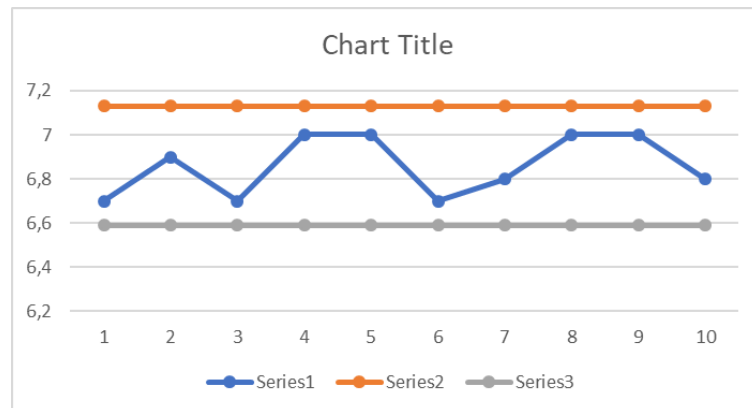
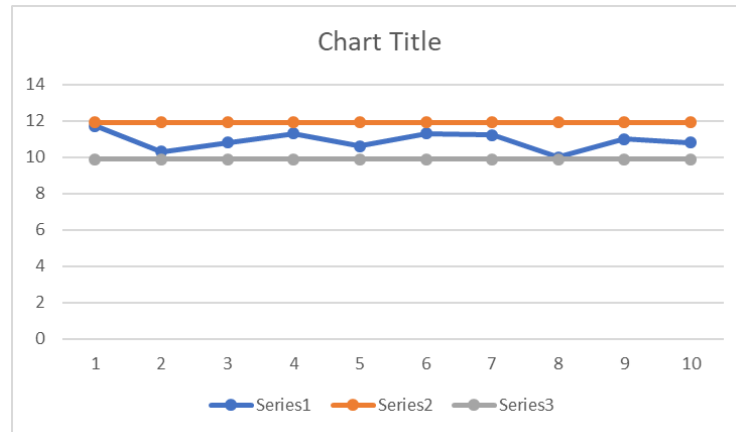












**Rekapitulasi Jawaban 7WR**

<b>No.</b>	<b>Tipe Pertanyaan</b>	<i>Ask 1</i>	<i>Ask 2</i>	<i>Ask 3</i>	<i>Ask 4</i>	<i>Ask 5</i>	<i>Ask 6</i>
1	O_I	B	A	B	B	C	B
2	O_D	C	C	C	C	A	C
3	O_M	B	B	B	B	B	C
4	O_T	A	A	A	A	F	A
5	O_W	A	A	A	A	F	A
6	I_O	C	C	C	B	C	C
7	I_D	C	C	C	C	A	C
8	I_M	B	A	B	A	F	B
9	I_T	A	A	A	A	F	B
10	D_O	C	C	C	C	B	C
11	D_I	A	A	A	B	F	B
12	D_M	C	C	C	C	B	C
13	D_T	C	C	C	C	B	C
14	D_W	B	A	C	B	F	C
15	M_I	C	C	C	C	C	C
16	M_D	C	C	C	C	A	C
17	M_W	C	C	C	C	F	C
18	M_P	C	C	C	C	F	C
19	T_O	C	C	C	B	B	C
20	T_I	C	C	C	C	C	C
21	T_D	B	C	C	C	A	C
22	T_M	A	A	A	A	G	A
23	T_W	A	A	A	A	F	A
24	P_O	C	C	C	C	B	C
25	P_I	C	C	C	C	C	C
26	P_D	C	C	C	C	A	C
27	P_M	B	A	B	A	F	B
28	P_W	B	A	B	B	F	B
29	W_O	C	C	C	C	B	C
30	W_I	A	A	A	B	F	B
31	W_D	C	C	C	C	A	C

No	Jenis Pertanyaan (i)	Kategori Pertanyaan	Jawaban
<b>Man</b>			
1	<i>To Motion</i>	B	a
2	<i>From Motion</i>	B	a
3	<i>From Defects</i>	B	a
4	<i>From Motion</i>	B	c
5	<i>From Motion</i>	B	b
6	<i>From Defects</i>	B	b
7	<i>From Process</i>	B	a
<b>Material</b>			
8	<i>To Waiting</i>	B	b
9	<i>From Waiting</i>	B	a
10	<i>From Transportation</i>	B	c
11	<i>From Inventory</i>	B	a
12	<i>From Inventory</i>	B	a
13	<i>From Defects</i>	A	a
14	<i>From Inventory</i>	A	b
15	<i>From Waiting</i>	A	b
16	<i>To Defects</i>	A	b
17	<i>From Defects</i>	A	b
18	<i>From Transportation</i>	A	a
19	<i>To Motion</i>	A	a
20	<i>From Waiting</i>	B	c
21	<i>From Motion</i>	B	b
22	<i>From Transportation</i>	B	c
23	<i>From Defects</i>	B	a
24	<i>From Motion</i>	B	b
25	<i>From Inventory</i>	A	a
26	<i>From Inventory</i>	A	b
27	<i>From Defects</i>	A	a
28	<i>From Defects</i>	A	a
29	<i>From Waiting</i>	B	b
30	<i>From Overproduction</i>	A	a
31	<i>To Motion</i>	B	b
<b>Machine</b>			
32	<i>From Process</i>	B	b
33	<i>To Waiting</i>	B	a
34	<i>From Process</i>	B	a
35	<i>From Transportation</i>	B	b
36	<i>To Motion</i>	B	b
37	<i>From Overproduction</i>	A	b

38	<i>From Waiting</i>	A	b
39	<i>From Waiting</i>	B	b
40	<i>To Defects</i>	A	b
41	<i>From Waiting</i>	A	b
42	<i>To Motion</i>	A	b
43	<i>From Process</i>	B	a
	<b>Method</b>		
44	<i>To Transportation</i>	B	c
45	<i>From Process</i>	B	a
46	<i>From Waiting</i>	B	a
47	<i>To Motion</i>	B	c
48	<i>To Waiting</i>	B	c
49	<i>To Defects</i>	B	a
50	<i>From Motion</i>	B	a
51	<i>From Defects</i>	B	a
52	<i>From Motion</i>	B	a
53	<i>To Waiting</i>	B	a
54	<i>From Process</i>	B	a
55	<i>From Process</i>	B	b
56	<i>To Defects</i>	B	a
57	<i>From Inventory</i>	B	a
58	<i>To Transportation</i>	B	a
59	<i>To Motion</i>	B	a
60	<i>To Transportation</i>	B	c
61	<i>To Motion</i>	A	b
62	<i>To Motion</i>	B	a
63	<i>From Motion</i>	B	c
64	<i>From Motion</i>	B	a
65	<i>From Motion</i>	B	a
66	<i>From Overproduction</i>	B	a
67	<i>From Process</i>	B	a
68	<i>From Defects</i>	B	a

---