

**PERANCANGAN *LEAN PRODUCTION SYSTEM* DENGAN PENDEKATAN
VALUE STREAM MAPPING DAN SIMULASI UNTUK MENINGKATKAN
PRODUKTIVITAS: STUDI KASUS *FINAL REGULATION* PT. YAMAHA
INDONESIA**

TUGAS AKHIR

**Diserahkan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Serjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Disusun Oleh

Nama : Bagus Rindra Adi Wijaya

NIM : 13 522 238

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2017

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap 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 kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, Agustus 2017

Bagus Rindra Adi Wijaya

13 522 238

LEMBAR PENELITIAN

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PERANCANGAN *LEAN PRODUCTION SYSTEM* DENGAN PENDEKATAN
VALUE STREAM MAPPING DAN SIMULASI UNTUK MENINGKATKAN
PRODUKTIVITAS: STUDI KASUS *FINAL REGULATION* PT. YAMAHA
INDONESIA**

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

Jurusan Teknik Industri – Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Disusun Oleh :

Bagus Rindra Adi Wijaya

NIM. 13 522 238

Yogyakarta, 2017

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Joko Sulistio S.T, M.T

**PRODI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2017

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**PERANCANGAN *LEAN PRODUCTION SYSTEM* DENGAN PENDEKATAN
VALUE STREAM MAPPING DAN SIMULASI UNTUK MENINGKATKAN
PRODUKTIVITAS: STUDI KASUS *FINAL REGULATION* PT. YAMAHA
INDONESIA****TUGAS AKHIR**

Oleh

Nama : Bagus Rindra Adi Wijaya

No. Mahasiswa : 13522238

**Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri****Yogyakarta, 2017**

Tim Penguji

Ketua

Anggota I

Anggota II

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Industri
Universitas Islam Indonesia****Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng.**

HALAMAN PERSEMBAHAN

Hasil perjuangan tugas akhir ini akan saya persembahkan kepada kedua orang tua saya yang tidak henti-hentinya memberikan do'a, dukungan, dan kasih sayangnya. seluruh keluarga besar, beserta sahabat dan orang-orang tercinta yang selalu memberikan motivasi dan semangat.

Terima kasih kepada Bapak Joko Sulistio dan Bapak Andi yang telah banyak memberikan waktunya untuk membimbing selama perjalanan tugas akhir ini.

HALAMAN MOTTO

*“Karena sesungguhnya bersama setiap kesulitan ada kemudahan,
Sesungguhnya bersama setiap kesulitan ada kemudahan.”*

-(Q.S : Al-Insyirah ayat 5-6)-

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi orang lain.”

- (HR. Ahmad, Thabrani, Daruqutni.)-

Man Jadda Wajada

“Barang Siapa yang Bersungguh-sungguh, Maka dia akan Berhasil”

-(Pepatah Arab)-

Man Shabara Zhafira

“siapa yang bersabar maka ia akan beruntung”

-(Pepatah Arab)-

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis sampaikan ke hadirat Alloh SWT. Sholawat serta salam semoga tersampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan ilmu dan kesehatan sehingga pembuatan Tugas Akhir dengan judul **“Perancangan *Lean Production System* dengan Pendekatan *Value Stream Mapping* dan Simulasi untuk Meningkatkan Produktivitas: Studi Kasus *Final Regulation* PT. Yamaha Indonesia”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan Tugas Akhir ini tidak akan selesai. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Yuli Agusti Rochman. S.T., M.Eng. selaku Kepala Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Joko Sulistio S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan motivasi dan dukungan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Faizin, Bapak Andi dan Bapak Zanurip selaku pembimbing lapangan di PT. Yamaha Indonesia yang memberikan arahan dalam penelitian Tugas Akhir.
5. Bapak Irwan *Final Regulation* selaku kepala kelompok dan anggota *Final Regulation* yang telah memberikan informasi dan penjelasan dengan baik.
6. Orang Tua yang telah memberikan motivasi dan dukungan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
7. Teman magang di PT. Yamaha Indonesia yang telah membantu dalam penelitian Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu-persatu yang telah membantu dan mendukung sehingga tugas akhir ini selesai.

Semoga kebaikan yang diberikan oleh semua pihak kepada penulis menjadi amal baik yang senantiasa mendapat balasan dan kebaikan yang berlipat ganda dari Allah Subhanahu wa Taala. Amin.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini belum sempurna, untuk itu penulis mohon kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Semoga Tugas Akhir ini dapat digunakan sebagai mana mestinya serta berguna bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Agustus 2017
Penyusun,

Bagus Rindra Adi Wijaya

ABSTRAK

Keberhasilan sebuah sistem produksi pada perusahaan manufaktur dapat diukur dengan produktivitasnya. Sebagai bentuk usaha untuk terus memperbaiki sistem produksi, pada periode 194 PT. Yamaha Indonesia memberikan suatu proyek VSM & IE kepada setiap kelompok kerja dengan tujuan peningkatan produktivitas hingga 15% untuk kabinet atau produk assembly dan 30% untuk kabinet atau produk non assembly. Kelompok kerja Final Regulation merupakan salah satu kelompok assembly kerja di Departement Assembly yang diberikan proyek VSM & IE. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah meningkatkan produktivitas kelompok kerja Final Regulation dengan perancangan lean production system dengan pendekatan value stream mapping dan simulasi. Hasil analisa pada current state map menunjukkan terdapat delapan pemborosan antara lain yaitu piano tanpa top board, pengangkatan top board pada proses fixing top board berulang 3 kali, pemasangan/pengeboran lid prop cup dilakukan tanpa jig, pengeleman key front rail satu – persatu, skill operator baru, proses level damper dilakukan dengan postur tidak ergonomi, letak peralatan dan bahan sostuenuto hanya pada 1 box, dan letak peralatan proses levelling of damper sulit dijangkau. Untuk menghilangkan pemborosan tersebut diberikan usulan tindakan perbaikan dengan prinsip kaizen yang kemudian digambarkan dengan propose state map. Current state map dan propose state map kemudian dievaluasi dengan simulasi dan beberapa skenario untuk mengetahui dampak usulan perbaikan perbaikan. Hasil simulasi menunjukkan adanya peningkatan produktivitas pada current state map, propose state map, skenario 1 dan skenario 2. Peningkatan produktivitas tertinggi terdapat pada skenario 2 yaitu 23% dengan nilai produktivitas 0.33 unit/orang/jam.

Kata Kunci : produktivitas, values stream mapping, pemborosan, kaizen, simulasi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1. Kajian Deduktif.....	7
2.1.1. Produktivitas	7
2.1.2. <i>Lean Manufacturing</i>	8
2.1.3. Kaizen	10
2.1.4. <i>Value Stream Mapping (VSM)</i>	11
2.1.5. Simulasi	16
2.2. Kajian Induktif	22
BAB III METODE PENELITIAN	25
2.1. Objek Penelitian.....	25
2.2. Metode Pengumpulan Data.....	25
2.3. Pengumpulan Data	26
2.3.1. Data Primer	26
2.3.2. Data Sekunder.....	27
2.4. Alur Penelitian	28
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	32
4.1 Pengumpulan Data	32
4.1.1 Gambaran Umum Proses Produksi.....	32
4.1.2 Data Waktu Kerja.....	36
4.1.3 Data <i>Cycle Time</i>	37
4.1.4 Data <i>Allowance</i>	38
4.1.5 Data <i>Uptime</i>	38
4.1.6 Data WIP	39
4.1.7 Data Rencana Produksi	39

4.2 Pengolahan Data.....	40
4.2.1 Uji Kecukupan Data	40
4.2.2 Uji Keseragaman Data.....	41
4.2.3 Perhitungan <i>Standard Time</i> (ST).....	44
4.3 Pembuatan <i>Current State Map</i>	46
4.3.1 Pemilihan Keluarga Produk (<i>Product Family</i>).....	46
4.3.2 Menentukan <i>Takt Time</i>	46
4.3.3 Menggambar <i>Current State Map</i>	47
4.4 Identifikasi Pemborosan dan Usulan Perbaikan.....	48
4.5 Pembuatan <i>Propose State Map</i>	58
4.6 Pembuatan Formulasi Model dan Simulasi <i>Current State Map</i>	59
4.6.1 <i>Item Type</i>	59
4.6.2 <i>Fixed Resources</i>	60
4.6.3 <i>Task Executor</i>	61
4.6.4 Data Waktu Kedatangan.....	62
4.6.5 Waktu Proses (<i>Process Time</i>).....	64
4.6.6 Simulasi <i>Current State Map</i>	64
4.7 Verifikasi dan Validasi.....	65
4.8 Pembuatan Formulasi Model dan Simulasi <i>Propose State Map</i>	67
4.9 Desain Skenario Simulasi <i>Propose State Map</i>	69
4.9.1 Skenario 1	69
4.9.2 Skenario 2.....	70
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	73
5.1 Analisa <i>Current State Map</i>	73
5.2 Analisa <i>Propose State Map</i>	76
5.3 Analisa Hasil Simulasi	79
5.4 Analisa Produktivitas	84
BAB VI PENUTUP.....	86
6.1. Kesimpulan	86
6.2. Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN.....	A

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Pengelompokan Model Piano	37
Tabel 4. 2 Data <i>Cycle Time</i> (Detik)	37
Tabel 4. 3 Data <i>Uptime</i>	38
Tabel 4. 4 Data WIP	39
Tabel 4. 5 Rencana Produksi Piano GP	39
Tabel 4. 6 Uji Kecukupan Data	41
Tabel 4. 7 <i>Tabel Westinghouse Rating</i>	45
Tabel 4. 8 Hasil <i>Westinghouse Rating</i>	45
Tabel 4. 9 Perhitungan Waktu Baku	46
Tabel 4. 10 <i>Item Type</i> Piano	59
Tabel 4. 11 <i>Item Type Top Board</i>	59
Tabel 4. 12 Objek <i>Fix Resources</i>	60
Tabel 4. 13 Objek <i>Task Executors</i>	61
Tabel 4. 14 Kedatangan Piano	62
Tabel 4. 15 Kedatangan <i>Top Board</i>	62
Tabel 4. 16 Kedatangan <i>Initial Top Board</i>	63
Tabel 4. 17 Kedatangan <i>Initial Piano Fixing Top Board</i>	63
Tabel 4. 18 Kedatangan <i>Initial Piano Final Regulation (Piano)</i>	63
Tabel 4. 19 Kedatangan <i>Initial Piano Final Regulation (Meja)</i>	63
Tabel 4. 20 Kedatangan <i>Initial Piano Levelling of Damper</i>	64
Tabel 4. 21 Data Distribusi Waktu	64
Tabel 4. 22 Hasil 10 Replikasi Simulasi <i>Current State Map</i>	66
Tabel 4. 23 Data Distribusi Waktu Proses <i>Propose State Map</i>	68
Tabel 5. 1 WIP pada <i>Current State Map</i>	74
Tabel 5. 2 Hasil Simulasi <i>Current State Map</i>	79
Tabel 5. 3 Hasil Simulasi <i>Propose State Map</i>	81
Tabel 5. 4 Hasil Simulasi Skenario 1	82
Tabel 5. 5 Hasil Simulasi Skenario 2	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Grafik Hasil Produksi <i>Final Regulation</i>	2
Gambar 2. 1	Contoh <i>Value Stream Mapping</i>	12
Gambar 2. 2	Symbol VSM	13
Gambar 2. 3	Contoh <i>Current State Map</i>	15
Gambar 2. 4	Contoh <i>Propose Map</i>	16
Gambar 2. 5	Perbedaan simulasi diskrit dan kontinyu	18
Gambar 2. 6	<i>Flowchart</i> Simulasi.....	20
Gambar 3. 1	<i>Flowchart</i> Alur Penelitian.....	28
Gambar 4. 1	Piano GP	32
Gambar 4. 2	Alur Proses <i>Assembly</i>	33
Gambar 4. 3	Proses <i>Fix Top Board</i>	34
Gambar 4. 4	Proses <i>Final Regulation</i> (Piano).....	34
Gambar 4. 5	Proses <i>Final Regulation</i> (Meja).....	35
Gambar 4. 6	Proses <i>Leveling of Damper</i>	35
Gambar 4. 7	<i>Layout Produksi</i> <i>Final Regulation</i>	36
Gambar 4. 8	Grafik Uji Keseragaman Data Proses <i>Fixing Top Board</i> Tipe (1) dan (2)....	42
Gambar 4. 9	Grafik Uji Keseragaman Data Proses <i>Fixing Top Board</i> Tipe (3).....	42
Gambar 4. 10	Grafik Uji Keseragaman Data Proses <i>Final Regulation</i> (Piano) Tipe (1), (2) dan (3)	43
Gambar 4. 11	Grafik Uji Keseragaman Data Proses <i>Final Regulation</i> (Meja) Tipe (1), (2) dan (3)	43
Gambar 4. 12	Grafik Uji Keseragaman Data Proses <i>Levelling of Damper</i> Tipe (1) dan (3).....	44
Gambar 4. 13	Grafik Uji Keseragaman Data Proses <i>Levelling of Damper</i> Tipe (2).....	44
Gambar 4. 14	<i>Current State Map</i>	48
Gambar 4. 15	Area Perbaikan dengan Prinsip <i>Kaizen</i>	49
Gambar 4. 16	Piano <i>Tanpa Top Board</i>	50
Gambar 4. 17	Layout Usulan.....	50
Gambar 4. 18	Dua Operator Mengangkat <i>Top Board</i>	51
Gambar 4. 19	Pengeboran <i>Lid Prop Cup</i>	52
Gambar 4. 20	Pengeleman <i>Key Front Rail</i>	53
Gambar 4. 21	Operator Memasukan/Mengambil Kertas Pancing Pada Proses <i>Key Level</i> ...	54
Gambar 4. 22	Proses <i>Level Damper</i>	55
Gambar 4. 23	Desain Alat <i>Soange</i>	55
Gambar 4. 24	Salah Satu Meja Tanpa Bahan Baku dan Peralatan untuk Merakit <i>Sostenuto</i>	56
Gambar 4. 25	Meja Dengan Bahan Baku dan Peralatan untuk Merakit <i>Sostenuto</i>	57
Gambar 4. 26	Tempat Peralatan Proses <i>Levelling of Damper</i>	57
Gambar 4. 27	<i>Propose State Map</i>	58
Gambar 4. 28	Model Simulasi	65
Gambar 4. 29	<i>Operating Characteristic Curves for The Two-Sided t Test for Different Values of Sample Size n</i> (Ferris, et al., 1946).....	67

Gambar 4. 30 Simulasi <i>Propose State Map</i>	68
Gambar 4. 31 Formulasi Waktu Kerja Simulasi <i>Propose State Map</i> Pada <i>Time Table Flexsim Simulation</i>	70
Gambar 4. 32 Formulasi Waktu Kerja Skenario 1 Pada <i>Time Table Flexsim Simulation</i>	70
Gambar 4. 33 Perbandingan Rata – Rata Waktu Proses <i>Final Regulation</i>	71
Gambar 4. 34 Formulasi Waktu Proses <i>Final Regulation</i> Pada <i>Simulasi Propose State Map</i>	71
Gambar 4. 35 Formulasi Waktu Proses <i>Final Regulation</i> Pada Skenario 2.....	72
Gambar 5. 1 Grafik Keseimbangan Lini Proses Pada Kelompok Kerja <i>Final Regulation</i>	73
Gambar 5. 2 Perbandingan Waktu Proses <i>Current</i> dan <i>Propose State Map</i>	76
Gambar 5. 3 Grafik Perbandingan UP Time Operator	77
Gambar 5. 4 Usulan <i>Relayout</i>	78
Gambar 5. 5 Perubahan Alur Proses Setelah <i>Relayout</i>	79
Gambar 5. 6 Hasil <i>Throughput</i> Simulasi <i>Current State Map</i>	80
Gambar 5. 7 Hasil <i>Throughput</i> Simulasi <i>Propose State Map</i>	81
Gambar 5. 8 Hasil <i>Throughput</i> Simulasi Skenario 1	83
Gambar 5. 9 Hasil <i>Throughput</i> Simulasi Skenario 2	84
Gambar 5. 10 Perhitungan Produktivitas Kelompok Kerja <i>Final Regulation</i>	85

BAB I

PENDAHULUAN

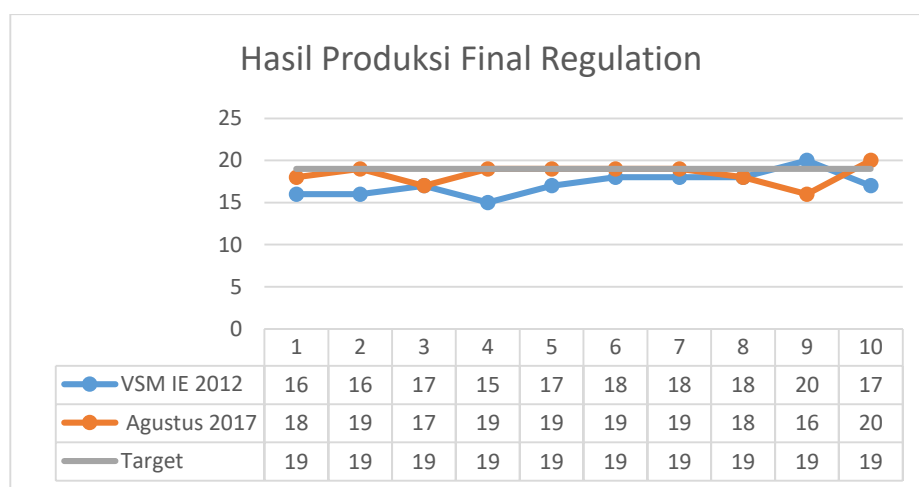
1.1 Latar Belakang

Keberhasilan sebuah sistem produksi pada perusahaan manufaktur dapat diukur dengan produktivitasnya. Menurut Hannula pada Kapyla et al. (2010) produktivitas secara umum diartikan sebagai hubungan antara keluaran (barang – barang atau jasa) dengan masukan (tanaga kerja, bahan, uang). Produktivitas berkaitan dengan penggunaan sumber daya yang tersedia. Penggunaan sumber daya secara tidak tepat akan menurunkan produktivitas dan sebaliknya apabila sumber daya dapat digunakan dengan baik untuk melakukan aktifitas pembuatan produk maka produktivitas meningkat (Tangen, 2002). Menurut Misterek et al. (1992), peningkatan produktivitas terjadi berdasarkan lima kondisi berbeda, yaitu: input maupun output meningkat namun peningkatan input lebih kecil dari output, input tetap namun output meningkat, input menurun namun output meningkat, input menurun namun output tetap dan input maupun output menurun namun penurunan input lebih besar. Peningkatan produktivitas sangat penting karena merupakan kunci sukses perusahaan manufaktur dan dasar untuk mendapat keuntungan.

PT. Yamaha Indonesia merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak pada pembuatan alat musik piano. Dalam sistem produksinya terbagi menjadi beberapa kelompok kerja yang mempunyai Model produksi yang berbeda tergantung dari proses produksi, Model piano, dan Model kabinet yang di proses. Sebagai bentuk usaha untuk terus memperbaiki sistem produksi, pada periode 194 PT. Yamaha Indonesia memberikan suatu proyek VSM &

IE kepada setiap kelompok kerja dengan tujuan peningkatan produktivitas hingga 15% untuk kabinet atau produk *assembly* dan 30% untuk kabinet atau produk non *assembly*.

Kelompok kerja *Final Regulation* merupakan salah satu kelompok *assembly* kerja di Departement *Assembly* PT. Yamaha Indonesia yang diberikan proyek VSM & IE. Pada *Final Regulation* terdiri dari satu orang kepala kelompok dan delapan orang operator. Berikut merupakan data hasil produksi kelompok kerja *Final Regulation* berdasarkan proyek VSM & IE pada tahun 2012 dan pada bulan Agustus 2017.



Gambar 1. 1 Grafik Hasil Produksi *Final Regulation*

(Sumber: Departemen Production Engineering PT. Yamaha Indonesia)

Berdasarkan data pada gambarl 1.1 di atas menunjukkan rata – rata hasil produksi kelompok kerja *Final Regulation* pada proyek VSM IE 2012 sebanyak 17.2 unit piano dan pada bulan Agustus 2017 sebanyak 18.4. Jumlah produksi tersebut berada di bawah dari target yang ditentukan yaitu 19 unit piano/hari. Selain itu dengan target peningkatan produktivitas yang ditentukan 15% dan pada proyek VSM IE 2012 memiliki nilai produktivitas yaitu 0.27 unit/orang/jam, nilai produktivitas kelompok kerja *Final Regulation* saat ini belum mencapai target. Selain itu adanya jumlah produksi yang tidak mencapai target pada kelompok kerja *Final Regulation* berdampak pada diadakanya *overtime* pada waktu – waktu tertentu.

Peningkatan produktivitas dapat dilakukan dengan mengimplementasikan *lean manufacturing*. *Lean manufacturing* berusaha menghasilkan produk yang diinginkan pelanggan pada waktu yang tepat, meminimalkan semua aktivitas yang tidak bernilai tambah pada produksi (Womack & Jones, 1994). Salah satu langkah implementasinya yaitu merancang kembali sistem produksi menggunakan alat *value stream mapping* (VSM) (Womack dan Jones, 2003). VSM didefinisikan sebagai proses sederhana untuk mengamati secara langsung arus informasi dan materi seperti yang sekarang ada, meringkas secara visual, dan kemudian membayangkan keadaan masa depan dengan kinerja yang jauh lebih baik (Jones & Womack, 2000). VSM dapat digunakan untuk proses manufaktur (Rahani dan al-Ashraf, 2012; Jeyaraj et al. 2013; Dighe dan Kakirde, 2012), khususnya untuk proses assembly (Kadam et al., 2012; Alvarez et al., 2009). Namun rancangan sistem produksi berdasarkan VSM atau *propose state map* perlu dianalisa terlebih dahulu sebelum diimplementasikan, karena VSM merupakan alat deterministik dan tidak dapat menunjukkan perubahan hasil. Untuk itu metode simulasi digunakan untuk membantu menganalisa dan memberikan gambaran hasil rancangan secara lebih mendalam (Xia dan Sun, 2013).

Berdasarkan paparan di atas, penulis bertujuan untuk merancang *lean production system* pada kelompok kerja *Final Regulation* dengan pendekatan *value stream mapping*. Hasil perancangan kemudian akan di evaluasi apakah dapat mencapai target peningkatan produktivitas atau tidak menggunakan simulasi dengan beberapa skenario – skenario yang diberikan. Studi ini diharapkan dapat dijadikan sebagai pertimbangan bagi PT. Yamaha dalam peningkatan produktivitas pada kelompok kerja *Final Regulation*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas permasalahan yang muncul dalam penelitian akan dapat dirumuskan dan menghasilkan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi proses produksi pada kelompok kerja *Final Regulation* berdasarkan *current state map*?
2. Bagaimana kondisi proses produksi pada kelompok kerja *Final Regulation* berdasarkan *propose state map*?
3. Bagaimana peningkatan produktivitas setelah dilakukan simulasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan penelitian di atas maka dapat disusun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi proses produksi pada kelompok kerja *Final Regulation* berdasarkan *current state map*.
2. Mengetahui kondisi proses produksi pada kelompok kerja *Final Regulation* berdasarkan *propose state map*.
3. Mengetahui peningkatan produktivitas setelah dilakukan simulasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi kepada perusahaan mengenai kondisi proses produksi saat ini melalui *value stream mapping*.
2. Memberikan referensi proyek VSM & IE untuk meningkatkan produktivitas kelompok kerja *Final Regulation*.

1.5 Batasan Penelitian

Pada penelitian yang dilakukan memerlukan ruang lingkup dan fokus kajian yang terarah. Oleh karena itu, sebuah penelitian perlu diberi batasan agar kajian dapat terfokus dan menghasilkan penelitian yang baik. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ruang lingkup penelitian ini hanya terbatas pada kelompok kerja *Final Regulation* Departemen *Assembly* PT. Yamaha Indonesia.
2. Perancangan *current state map* didasarkan pada kondisi sistem produksi kelompok kerja *Final Regulation* periode 194 (Saat ini).
3. Target peningkatan produktivitas 15% dari nilai produktivitas yang tercatat pada proyek VSM & IE sebelumnya.

4. Simulasi model dilakukan dengan menggunakan *software Flexsim 7.74*

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan penelitian ini ditulis berdasarkan kaidah penulisan ilmiah sesuai dengan sistematika seperti berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang deskripsi pendahuluan kegiatan penelitian, mengenai latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai, manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini diuraikan tentang teori-teori dari referensi buku maupun jurnal serta hasil penelitian terdahulu berkaitan dengan masalah penelitian yang digunakan sebagai acuan penyelesaian masalah.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang uraian kerangka dan alur penelitian, objek penelitian yang akan diteliti dan juga metode yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana menganalisa data tersebut. Hasil pengolahan data ditampilkan baik dalam bentuk tabel maupun grafik. Yang dimaksud dengan pengolahan data juga termasuk analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh. Pada sub bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada bab V.

BAB V PEMBAHASAN

Berisi tentang pembahasan hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan dalam penelitian. Kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga menghasilkan sebuah rekomendasi.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisis yang dibuat dan rekomendasi atau saran-saran atas hasil yang dicapai dalam permasalahan yang ditemukan selama penelitian, sehingga perlu dilakukan rekomendasi untuk dikaji pada penelitian selanjutnya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Kajian Deduktif

Kajian deduktif berisi penjelasan teori penunjang yang digunakan sebagai landasan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada dan menjawab rumusan masalah yang diajukan.

2.1.1. Produktivitas

Secara umum, produktivitas dalam ruang lingkup industri didefinisikan sebagai hubungan output (yaitu menghasilkan barang) untuk memasukkan (yaitu sumber daya yang dikonsumsi) dalam proses transformasi manufaktur (Tangen, 2002). Terdapat banyak ukuran produktivitas yang berbeda. Ukuran produktivitas bergantung pada tujuan pengukuran produktivitas. Secara umum, produktivitas dapat diklasifikasikan sebagai produktivitas faktor tunggal (yang berkaitan dengan ukuran output ke ukuran tunggal input) atau ukuran produktivitas multifaktor (berkaitan dengan ukuran output ke beberapa ukuran input).

PT. Yamaha Indonesia telah menetapkan ukuran produktivitas disetiap bagian kelompok kerja. Nilai produktivitas didapatkan dari perbandingan jumlah produk yang dihasilkan dengan jumlah operator dikali waktu kerja. Satuan untuk nilai produktivitas yaitu unit/orang/jam.

2.1.2. *Lean Manufacturing*

Lean manufacturing merupakan metode optimal untuk memproduksi barang melalui peniadaan *waste* (pemborosan) dan penerapan *flow* (aliran), sebagai ganti *batch* dan antrian. *Lean manufacturing* adalah filosofi manajemen proses yang berasal dari *Toyota Production System* (TPS), yang terkenal karena menitikberatkan pada peniadaan seven waste dengan tujuan peningkatan kepuasan konsumen secara keseluruhan (Liker, 2004).

Karakteristik dari *lean manufacturing* meliputi struktur rantai produksi yang aktif melakukan pemecahan masalah dengan penerapan *kaizen* dan *continuous improvement*, serta pelaksanaan *lean manufacturing* melalui tingkat *inventory* yang rendah, manajemen kualitas yang mengutamakan tindakan *preventive* (pencegahan) dibandingkan tindakan *corrective* (perbaikan), penggunaan pekerja yang sedikit, ukuran lot yang kecil serta penerapan konsep *Just in Time* (JIT). Gaspersz (2007) menyatakan terdapat 5 prinsip dalam *lean manufacturing*, yaitu:

1. Mengidentifikasi nilai produk berdasarkan perspektif pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk berkualitas super superior, dengan harga yang kompetitif dan penyerahan yang tepat waktu.
2. Mengidentifikasi value stream mapping (pemetaan proses pada *value stream*) untuk setiap produk. (Catatan: kebanyakan manajemen perusahaan industri di Indonesia hanya melakukan pemetaan proses bisnis atau proses kerja, bukan melakukan pemetaan proses produk. Hal ini berbeda dengan pendekatan *lean manufacturing*.)
3. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah (*non value added activity*) dari semua aktivitas sepanjang proses *value stream* itu.
4. Mengorganisasikan material, informasi, dan produk itu mengalir secara lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* 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.

Fokus *lean manufacturing* adalah pada peniadaan atau pengurangan pemborosan (*muda*) dan juga peningkatan atau pemanfaatan secara total aktivitas yang akan meningkatkan nilai ditinjau dari sudut pandang konsumen (Ohno, 1988). Dari sudut pandang

konsumen, nilai sama artinya dengan segala sesuatu yang ingin dibayar oleh konsumen untuk suatu produk atau jasa. Semua kegiatan tersebut dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi nilai produk berdasarkan perspektif pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk berkualitas super superior, dengan harga yang kompetitif dan penyerahan yang tepat waktu. Menciptakan nilai bagi produk (*Value added activities*) adalah aktivitas yang mentransformasi material atau informasi yang diinginkan dari sudut pandang konsumen.
2. Tidak dapat menciptakan nilai, tapi tidak dapat dihindari dengan teknologi dan asset yang sekarang dimiliki dan dibutuhkan untuk mengtransformasi material menjadi produk (*Necessary non value added activities*).
3. Tidak dapat menciptakan nilai bagi produk (*Non value added activities*).

Di dalam Toyota Production System, para manajer dan karyawan Toyota menggunakan istilah bahasa Jepang muda bila mereka berbicara tentang pemborosan dan menghilangkan muda menjadi fokus dari sebagian besar upaya *lean manufacturing*. Menurut Gaspersz dan Fontana (2011), terdapat 7 Model pemborosan yaitu:

1. *Over Production*

Memproduksi lebih dari kebutuhan pelanggan internal dan eksternal atau memproduksi lebih cepat dari waktu kebutuhan pelanggan. Akar penyebabnya karena kurang berkomunikasi, hanya berfokus pada kesibukan kerja masing-masing, tidak memenuhi kebutuhan pelanggan.

2. *Delays (waiting time)*

Keterlambatan saat menunggu mesin, peralatan, bahan baku, supplier, perawatan mesin dan sebagainya. Akar penyebabnya adalah waktu penggantian produk yang panjang (*long changover times*), dan lain-lain.

3. *Transportation*

Memindahkan material dengan jarak yang sangat jauh dari satu proses ke proses berikut yang dapat mengakibatkan waktu penanganan material bertambah. Akar penyebabnya adalah tata letak yang jelek, kurang berkoordinasi dalam proses, poor housekeeping, organisasi tempat kerja yang jelek (*poor workplace organization*), lokasi penyimpanan material yang banyak dan saling berjauhan (*multiple and long distance storage locations*).

4. *Innapropriate Processes*

Proses tambahan atau aktivitas kerja yang tidak perlu atau tidak efisien. Akar penyebabnya adalah ketidakpastian dalam penggunaan peralatan, pemeliharaan peralatan yang jelek (*poor tooling maintenance*), gagal mengombinasi operasi kerja.

5. *Inventory*

Menyembunyikan masalah dan menimbulkan aktivitas penanganan tambahan yang seharusnya tidak diperlukan. Akar penyebabnya adalah Peralatan yang tidak andal (*unreliable equipment*), aliran kerja yang tidak seimbang (*unbalanced flow*), pemasok yang tidak kapabel (*incapable suppliers*), peramalan kebutuhan yang tidak akurat (*inaccurate forecasting*), ukuran *batch* yang besar (*large batch sizes*), *long changeover times*.

6. *Unnecessary Motions*

Suatu pergerakan dari orang atau mesin yang tidak menambah nilai kepada barang dan jasa yang akan diserahkan kepada pelanggan, tetapi hanya menambah biaya dan waktu saja. Akar penyebabnya adalah metode kerja yang tidak konsisten, organisasi lokasi kerja yang jelek, tata letak tidak diatur dengan baik.

7. *Defect products*

Pengerjaan ulang terhadap produk atau bila produk cacat maka harus dimusnahkan. Akar penyebabnya adalah Incapable processes, insufficient training, ketiadaan prosedur-prosedur operasi standar.

2.1.3. **Kaizen**

Kaizen berasal dari bahasa Jepang yang artinya ‘penyempurnaan’ atau ‘perbaikan’ berkesinambungan dan dilakukan secara terus menerus (*continuous improvement*) yang melibatkan semua orang, baik manajemen puncak, manajer maupun seluruh karyawan, karena *kaizen* adalah tanggungjawab setiap individu/orang (Gaspers, 2003). *Kaizen* dibagi menjadi 3 segmen, tergantung kebutuhan masing-masing perusahaan, yaitu:

1. *Kaizen* yang berorientasi pada Manajemen, memusatkan perhatiannya pada masalah logistik dan strategis yang terpenting dan memberikan momentum untuk mengejar kemajuan dan moral.

2. *Kaizen* yang berorientasi pada Kelompok, dilaksanakan oleh kendali mutu, kelompok *Jinshu Kanshi*/manajemen sukarela menggunakan alat statistik untuk memecahkan masalah, menganalisa, melaksanakan dan menetapkan standar/prosedur baru.
3. *Kaizen* yang berorientasi pada Individu, dimanifestasikan dalam bentuk saran, di mana seseorang harus bekerja lebih pintar bila tidak mau bekerja keras

Sedangkan tujuan dan manfaat penerapan aktivitas *kaizen* antara lain :

1. Menghindari biaya yang tersembunyi yang berasal dari 7 pemborosan (*seven waste*) dalam proses Produksi
2. Memberikan nilai tambah pada operasional produksi sehingga dapat meningkatkan kualitas produk dengan biaya terendah dan memperpendek waktu pengiriman kepada pelanggan.
3. Dapat melakukan perubahan dalam waktu yang relatif singkat dan biaya yang rendah.

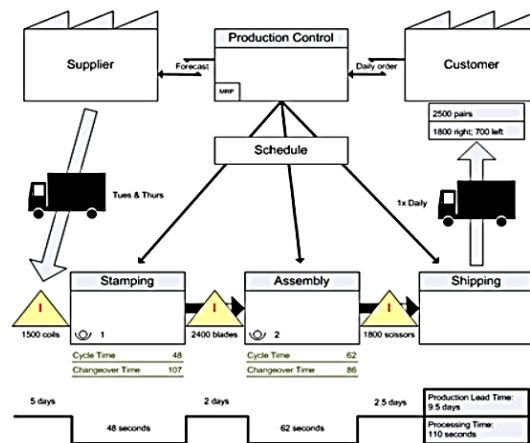
Kaizen bukan hanya meng-identifikasikan proses-proses yang perlu diperbaiki atau ditingkatkan, tetapi juga melakukan evaluasi terhadap prosedur dan standarisasi pekerjaan yang telah ada ataupun menetapkan Standar baru dalam pekerjaan

2.1.4. Value Stream Mapping (VSM)

Value stream mapping pertama kali diimplementasikan oleh *Toyota Production System* (TPS) sebagai salah satu bagian dari *lean management*. VSM juga dikenal sebagai teknik *Material and information Flow Mapping*. Dalam buku berjudul "*Learning to See*" Mike Rother dan John Shook menjelaskan cara menggunakan pemetaan aliran nilai pada rantai produksi untuk membantu menerapkan konsep bisnis ramping.

Value stream merupakan seluruh tindakan baik memberikan nilai tambah (*value added*) dan tidak memberikan nilai tambah (*non value added*) yang diperlukan untuk menyelesaikan sebuah produk atau jasa, dimulai dari awal (bahan baku) hingga sampai dengan konsumen akhir (Rother dan Shook, 1999). Sedangkan *value stream mapping* adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan pada proses manufaktur. Pengertian lain menurut Scullin (2005) *value stream mapping* adalah gambaran atau peta statis dari sekumpulan proses yang memungkinkan pengguna untuk melihat dimana sebuah nilai dapat ditambahkan baik informasi maupun material.

Sebagai langkah awal perubahan, VSM sangat ideal digunakan untuk mendapatkan kondisi lean manufacturing (Goriwondo et al, 2011). Seluruh rangkaian proses VSM memiliki tujuan untuk dapat mengidentifikasi pemborosan dan memberikan peluang untuk melakukan tindakan perbaikan sehingga didapat total waktu yang singkat dari seluruh aktivitas. Berikut contoh *value stream mapping* yang ditunjukkan pada gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2. 1 Contoh *Value Stream Mapping*

(Sumber: Microsoft Corporation)

VSM tidak hanya memvisualisasikan aliran material dalam sistem produksi, namun juga memvisualisasi seluruh aliran informasi perintah pada rantai pasok secara keseluruhan. Menurut Nash dan Poling (2008) terdapat 3 bagian dari VSM, yaitu:

1. Aliran Proses Produksi atau Material

Aliran material terletak di antara aliran informasi dan garis waktu (*timeline*). Aliran ini dimulai dari kiri menuju ke kanan. Aliran proses menunjukkan proses baik yang memiliki *sub-task* maupun paralel.

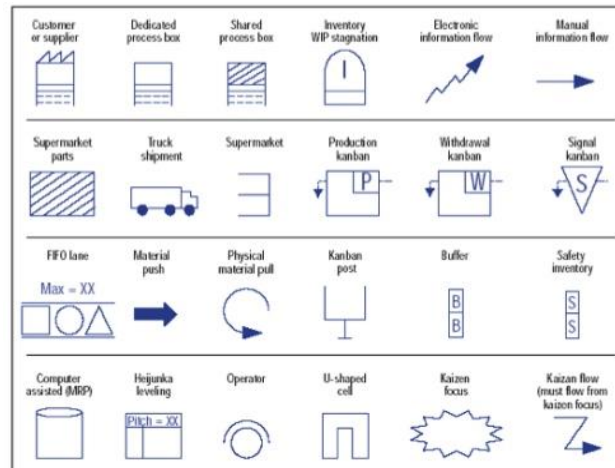
2. Aliran Komunikasi atau Informasi

Aliran informasi terletak pada bagian atas. Aliran informasi dapat menunjukkan seluruh Model informasi dan komunikasi.

3. Garis Waktu (*Timeline*)

Garis waktu terletak pada bagian bawah dari *value stream mapping*. Garis waktu digunakan untuk membandingkan hasil *improvement* yang akan diimplementasikan dengan kondisi saat ini. Terdapat dua garis, yaitu *garis production lead time* (PLT) dan *cycletime* (CT). PLT menunjukkan leadtime atau waktu yang dibutuhkan sebuah produk dalam melewati keseluruhan proses dari bahan baku sampai ke konsumen akhir. Garis CT menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk memproses material.

Berikut merupakan symbol – symbol yang digunakan pada VSM ditunjukkan pada gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2. 2 Symbol VSM

(Sumber: Scullin)

Menurut Solding dan Gullander (2009), *value stream mapping* memiliki beberapa kelebihan, antara lain adalah:

1. Cepat dan mudah dalam pembuatan
2. Dalam pembuatannya tidak harus menggunakan perangkat lunak computer khusus
3. Mudah dipahami
4. Dapat digambarkan dengan pensil dan pena
5. Memberikan dasar awal untuk ruang diskusi dan memutuskan sebuah keputusan

6. Meningkatkan pemahaman terhadap sistem produksi yang sedang berjalan dan memberikan gambaran atau visualisasi aliran perintah informasi produk

Sedangkan dalam pembuatan VSM terdapat beberapa tahapan, yaitu:

1. Menentukan *product family*

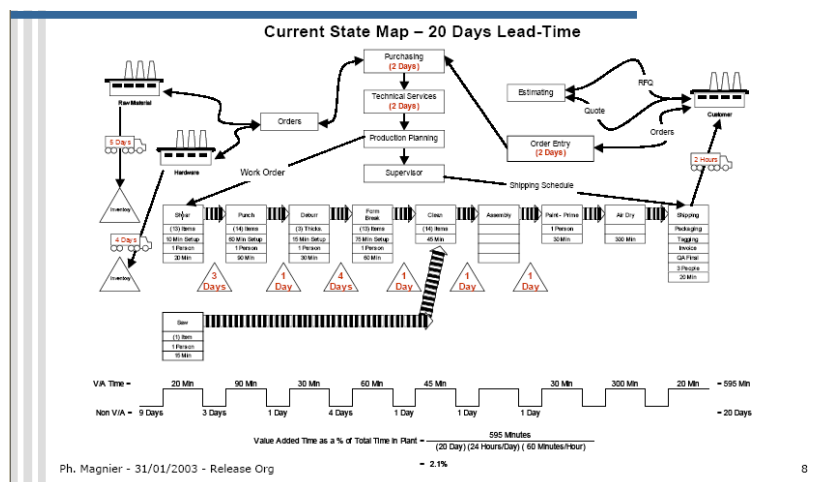
Salah satu hal yang perlu diketahui sebelum membuat value stream mapping adalah menentukan salah satu keluarga produk yang menjadi fokus objek yang akan dilakukan *improvement*. Pemetaan VSM dilakukan hanya pada salah satu produk dan tidak pada seluruh produk karena tingkat kompleksitas. VSM menggambarkan langkah – langkah proses (material dan informasi) dari pintu masuk hingga pintu keluar produk. Beberapa produk dapat dikatakan sebagai satu keluarga produk apabila melalui proses yang sama.

2. Membuat peta kondisi sekarang (*current state map*)

Current state map atau *current value stream mapping* merupakan bagian yang menunjukkan bagaimana kondisi sistem produksi pada saat ini. Dengan adanya current map membantu kita untuk memahami proses produksi dan masalah – masalah yang ada. Proses *improvement* pada sistem produksi lebih dapat dicapai dan lebih terstruktur. *Current state map* digunakan untuk dasar pembuatan *propose map*. Beberapa data yang diperlukan untuk membuat current state adalah:

- a. Data mengenai *customer*, yaitu data siapa *customer* dari sistem produksi yang diamati, permintaanya dalam hari/minggu/bulan, frekuensi pemesanan,, prosedur pengiriman dan laporan pengiriman.
- b. Data mengenai *supplier*, yaitu data siapa pemasok bahan baku, siklus pemesanan bahan baku, prosedur pemesanan dan *lead time* pemesanan.
- c. Data mengenai jam kerja, waktu *shift* dan *overtime*.
- d. Data mengenai sistem kontrol produksi, yaitu seperti pengontrolan secara manual atau otomatis dan yang bertugas mengontrol.
- e. Data mengenai proses produksi, yaitu data alur proses proses produksi, jumlah operator, peralatan dan fasilitas produksi yang digunakan, karakteristik stasiun kerja, waktu mensetting mesin dan rasio produk cacat.

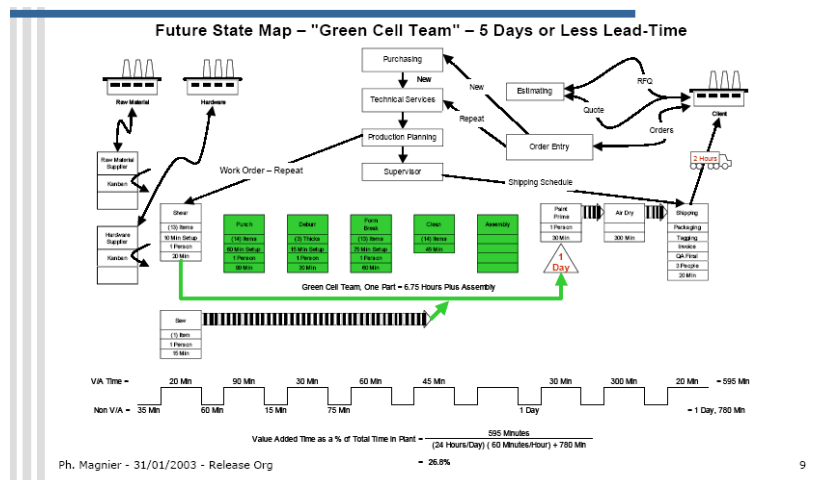
- f. Data jumlah inventori, yaitu data bahan baku, WIP, produk jadi, stok aman dan stok yang ada pada setiap proses.
- g. *Takt time*, yaitu data seberapa besar kecepatan produksi yang seharusnya. Perhitungan *takt time* didapat dari persamaan *net available time* dibagi dengan jumlah permintaan produk.
- h. *Cycle time*, yaitu data waktu penyelesaian satu *part* pada satu proses. Setelah semua data telah diperoleh dan diolah, maka didapat *current state map*. Berikut contoh *current state map*.



Gambar 2. 3 Contoh *Current State Map*
(Sumber: Ph. Magnier, 2003)

3. Menggambar peta masa depan (*propose/future state map*)

Value stream mapping digunakan untuk dapat mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan – pemborosan dengan penerapan *propose map*, yang kemudian diimplementasikan ke dalam sistem produksi. Tujuan dari pembuatan *propose map* adalah membangun sistem produksi sesuai dengan konsep *lean* atau ramping, dimana setiap proses terhubung langsung dengan demand dari *customer* baik dengan *continuous flow* atau dengan *pull system* dan setiap proses diusahakan optimal untuk memproduksi sesuai apa yang diminta oleh *customer* dengan waktu dan jumlah yang tepat (Rother dan Shook, 1999). *Propose map* yang dibuat harus dapat diimplementasikan ke dalam sistem produksi. Berikut contoh *propose map*.



Gambar 2. 4 Contoh *Propose Map*
(Sumber: Ph. Magnier, 2003)

4. Merancang rencana *improvement*

Untuk dapat mengimplementasikan *propose map*, maka dibutuhkan tindakan *improvement*. *Improvement* dapat dilakukan dengan prinsip *kaizen* (*continuous improvement*) secara konsisten untuk menghilangkan pemborosan sehingga sistem produksi berjalan lebih baik.

2.1.5. Simulasi

Penggunaan simulasi komputer pada saat ini telah banyak digunakan untuk berbagai studi kasus dan berbagai aplikasi seperti pada bidang militer, manufaktur, jasa dan logistik. Menurut Banks et al. (2000) simulasi adalah tiruan sistem nyata yang dikerjakan secara manual atau komputer, yang kemudian di observasi dan disimpulkan untuk mempelajari karakteristik sistem nyata yang diwakilinya. Simulasi juga dapat didefinisikan sebagai imitasi dari suatu sistem dinamis menggunakan model computer dengan tujuan mengevaluasi dan memperbaiki performa sistem (Harrell et al., 2000).

Simulasi merupakan metode yang sangat efektif dalam mendesain sistem manufaktur, namun simulasi bukan merupakan teknik optimasi. Simulasi digunakan pada sistem manufaktur karena dapat mengevaluasi kapasitas dan utilitasi fasilitas, mengidentifikasi

terjadinya *bottleneck* dalam suatu sistem dan dapat melakukan perbandingan dari *alternatives design*. Selain itu simulasi dapat memberikan kontribusi dalam desain manajemen dan membuat keputusan produksi. Berikut merupakan keuntungan menggunakan simulasi menurut Solding dan Gullander (2009):

1. Dapat mensimulasikan semua aliran produk dalam bentuk model
2. Dapat mensimulasikan sesuatu yang kompleks maupun sederhana
3. Dapat menganalisa waktu yang dihabiskan dalam rentang waktu tertentu sehingga dapat melihat perilaku sistem secara lebih dinamis
4. Dapat menganalisa beberapa keadaan seperti *breakdown* mesin, *bottleneck* pada sistem dan *waiting* pada operator
5. Dapat menganalisa beberapa skenario, sehingga dapat diketahui pada skenario mana yang mencapai titik optimal

Selain itu simulasi juga memiliki beberapa keuntungan lain yaitu simulasi memberikan kita untuk menghemat biaya, waktu dan tidak merusak waktu dibandingkan dengan penerapan secara langsung. Namun demikian simulasi juga memiliki kerugian, berikut kerugian menggunakan simulasi menurut Solding dan Gullander (2009).

1. Pada perangkat lunak tertentu membutuhkan investasi yang cukup besar
2. Pada kondisi tertentu sulit untuk mendapatkan validasi dari model yang sudah dibuat, meskipun seluruh variabel sudah dimasukkan pada perintah yang ada
3. Pada kondisi tertentu ketika simulasi sudah dijalankan, hasil yang didapatkan tidak bias melakukan pendekatan ke dalam kondisi seperti nyata.

Simulasi berjalan bergantung kepada Model simulasi yang digunakan. Untuk itu pemilihan Model simulasi sangat penting. Terdapat beberapa kategori simulasi, diantaranya sebagai berikut:

1. Simulasi statis dan dinamis

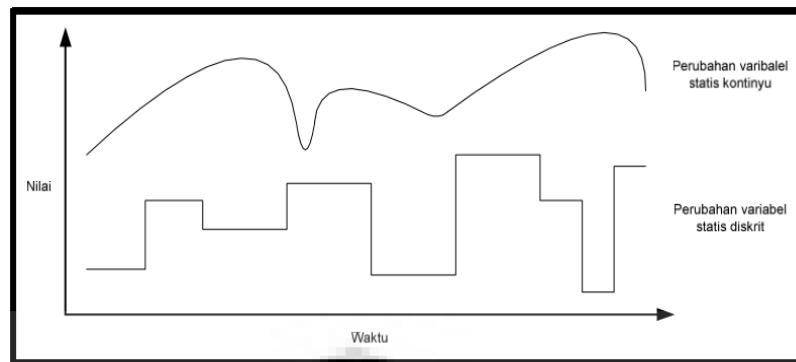
Simulasi statis merupakan simulasi yang dijalankan tidak berdasarkan waktu. Simulasi statis dilakukan dengan pengambilan sampel – sampel secara acak untuk menghasilkan hasil static sehingga terkadang disebut simulasi *Monte Carlo*. Simulasi dinamis berbeda dengan simulasi statis, simulasi dinamis dijalankan menurut waktu. Simulasi dinamis sangat baik digunakan untuk menganalisis sistem manufaktur dan jasa karena kedua sistem tersebut berjalan menurut waktu

2. Simulasi stokastik dan deterministic

Simulasi stokastik atau disebut juga dengan simulasi probabilistic, merupakan simulasi yang variabel – variabel inputnya bersifat acak secara alami. Simulasi stokastik menghasilkan hasil yang juga bersifat acak. Simulasi deterministic merupakan simulasi yang variabel – variabel inputnya tidak bersifat acak.

3. Simulasi diskrit dan kontinyu

Simulasi diskrit merupakan simulasi dimana perubahan keadaan terjadi pada titik – titik diskrit dalam waktu, disebabkan oleh kejadian seperti kedatangan entitas pada stasisun kerja, kegagalan sumber daya, akhir sebuah shift dan penyelesaian sebuah aktivitas. Simulasi kejadian diskrit memodelkan akibat kejadian dalam sebuah sistem seiring berjalanya waktu. Simulasi ini menggunakan metode – metode statistic untuk menghasilkan perilaku acak dan mengestimasi performa model. Pada simulasi kontinyu, variabel – variabel statis dikenal sebagai *continuous – change state variables*, berubah secara terus- menerus tergantung waktu. Conth variable ini adalah jumlah air yang mengalir ke dalam sebuah bak penampungan. Berikut perbedaan simulasi diskrit dan kontinyu ditunjukkan pada gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2. 5 Perbedaan simulasi diskrit dan kontinyu

(Sumber: Harrell, 2000)

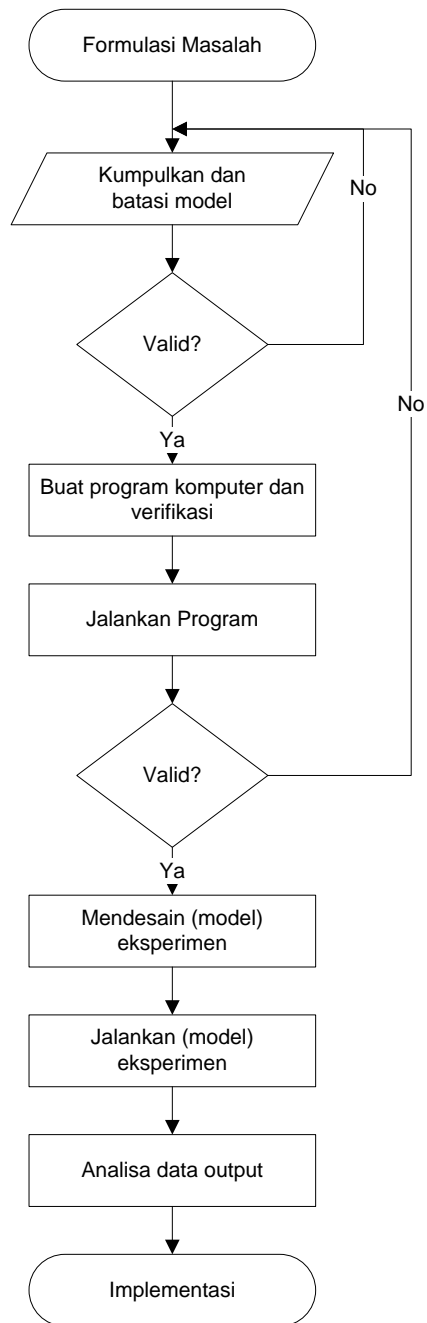
4. Simulasi berbasis objek

Simulasi yang terdiri dari sekumpulan objek yang berinteraksi satu dengan yang lainnya dalam interval waktu tertentu. Objek tersebut pada sistem nyata/ manufaktur

dapat berupa mesin proses, material, operator, *forklift*, dll. Simulasi berbasis objek memungkinkan pemetaan satu per satu antara objek dalam sistem manufaktur yang dimodelkan dan abstraksi dalam model simulasi (Joines dan Roberts., 1998). Simulasi berbasis objek memungkinkan para pemegang keputusan mengambil kebijakan lebih tepat, karena dapat digunakan untuk memodelkan situasi yang kompleks. Simulasi berbasis objek ini dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa perangkat lunak computer seperti *arena simulation*, *plant simulation*, *promodel* dan *flexsim simulation*. Keuntungan dalam menggunakan simulasi berbasis objek adalah:

- a. Kemampuan menerapkan perubahan dalam program yang lebih efisien dan lebih cepat
- b. Kemampuan menciptakan sistem yang lebih efektif dalam menggunakan sekelompok proses
- c. Dapat mengintegrasikan sistem komputasi lebih fleksibel
- d. Kemampuan untuk membuat interface atau penampilan model yang lebih intuitif bagi pengguna grafis

Berikut merupakan langkah – langkah dalam melakukan simulasi ditunjukkan pada gambar 2.6 di bawah ini:



Gambar 2. 6 *Flowchart* Simulasi

1. Formulasi masalah

Simulasi dimulai dengan suatu pernyataan yang jelas tentang tujuan yang hendak dicapai. Secara keseluruhan harus direncanakan pula variable - variabel yang terdapat dalam sistem objek.

2. Pengumpulan data

Data sebaiknya dikumpulkan secara terpusat dan digunakan untuk melakukan spesifikasi prosedur operasi dan distribusi probabilitas untuk variabel random yang terdapat dalam model. Data yang dikumpulkan meliputi:

- a. Data waktu proses
- b. Data waktu transfer
- c. Data penjadwalan bahan baku dan penjadwalan mesin
- d. Data lain yang berhubungan dengan system nyata

3. Validasi data input

Validasi data input dilakukan sebelum membuat simulasi. Validasi data input memiliki tujuan meyakinkan terlebih dahulu bahwa distribusi data, keragaman data, dan aktualitas variabel yang lain yang mendukung model sudah benar/sah.

4. Pembuatan simulasi dan verifikasi

Pembuatan simulasi dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak komputer. Penggunaan perangkat lunak yang tepat akan memudahkan dalam pembuatan simulasi. Selama melakukan pembuatan simulasi dilakukan verifikasi model terhadap sistem nyata apakah bentuk fisik model sudah seperti sistem nyatanya.

5. Jalankan program

Simulasi yang telah dibuat menggunakan bantuan perangkat lunak dijalankan (*run*) untuk melihat hasil.

6. Validasi

Simulasi yang dijalankan dapat digunakan untuk menguji sensitivitas hasil terhadap perubahan kecil pada parameter masukan. Jika hasilnya berubah secara ekstrim maka suatu estimasi yang baik harus diambil. Jika sistem sama dengan yang ada saat ini, data hasil dari simulasi dapat dibandingkan dengan sistem nyatanya. Jika hasilnya baik maka program simulasi dinyatakan valid dan dianggap representasi dari sistem nyata.

7. Mendesain eksperimen (skenario)

Jika simulasi dinyatakan valid maka dapat melakukan berbagai eksperimen terhadap program/model tersebut sesuai dengan tujuan penelitiannya.

8. Jalankan model eksperimen

Mengulangi langkah 5 sesuai dengan panjang waktu yang telah ditentukan sebelumnya.

9. Analisa data output

Mengingat faktor-faktor input bersifat random (probabilistik), maka digunakanlah teknik-teknik statistik untuk melakukan analisa data yang dihasilkan. Kemudian berdasarkan output hasil simulasi tersebut, maka performansi yang berbeda - beda untuk setiap desain dapat diketahui sehingga simulasi terbaik sesuai tujuan yang hendak dicapai.

10. Implementasi

Pada analisa data output dapat diketahui eksperiment/skenario mana dengan hasil terbaik. Skenario terbaik kemudian di implementasikan pada sistem nyata

2.2. Kajian Induktif

Kajian induktif merupakan kajian terhadap beberapa penelitian sebelumnya yang didapatkan dari jurnal, paper, buku dan artikel terkait. Terdapat penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penerapan *lean manufacturing*, Kumari et al. (2014) dalam penelitiannya mengimplementasikan prinsip *lean* pada industri kecil untuk meningkatkan produktivitas dengan menghilangkan pemborosan dan kegiatan yang tidak memberi nilai tambah. Prinsip *lean* tersebut diimplementasikan dengan pembagian beban kerja secara lebih merata menggunakan *line balance* dan perubahan *layout* produksi. Hasil penerapan *lean manufacturing* menunjukkan peningkatan hasil produksi dengan jumlah *inventory* lebih sedikit dari sebelumnya, penurunan jarak produksi, pengurangan jumlah mesin dan penurunan jumlah operator.

Chowdhury et al. (2015) dalam penelitiannya mengaplikasikan strategi *lean* untuk menyelesaikan permasalahan produksi pada perusahaan manufaktur bidang furniture, menggunakan metode *Single Minute Exchange of Die* (SMED). SMED digunakan untuk memperbaiki waktu *setup* kurang dari 10 menit. Hasil penelitian menunjukkan perbaikan yaitu penurunan waktu *setup* sebanyak 59%. Penurunan waktu *setup* tersebut berdampak pada meningkatnya produktivitas pekerja dari 3.19 menjadi 4.76, produktivitas dari penggunaan

material dari 4.35 menjadi 4.42 dan produktivitas secara keseluruhan meningkat menjadi 2.26.

Kumar et al. (2013) dalam penelitiannya melakukan peningkatan produktivitas dengan menggunakan metode *lean six sigma* dan *statistical process improvement* (SPI) pada industri kecil menengah atau SMEs di India. Hasil penelitian menunjukkan penurunan biaya operasional dan penurunan dampak terhadap lingkungan.

Ferdousi dan Ahmed (2009) dalam penelitiannya melakukan investigasi dampak dari penerapan *lean manufacturing* pada industri garmen di Bangladesh. Penelitian dilakukan dengan survey pada 9 perusahaan dari 45 perusahaan dari *Export Processing Zone* menggunakan semi *structured questionnaire*. Hasil penelitian menunjukkan *lean production* mengurangi seluruh bentuk dari kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah dan meningkatkan performa operasional perusahaan.

Lean manufacturing dapat diimplementasikan dengan menggunakan berbagai alat, salah satunya yaitu *value stream mapping*. Manjunath et al. (2014) dalam penelitiannya menggunakan VSM sebagai alat *lean manufacturing* pada salah satu perusahaan manufaktur di Bangalore. Perbaikan dilakukan didasarkan *current state* dan kemudian untuk merancang *propose state map*. Hasil dari *propose state map* menunjukkan perbaikan yaitu penurunan leadtime sebesar 38.2%, penurunan waktu proses sebesar 2.65% dan penurunan inventori sebesar 48.3%.

Reddy et al. (2013) dalam penelitiannya menggunakan *value stream map* untuk merancang ulang proses sehingga lebih efektif dan efisien dari sebelumnya. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 565 menit waktu yang digunakan untuk kegiatan tidak memberikan nilai tambah pada *current state map* dan turun menjadi 465 menit pada *propose state map*. Penurunan waktu yang tidak memberikan nilai tambah berdampak terhadap perputaran inventori menjadi lebih cepat dan penggunaan pekerja yang lebih sedikit.

Prince et al. (2014) dalam penelitiannya menggunakan *value stream mapping* untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan yang ada pada industri otomotif. Hasil penelitian menunjukkan dengan menghilangkan pemborosan, didapatkan peningkatan jumlah produksi produk sebesar 44% dari 3600 produk/hari menjadi 4800 produk/hari.

Penerapan *lean manufacturing* tidak hanya dapat menggunakan *value stream mapping*, namun dapat dikombinasikan dengan simulasi. Xia dan Sun (2013) dalam penelitiannya

mengaplikasikan VSM dan discrete event simulation (DES) pada industri manufaktur pipa baja. VSM digunakan untuk pemetaan perbaikan sedangkan DES digunakan untuk melengkapi VSM. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan hasil produksi dari 2750 unit menjadi 3300 unit selama 22 hari kerja, atau meningkat sebesar 22%.

Stadmicka dan Antonelli (2015) dalam penelitiannya menggunakan VSM, *value stream analysis* (VSA) dan dilengkapi dengan *computer simulation* (CSs) untuk menganalisa proses manufaktur. CSs menggunakan *flexsim* sebagai alat bantu. Hasil penelitian menunjukkan lead time produksi dari 116.6 hari menjadi 13.31 hari.

Wahab et al. (2014) dalam penelitiannya mengembangkan VSM pada industri pembuatan pesawat terbang. VSM digunakan untuk menjelaskan bagaimana aliran proses produksi, waktu siklus pada kondisi awal dan untuk perbaikan. Perbaikan – perbaikan yang dilakukan kemudian di analisa dengan menggunakan peangkat lunak *Arena Simulation*. Hasil penelitian menunjukkan penurunan waktu produksi dari 340.75 jam menjadi 262.10 atau penurunan sebesar 22%.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Objek Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di kelompok kerja *Final Regulation*, departemen *Assembly* PT. Yamaha Indonesia. PT. Yamaha Indonesia berlokasi di kawasan Jakarta Industrial Estate Pulogadung jalan Rawagelam I/5, Jakarta Timur 13930. *Final Regulation* merupakan proses *assembly* akhir sebelum masuk *Final Check*. *Final Regulation* bertugas melakukan pemasangan *top board* dan *adjustment* keyboard piano.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan informasi atau data yang diperlukan pada penelitian ini adalah :

1. Metode kepustakaan/studi pustaka

Metode kepustakaan adalah metode pengumpulan data dengan cara menggunakan buku, jurnal, paper, prosiding atau referensi lainnya yang berkaitan dengan topik yang sedang dibahas. Metode ini dilakukan oleh peneliti dengan cara membaca literatur yang terkait dengan perencanaan *lean manufacturing*, *value stream mapping*, produktivitas dan metode simulasi.

2. Metode observasi

Metode observasi adalah metode pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek yang diteliti. Metode ini digunakan untuk mendapatkan data stasiun kerja, waktu siklus, inventori, kelonggaran waktu seluruh proses dan kemampuan setiap pekerja. Dalam hal ini, peneliti mengamati secara

langsung bagaimana proses-proses yang dilakukan pada kelompok kerja *Final Regulation*.

3.3. Pengumpulan Data

Berikut adalah jenis – jenis data yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdiri yang terdiri dari atas data primer dan data sekunder:

3.3.1. Data Primer

Data primer yaitu yang didapatkan dari pengamatan langsung objek penelitian, yaitu kelompok kerja *Final Regulation*. Berikut ini merupakan data primer yang digunakan pada penelitian ini, adalah:

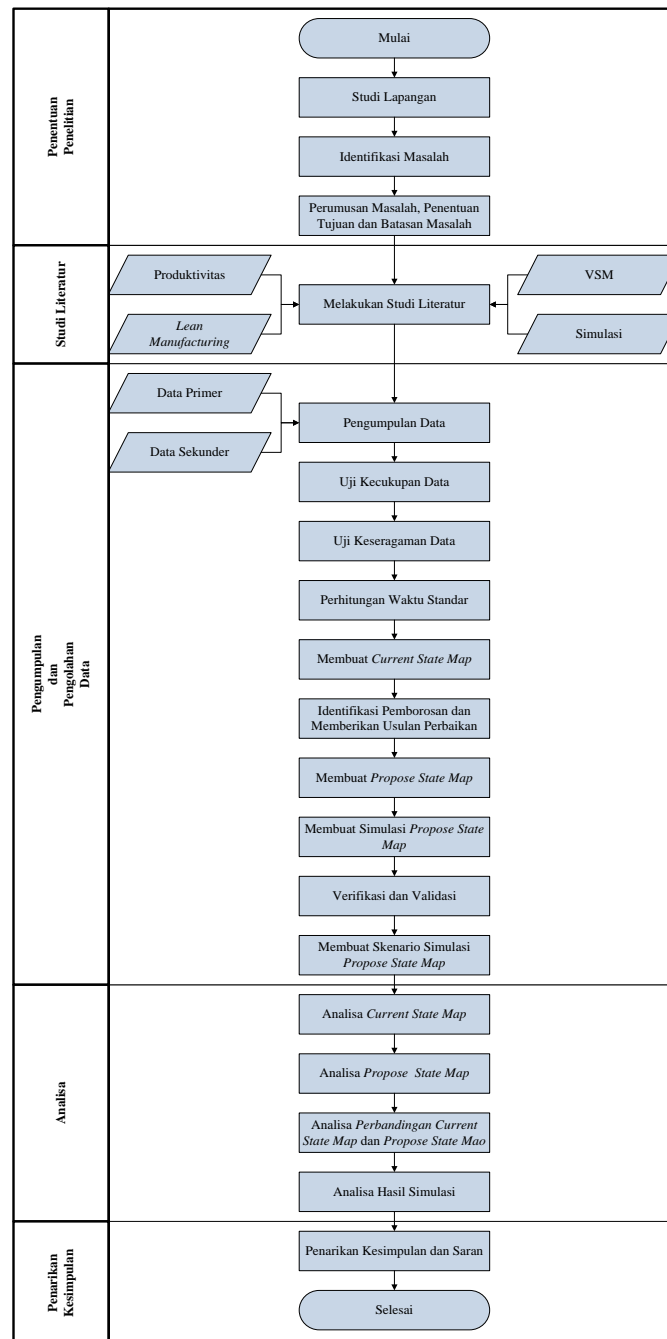
1. Data alur proses produksi
Data alur proses produksi menunjukkan urutan – urutan alur proses yang dilakukan.
2. Data waktu siklus
Data waktu siklus yaitu data yang menunjukkan waktu penyelesaian satu siklus proses.
3. Data inventori
Data inventori yaitu data yang menunjukkan jumlah inventori pada setiap bagian proses.
4. Data kelonggaran
Data kelonggaran untuk seluruh proses yaitu menunjukkan seberapa besar *allowance* atau kelonggaran yang didapat untuk mengerjakan proses pada setiap stasiun kerja.
5. Data *layout* lantai produksi
Data *layout* yaitu data yang menunjukkan tata letak fasilitas atau *layout* pada lantai produksi.

3.3.2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data penelitian yang diperoleh tidak secara langsung, yaitu data yang dapat diperoleh dari berbagai macam sumber seperti studi kepustakaan, jurnal, buku hingga artikel ilmiah lainnya yang berkaitan. Selain itu digunakan data dari PT. Yamaha Indonesia untuk menunjang penelitian ini. Berikut ini merupakan data sekunder yang digunakan pada penelitian ini, adalah:

1. Data jam kerja efektif perusahaan
Data yang menunjukkan waktu kerja efektif yang digunakan untuk kegiatan produksi dalam satu hari kerja.
2. Data rencana produksi perusahaan
Data yang menunjukkan rencana berapa jumlah piano (tipe dan warna) yang harus diproduksi selama periode 194.
3. Data produktivitas *Final Regulation* proyek IE tahun 2012
Data yang menunjukkan besaran nilai produktivitas kelompok kerja Final Regulation berdasarkan proyek IE tahun 2012. Data ini digunakan sebagai perbandingan produktivitas.
4. Data artikel, buku dan jurnal sebagai literatur penelitian
Data penunjang penelitian yang menjelaskan teori – teori terkait dengan penelitian ini.

3.4. Alur Penelitian



Gambar 3. 1 *Flowchart* Alur Penelitian

Berdasarkan Sesuai dengan tahap alur penelitian di gambar 3.1 di atas, maka akan dijelaskan tata cara dan tahapan penelitian sebagai berikut:

1. Studi lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk melihat dan memahami kondisi sistem produksi sebagai objek penelitian dan mendapatkan informasi awal yang nantinya akan digunakan sebagai landasan dalam penelitian ini.

2. Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada setelah studi lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pada kelompok kerja *Final Regulation*. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk meningkatkan produktivitas setiap kelompok kerja pada rantai produksi PT. Yamaha Indonesia.

3. Perumusan Masalah, Tujuan, dan Batasan Masalah

Setelah dilakukan indentifikasi masalah, kemudian dilakukan perumusan masalah sehingga penelitian dapat diarahkan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Perumusan masalah juga berhubungan dengan tujuan yang ingin dicapai dan sebagai dasar dalam penarikan kesimpulan pada penelitian ini. Pembatasan masalah dilakukan untuk membuat penelitian lebih fokus terhadap permasalahan yang ingin diselesaikan.

4. Kajian Literatur

Pada tahap ini peneliti akan melakukan studi yang bertujuan untuk mencari referensi dengan kajian deduktif dan membandingkan posisi antara penelitian yang sedang dilakukan dengan penelitian sebelumnya. Berikut ini kajian literatur deduktif yang digunakan, yaitu:

- a. Produktivitas
- b. *Lean Manufacturing*
- c. *Kaizen*
- d. *Value Stream Mapping*, dan
- e. Simulasi

5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan pada objek penelitian berdasarkan sumber dan Model data dengan teknik pengumpulan data yang sudah ditentukan sesuai penjelasan di atas.

6. Pengolahan Data

Berikut tahapan pengolahan data yang dilakukan sebelum proses analisa, yaitu:

a. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data bertujuan untuk memastikan bahwa data yang telah dikumpulkan cukup secara objektif. Uji kecukupan data dilakukan dengan mencari nilai N' , apabila N' lebih kecil atau sama dengan N menunjukkan data cukup. Pada penelitian ini menggunakan tingkat keyakinan 99% dan derajat ketelitian sebesar 10%.

b. Uji Keseragaman Data

Pada uji keseragaman data bertujuan untuk memastikan bahwa data yang terkumpul berasal dari sistem yang sama. Apabila terdapat data yang menyimpang dari batas kontrol atas maupun bawah pada saat perhitungan maka data tersebut tidak digunakan dan diganti dengan data yang baru.

c. Perhitungan Waktu Standar

Perhitungan waktu standar dilakukan untuk setiap stasiun kerja. Perhitungan waktu standar didapat dari persamaan waktu siklus dikali dengan presentase kelonggaran proses. Presentase kelonggaran didapatkan melalui *work sampling* pada kelompok kerja *Final Regulation*.

d. Pembuatan *Current State Map*

Current state map dibuat untuk memudahkan dalam memahami keseluruhan proses produksi selain itu juga untuk melihat peluang perbaikan. Pembuatan *current state map* meliputi pemilihan *family product*, perhitungan *takt time*, perhitungan inventori, dan menggambar *current state map*.

e. Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan dilakukan dengan mengidentifikasi pemborosan terlebih dahulu untuk menjabarkan seluruh pemborosan yang ada pada proses produksi dengan mengacu *current state map*. Kemudian dilakukan usulan perbaikan dengan prinsip *kaizen (continuous improvement)*.

f. Pembuatan *Propose state map*

Propose state map dibuat berdasarkan *current state map* dan usulan perbaikan. Tujuan dari *propose state map* adalah untuk melihat perbedaan sebelum dan sesudah usulan perbaikan diberikan.

g. Pembuatan Formulasi Model dan Simulasi

Pada penelitian ini, model yang akan disimulasikan adalah model *current state map* dan *propose state map*. Formulasi model dan simulasi menggunakan perangkat lunak *flexsim simulation*. Dengan adanya model ini, maka dapat membantu mengevaluasi apakah usulan perbaikan benar – benar dapat memperbaiki proses produksi atau tidak sebelum diterapkan secara langsung.

h. Verifikasi

Verifikasi bertujuan untuk melihat apakah formulasi pada model simulasi sudah dimasukan dengan benar atau belum.

i. Validasi

Validasi bertujuan untuk memastikan bahwa simulasi yang berjalan pada perangkat lunak *flexsim simulation* sesuai dengan kondisi nyata proses produksi di lapangan. Teknik validasi yang digunakan pada penelitian ini adalah *expert judgement validity* dan uji kesamaan dua rata –rata.

j. Membuat Skenario Simulasi *Propose State Map*

Skenario adalah salah satu bentuk *design experiment* untuk mengetahui bagaimana hasil simulasi apabila variabelnya memiliki nilai yang berbeda.

7. Analisa dan Pembahasan

Mendeskripsikan bagaimana pemborosan berdasarkan *current state map* dan perbedaan *current state map* dengan *future state map*. Selain itu akan di analisa bagaimana dampak *future state map* terhadap peningkatan produktivitas, berdasarkan hasil simulasi dan skenario yang dibuat.

8. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini akan menjelaskan berdasarkan rumusan masalah penelitian ini. Kesimpulan dan saran pada penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi kepada perusahaan terkait peningkatan produktivitas rantai produksi.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Gambaran Umum Proses Produksi

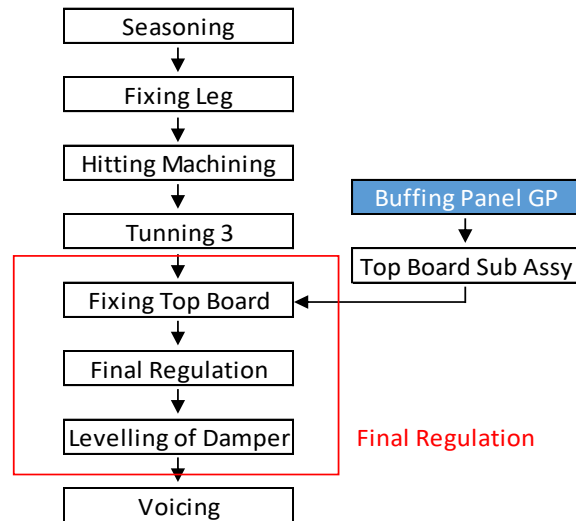
Kelompok kerja *Final Regulation* merupakan salah satu bagian dari area *Assembly* di PT. Yamaha Indonesia. Kelompok kerja *Final Regulation* terdiri dari 1 orang kepala kelompok (KK) dan 8 orang operator. Pada kelompok kerja ini piano yang diproses adalah piano *Grand Piano* (GP). Berikut merupakan contoh piano GP ditunjukkan pada gambar 4.1 di bawah ini:



Gambar 4. 1 Piano GP

(Sumber: Departemen Production Engineering PT. Yamaha Indonesia)

Secara umum proses yang ada pada kelompok kerja *Final Regulation* adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 2 Alur Proses *Assembly*

1. Proses *Fixing Top Board*

Fixing top board merupakan proses pertama yang ada pada kelompok kerja *Final Regulation* dan dikerjakan oleh 1 orang operator. Pada *fix top board* piano GP dari *tunning 3* akan dipasang *top board* dan *top stick* dari *Sub-Case Assy*. Proses *fixing top board* dimulai dari membersihkan coakan *hinge* pada *side board* dan pemasangan *hinge*. Kemudian mensetting *top board* ke piano dengan menyesuaikan *hinge* pada *side board* untuk memasang *hinge*, *rubber*, dan *lid prop cup*. *Top stick* dan *top board* yang sudah terpasang lengkap dipasangkan pada piano. Untuk GN2 terdapat proses tambahan yaitu memasang *upper beam*, *back beam* dan *music rail*. Berikut merupakan proses *fixing top board* ditunjukkan pada gambar 4.3 di bawah ini:



Gambar 4. 3 Proses *Fix Top Board*

2. *Final Regulation*

Berbeda dengan *fix top board*, *final regulation* merupakan proses *adjust* keyboard. Pada proses *final regulation* terdapat 4 orang operator, dimana 2 orang operator mengerjakan proses *final regulation* di piano dan 2 orang operator mengerjakan di meja. Untuk pengerjaan di piano meliputi proses *shift level cleat*, *Centering hammer*, *adjusting betting screw*, *key level white & black*, *key space*, dan *key depth white gauge*. Sedangkan untuk pengerjaan di meja meliputi *let off*, *hammer levelling*, *key depth black*, *hamer stop*, *adjust spring*, *adjust jack roller*, *hammer drop*, *buffing key board*, pasang *key front rail*, dan *check touch*. Berikut merupakan proses *final regulation (piano)* ditunjukkan pada gambar 4.4 dan *final regulation (meja)* ditunjukkan pada gambar 4.5 di bawah ini:



Gambar 4. 4 Proses *Final Regulation (Piano)*



Gambar 4. 5 Proses *Final Regulation* (Meja)

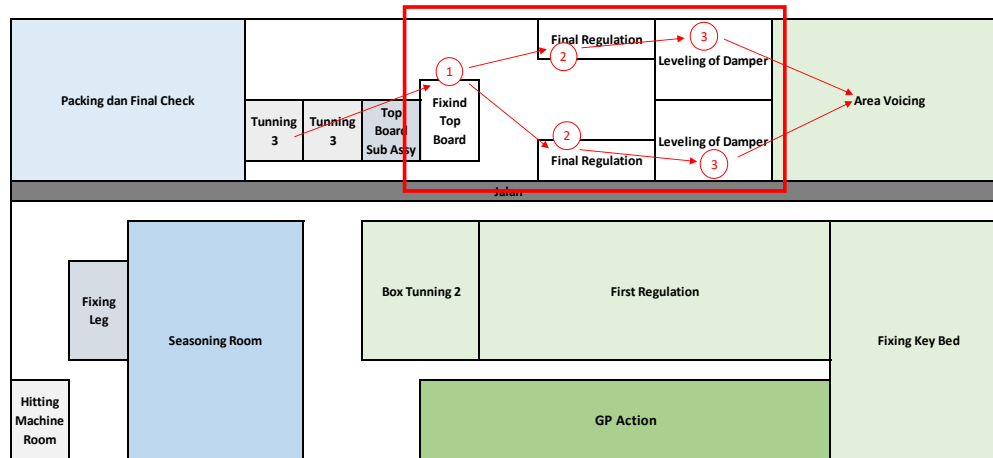
3. *Leveling of Damper*

Proses *levelling of damper* merupakan proses *adjust damper* pada piano. Proses ini dilakukan setelah proses *final regulation*. Pada proses ini terdapat 3 orang, dimana setiap orang mengerjakan proses *levelling of damper* masing – masing. Proses *levelling of damper* meliputi proses *adjust front rear dan check damping, adjust speed, levelling damper, adjust damper stop rail dan adjust pedal*. Untuk piano dengan label EZ, terdapat tambahan proses merakit dan memasang *sostenuto*. Berikut merupakan proses *levelling of damper* ditunjukkan pada gambar 4.6 di bawah ini.



Gambar 4. 6 Proses *Leveling of Damper*

Pada rantai produksi, tempat kelompok kerja *Final Regulation* berada di lantai 2 *factory* 2, bersamaan dengan kelompok kerja lain. Berikut layout produksi pada kelompok kerja *Final Regulation* ditunjukkan pada gambar 4.7 di bawah ini:



Gambar 4. 7 *Layout Produksi Final Regulation*

4.1.2 Data Waktu Kerja

Waktu kerja PT. Yamaha Indonesia adalah Senin–Jumat selama 40 jam, yaitu 8 jam/hari dengan jadwal kerja sebagai berikut:

1. Senin – Kamis
 - a. 07:00 – 09:20 : Bekerja
 - b. 09:20 – 09:30 : Istirahat Minum Teh
 - c. 09:30 – 12:00 : Bekerja
 - d. 11:30 – 12:20 : ISHOMA *Shift 1*
 - e. 12:00 – 12:50 : ISHOMA *Shift 2*
 - f. 12:30 – 13:20 : ISHOMA *Shift 3*
 - g. 12:50 – 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 : ISHOMA *Shift 1*
 - e. 11:40 – 13:00 : ISHOMA *Shift 2*
 - f. 11:50 – 13:10 : ISHOMA *Shift 3*

g. 12:50 – 16:30 : Bekerja

Waktu istirahat, sholat dan makan siang terbagi menjadi 3 *shift* yang berbeda. Pembagian *shift* ini akan terus berganti setiap 3 bulan sekali. Pada bulan Juli dan Agustus, kelompok kerja *Final Regulation* mendapat waktu istirahat pada *shift* ke 3.

4.1.3 Data Cycle Time

Data *cycle time* didapatkan dari pengamatan langsung dilapangan dengan melakukan replikasi sebanyak 10 kali. Untuk memudahkan pengambilan data karena pada model tertentu terdapat proses tambahan dan memiliki waktu yang berbeda cukup signifikan, model piano dikelompokkan menjadi 3 tipe yang ditunjukkan pada tabel 4.1 di bawah ini:

Tabel 4. 1 Pengelompokan Model Piano

Model	Tipe
GB/GN 1 PE (AZ/LZ/JZ)	1
GB PM (AZ,LZ)	
GB PAW (AZ/LZ)	
GB/GN 1 PWH (AZ/LZ)	
GB/GN 1 PE (EZ)	2
GB PM (EZ)	
GB PAW (EZ)	
GB/GN 1 PWH (EZ)	
GN 2 PE (AZ/LZ)	3
GN 2 PWH (AZ/LZ)	

Berikut merupakan data *cycle time* proses *fixing top board* (FTB), *Final Regulation* (FR) dan *Levelling of Damper* (LoD) ditunjukkan pada tabel 4.2 di bawah ini:

Tabel 4. 2 Data Cycle Time (Detik)

No.	FTB		FR (Piano)	FR (Meja)	LoD	
	Tipe (1) & (2)	Tipe (3)	Tipe (1), (2) & (3)	Tipe (1), (2) & (3)	Tipe (1) & (3)	Tipe (2)
1	1351.25	3426.25	2725.60	2841.75	3818.33	4788.76
2	1276.65	3351.65	2629.44	2734.86	3511.23	4481.66

No.	FTB		FR (Piano)	FR (Meja)	LoD	
	Tipe (1) & (2)	Tipe (3)	Tipe (1), (2) & (3)	Tipe (1), (2) & (3)	Tipe (1) & (3)	Tipe (2)
3	1255.51	3330.51	2421.09	2893.29	3889.27	4859.70
4	1243.67	3318.67	2633.89	2874.02	3422.86	4393.29
5	1347.21	3422.21	2398.65	2787.41	3117.45	4087.88
6	1196.33	3271.33	2142.23	2311.36	3382.89	4353.32
7	1314.45	3389.45	2617.75	2886.94	3235.66	4206.09
8	1262.89	3337.89	2605.56	2451.78	3123.51	4093.94
9	1287.54	3362.54	2711.41	2759.67	3296.17	4266.60
10	1165.42	3240.42	2732.68	2793.54	3095.11	4065.54

4.1.4 Data Allowance

Data kelonggaran atau *allowance* digunakan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kelonggaran yang dapat ditoleransi perusahaan diluar dari kegiatan proses produksi. Data ini nantinya akan digunakan dalam perhitungan waktu standar (*standard time*). Data ini didapat melalui pengamatan *work sampling* margin hajat dan lain – lain pada kepala kelompok *Final Regulation*. *Allowance* yang diberikan yaitu sebesar 2%.

4.1.5 Data Uptime

Uptime merupakan presentase kerja efektif operator. Pada kelompok kerja *Final Regulation* seluruh proses dilakukan secara manual oleh operator tanpa menggunakan mesin. Untuk itu data *uptime* didapatkan dari hasil pengamatan langsung dan diskusi dengan kepala kelompok *Final Regulation*. Setiap operator memiliki *uptime* yang berbeda – beda, berikut presentase *uptime* operator untuk masing – masing proses ditunjukkan pada tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4. 3 Data *Uptime*

Nama Proses	Uptime
<i>Fix Top Board</i>	97%
<i>Final Regulation</i>	94%
<i>Leveling Of Damper</i>	96%

4.1.6 Data WIP

Data Piano WIP (*Work in Process*) merupakan piano sementara hasil dari salah satu proses yang kemudian akan berlanjut ke proses – proses selanjutnya hingga menjadi *finished good*. WIP pada kelompok kerja *Final Regulation* adalah dalam satuan unit piano. Pengambilan data WIP dilakukan secara langsung selama dua hari pada jam 10.00 dan 13.30. Data inventori tersebut kemudian dirata – rata, berikut jumlah WIP *Final Regulation* ditunjukkan pada tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4. 4 Data WIP

Nama Proses	Hari ke - 1		Hari ke - 2		WIP
	10:00	13:00	10:00	13:00	
<i>Fix Top Board</i>	4	3	3	3	4
<i>Final Regulation</i>	6	6	5	6	6
<i>Leveling of Damper</i>	3	3	4	3	4

4.1.7 Data Rencana Produksi

Rencana produksi kelompok kerja *Final Regulation* didasarkan rencana produksi PT. Yamaha Indonesia. Setiap bulannya jumlah rencana produksi berbeda-beda yang mana rencana produksi tersebut sudah direncanakan pada awal periode 194 (bulan Maret) dan disesuaikan dengan jumlah pesanan konsumen sebelumnya dengan tujuan agar produksi tepat waktu sehingga dapat memenuhi pesanan konsumen. Rencana produksi tersebut kemudian dikonversi menjadi rencana produksi harian. Berikut rencana produksi harian piano GP pada kelompok kerja *Final Regulation* ditunjukkan pada table 4.5 di bawah ini:

Tabel 4. 5 Rencana Produksi Piano GP

Model	Jumlah
GB/GN 1 PE (AZ/LZ/JZ)	13
GB PM (AZ,LZ)	1
GB PAW (AZ/LZ)	
GB/GN 1 PWH (AZ/LZ)	1
GB/GN 1 PE (EZ)	1
GB PM (EZ)	

Model	Jumlah
GB PAW (EZ)	1
GB/GN 1 PWH (EZ)	1
GN 2 PE (AZ/LZ)	1
GN 2 PWH (AZ/LZ)	1
Total	19

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Uji Kecukupan Data

Kelompok Pengolahan data yang pertama adalah melakukan uji kecukupan data *cycle time* atau waktu siklus yang telah dikumpulkan. Pada uji kecukupan data terdapat 2 faktor yang mempengaruhi, yaitu tingkat keyakinan (k) dan derajat ketelitian. Pada penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan 99% atau nilai k sama dengan 3 dan tingkat ketelitian 10% atau 0.1. Menurut Purnomo (2004), rumus uji kecukupan data sebagai berikut:

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

Keterangan :

N' = Jumlah pengamatan yang diperlukan

N = Jumlah pengamatn actual yang dilakukan

k = Tingkat keyakinan (99% = 3)

s = Derajat ketelitian (5%)

Setelah semua data dimasukan ke dalam rumus di atas, didapatkan nilai kecukupan data (N') seperti berikut.

Tabel 4. 6 Uji Kecukupan Data

No	Nama Proses	Tipe	N	N'
1	<i>Fix Top Board</i>	(1) dan (2)	10	1.80
		(3)	10	0.26
2	<i>Final Regulation</i> (Piano)	(1), (2), dan (3)	10	4.33
3	<i>Final Regulation</i> (Meja)	(1), (2), dan (3)	10	4.16
4	<i>Leveling Of Damper</i>	(1) dan (3)	10	5.59
		(2)	10	3.38

Tabel di atas menunjukkan bahwa seluruh pengamatan proses memiliki nilai $N' < N$, sehingga semua pengamatan dikatakan cukup dan tidak dibutuhkan pengamatan tambahan.

4.2.2 Uji Keseragaman Data

Setelah melakukan uji kecukupan data *cycle time* atau waktu siklus, pengolahan data berikutnya adalah melakukan uji keseragaman data. Uji keseragaman data dilakukan untuk mengetahui apakah persebaran data waktu siklus berada pada batas control yang ditentukan. Batas kontrol bawah (BKB) dan batas kontrol atas (BKA) ditentukan dengan menghitung *standard deviasi*. Rumus *standard deviasi* sebagai berikut:

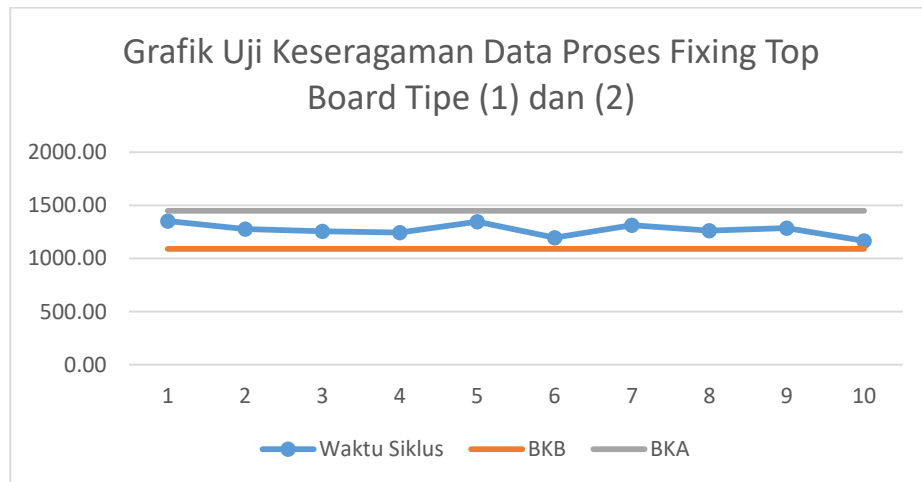
$$\sigma = \left[\frac{\sqrt{\sum (xi - \bar{x})^2}}{n - 1} \right]$$

Setelah didapatkan nilai standard deviasi, selanjutnya menentukan nilai BKB dan BKA dengan rumus sebagai berikut.

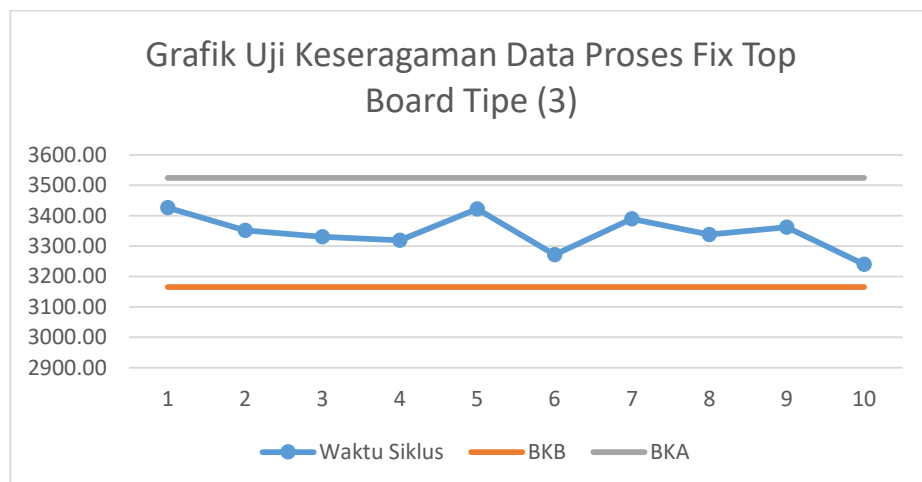
$$BKB = \bar{x} - 3\sigma$$

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma$$

Jika persebaran data berada di luar BKB dan BKA, maka data waktu siklus tersebut harus diganti dengan data pengamatan yang baru hingga berada pada di dalam batas control. Berikut grafik uji keseragaman data pada proses *fixing top board*, *final regulation* dan *levelling of damper*.

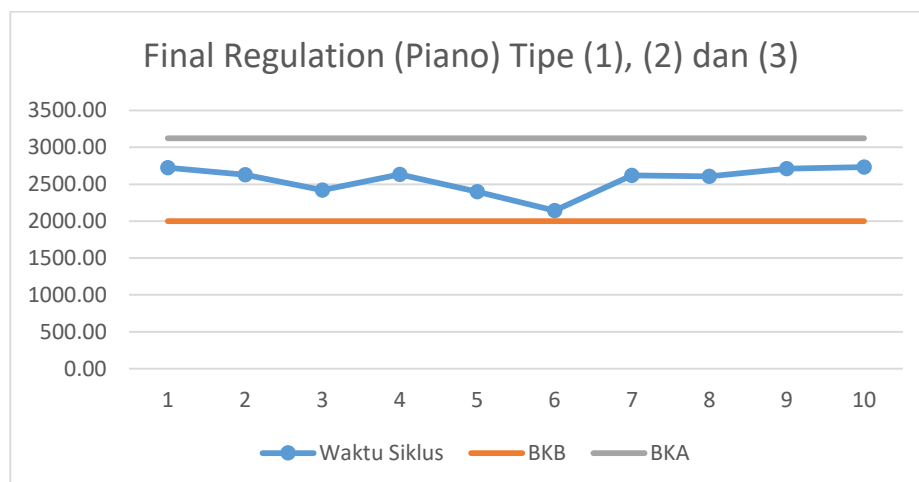


Gambar 4. 8 Grafik Uji Keseragaman Data *Proses Fixing Top Board* Tipe (1) dan (2)



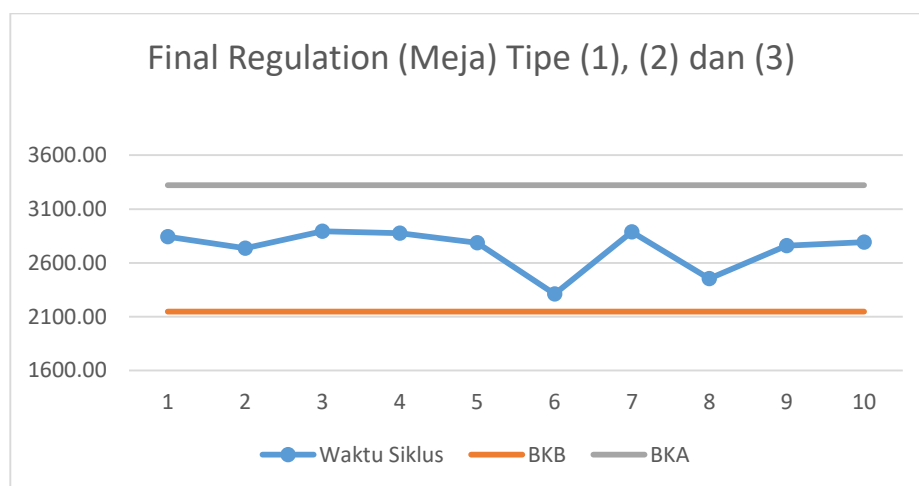
Gambar 4. 9 Grafik Uji Keseragaman *Data Proses Fixing Top Board* Tipe (3)

Pada gambar 4.8 dan 4.9 di atas, uji keseragaman data proses *fixing top board* di atas menunjukkan bahwa persebaran data waktu siklus berada di dalam batas kontrol. Maka 10 data tersebut dapat digunakan pada pengolahan data selanjutnya.



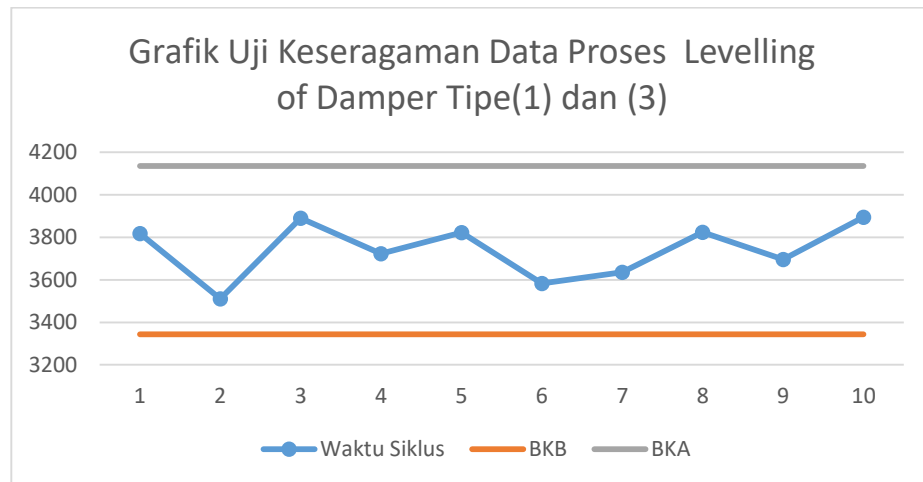
Gambar 4. 10 Grafik Uji Keseragaman Data Proses *Final Regulation* (Piano) Tipe (1), (2) dan (3)

Pada gambar 4.10 di atas, uji keseragaman data proses *final regulation* (Piano) di atas menunjukkan bahwa persebaran data waktu siklus berada di dalam batas kontrol. Maka 10 data tersebut dapat digunakan pada pengolahan data selanjutnya.

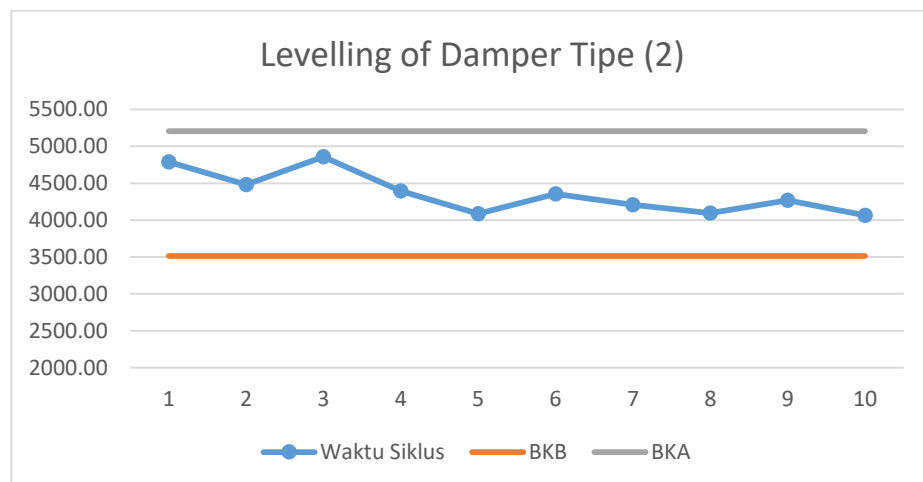


Gambar 4. 11 Grafik Uji Keseragaman Data Proses *Final Regulation* (Meja) Tipe (1), (2) dan (3)

Pada gambar 4.11 di atas, uji keseragaman data proses *final regulation* (Meja) di atas menunjukkan bahwa persebaran data waktu siklus berada di dalam batas kontrol. Maka 10 data tersebut dapat digunakan pada pengolahan data selanjutnya.



Gambar 4. 12 Grafik Uji Keseragaman Data Proses *Levelling of Damper* Tipe (1) dan (3)



Gambar 4. 13 Grafik Uji Keseragaman Data Proses *Levelling of Damper* Tipe (2)

Pada gambar 4.12 dan 4.13 di atas, uji keseragaman data proses *Levelling of Damper* di atas menunjukkan bahwa persebaran data waktu siklus berada di dalam batas kontrol. Maka 10 data tersebut dapat digunakan pada pengolahan data selanjutnya.

4.2.3 Perhitungan *Standard Time* (ST)

Sebelum melakukan perhitungan waktu baku atau *standard time*, dilakukan perhitungan *normal time* terlebih dahulu. Penentuan *rating* untuk setiap proses didasarkan pengamatan

langsung dan diskusi dengan operator. Berikut pedoman *Westinghouse rating* ditunjukkan pada tabel 4.7 dan hasil *rating* ditunjukkan pada tabel 4.8 di bawah ini.

Tabel 4. 7 Tabel *Westinghouse Rating*

<i>Skill</i>			<i>Effort</i>		
+0,15	A1	<i>Super skill</i>	+0,13	A1	<i>Super skill</i>
+0,13	A2		+0,12	A2	
+0,11	B1	<i>Excellent</i>	+0,10	B1	<i>Excellent</i>
+0,08	B2		+0,08	B2	
+0,06	C1	<i>Good</i>	+0,05	C1	<i>Good</i>
+0,03	C2		+0,02	C2	
0,00	D	<i>Average</i>	0,00	D	<i>Average</i>
-0,05	E1	<i>Fair</i>	-0,04	E1	<i>Fair</i>
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	<i>Poor</i>	-0,12	F1	<i>Poor</i>
-0,22	F2		-0,17	F2	
<i>Condition</i>			<i>Consistency</i>		
+0,06	A	<i>Idea</i>	+0,04	A	<i>Idea</i>
+0,04	B	<i>Excellent</i>	+0,03	B	<i>Excellent</i>
+0,02	C	<i>Good</i>	+0,01	C	<i>Good</i>
0,00	D	<i>Average</i>	0,00	D	<i>Average</i>
-0,03	E	<i>Fair</i>	-0,02	E	<i>Fair</i>
-0,07	F	<i>Poor</i>	-0,04	F	<i>Poor</i>

Tabel 4. 8 Hasil *Westinghouse Rating*

<i>Rating</i>	<i>Fixing Top Board</i>			<i>Final Regulation</i>			<i>Levelling of Damper</i>		
<i>Skill</i>	D	0	<i>Average</i>	C2	0.03	<i>Good</i>	D	0	<i>Average</i>
<i>Effort</i>	C1	0.06	<i>Good</i>	C2	0.03	<i>Good</i>	C2	0.03	<i>Good</i>
<i>Condition</i>	D	0	<i>Average</i>	D	0	<i>Average</i>	C	0.02	<i>Good</i>
<i>Consisten</i>	D	0	<i>Average</i>	D	0	<i>Average</i>	D	0	<i>Average</i>
Total	1.06			1.06			1.05		

Dengan nilai *rating* di atas maka dapat dilakukan perhitungan waktu normal dan waktu baku. Waktu normal merupakan total nilai *rating* dikali dengan waktu pada pengamatan, sedangkan waktu baku didapat dari rata – rata waktu normal ditambah dengan presentase *allowance* kelonggaran (didapat melalui pengamatan *work sampling*). Kelonggaran diberikan untuk mengakomodasi waktu yang dibutuhkan oleh operator untuk kebutuhan

pribadi. Berikut ini merupakan hasil perhitungan waktu baku ditunjukkan pada tabel 4.9 di bawah ini:

Tabel 4. 9 Perhitungan Waktu Baku

Proses Tipe	<i>Fix Top Board</i>		<i>Final Regulation</i>	<i>Leveling Of Damper</i>	
	(1) & (2)	(3)	(1), (2) & (3)	(1) & (3)	(2)
Total OT	12700.92	33450.9	52952.92	33892.48	43596.7
Rating	1.06	1.06	1.06	1.05	1.05
Jumlah Observasi	10	10	10	10	10
% Allowance	2%	2%	2%	2%	2%
ST	1373.22	3616.71	5725.27	3629.88	4669.22

4.3 Pembuatan *Current State Map*

4.3.1 Pemilihan Keluarga Produk (*Product Family*)

Tahap pertama dalam membuat *current state map* adalah menentukan keluarga produk atau model produk. Dalam penelitian ini seluruh model produk (Tabel 4.1) dipilih sebagai satu keluarga produk untuk dianalisa alur proses produksinya dari awal kedatangan piano hingga proses levelling of damper. Seluruh produk keluarga tersebut dipilih karena melalui tahapan proses yang sama pada kelompok kerja *Final Regulation*, yaitu melalui proses *fixing top board*, *final regulation* dan *leveling of damper*.

4.3.2 Menentukan *Takt Time*

Takt time berfungsi sebagai acuan seberapa lama proses produksi yang seharusnya dilakukan atau dapat dikatakan sebagai waktu ideal proses produksi untuk menyelesaikan tugas satu produk (Rother dan Shook, 1999). Penggunaan *takt time* dalam menganalisa proses produksi membantu untuk mengetahui bagaimana kondisi actual kecepatan proses produksi yang berjalan. *Takt time* akan dibandingkan dengan *cycle time* atau waktu siklus, dimana apabila waktu siklus melebihi *takt time* maka proses tersebut *overload*. Berikut perhitungan *takt time*.

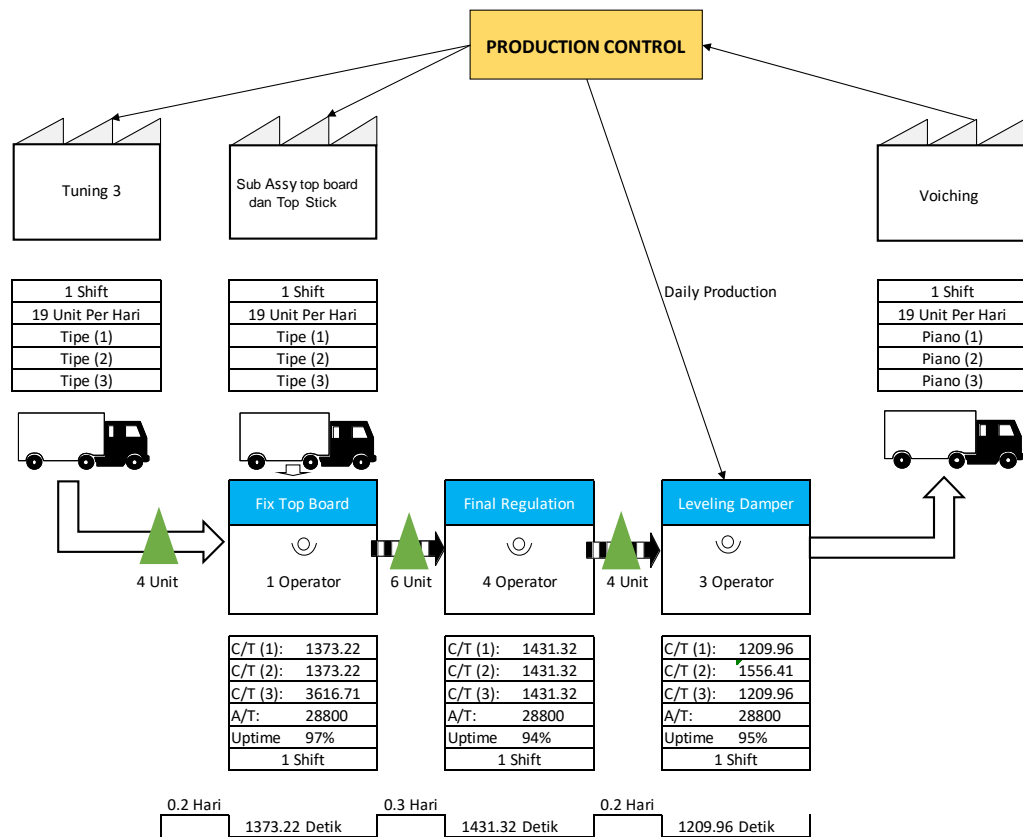
$$\begin{aligned}
 \textit{Takt Time} &= \frac{\textit{Net Available Time}}{\textit{Demand Produksi}} \\
 &= \frac{27600 \textit{ Detik}}{19 \textit{ Unit}}
 \end{aligned}$$

$$\textit{Takt Time} = 1452.63 \textit{ Detik}$$

Net available time merupakan waktu kerja efektif yang digunakan untuk melakukan proses produksi. Waktu tersebut diluar waktu yang digunakan untuk istirahat. Satu shift waktu pada PT. Yamaha Indonesia terdiri dari 9 jam kerja dan 1 jam untuk istirahat, sehingga *net available time* pada kelompok kerja *Final Regulation* yang memiliki satu shift kerja adalah 8 jam atau 460 menit atau 28800 detik dan dengan target produksi per hari 19 piano. Namun untuk perhitungan *takt time* PT. Yamaha Indonesia menentukan dengan waktu 460 menit atau 27600 detik, sehingga didapatkan *takt time* pada kelompok kerja *Final Regulation* yaitu 24.21 menit atau 1452.63 detik untuk setiap prosesnya.

4.3.3 Menggambar *Current State Map*

Setelah memilih keluarga produk dan menentukan *takt time* maka langkah selanjutnya adalah menggambar current state map. Berikut gambar current state kelompok kerja *Final Regulation*.



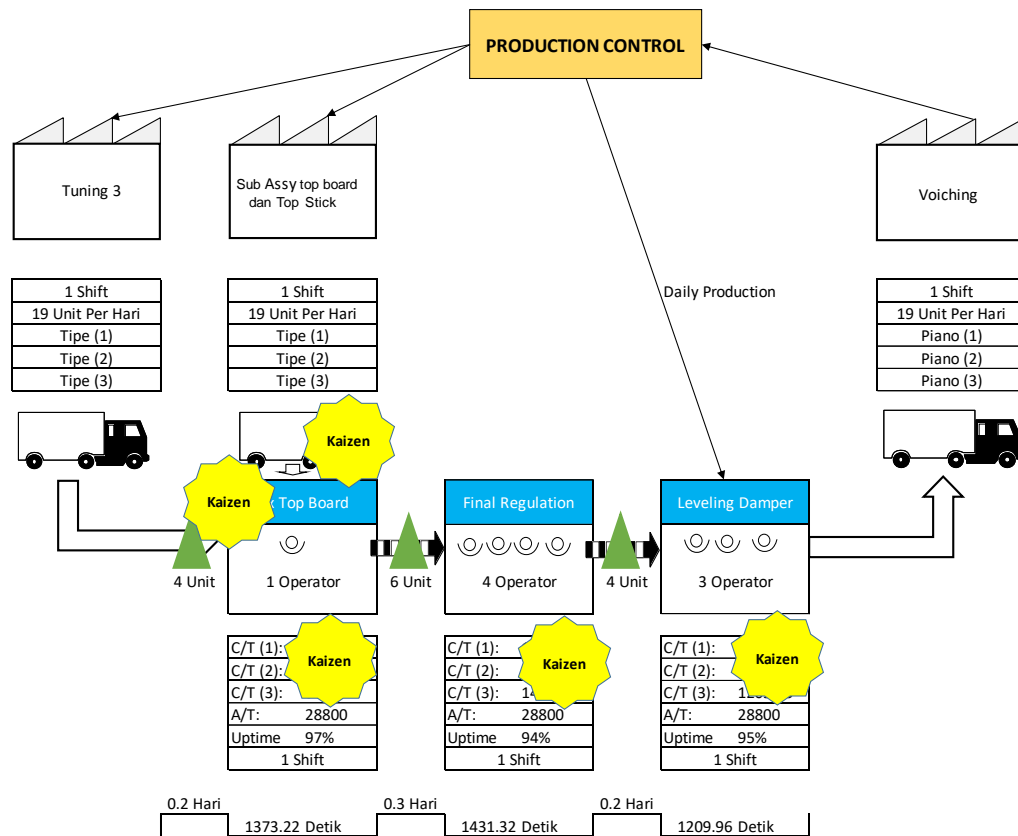
Gambar 4. 14 Current State Map

Pada gambar 4.14 di atas menunjukkan tampilan gambar *current state map* yang ada pada kelompok kerja *Final Regulation*. Terlihat bahwa terdapat dua supplier yaitu *Tuning 3* dan *Sub Assy Top Board*. Jumlah WIP/inventori sebanyak 14 unit piano WIP dan *Lead time* piano dari masuk ke area proses *fixing top board* sampai *levelling of damper* selama 0.70 hari.

4.4 Identifikasi Pemborosan dan Usulan Perbaikan

Current state map pada gambar 4.14 menunjukkan keseluruhan proses produksi yang berlangsung untuk kelompok kerja *Final Regulation*. Dengan *current state map* di atas, dapat membantu memperbaiki proses produksi dengan menghilangkan pemborosan yang tidak sesuai dengan prinsip *lean manufacturing*. Berikut identifikasi pemborosan dan hasil usulan

perbaikannya menggunakan prinsip *kaizen* melalui diskusi dengan kepala kelompok ditunjukkan pada gambar 4.15 di bawah ini.



Gambar 4. 15 Area Perbaikan dengan Prinsip *Kaizen*

1. Piano mengalir tanpa *top board*

- Kondisi sekarang :

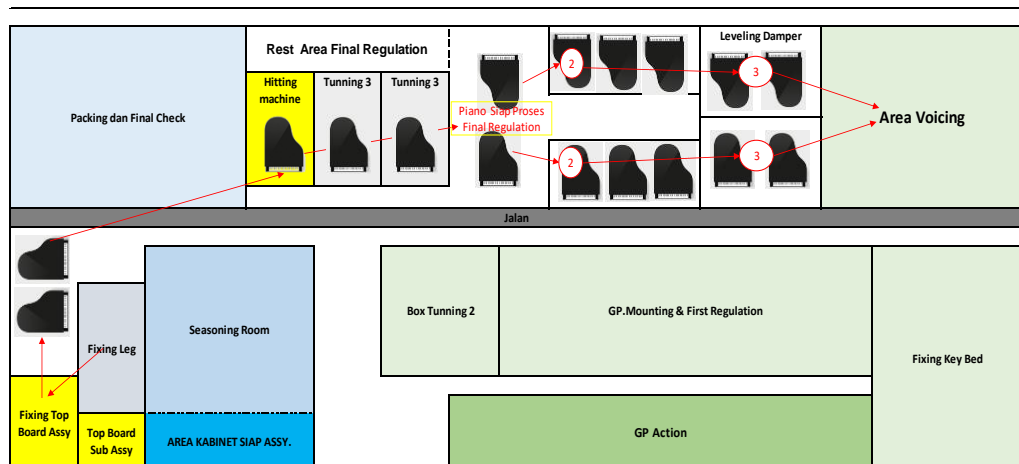
Pada area kelompok kerja *Final Regulation* seringkali ditemukan piano tanpa *top board* mengalir pada proses *final regulation*, *levelling of damper* dan proses – proses setelahnya hingga *Final Check*. Adanya piano tanpa *top board* tersebut dikarenakan perbedaan model piano yang masuk ke proses *fixing top board* dengan model *top board* yang tersedia dari *Sub Case – Assy*. Berikut merupakan contoh piano tanpa *top board* ditunjukkan pada gambar 4.16 di bawah ini:



Gambar 4. 16 Piano Tanpa Top Board

- Perbaikan :

Untuk mengurangi kemungkinan adanya piano mengalir tanpa *top board*, operator *Sub Case – Assy* harus dapat mengontrol model piano yang akan diproses *fixing top board* agar stock *top board* yang dibuat sesuai dengan model piano. Sehingga dibutuhkan relayout yang memudahkan operator tersebut untuk mengontrol model piano. Berikut merupakan relayout yang diusulkan ditunjukkan pada gambar 4.16 di bawah ini:



Gambar 4. 17 Layout Usulan

2. Pengangkatan *top board* mengganggu kerja operator *final regulation*

- Kondisi sekarang :

Proses *fixing top board* dilakukan melalui beberapa tahapan yang mana membutuhkan pengangkatan *top board* berulang kali. Pengangkatan *top board* dibantu oleh operator *final regulation* sehingga dapat mengganggu konsentrasi dan kerja dari operator *final regulation* tersebut. Berikut contoh pengangkatan *top board* ditunjukkan pada gambar 4.17 di bawah ini:



Gambar 4. 18 Dua Operator Mengangkat *Top Board*

- Perbaikan :

Operator *final regulation* digantikan oleh operator Sub Case – Assy untuk mengangkat *top board*. Usulan perbaikan ini didukung dengan usulan perbaikan point 1 yaitu melakukan *relayout area* kelompok kerja Final Regulation, dengan demikian operator *final regulation* dapat bekerja dengan konsentrasi penuh.

3. Pemasangan/pengeboran *lid prop cup*

- Kondisi sekarang :

Salah satu pekerjaan pada proses *fixing top board* adalah pemasangan *lid prop cup*, yaitu untuk menyangga *top stick* ketika *top board* piano diangkat. Setting *lid prop cup* dilakukan dengan melihat titik tengah pada bayangan *top stick* dan pengeboran dilakukan dengan kondisi *top board* sudah terpasang sehingga tidak efisien dan

beresiko kecelakaan kerja. Berikut pemasangan/pengeboran *lid prop cup* ditunjukkan pada gambar 4.19 di bawah ini:



Gambar 4. 19 Pengeboran *Lid Prop Cup*

- Perbaikan :

Untuk memudahkan proses pengeboran dan pemasangan *lid prop cup*, menggunakan alat bantu *jig*. *Jig* tersebut didesain sehingga proses pengeboran dan pemasangan *lid prop cup* dilakukan dimeja agar lebih aman. Selain itu proses pengeboran dan pemasangan *lid prop cup* lebih cepat.

4. Pengeleman *Key Front Rail*

- Kondisi sekarang :

Pada proses *final regulation* terdapat proses tambahan yaitu melakukan pengeleman *felt* atau bantalan berwarna merah pada *key front rail*. *Key front rail* berguna untuk menahan pergerakan dari *key board*. Pengeleman tersebut dilakukan satu – persatu sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama. Berikut merupakan pengeleman *key front rail* ditunjukkan pada gambar 4.20 di bawah ini.



Gambar 4. 20 Pengeleman *Key Front Rail*

- Perbaikan :

Untuk itu mempermudah proses pengeleman, pengeleman menggunakan lem *roller* dan alat bantu *stopper*. Dengan demikian proses pengeleman *felt* pada *key front rail* dapat dilakukan secara sekaligus.

5. Proses *key level* membutuhkan waktu yang lama

- Kondisi sekarang :

Key level merupakan salah satu bagian dari proses *final regulation* yang membutuhkan waktu paling lama. Kondisi *key board* yang tidak beraturan membuat operator harus mengukur dan memasukan kertas pancing berulang kali. Berikut merupakan operator baru melakukan proses ditunjukkan pada gambar 4.21 di bawah ini:



Gambar 4. 21 Operator Memasukan/Mengambil Kertas Pancing Pada Proses *Key Level*

- Perbaikan :

Proses *key level* dilakukan secara otomatis dengan menggunakan sensor, sehingga dapat diketahui secara langsung kebutuhan kertas pancing agar *key board* sejajar. Selain itu dilakukan analisa pada *key board* dan mengkomunikasikan kepada kelompok kerja *First Regulation* agar mensetting *key board* cenderung lebih tinggi/rendah sehingga proses *key level* lebih cepat.

6. Proses *Level Damper/Soange*

- Kondisi sekarang :

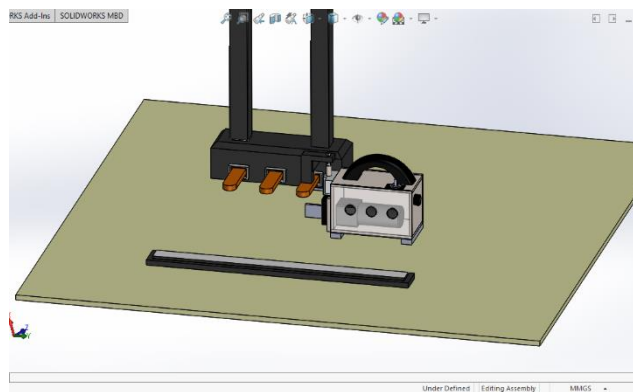
Level damper atau *soange* merupakan salah satu pekerjaan pada proses *levelling of damper* untuk merapikan *damper* sehingga ketika *pedal* piano ditekan ketinggian *damper* sama secara keseluruhan. Pada proses ini operator mengalami kesulitan untuk menekan *pedal* berulang kali dan mengatur *damper* sekaligus. Berikut merupakan operator melakukan proses *level damper* pada gambar 4.22 di bawah ini.



Gambar 4. 22 Proses *Level Damper*

- Perbaikan :

Level damper dilakukan dengan menggunakan alat *soange*, yaitu alat bantu yang memudahkan operator sehingga tidak perlu menekan *pedal* berulang. Alat tersebut secara otomatis akan membuat gerakan naik turun pada *damper*. Dengan demikian akan memudahkan proses *level damper* dan membuat proses bejalan lebih cepat. Berikut desain alat *soange* ditunjukkan pada gambar 4.23 di bawah ini.



Gambar 4. 23 Desain Alat *Soange*

7. Tempat Merakit *Sostenuto*

- Kondisi sekarang :

Pada proses *levelling of damper* model piano dengan kode EZ terdapat proses tambahan yaitu memasang *sostenuto*. Namun sebelumnya operator harus merakit *sostenuto* itu sendiri. Proses *levelling of damper* pada kelompok kerja *Final*

Regulation dilakukan di dua *box levelling of damper*. Tempat persediaan bahan dan peralatan untuk merakit *sostenuto* hanya terdapat pada salah satu *box levelling of damper*. Sehingga apabila operator sedang mengerjakan piano model EZ pada box yang tidak terdapat persediaan bahan dan peralatan untuk merakit *sostenuto*, operator harus menuju box lainya untuk merakit *sostenuto* dan proses *levelling of damper* terhambat. Berikut merupakan meja tanpa bahan baku dan peralatan untuk merakit *sostenuto* ditunjukkan pada gambar 4.24 dibawah ini.



Gambar 4. 24 Salah Satu Meja Tanpa Bahan Baku dan Peralatan untuk Merakit *Sostenuto*

- Perbaikan :

Memberikan persediaan bahan dan peralatan untuk merakit *sostenuto* pada box yang belum tersedia sebelumnya. Dengan demikian operator tidak perlu berpindah ke box lain untuk merakit *sostenuto*.



Gambar 4. 25 Meja Dengan Bahan Baku dan Peralatan untuk Merakit *Sostenuto*

8. Tempat Peralatan untuk *Proses Levelling of Damper*

- Kondisi sekarang :

Proses levelling of damper membutuhkan peralatan untuk membantu proses, antara lain yaitu seperti *spanner*, *obeng*, dan *lem*. Pada kondisi nyata tempat menaruhkan peralatan tersebut pada meja yang terletak diantara dua piano. Hal tersebut membuat operator mengalami kesusahan untuk mengambil/menaruh peralatan saat melakukan proses. Sehingga terkadang operator justru meletakkan peralatan pada piano. Berikut merupakan tempat peralatan untuk merakit *sostenuto* ditunjukkan pada gambar 4.26 dibawah ini:



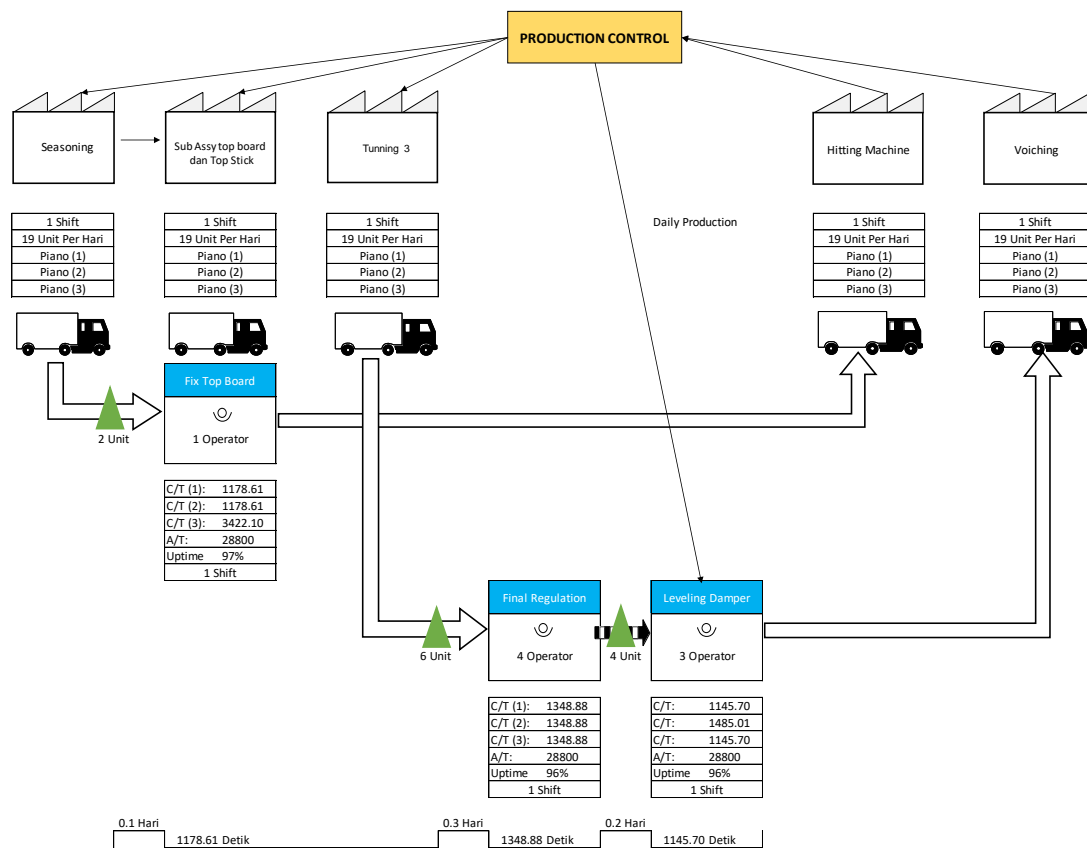
Gambar 4. 26 Tempat Peralatan Proses *Levelling of Damper*

- Perbaikan :

Untuk memudahkan mengambil/menaruh peralatan, tempat peralatan untuk proses *leveling of damper* dirubah menjadi menggantung dibagian atas. Dengan demikian memudahkan operator dalam melakukan proses.

4.5 Pembuatan *Propose State Map*

Gambar *Propose state map* menunjukkan gambaran perubahan dari *current state map* melaluiidentifikasi pemborosan dan usulan perbaikan. Berikut gambar rancangan *propose state map* berdasarkan usulan perbaikan dengan prinsip *kaizen* ditunjukkan pada gambar 4.27 di bawah ini:



Gambar 4. 27 *Propose State Map*

Pada *propose state map* terlihat beberapa perubahan dari *current state map*, salah satunya adalah pada bagian *fix top board*. Usulan kaizen perubahan layout juga merubah urutan proses produksinya.

4.6 Pembuatan Formulasi Model dan Simulasi *Current State Map*

Model yang akan disimulasikan pada penelitian ini adalah model *current state map* dan *propose state map*. Pembuatan model simulasi *current state map* bertujuan untuk menguji verifikasi dan validasi. Input data waktu proses pada model simulasi ini menggunakan waktu baku yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya dan dirubah menjadi distribusi yang paling sesuai. Berikut merupakan pembuatan formulasi model simulasi.

4.6.1 *Item Type*

Item type berguna untuk membedakan jenis *flowitem* atau model piano dan *top board* yang akan di proses. Berikut penentuan *item type* yang digunakan pada formulasi model simulasi ditunjukkan pada table 4. 10 di bawah ini:

Tabel 4. 10 *Item Type Piano*

Model	Type
GB/GN 1 PE (AZ/LZ/JZ)	1
GB PM (AZ,LZ)	2
GB PAW (AZ/LZ)	3
GB/GN 1 PWH (AZ/LZ)	4
GB/GN 1 PE (EZ)	5
GB PM (EZ)	6
GB PAW (EZ)	7
GB/GN 1 PWH (EZ)	8
GN 2 PE (AZ/LZ)	9
GN 2 PWH (AZ/LZ)	10

Tabel 4. 11 *Item Type Top Board*

Model	Type
GB/GN 1 PE	1
GB PM	2

Model	Type
GB PAW	3
GB/GN 1 PWH	4
GN 2 PE	5
GN 2 PWH	6

4.6.2 Fixed Resources

Fix resources merupakan objek simulasi yang bersifat tetap dan tidak melakukan perpindahan dari satu titik ke titik yang lainnya. *Fix resources* digunakan untuk menggambarkan fasilitas/ tempat proses dilakukan. Berikut ini *fix resource* yang digunakan pada formulasi model simulasi ditunjukkan pada tabel 4.12 di bawah ini:

Tabel 4. 12 Objek *Fix Resources*

Nama	Objek
<i>Top Board Sub Assy</i>	<i>Source</i>
<i>Tunning 3</i>	<i>Source</i>
<i>Tunning 3 2</i>	<i>Source</i>
<i>Initial Top Board</i>	<i>Source</i>
<i>Initial Piano Fixing Top Board</i>	<i>Source</i>
<i>Initial Piano FR</i>	<i>Source</i>
<i>Initial Piano FR Meja</i>	<i>Source</i>
<i>Initial Piano LoD</i>	<i>Source</i>
<i>Queue Top Board</i>	<i>Queue</i>
<i>Queue 1</i>	<i>Queue</i>
<i>Queue 2</i>	<i>Queue</i>
<i>Queue 3</i>	<i>Queue</i>
<i>Queue 4</i>	<i>Queue</i>
<i>Queue 5</i>	<i>Queue</i>
<i>Queue 6</i>	<i>Queue</i>
<i>Queue 7</i>	<i>Queue</i>
<i>GB/GN 1 PE</i>	<i>Combiner</i>
<i>GB PM</i>	<i>Combiner</i>
<i>GB PAW</i>	<i>Combiner</i>
<i>GB/GN 1 PWH</i>	<i>Combiner</i>
<i>GN 2 PE</i>	<i>Combiner</i>
<i>GN 2 PWH</i>	<i>Combiner</i>
<i>Fixing Top Board</i>	<i>Processor</i>
<i>Final Regulation Piano 1</i>	<i>Processor</i>
<i>Final Regulation Piano 2</i>	<i>Processor</i>
<i>Final Regulation Meja 1</i>	<i>Processor</i>

Nama	Objek
<i>Final Regulation Meja 2</i>	<i>Processor</i>
<i>Levelling of Damper 1</i>	<i>Processor</i>
<i>Levelling of Damper 2</i>	<i>Processor</i>
<i>Levelling of Damper 3</i>	<i>Processor</i>
<i>Levelling of Damper 4</i>	<i>Processor</i>
<i>Queue Voicing</i>	<i>Sink</i>

Objek *source Initial Top Board*, *Initial Piano Fixing Top Board*, *Initial Piano FR*, *Initial Piano FR Meja* dan *Initial Piano LoD* digunakan untuk menggambarkan adanya piano WIP pada sebelum proses produksi dimulai. Objek *queue* digunakan sebagai *dumy top board* dan piano pada setiap proses. Objek *combiner* digunakan untuk fungsi *join* atau menggabungkan pada proses *fixing top board*, namun untuk menggambarkan prosesnya tetap menggunakan objek *processor*.

4.6.3 Task Executor

Task executors merupakan objek simulasi yang bersifat *mobile* dan melakukan perpindahan dari satu titik ke titik yang lainnya. *Task executors* digunakan untuk menggambarkan operator/fasilitas untuk melakukan proses atau melakukan handling. Berikut ini *task executors* yang digunakan pada penelitian ini ditujukan pada tabel 4.13 di bawah ini:

Tabel 4. 13 Object Task Executors

Nama	Objek
Sambu	Operator
Hesti	Operator
Siti Rahayu	Operator
Feby	Operator
Ivan	Operator
Roni	Operator
Irwan Winata	Operator
Fadel	Operator
<i>Dispachter</i>	<i>Dispachter</i>

Pada proses *Levelling of Damper* terdapat 3 operator, sehingga objek *Dispacher* dibutuhkan untuk membagi tugas ketiganya.

4.6.4 Data Waktu Kedatangan

Waktu kedatangan atau masuknya piano digambarkan dengan sebuah *source* dimana data kedatangan yang ada akan menggunakan *arrival schedule* sesuai dengan data yang didapat dari pengamatan. Berikut kedatangan piano dari proses *Tunning 3* ditunjukkan pada table 4.14 dan kedatangan *top board* dari *Sub Assy Top Board* ditunjukkan pada table 4.15 di bawah ini:

Tabel 4. 14 Kedatangan Piano

No.	Model	Item Type	Waktu (Detik)
1	GB PE LZ	1	2355
2	GB PE LZ	1	4007
3	GB PE AZ	1	4818
4	GB PM LZ	2	5726
5	GB PE LZ	1	6571
6	GB PE AZ	1	7530
7	GB PE LZ	1	8008
8	GB PE LZ	1	10444
9	GB PE LZ	1	12346
10	GB PM LZ	2	13988
11	GB PE DKV LZ	1	14291
12	GB PE AZ	1	15646
13	GB PWH DKV LZ	4	15904
14	GB PE AZ	1	23942
15	GB PE EZ	5	26539
16	GB PE EZ	5	28389
17	GB PE LZ	1	28513
18	GB PE AZ	1	29806

Tabel 4. 15 Kedatangan *Top Board*

No.	Model	Item Type	Waktu (Detik)
1	GB PE	1	1800
2	GB PE	1	3000
3	GB PE	1	4200
4	GB PE	1	5400
5	GB PE	1	6600
6	GB PE	1	8100
7	GB PM	2	10500
8	GB PE	1	11700

No.	Model	Item Type	Waktu (Detik)
9	GB PE	1	12900
10	GB PE	1	14100
11	GB PE	1	15300
12	GB PE	1	16800
13	GB PE	1	18600
14	GB PE	1	24000
15	GB PE	1	25200
16	GB PE	1	26700
17	GB PE	1	28200
18	GB PE	1	30000
19	GB PE	1	31200

Selain kedatangan diatas, terdapat kedatangan lain yaitu kedatangan *initial*. Kedatangan *initial* merupakan kedatangan yang menunjukkan kondisi awal WIP yang ada sebelum proses produksi dimulai. Berikut merupakan kedatangan initial ditunjukkan pada tabel 4.16, 4.17, 4.18, 4.19 dan 4.20 di bawah ini:

Tabel 4. 16 Kedatangan *Initial Top Board*

No.	Model	Item Type	Jumlah
1	GB PE	1	5
2	GB PM	1	1
3	GB PWH	1	3

Tabel 4. 17 Kedatangan *Initial Piano Fixing Top Board*

No.	Model	Item Type	Jumlah
1	GB PE	1	2

Tabel 4. 18 Kedatangan *Initial Piano Final Regulation (Piano)*

No.	Model	Item Type	Jumlah
1	GB PE	1	2

Tabel 4. 19 Kedatangan *Initial Piano Final Regulation (Meja)*

No.	Model	Item Type	Jumlah
1	GB PE	1	3

Tabel 4. 20 Kedatangan *Initial Piano Levelling of Damper*

No	Model	Item Type	Jumlah
1	GB PE	1	4

4.6.5 Waktu Proses (*Process Time*)

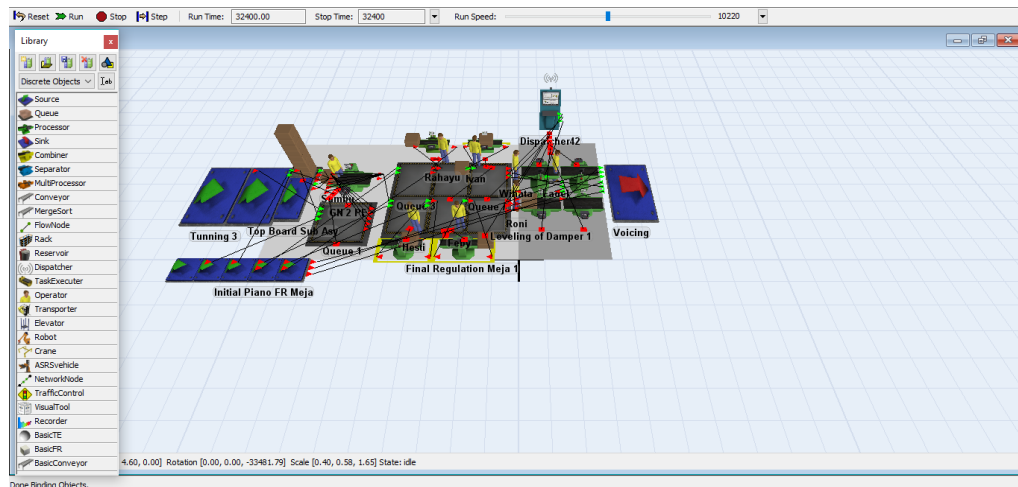
Process time merupakan waktu proses pada masing-masing proses, karena waktu proses berbeda – beda maka dirubah bentuk distribusi statistik. Berikut adalah data distribusi statistik *process time* setiap *processor* ditunjukkan pada table 4. 21 di bawah ini:

Tabel 4. 21 Data Distribusi Waktu

Proses	Item Type	Distribusi
<i>Fix Top Board</i>	1 – 8	<i>Log-laplace</i> (0, 1372.85, 27.92)
	9 – 10	<i>Log-logistic</i> (0, 3618.40, 100,76)
<i>Final Regulation</i> (Piano)	1 – 10	<i>Beta</i> (1825.59, 2958.33, 3.34, 0.66)
<i>Final Regulation</i> (Meja)	1 – 10	<i>JohnsonSB</i> (2348, 3131.52, -1.02, 0.50)
<i>Leveling Of Damper</i>	1 – 4, 9 – 10	<i>JohnsonSB</i> (3342.69, 4238.85, 0.43, 0.41)
	4 – 8	<i>JohnsonSB</i> (4391.11, 5289,13, 0.43, 0.41)

4.6.6 Simulasi *Current State Map*

Berikut tampilan simulasi *current state map* menggunakan perangkat lunak *flexsim simulators* ditunjukkan pada gambar 4. 28 di bawah ini:



Gambar 4. 28 Model Simulasi

4.7 Verifikasi dan Validasi

Setelah melakukan formulasi model dan simulasi seperti di atas, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan verifikasi pada model. Verifikasi bertujuan untuk melihat apakah formulasi model dan simulasi pada perangkat lunak *flexsim simulation* sudah dimasukkan dengan benar. Selain itu verifikasi dilakukan untuk mengetahui apakah model dan simulasi berjalan sesuai dengan yang diharapkan oleh pemodel. Verifikasi dilakukan pada model *current state map* dan *propose state map*. Berdasarkan verifikasi terhadap model simulasi, tidak terdapat adanya *error* dan berjalan sesuai yang diinginkan oleh pemodel sehingga model simulasi telah terverifikasi.

Model yang sudah diverifikasi selanjutnya dilakukan uji validasi. Uji validasi dilakukan untuk mengetahui apakah model simulasi mempresentasikan kondisi nyata proses produksi yang ada pada lantai produksi. Uji validasi yang pertama menggunakan teknik *expert judgement validity*, yaitu validasi yang dilakukan dengan mengecek apakah rupa dan logical pada model simulasi sesuai dengan kondisi nyata berdasarkan pendapat ahli. Pada penelitian ini yang menjadi yang menjadi ahli adalah salah satu pemegang proyek VSM IE pada Departement PE. Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh *expert*, menunjukkan bahwa penampilan dan formulasi pada model simulasi *current state map* sesuai dengan kondisi nyata proses produksi.

Selain itu untuk mendukung validasi *expert judgement* dilakukan uji validasi statistik kesamaan dua rata – rata. Sebelum melakukan uji validasi 2 rata - rata, dilakukan penentuan jumlah replikasi *output* simulasi. Berikut hasil sepuluh replikasi simulasi *current state map* di tunjukan pada table 4. 22 di bawah ini:

Tabel 4. 22 Hasil 10 Replikasi Simulasi *Current State Map*

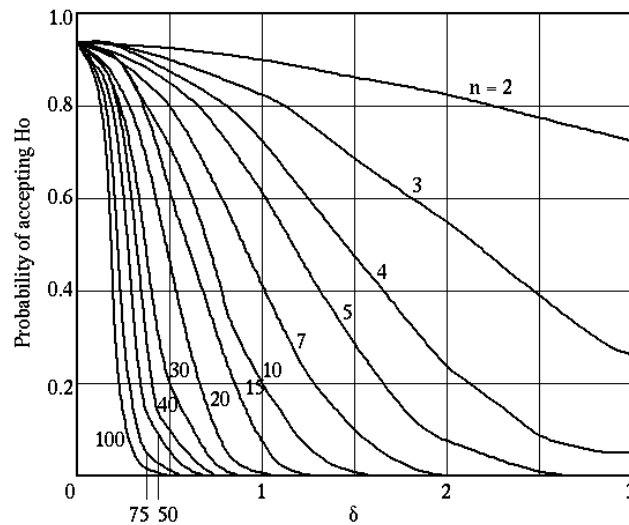
Replikasi	Hasil Simulasi
1	18
2	19
3	18
4	18
5	17
6	17
7	18
8	17
9	18
10	19
Rata-Rata	17.9
Standar Deviasi	0.74
α	0.05
n	10

Dilakukan perhitungan nilai δ sebagai salah satu data pendukung untuk menentukan jumlah replikasi dengan rumus perhitungan sebagai berikut.

$$\delta = \frac{|E(Y) - \mu_0|}{\sigma} = \frac{|17.9 - 18.4|}{0.74} = 0.68$$

- E(Y) : Nilai *rata-rata* data simulasi
 μ_0 : Nilai rata – rata data system nyata
 σ : Standar Deviasi data simulasi
n : jumlah replikasi data

Berdasarkan grafik penentuan jumlah replikasi dengan α sebesar 0.05 pada gambar 4.29, dengan menggunakan nilai δ sebesar 0.68 dan nilai β sebesar 0.2 maka didapatkan jumlah n sebesar 20 replikasi. Sehingga pada perhitungan validasi, akan digunakan 20 replikasi hasil simulasi.



Gambar 4. 29 *Operating Characteristic Curves for The Two-Sided t Test for Different Values of Sample Size n* (Ferris, et al., 1946)

Proses validasi dengan uji dua rata-rata dilakukan dengan membandingkan nilai rata-rata data simulasi dengan data pada system nyata. Oleh karena itu akan dilakukan perhitungan dengan menggunakan t test dengan menghitung nilai t_0 dengan hipotesis yang telah ditentukan. H_0 diterima jika $-t_{0.025} < t_0 < t_{0.025}$, sedangkan H_0 ditolak jika $t_0 < -t_{0.025}$ atau $t_0 > t_{0.025}$. Sehingga dilakukan perhitungan t_0 sebagai berikut.

$$t_0 = (\bar{Y} - \mu_0) / \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) = (17.9 - 20) / (0.74 / \sqrt{10}) = -2.14$$

Jika nilai $-t_{0.025}$ adalah -2.571 dan $t_{0.025}$ adalah 2.571 maka dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima karena nilai $-t_{0.025} < t_0 < t_{0.025}$ yaitu $-2.571 < -2.14 < 2.571$ artinya model simulasi dapat dikatakan valid.

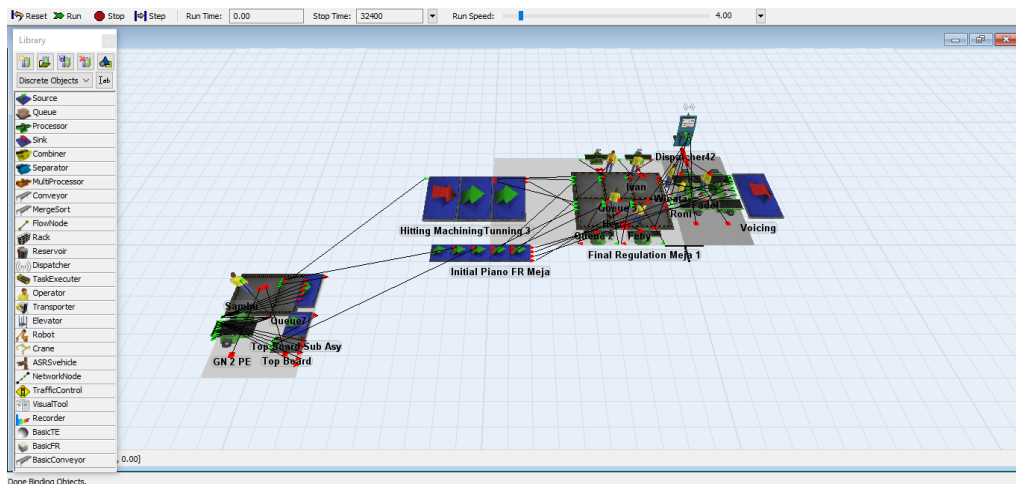
4.8 Pembuatan Formulasi Model dan Simulasi *Propose State Map*

Model simulasi *propose state map* bertujuan untuk mengevaluasi usulan perbaikan yang telah diberikan dapat meningkatkan produktivitas atau tidak. Untuk waktu proses pada *propose*

state map menyesuaikan dari dampak usulan perbaikan kemudian dirubah menjadi distribusi statistik. Berikut adalah data distribusi statistik *process time* setiap *processor* pada model simulasi *propose state map* ditunjukkan pada table 4.23 dan model simulasi ditunjukkan pada gambar 4.30 di bawah ini:

Tabel 4. 23 Data Distribusi Waktu Proses *Propose State Map*

Proses	Item Type	Distribusi
<i>Fix Top Board</i>	1 – 8	<i>JohnsonSB</i> (881.57, 1391.80, -0.68, 1.94,)
	9 – 10	<i>Log-logistic</i> (0, 3423.77, 95.33)
<i>Final Regulation</i> (Piano)	1 – 10	<i>Beta</i> (1496.23, 2628.15, 3.30, 0.65)
<i>Final Regulation</i> (Meja)	1 – 10	<i>JohnsonSB</i> (2348, 3131.52, -1.02, 0.50)
<i>Leveling Of Damper</i>	1 – 4, 9 – 10	<i>JohnsonSB</i> (3147.64, 4055.33, 0.43, 0.41)
	4 – 8	<i>JohnsonSB</i> (4202.93, 5100.81, 0.43, 0.41)



Gambar 4. 30 Simulasi *Propose State Map*

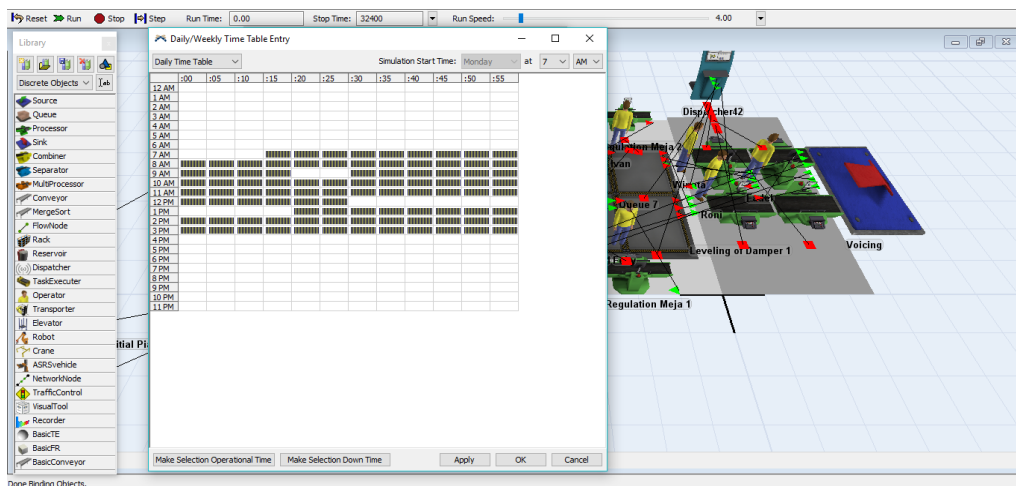
Pada model simulasi *proposed state map* di atas terdapat beberapa objek tambahan seperti *Fixing Leg* (*Source*), *Queue7* (*Queue*) dan *Hitting Machining* (*Sink*) untuk menyesuaikan perubahan alur proses. Sedangkan untuk data kedatangan piano dan *top board* disamakan sesuai dengan data kedatangan piano pada simulasi *current state map*.

4.9 Desain Skenario Simulasi *Propose State Map*

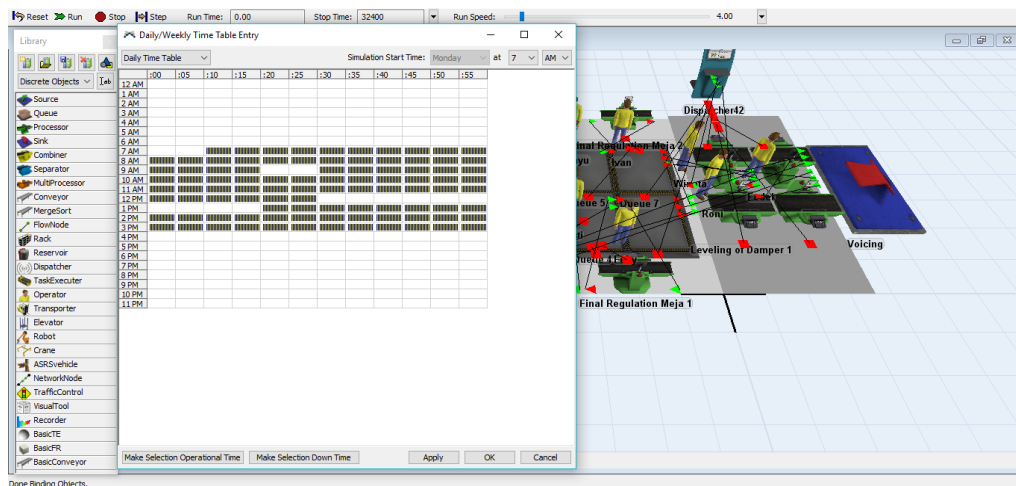
Skenario dilakukan untuk mengetahui bagaimana hasil simulasi *propose state map* apabila salah satu variabel inputnya dirubah. Hasil simulasi pada skenario dapat lebih baik dibandingkan hasil simulasi *propose state map*. Berikut 2 skenario simulasi *propose state map* yang dilakukan.

4.9.1 Skenario 1

Skenario 1 terkait dengan peningkatan *up time* atau presentase kerja efektif operator. Estimasi waktu yang digunakan untuk *meeting pagi* dan persiapan kerja pada kelompok kerja Final Regulation adalah selama 15 menit. Sehubungan dengan itu kebijakan baru telah diberikan oleh pihak pimpinan PT. Yamaha Indonesia bahwa waktu yang diperkenankan untuk *meeting pagi* dan persiapan kerja tidak boleh melebihi 10 menit. Sehingga pada skenario 1 dilakukan perubahan alokasi waktu *meeting pagi* dan persiapan kerja dari 15 menit menjadi 10 menit. Berikut perubahan alokasi waktu *meeting pagi* dan persiapan kerja pada formulasi model simulasi *propose state map* ditunjukkan pada gambar 4.31 dan pada skenario 1 ditunjukkan pada gambar 4.32 di bawah ini:



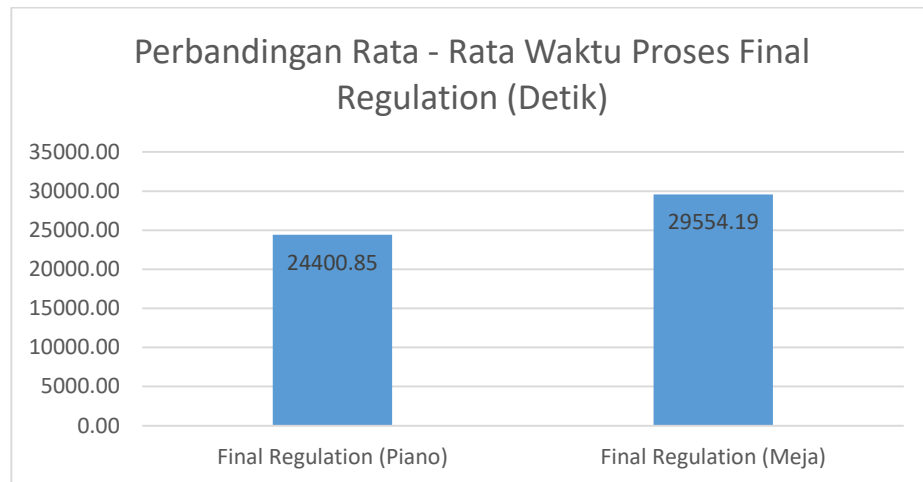
Gambar 4. 31 Formulasi Waktu Kerja Simulasi *Propose State Map* Pada *Time Table Flexsim Simulation*



Gambar 4. 32 Formulasi Waktu Kerja Skenario 1 Pada *Time Table Flexsim Simulation*

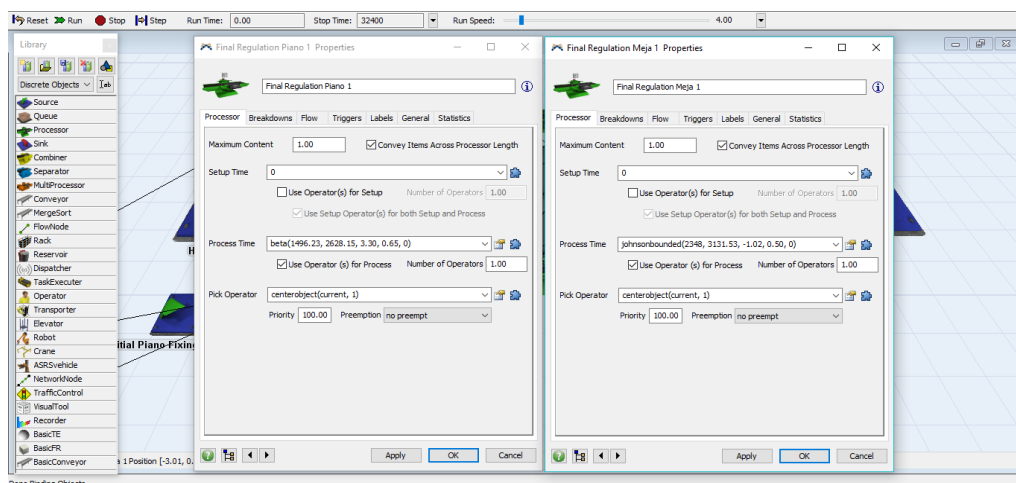
4.9.2 Skenario 2

Skenario 2 terkait dengan pembagian pekerjaan antara proses *final regulation* pada piano dan meja. Pada *propose state map* menunjukkan usulan perbaikan dapat menurunkan waktu proses *final regulation* pada piano. Berikut perbandingan waktu rata – rata proses final regulation pada piano dan meja ditunjukkan pada gambar di bawah ini:

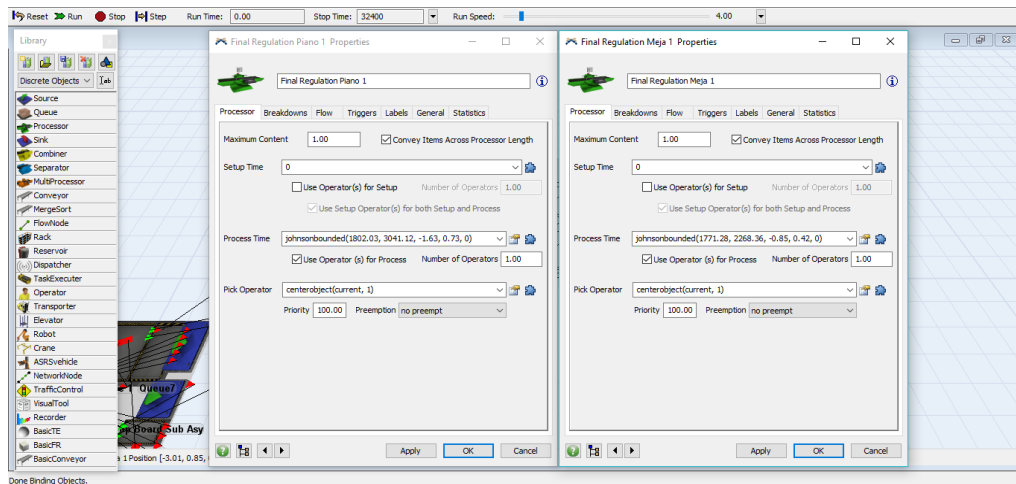


Gambar 4. 33 Perbandingan Rata – Rata Waktu Proses *Final Regulation*

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan bahwa proses *final regulation* pada meja memiliki waktu proses lebih lama dibandingkan *final regulation* pada piano sehingga dapat berpotensi terjadinya *bottleneck*. Untuk itu pada skenario 2, proses pembuatan patokan dan *adjust spring* yang semula dilakukan *final regulation* pada meja dipindahkan ke *final regulation* pada piano. Setelah dipindahkan baik waktu proses *final regulation* pada piano atau meja dirubah distribusi statistik. Berikut perubahan waktu proses pada formulasi model simulasi *propose state map* ditunjukkan pada gambar 4.34 dan pada skenario 2 ditunjukkan pada gambar 4.35 di bawah ini:



Gambar 4. 34 Formulasi Waktu Proses *Final Regulation* Pada Simulasi *Propose State Map*



Gambar 4. 35 Formulasi Waktu Proses *Final Regulation* Pada Skenario 2

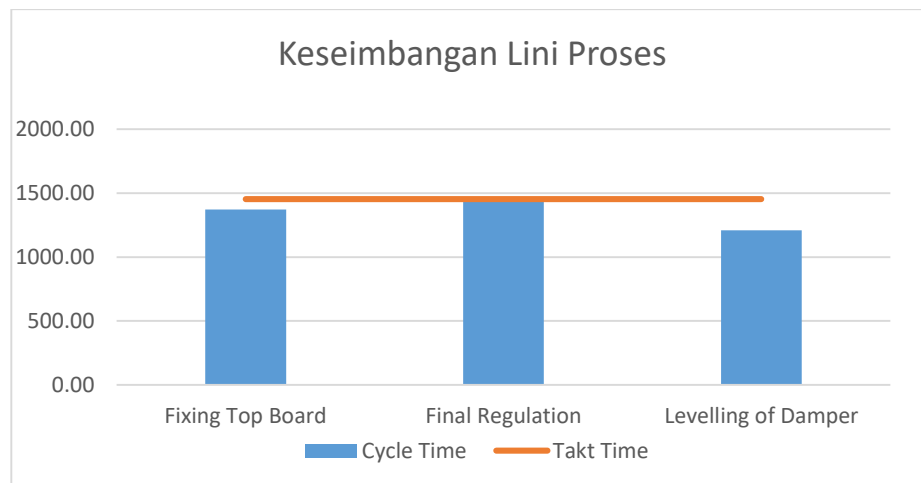
Skenario 2 merupakan lanjutan dari skenario 1, sehingga perubahan yang dibuat pada skenario 1 termasuk pada skenario 2. Dengan 2 skenario tersebut diharapkan hasil produksi pada kelompok kerja *Final Regulation* dapat ditingkatkan.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisa *Current State Map*

Current state map menggambarkan secara keseluruhan bagaimana sistem produksi pada kelompok kerja *Final Regulation* pada saat ini, dari *supply* piano oleh *Tunning 3* hingga ke proses *Voicing*. Dari *current state map*, dapat diketahui apabila setiap lini proses berada di bawah *takt time*. Berikut grafik keseimbangan lini proses ditunjukkan pada gambar 5. 1 di bawah ini:



Gambar 5. 1 Grafik Keseimbangan Lini Proses Pada Kelompok Kerja *Final Regulation*

Meski demikian dengan target produksi 19 unit piano per hari, *cycle time* mendekati dengan *takt time* selain itu masih terdapat piano WIP, yaitu pada proses *fixing top board*

terdapat 4 unit piano, proses *final regulation* terdapat 6 unit piano, dan pada proses *levelling of damper* terdapat 4 unit piano dan memiliki *lead time* selama 0.7 hari.

Tabel 5. 1 *WIP* pada *Current State Map*

No	Proses	WIP
1	<i>Fix Top Board</i>	4
2	<i>Final Regulation</i>	6
3	<i>Levelling Of Damper</i>	4
	Total	14

Adanya piano WIP menunjukkan terdapat masalah atau pemborosan pada proses produksi yang berakibat hasil produksi tidak optimal. Salah satunya terdapat pada proses *fixing top board*. Proses ini adalah proses pemasangan *top board* ke piano, namun sering terjadi ketidak-cocokan antara model piano dengan model *top board* karena operator dari *sub assy top board (Sub-Case Assy)* mengalami kesulitan mengontrol model piano yang akan dialirkan dari proses *tunning 3* dan hanya memproses *top board* yang ada sesuai yang dialirkan dari bagian *Buffing Panel GP*. Model piano yang tidak terdapat model *top board* yang sesuai tidak dapat di proses dan harus menunggu (*waiting*) stok *top board* yang sesuai agar dapat diproses sehingga terjadi penumpukan piano WIP. Dalam keadaan tertentu, untuk mengefektifkan waktu piano tanpa *top board* dialirkan ke proses – proses selanjutnya hingga pada bagian *Final Check* dan karena piano tersebut *defect* maka terdapat *handling* tambahan untuk mengalirkan kembali ke proses *fixing top board*.

Pemasangan *top board* pada proses *fixing top board* dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu: *setting top board* pada piano, pemasangan *hinge* dan *rubber*, dan pemasangan *top board*. Setiap tahapan tersebut membutuhkan pengangkatan *top board*, dalam satu kali proses *fixing top board* dilakukan 3 kali pengangkatan *top board* dan membutuhkan waktu sekitar 105.5 detik. Saat ini pengangkatan *top board* dilakukan dengan bantuan operator proses *final regulation* meja sehingga dapat mengganggu pekerjaan dan mengurangi presentase *up time* dari operator tersebut. Sesuai yang ditunjukkan pada *current state map* operator proses *final regulation* memiliki presentase *uptime* paling rendah.

Pada proses *fixing top board* tidak hanya pemasangan *top board*, namun terdapat juga pemasangan *top stick* dan *lid prop cup*. *Setting lid prop cup* dilakukan dengan melihat titik

tengah pada bayangan *top stick*, karena operator harus berulang kali melihat bayangan sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk pemasangan *lid prop cup* yaitu 399.81 detik. Pemasangan *lid prop cup* merupakan bentuk adanya pemborosan *motion*.

Pada proses *final regulation* juga memiliki kendala atau pemborosan *motion* yaitu pada pekerjaan tambahan yaitu pengeleman *felt* pada *key front rail*. Pengeleman tersebut dilakukan satu – persatu sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama, untuk satu kali pengeleman *felt* yaitu selama 65 detik dan dengan target 19 unit piano per hari maka dibutuhkan waktu sekitar 20 menit. Lama waktu yang dibutuhkan proses pengeleman juga berdampak pada rendahnya presentase *uptime* pada operator *final regulation*.

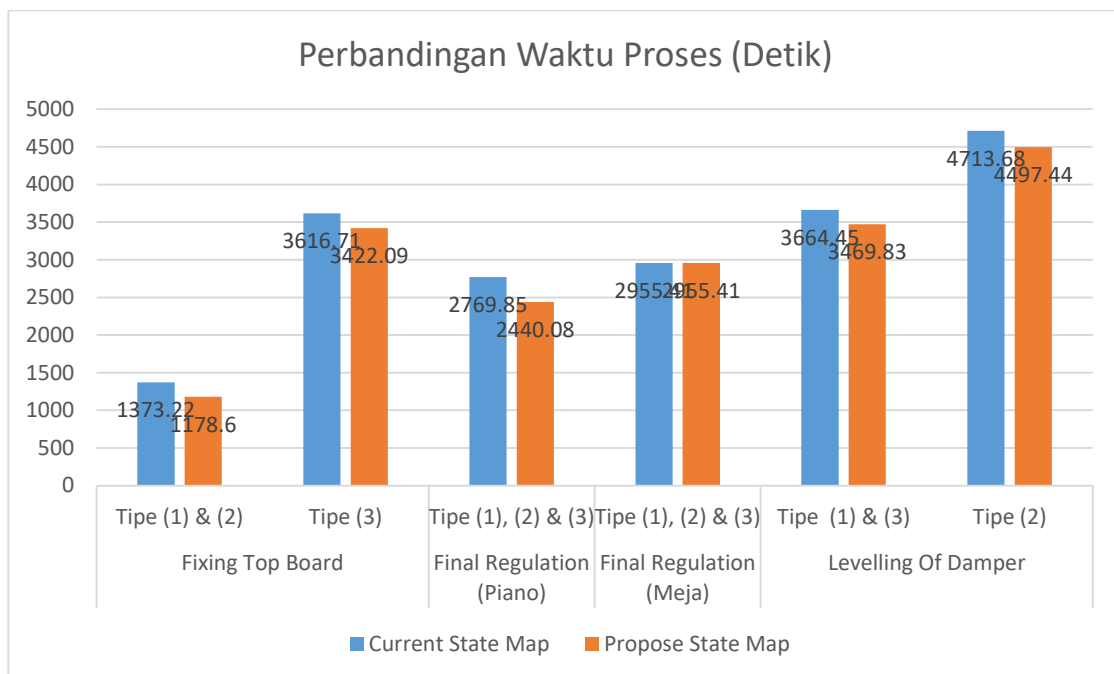
Sesuai yang ditunjukkan *current state map* bahwa pada proses *final regulation* memiliki waktu proses paling lama dan memiliki *cycletime* tertinggi sehingga terdapat jumlah piano WIP paling banyak. Salah satu pekerjaan pada proses *final regulation* yang memiliki waktu paling lama adalah *key level* yaitu 949.68 detik. *Key level* bertujuan untuk meratakan ketinggian dari *key board*, operator harus mengukur ketinggian dan memasukan/mengambil kertas pancing berulang kali sehingga terjadi pemborosan *motion*.

Untuk proses *levelling of damper* terdapat kendala yaitu *innapropriate process* pada pekerjaan *level damper*. Pada proses ini operator mengalami kesulitan untuk menekan *pedal* dan mengatur *damper* sekaligus. Operator juga harus menekan pedal piano berulang kali sehingga operator mudah mengalami kelelahan dan berdampak pada lamanya waktu pengerjaannya. Selain itu peralatan yang digunakan pada proses *levelling of damper* berada pada satu meja *portable* di antara dua piano yang dikerjakan sehingga operator mengalami kesesulitan untuk mengambil atau menaruh kembali peralatan yang digunakan.

Kendala lain atau pemborosan lain adalah *transportation* yaitu ketika operator harus merakit *sostenuto* untuk tipe piano (2) atau EZ, karena peralatan dan bahan untuk merakit *sostenuto* hanya terdapat pada salah satu box *levelling of damper* maka operator pada box tanpa peralatan dan bahan *sostenuto* harus berjalan ke box lainnya, dimana untuk menuju box lainnya operator membutuhkan 40 detik.

5.2 Analisa *Propose State Map*

Sesuai dengan *current state map* di atas yang menunjukkan masih terdapat pemborosan yang menghambat proses produksi, untuk itu diberikan beberapa usulan perbaikan dengan prinsip *kaizen* yang kemudian digambarkan pada *propose state map*. Beberapa usulan perbaikan dengan prinsip *kaizen* dapat menurunkan waktu proses (Prajapati dan Deshpande, 2015). Berikut perbandingan waktu proses pada *current state map* dan *propose state map* ditunjukkan pada gambar 5.2 di bawah ini:

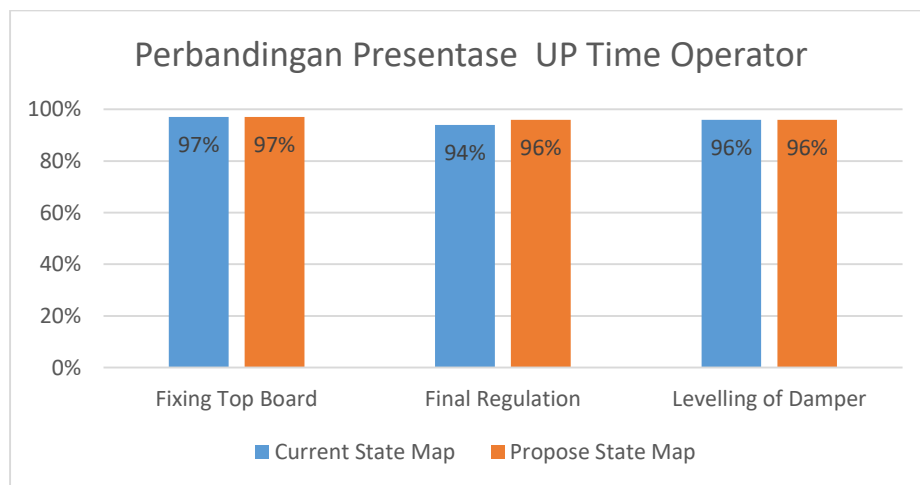


Gambar 5. 2 Perbandingan Waktu Proses *Current* dan *Propose State Map*

Pada proses *fixing top board*, usulan perbaikan penggunaan alat bantu *jig* memudahkan proses pengeboran dan pemasangan *lid prop cup*. Perubahan cara kerja yang semula pengeboran dan pemasangan *lid prop cup* dilakukan dengan melihat titik tengah pada bayangan *top stick* menjadi dilakukan di meja dapat menurunkan waktu proses 182 detik baik untuk seluruh tipe piano. Pada proses *final regulation*, usulan perbaikan otomatisasi *key level* dengan menggunakan sensor dan mensetting *key board* cenderung lebih tinggi/rendah membuat pekerjaan *key level* lebih cepat. Otomatisasi membantu operator mengetahui secara

langsung kebutuhan kertas pancing agar *key board* sejajar sehingga penambahan/pengurangan kertas pancing tidak berulang, dengan usulan perbaikan ini waktu proses final regulation turun 305 detik untuk seluruh tipe piano. Dan pada proses *levelling of damper* usulan perbaikan penggunaan alat bantu *soange* dan pembuatan tempat peralatan menggantung memudahkan operator dalam melakukan pekerjaan *level damper*. Meskipun penggunaan alat bantu *soange* tetap harus ditekan, namun operator tidak perlu mengeluarkan tenaga yang besar seperti menekan pedal. Dengan usulan perbaikan ini waktu proses *levelling of damper* dapat turun 180 detik untuk seluruh tipe piano (1), (2) dan (3). Untuk usulan perbaikan pemberian persediaan bahan dan peralatan untuk merakit *sostenuto* pada box dapat menurunkan 40 detik waktu proses final regulation untuk tipe piano (2), yaitu waktu yang dibutuhkan untuk perpindahan operator ke box *levelling of damper* lainnya.

Usulan perbaikan dengan prinsip *kaizen* tidak hanya dapat menurunkan waktu proses, namun juga dapat meningkatkan presentase *uptime* operator. Berikut perbandingan presentase *up time* operator ditunjukkan pada gambar 5.3 di bawah ini:

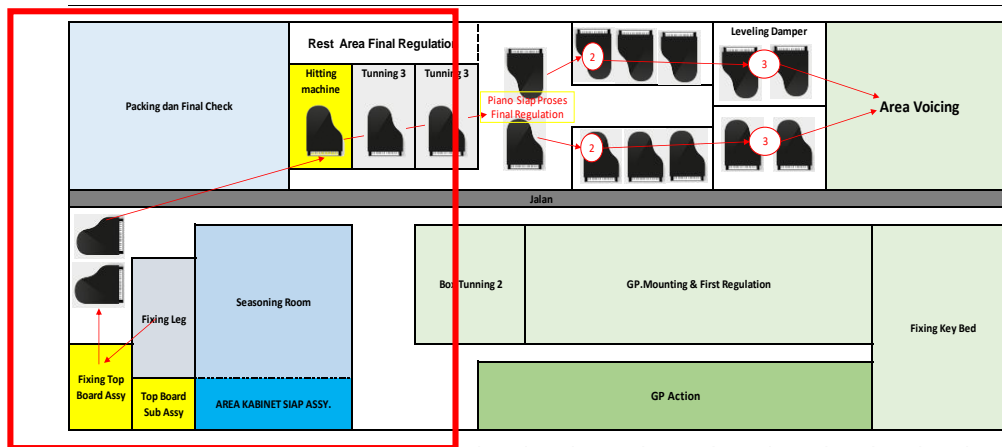


Gambar 5. 3 Grafik Perbandingan UP Time Operator

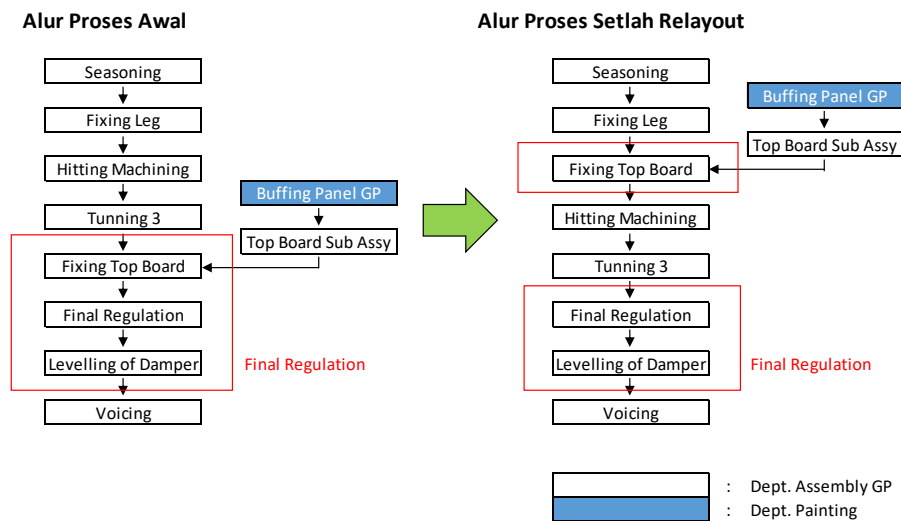
Grafik diatas menunjukkan presentase *up time* operator pada *propose state map* meningkat 2% dari *current state map*. Pada usulan perbaikan operator *final regulation* digantikan oleh operator *Sub Case – Assy* untuk mengangkat *top board*, membuat operator *final regulation* pada meja dapat bekerja secara penuh atau dengan kata lain alokasi waktu untuk mengangkat *top board* dapat digunakan untuk melakukan proses *final regulation* pada

meja. Selain itu terdapat usulan perbaikan pada pekerjaan tambahan pada pengeleman *felt* pada *key front rail* menggunakan lem *roller* dan alat bantu *stopper*. Penggunaan lem *roller* pada pengeleman *felt* memungkinkan dilakukan beberapa buah sekaligus. Apabila pengeleman dilakukan satu per satu untuk 19 unit piano per hari membutuhkan waktu kurang lebih 20 menit, maka pengeleman menggunakan lem *roller* dapat diturunkan hingga kurang lebih 5 - 10 menit. Waktu efektif kerja atau presentase *uptime* operator menjadi meningkat.

Usulan perbaikan lain adalah perancangan ulang tata letak atau *relayout* lantai produksi *Final Regulation*. *Relayout* yang dilakukan adalah menukar posisi proses *top board Sub – Assy* dan *fixing top board* dengan *hitting machining*, posisi proses *fixing top board* berada disebelah *fixing leg* sebaliknya *hitting machining* berada di sebelah *Tunning 3*. Perubahan layout tersebut juga diikuti dengan perubahan alur proses *assembly* piano GP. Berikut perubahan layout yang ditunjukkan pada gambar 5.4 dan perubahan alur proses yang ditunjukkan pada gambar 5.5 di bawah ini:



Gambar 5. 4 Usulan *Relayout*



Gambar 5. 5 Perubahan Alur Proses Setelah *Relayout*

Perubahan *layout* di atas memungkinkan komunikasi dan kontrol yang baik pada *top board Sub Assy* mengenai model *top board front* dan *rear* yang akan *diassembly* menjadi *top board*, karena dapat melihat secara langsung piano yang masuk pada proses *seasoning* dan dapat memperkirakan model piano yang akan dikeluarkan. Sehingga dengan *relayout* dan perubahan alur proses menjamin piano yang masuk ke proses *final regulation* telah lengkap beserta *top board* dan jumlah piano WIP maupun *lead time* dapat diturunkan.

5.3 Analisa Hasil Simulasi

5.3.1. Simulasi *Current State Map*

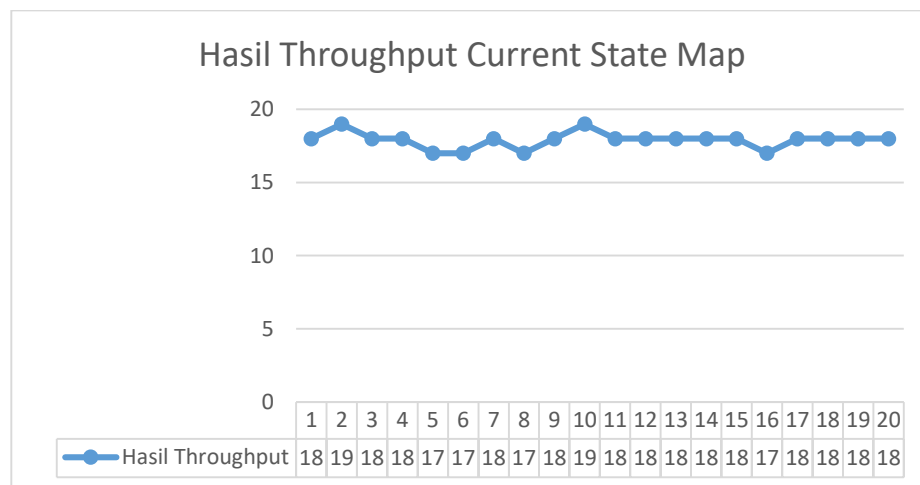
Berikut hasil simulasi *current state map* ditunjukkan pada table 5. 2 di bawah ini:

Tabel 5. 2 Hasil Simulasi *Current State Map*

Object	Class	idle	travel empty	travel loaded	utilize
Roni	Operator	8.64%	0.11%	0.14%	77.12%
Hesti	Operator	0.00%	0.33%	0.30%	82.84%
Rahayu	Operator	27.60%	0.03%	0.08%	58.25%
Ivan	Operator	12.77%	0.14%	0.20%	72.39%
Feby	Operator	1.29%	0.00%	0.23%	83.97%

Object	Class	idle	travel empty	travel loaded	utilize
Winata	Operator	9.63%	0.10%	0.11%	73.06%
Fadel	Operator	4.54%	0.29%	0.31%	79.54%
Sambu	Operator	0.00%	2.34%	1.19%	81.28%

Hasil simulasi *current state map* menunjukkan presentase *idle* atau menganggur operator secara keseluruhan dibawah 10% dan *utilize* diatas 70%. Pada operator Sambu memiliki presentase baik *travel empty* dan *travel load* atau perpindahan tertinggi. Hal tersebut dikarenakan operator Sambu banyak melakukan perpindahan untuk angkat *top board* dan dorong piano. Sedangkan pada operator Ivan dan Rahayu memiliki presentase *idle* tertinggi yang dapat dikarenakan aliran piano lebih banyak mengalir pada lini proses *final regulation* pada operator Hesti dan Fadel. Berikut adalah hasil *throughput* simulasi *current state map* ditunjukkan pada gambar 5.6 di bawah ini:



Gambar 5. 6 Hasil *Throughput* Simulasi *Current State Map*

Gambar di atas menunjukkan secara keseluruhan hasil *throughput* belum dapat mencapai target produksi yang ditentukan yaitu 19 unit piano per hari. Dari 20 kali replikasi hanya terdapat 2 kali hasil *throughput* mencapai angka 19. Hal tersebut menunjukkan adanya pemborosan pada kelompok kerja *Final Regulation* dapat berdampak pada hasil produksi.

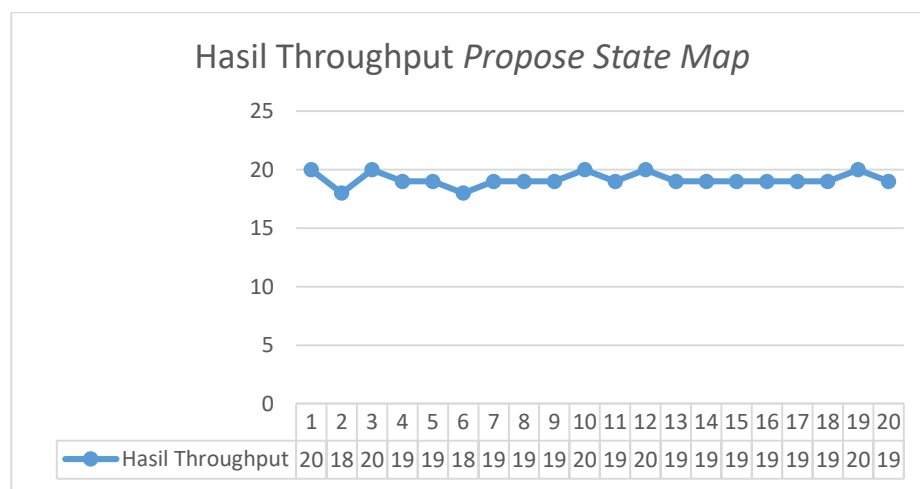
5.3.2. Simulasi *Propose State Map*

Berikut hasil simulasi *propose state map* ditunjukkan pada table 5. 3 di bawah ini:

Tabel 5. 3 Hasil Simulasi *Propose State Map*

Object	Class	idle	travel empty	travel loaded	utilize
Roni	Operator	0.00%	0.12%	0.19%	85.62%
Hesti	Operator	14.03%	0.33%	0.30%	70.70%
Rahayu	Operator	7.67%	0.04%	0.12%	77.86%
Ivan	Operator	0.00%	0.18%	0.25%	85.07%
Feby	Operator	0.00%	0.00%	0.26%	84.96%
Winata	Operator	10.70%	0.14%	0.14%	72.52%
Fadel	Operator	5.14%	0.37%	0.38%	78.56%
Sambu	Operator	18.32%	0.59%	0.27%	65.57%

Hasil simulasi *propose state map* menunjukkan terdapat operator yang memiliki presentase *idle* 0%. Hal tersebut dikarenakan perubahan alur proses, sehingga aliran piano langsung menuju proses *final regulation* dan diproses operator. Dampak *kaizen* menurunkan waktu pada proses *final regulation* pada piano, sehingga terdapat idlle. Secara keseluruhan presentase *utilize* operator meningkat menunjukkan peningkatan jumlah piano yang diproses. Berikut adalah hasil *throughput* simulasi *propose state map* ditunjukkan pada gambar 5.7 di bawah ini:



Gambar 5. 7 Hasil *Throughput* Simulasi *Propose State Map*

Gambar diatas menunjukkan secara keseluruhan hasil *throughput* dapat mencapai target 19 unit piano per hari. Selain itu terdapat beberapa hasil mencapai angka 20, meskipun masih terdapat hasil dengan angka 18. Peningkatan hasil *throughput* tersebut menunjukkan bahwa usulan perbaikan dengan prinsip *kaizen* dapat meningkatkan hasil produksi.

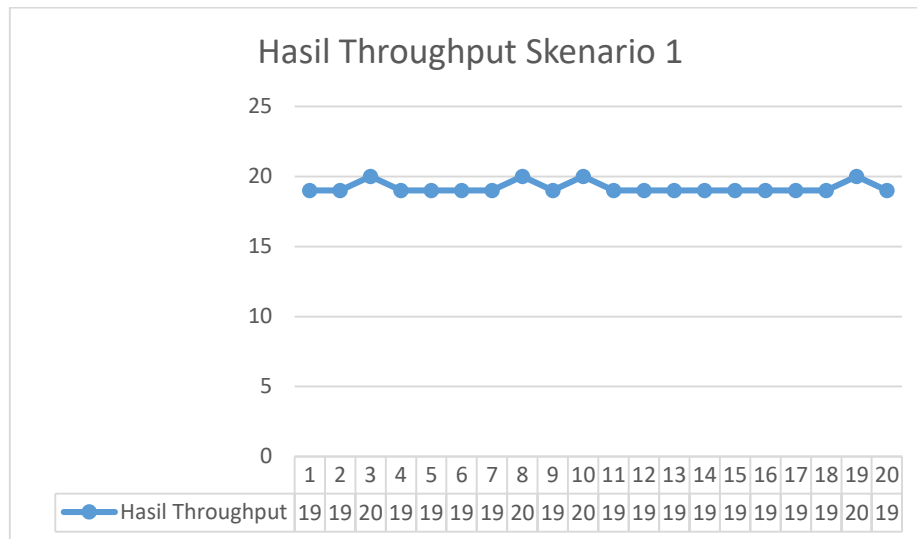
5.3.3. Skenario 1

Berikut hasil simulasi skenario 1 ditunjukkan pada table 5. 4 di bawah ini:

Tabel 5. 4 Hasil Simulasi Skenario 1

Object	Class	idle	travel empty	travel loaded	utilize
Roni	Operator	0.00%	0.12%	0.19%	86.43%
Hesti	Operator	15.69%	0.33%	0.30%	69.98%
Rahayu	Operator	7.89%	0.04%	0.12%	78.21%
Ivan	Operator	0.00%	0.19%	0.26%	85.62%
Feby	Operator	0.00%	0.00%	0.26%	85.79%
Winata	Operator	10.81%	0.14%	0.14%	73.23%
Fadel	Operator	5.29%	0.38%	0.40%	78.99%
Sambu	Operator	19.01%	0.59%	0.27%	65.75%

Hasil skenario 1 menunjukkan hasil yang tidak berbeda jauh dengan simulasi *propose state map*. Secara keseluruhan presentase *utilize* operator sama menunjukkan pembatasan 10 menit untuk *meeting* pagi dan persiapan kerja tidak terlalu berpengaruh. Berikut adalah hasil *throughput* simulasi skenario 1 ditunjukkan pada gambar 5.8 di bawah ini:



Gambar 5. 8 Hasil *Throughput* Simulasi Skenario 1

Gambar diatas menunjukkan secara keseluruhan hasil *throughput* yang didapat tidak berbeda dengan simulasi *propose state map*. Namun pada skenario 1 tidak terdapat angka 18. Peningkatan hasil *throughput* tersebut menunjukkan bahwa tambahan alokasi waktu dapat berdampak meningkatkan hasil produksi meskipun tidak signifikan.

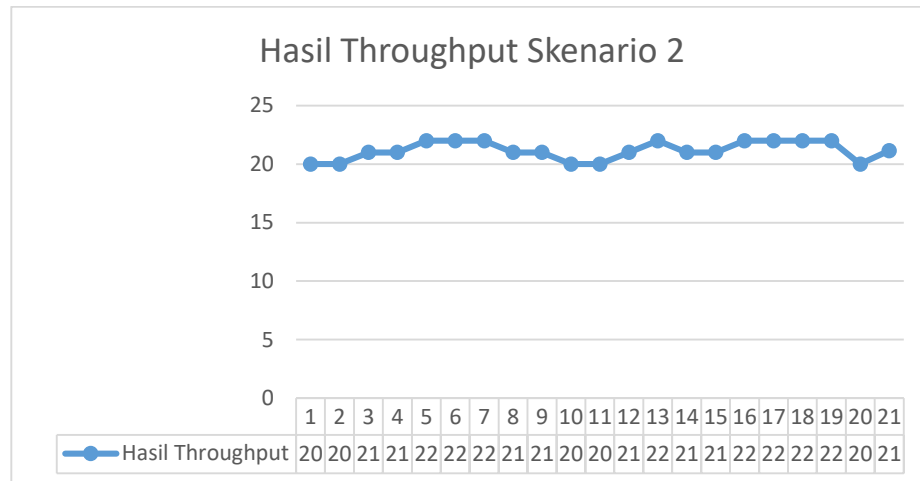
5.3.4. Skenario 2

Berikut hasil simulasi skenario 2 ditunjukkan pada table 5. 5 di bawah ini:

Tabel 5. 5 Hasil Simulasi Skenario 2

Object	Class	idle	travel empty	travel loaded	down	utilize
Roni	Operator	0.00%	0.13%	0.17%	0.00%	85.20%
Hesti	Operator	6.92%	0.29%	0.27%	0.00%	78.88%
Rahayu	Operator	0.00%	0.04%	0.12%	0.00%	85.51%
Ivan	Operator	15.86%	0.18%	0.26%	0.00%	70.15%
Feby	Operator	17.39%	0.00%	0.25%	0.00%	68.83%
Winata	Operator	0.00%	0.20%	0.19%	0.00%	84.57%
Fadel	Operator	0.56%	0.39%	0.42%	0.00%	85.31%
Sambu	Operator	18.95%	0.59%	0.27%	0.00%	65.85%

Hasil skenario 2 menunjukkan hasil yang berbeda dengan simulasi *propose state map* dan skenario 1. Pada operator Ivan dan Feby menunjukkan presentase idle yang cukup tinggi yaitu di atas 15%. Hal tersebut dikarenakan skenario 2 yaitu memindahkan beban proses *final regulation* pada meja ke proses final regulation pada piano dengan tujuan agar tidak terjadi *bottleneck* pada proses tersebut.

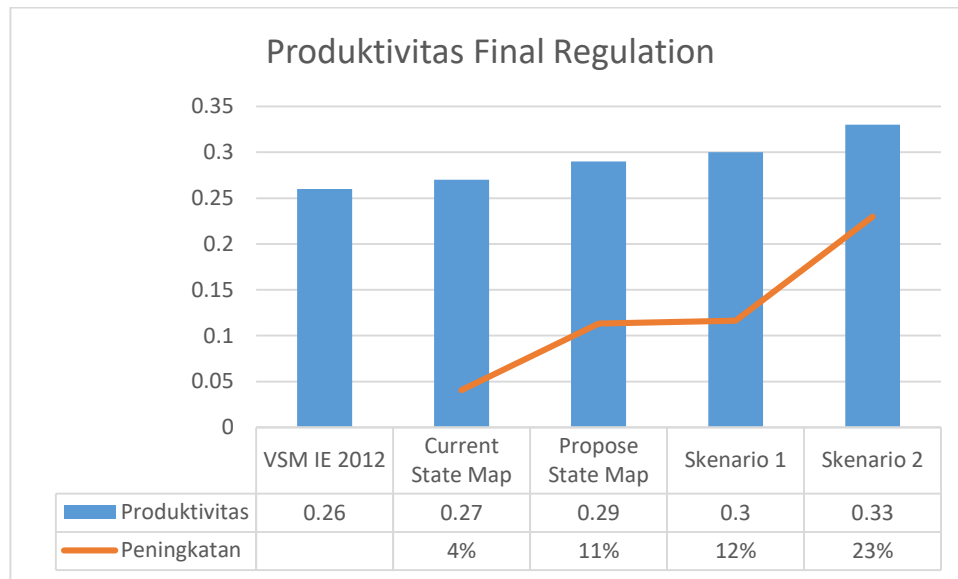


Gambar 5. 9 Hasil *Throughput* Simulasi Skenario 2

Gambar diatas menunjukkan secara keseluruhan hasil *throughput* yang didapat berada diatas target yang ditentukan yaitu 19 unit piano per hari. Hasil skenario 2 menunjukkan dapat mencapai angka 22, dengan hasil seperti ini dapat menekan waktu lembur apabila dibutuhkan produksi diatas target.

5.4 Analisa Produktivitas

Berikut hasil perhitungan produktivitas pada kelompok kerja Final Regulation berdasarkan hasil *throughput* simulasi ditunjukkan pada gambar 5.10 di bawah ini:



Gambar 5. 10 Perhitungan Produktivitas Kelompok Kerja Final Regulation

Dari gambar diatas menunjukkan adanya peningkatan produktivitas masing – masing yaitu pada kondisi saat ini atau *current state map* mengalami peningkatan 4%, *propose state map* mengalami peningkatan 11%, skenario 1 mengalami peningkatan 12%, dan skenario 2 mengalami peningkatan 23%. Untuk memenuhi target yang telah ditentukan yaitu peningkatan produktivitas 15% dari proyek VSM IE sebelumnya, maka digunakan skenario 2. Pada skenario 2 selain penerapan usulan perbaikan dengan prinsip kaizen juga membatasi waktu meeting pagi dan persiapan kerja hanya 10 menit dan dilakukan pemindahan sebagian pekerjaan proses *final regulation* pada meja ke piano. Namun karena target produksi hanya 19 unit piano per hari maka cukup menggunakan skenario 1 untuk menghindari kelebihan produksi atau *over production*. Hasil yang didapat pada penelitian ini menunjukkan bahwa, penerapan *lean manufacturing* menggunakan *value stream mapping* dan simulasi dapat meningkatkan produktivitas (Stadmicka dan Antonelli, 2015)

BAB VI

PENUTUP

3.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai penerapan *lean production system* pada kelompok kerja *Final Regulation* untuk meningkatkan produktivitas di atas, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan *current state map* kondisi proses produksi pada kelompok kerja *Final Regulation* menunjukkan masih terdapat pemborosan yang menghambat proses produksi. Hal tersebut ditunjukkan dengan tingginya waktu proses, adanya penumpukan piano WIP sebanyak 14 unit dan *lead time* selama 0.7 hari.
2. Berdasarkan *propose state map* kondisi proses produksi pada kelompok kerja *Final Regulation* menunjukkan perbaikan dari *current state map*. Adanya usulan perbaikan dengan prinsip *kaizen* pada *propose state map* berdampak turunya waktu proses, jumlah unit piano WIP menjadi 12 dan *lead time* menjadi 0.6 hari.
3. Hasil simulasi menunjukkan adanya peningkatan produktivitas pada *current state map*, *propose state map*, skenario 1 dan skenario 2. Peningkatan produktivitas tertinggi terdapat pada skenario 2 yaitu 23% dengan nilai produktivitas 0.33 unit/orang/jam.

3.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Melakukan pengambilan data lebih banyak lagi khususnya untuk input pada simulasi sehingga didapatkan simulasi yang lebih sesuai dengan kondisi nyata.
2. Melakukan simulasi lebih lanjut dengan beberapa scenario yang dapat berdampak pada kondisi nyata, seperti simulasi scenario dengan presentase model piano GB (E) atau GN2 pada kedatangan piano sesuai dengan rencana PSI Yamaha Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvarez, R., Calvo, R., dan Pena, M. M. (2009). Redesign An Assembly Line Through Lean Manufacturing Tools. *International Journal Advance Manufacturing Technology*, Vol. 43, No 9 – 10, 949 – 959.
- Banks J., Carson J. S., Nelson B. L., dan Nicol, D. M. (2000). *Discrete Event System Simulation*. 3rd ed. Englewood Cliffs.
- Chowdhury, S., Haque, K. A., dan Sumon, M. (2015). Implementation of Lean Strategies in a Furniture Manufacturing Factory. *Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, Vol. 12, e-ISSN: 2278-1684.
- Ferdousi, F., dan Ahmed, A. (2009). An Investigation of Manufacturing Performance Improvement through Lean Production: A Study on Bangladeshi Garment Firms. *International Journal of Business and Management*, Vol. 4, No. 9.
- Harrell, C., Ghosh, B. K., dan Bowden, R. (2000). *Simulation Using Promodel*. 3rd edition, Boston:McGraw-Hill, 25.
- Gasperz, Vincent dan Fontana, Avanti. (2011). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Services*. Vinchirsto Publication, Bogor.
- Goriwondo, W. M., Mhlanga, S., dan Marecha, A. (2011). Use of Value Stream Mapping Tool for Waste Reduction in Manufacturing (Case Study for Bread Manufacturing in Zimbabwe. *Proceeding of The 2011 International Conference on Industrial Engineering and Operation Management*.
- Jeyaraj, K. L., Muralidharan, C., Mahalingam, R., dan Deshmukh, S. G. (2013). Applying Value Stream Mapping Technique for Production Improvement in A Manufacturing Company: A Case Study. *Journal International Engineering*, Vol. 94, No. 1, 43 – 52.
- Joines, J.A., dan Roberts, S. D. (1998). Fundamentals of Object-Oriented Simulation. *Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference*.
- Kadam, S. J., Shende, P. N., dan Kamble, P. D. (2012). Value Stream Mapping Tool for Waste Identification in Tyre-Rim Assembly of Tractor Manufacturing. *International Conference on Emerging Frontiers in Technology for Rural Area. Proceedings published in international Journal of Computer Applications*, 26 029.
- Kapyla, J., Jaaskelainen, A., dan Lonnqvist, A. (2010). Identifying future challenges for productivity research: evidence from Finland. *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 59, No. 7, 607-623.

- Kumar, K. R., Reddy, M. V., Gowd, B. U. M., dan Baswaraj, D. (2013). Improving the Performance of Manufacturing Sector-Lean Methodology and Its Impact. *International Journal of Engineering Science Invention*, Vol.2.
- Kumari, S. K., Balaji, A. N., dan Sundar, R. (2014). Productivity Improvement of an Industry by Implementing Lean Manufacturing Principles. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, Vol.3, ISSN (Online) : 2319 – 8753.
- Liker, Jeffrey K. (2004). *The Toyota Way*. McGraw-Hill.
- Manjunath, M., Shivaprasad, H.C., Keerthesh, K. K. S., dan Deepa, P. (2014). Value Stream Mapping as a Tool for Lean Implementation: A Case Study. *International Journal of Innovative Research & Development*, Vol.3, Issue. 5.
- Misterek, S., Dooley, K., dan Anderson, J. (1992). Productivity as a Performance Measure. *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 12, 29-45.
- Nash, M. A., dan Poling, S. R. (2008). *Mapping the Total Value Stream*. CRC Press, New York.
- Ohno, Taiichi. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press, Portland, Oregon.
- Prajapati, M. R. dan Deshpande, V. A. (2015). Cycle Time Reduction using Lean Principles and Technique: A Review. *International Journal of Advance Industrial Engineering*, e-ISSN: 2320-5539.
- Purnomo, H. (2004). *Pengantar Teknik Industri*. Edisi Kedua. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Prince, J. A. D., Sreenivasan, K. S., dan Anand, S. (2014). Implementation of Value Stream Mapping in Auto Ancillary Industry to Reduce Cycle Time. *Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, e-ISSN: 2278-1684.
- Rahani, A. R., dan al-Ashraf, M. (2012). Production Flow Analysis Through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study. *International Symposium on Robotic and Intelligent Sensors*, 1727 – 1734.
- Raleigh, NC 27695-7906, USA. Jones, D. dan Womack, J. (2000). *Seeing the Whole: Mapping the Extended Value Stream*. Lean Enterprise Institute, Massachusetts.
- Reddy, G. S., Lingareddy, H., dan Jagadeeshwar, K. (2013). Value Stream Mapping in Manufacturing Industri. *International Journal of Advanced Engineering Technology*, Vol.4, Issue. 2, e-ISSN: 0976-3945.
- Rother, M. dan Shook, J. (1999). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Brookline, MA: Lean Enterprise Institute.

- Santosh B. Dighe, B. S., dan Kakirde, A. (2012). Manufacturing Implementation Using Value Stream Mapping: *A Case study of Pumps Manufacturing Company. International Journal of Science and Research*, ISSN (Online): 2319-7064.
- Scullin, M. E. (2005). *Integrating Value Stream Mapping and Simulation*. Thesis, Brigham Young University.
- Solding, P., dan Gullander, P. (2009). *Concepts for Simulation Based Value Stream Mapping*. Jonkoping, Molndal, Sweden.
- Stadnicka, D., dan Antonelli, D. (2015). Application of Value Stream Mapping and Possibilities of Manufacturing Processes Simulation in Automotive Industry. *FME Transaction*, Vol. 43, 279-286.
- Tangen, S. (2002). Understanding the Concept of Productivity. *Proceedings of the 7th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference*.
- Wahab, M.S., Sidek, K. A. M., Yahya, M. S., dan Ahmat, M.M. (2014). Production Improvement in an Aircraft Manufacturing Company Using Value Stream Mapping Approach. *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 660, 1038-1042.
- Womack, J. P., dan Jones, D.T. (1994). *From lean production to the lean enterprise*. Harvard Business Review, 72, 93-104.
- Womack, J. P., dan Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Free Pres
- Xia, W., dan Sun, J. (2013). Simulation guided value stream mapping and lean improvement: A case study of a tubular machining facility. *Journal of Industrial Engineering and Management*, Vol. 6, No. 2.

LAMPIRAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap 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 kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, Agustus 2017



Bagus Rindra Adi Wijaya

13 522 238



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. : 219 /YI/ PKL /VI/2017

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

Nama : BAGUS RINDRA ADI WIJAYA
Nomor Induk Mahasiswa : 13522238
Jurusan : TEKNIK INDUSTRI
Fakultas : TEKNOLOGI INDUSTRI
Alamat : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA

Telah melakukan program Internship melalui penelitian dan pengamatan dalam program Kerja Praktek dengan Judul "*Penerapan Lean Manufacturing Pada Sanding Small UP PT.Yamaha Indonesia*".

Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 01 Maret sampai dengan Tanggal 31 Maret 2017 Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 08 Juni 2017

HRD Department
PT. YAMAHA INDONESIA



Kalkausar Chafid
Manager

CC: - Arsip

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**PERANCANGAN *LEAN PRODUCTION SYSTEM* DENGAN PENDEKATAN
VALUE STREAM MAPPING DAN SIMULASI UNTUK MENINGKATKAN
PRODUKTIVITAS: STUDI KASUS *FINAL REGULATION PT. YAMAHA*
INDONESIA**

TUGAS AKHIR

Oleh

Nama : Bagus Rindra Adi Wijaya

No. Mahasiswa : 13522238

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri
Yogyakarta, 2017

Tim Penguji

Joko Sulistio, S.T., M.Sc.

Ketua

Sri Indrawati, S.T., M.Eng.

Anggota I

Zanurip, S.T.

Anggota II

(Handwritten signatures and marks)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Universitas Islam Indonesia



(Handwritten signature)
Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng.