

**PERANCANGAN *LEAN MANUFACTURING* MELALUI
PENDEKATAN *VALUE STREAM MAPPING* DAN PEMODELAN
SISTEM**

(Studi Kasus: Silent Upright Piano Assembly 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 : Annisa Nabila

NIM : 13522105

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

2017

LEMBAR PERNYATAAN

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.

Jakarta, Agustus 2017

Annisa Nabila

13 522 105

LEMBAR PENELITIAN

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PERANCANGAN *LEAN MANUFACTURING* MELALUI PENDEKATAN *VALUE STREAM MAPPING* DAN PEMODELAN SISTEM

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

Jurusan Teknik Industri – Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Disusun Oleh :

Annisa Nabila

NIM. 13 522 105

Yogyakarta, 2017

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Joko Sulistio S.T, M.Sc

PRODI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2017

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PERANCANGAN *LEAN MANUFACTURING* MELALUI PENDEKATAN *VALUE STREAM MAPPING* DAN PEMODELAN SISTEM

TUGAS AKHIR

Oleh

Nama : Annisa Nabila

No. Mahasiswa : 13522105

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

Nashrullah Setiawan S.T., M.Sc

Anggota I

Samsudin D S

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri
Universitas Islam Indonesia

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Saya persembahkan hasil perjuangan tugas akhir ini kepada Ayah dan Mama yang tidak henti-hentinya memberi dukungan, kasih sayang, dan doa. Kepada adik, seluruh keluarga besar, sahabat-sahabat dan orang-orang tercinta atas segala motivasi dan semangatnya.

Terima kasih telah menjadi *support system* bagi saya.

HALAMAN MOTTO

يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang berilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan
(Al-Mujadillah:11)

عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عَمْرٍو بْنِ الْعَاصِ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا: عَنِ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ:
رِضَا اللَّهِ فِي رِضَا الْوَالِدَيْنِ

Ridho Allah berada pada ridho kedua orang tuanya, dan murka Allah (akibat) murka kedua orang tuanya.
(HR. At-Tarmizi)

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahilahirabbil'alamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya, tidak lupa juga shalawat serta salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini di PT Yamaha Indonesia ini yang berjudul “Perancangan Lean Manufacturing Melalui Pendekatan Value Stream Mapping Dan Pemodelan Sistem”.

Laporan Tugas Akhir ini dibuat dalam rangka memenuhi salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata Satu pada jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Dengan pelaksanaan Tugas Akhir ini diharapkan mahasiswa dapat mengetahui sejauh mana penerapan teori yang telah didapatkan di bangku kuliah dan pengetahuan lapangan dalam suatu industri.

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir di PT Yamaha Indonesia, penulis banyak mendapatkan pengetahuan, bimbingan, arahan, koreksi, dan saran dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin 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., sebagai Ketua Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Joko Sulistio S.T, M.T., selaku dosen pembimbing penulis yang selalu memberikan masukan dan dukungan kepada penulis.
4. Orangtua penulis, Sotibi M Noor dan Elly Nurmawati beserta adik penulis, Fikri Azhar yang senantiasa selalu memberikan motivasi dan semangat selama proses penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.
5. PT Yamaha Indonesia yang telah memberikan kesempatan untuk menimba ilmu secara langsung mengenai teknik industri
6. Bapak Faizin, S.E. dan Bang Zanurip selaku pembimbing lapangan selama berada di PT Yamaha Indonesia.
7. Semua *member Silent UP Assembly* PT Yamaha Indonesia yang berkenan membantu dalam pengambilan data untuk penyusunan Tugas Akhir.
8. Sahabat-sahabat, khususnya Meutia, Nyssa dan Iriela yang menjadi teman seperjuangan saya dalam menuntut ilmu dan hidup merantau di Yogyakarta.
9. Teman-teman Jurusan Teknik Industri UII, khususnya angkatan 2013, yang menjadi teman seperjuangan dalam menuntut ilmu di kampus.
10. Teman-teman sesama Siswa Latih PT Yamaha Indonesia *Batch 4* yang senantiasa memberikan motivasi dan membantu dalam pelaksanaan magang dan penyelesaian Tugas Akhir.

11. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis tuliskan namanya satu-persatu, penulis ucapkan terima kasih dan semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian.

Penulis menyadari bahwa dalam serangkaian penulisan laporan ini masih terdapat banyak kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu, segala macam kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan demi perbaikan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat digunakan sebagai mana mestinya serta berguna bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca yang berminat pada umumnya. Amiin Yaa Robbal ‘Aalamin.

Wassalamu’alaikum Wr. Wb.

Jakarta, Agustus 2017

Annisa Nabila

ABSTRAK

Salah satu faktor penentu agar perusahaan dapat bersaing di dunia industri saat ini adalah lean manufacturing guna tercapainya produktivitas yang efektif dan efisien. Salah satu kendala yang banyak dihadapi oleh perusahaan-perusahaan yang ingin mempertahankan eksistensinya, termasuk PT Yamaha Indonesia adalah permasalahan produktivitas. PT Yamaha Indonesia merupakan salah satu industri manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan alat musik piano dengan kapasitas besar setiap tahunnya. Guna memenuhi kapasitas produksi tersebut perusahaan menginginkan tercapainya produktivitas yang efektif dan efisien. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancangan lean manufacturing guna meningkatkan produktivitas pada salah satu Kelompok Kerja Departemen UP Assembly PT Yamaha Indonesia, yaitu Silent UP Assembly menggunakan pendekatan Value Stream Mapping dan Pendekatan Sistem berupa simulasi, kemudian dilakukan perampingan system dan scenario desain ekspeimen simulasi sehingga dapat diberikan solusi untuk meningkatkan produktivitas pada bagian tersebut. Berdasarkan Current State Mapping produktivitas pada kelompok kerja Silent UP Assembly sebesar 0.27 unit/orang/jam dengan target produktivitas yang ingin dicapai sebesar 0.36 unit/orang/jam. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan input tidak sebanding dengan output yang dihasilkan. Beberapa penyebab terjadinya penurunan produktivitas di kelompok kerja Silent UP Assembly yaitu adanya pemborosan input yang dapat disebabkan oleh adanya aktivitas-aktivitas yang menghambat proses produksi, penggunaan operator yang berlebih yang diakibatkan kurangnya kemampuan operator, pembagian kerja yang kurang tepat sehingga aliran material terhambat dan faktor-faktor lainnya. Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat diberikan solusi-solusi potensial untuk meningkatkan produktivitas, seperti usulan perbaikan sistem, usulan pembagian pekerjaan operator baru dan lainnya.

Kata Kunci : Produktivitas, Value Stream Mapping, Simulasi, Flexsim

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II.....	7
KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1. Kajian Deduktif	7
2.1.1. <i>Lean Manufacturing</i>	7
2.1.2. Value Stream Mapping	9
2.1.2.1. <i>Current State Map</i>	12
2.1.2.2. <i>Future State Map</i>	14
2.1.2.3. Simbol-Simbol VSM	16
2.1.3. Pendekatan Sistem	20
2.1.4. Simulasi	20
2.1.5. Produktivitas	24
2.2. Kajian Induktif	26
BAB III	29
METODE PENELITIAN	29
3.1. Rancangan Penelitian	29
3.2. Model Konseptual	30
3.3. Objek Penelitian	30
3.4. Metode Pengumpulan Data	31
3.5. Pengumpulan Data	32
3.5.1. Data Primer	32
3.4.2. Data Sekunder.....	33
3.6. Alur Penelitian.....	34

BAB IV	38
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	38
4.1 Gambaran Umum Perusahaan	38
4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan	39
4.1.2 Visi	39
4.1.3 Misi	40
4.1.4 Hasil Produksi	40
4.2 Pengumpulan Data	41
4.2.1 Profil Singkat <i>Silent UP</i>	41
4.2.2 Stasiun Kerja	42
4.2.3 Operator	44
4.2.4 Waktu Kerja	45
4.2.5 Waktu Siklus	45
4.2.6 Kelonggaran (<i>Allowance</i>)	47
4.2.7 Rencana Produksi	49
4.2.8 Inventori	49
4.2.9 Waktu Kedatangan	50
4.2.10 Produktivitas	51
4.3 Pengolahan Data	52
4.3.1 Penentuan <i>Family Product</i>	52
4.3.2 <i>Current State Mapping</i>	54
4.3.4 Usulan Perbaikan	55
4.3.5 <i>Proposed State Mapping</i>	55
4.3.6 Perancangan Model <i>Current State Map</i>	56
4.3.6.1. Fixed Resources	57
4.3.6.2. Task Executor	58
4.3.6.3. Data Kapasitas	59
4.3.6.4. Data Waktu Proses (<i>Process Time</i>)	59
4.3.6.5. Data Waktu Kedatangan	60
4.3.6.6. Data Inventori / WIP	61
4.3.6.7. <i>Time Table</i>	61
4.3.7 Verifikasi dan Validasi	62
4.3.7.1. Verifikasi	62
4.3.7.2. Validasi	63
4.3.8 Perancangan Model <i>Proposed State Map</i>	65
4.3.9 Desain Eksperimen	66
4.3.9.1. Eksperimen 1	66
4.3.9.2. Eksperimen 2	67
BAB V	69
HASIL DAN PEMBAHASAN	69
5.1. Analisis <i>Current State Map</i>	69
5.2. Usulan Perbaikan	72
5.3. Analisis <i>Proposed State Map</i>	76
5.4. Analisis Model Simulasi	78
5.5. Analisis Desain Eksperimen 1	81
5.6. Analisis Desain Eksperimen 2	84

5.7. Analisis Produktivitas	86
BAB VI	88
PENUTUP	88
6.1. Kesimpulan.....	88
6.2. Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA	90
LAMPIRAN.....	A

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Simbol-Symbol dalam VSM	16
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu	26
Tabel 4. 1 Daftar Nama Operator <i>Silent UP</i>	44
Tabel 4. 2 Data Waktu Siklus <i>Silent UP</i>	46
Tabel 4. 3 Uji Keseragaman Data Waktu Siklus	46
Tabel 4. 4 Uji Kecukupan Data Waktu Siklus	47
Tabel 4. 5 Hasil Pengamatan <i>Work Sampling Silent UP</i>	48
Tabel 4. 6 Total Rencana Produksi per Hari	49
Tabel 4. 7 Data Inventori (WIP) <i>Silent UP Assembly</i>	50
Tabel 4. 8 Data Waktu Kedatangan	50
Tabel 4. 9 Uji Keseragaman Data Waktu Kedatangan	51
Tabel 4. 10 Uji Kecukupan Data Waktu Kedatangan	51
Tabel 4. 11 Produktivitas <i>Silent UP</i> Januari s/d Juli 2017	52
Tabel 4. 12 Keluarga Produk Kelompok Kerja <i>Silent UP</i>	53
Tabel 4. 13 Data <i>Fixed Resources</i>	58
Tabel 4. 14 Data <i>Task Executor</i>	58
Tabel 4. 15 Data Kapasitas	59
Tabel 4. 16 Data <i>Process Time</i>	60
Tabel 4. 17 Data WIP / Inventori	61
Tabel 4. 18 Hasil Simulasi dengan 10 Replikasi	63
Tabel 4. 19 Data <i>Process Time</i> Setelah Perbaikan	66
Tabel 4. 20 Pembagian Kerja Desain Ekperimen 1	67
Tabel 5. 1 Peta Kemampuan (<i>Skill Map</i>)	73
Tabel 5. 2 Hasil Simulasi <i>Current State Map</i> terhadap Stasiun Kerja	78
Tabel 5. 3 Hasil Simulasi <i>Current State Map</i> terhadap Operator	78
Tabel 5. 4 Hasil Simulasi <i>Proposed State Map</i> terhadap Stasiun Kerja	80
Tabel 5. 5 Hasil Simulasi <i>Proposed State Map</i> terhadap Operator	80
Tabel 5. 6 Hasil Simulasi Desain Ekperimen 1 Terhadap Stasiun Kerja	81
Tabel 5. 7 Hasil Simulasi Desain Ekperimen 1 Terhadap Operator	82
Tabel 5. 8 Hasil Simulasi Desain Ekperimen 2 Terhadap Stasiun Kerja	84
Tabel 5. 9 Hasil Simulasi Desain Ekperimen 2 Terhadap Operator	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Produktivitas Silent Upright Piano	2
Gambar 3. 1 Model Konseptual	30
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian.....	34
Gambar 4. 1 <i>Upright Piano</i>	40
Gambar 4. 2 <i>Grand Piano</i>	41
Gambar 4. 3 Alur Proses Produksi Silent UP	42
Gambar 4. 4 <i>Current Value Stream Map</i> kelompok kerja <i>Silent UP Assembly</i>	54
Gambar 4. 5 <i>Proposed State Map</i> kelompok kerja <i>Silent UP Assembly</i>	56
Gambar 4. 6 Model Simulasi	57
Gambar 4. 7 <i>Source</i> - Kedatangan	60
Gambar 4. 8 <i>Time Table</i>	62
Gambar 4. 9 <i>Operating Characteristic Curves for The Two-Sided t Test for Different Values of Sample Size n</i> (Ferris, et al., 1946)	64
Gambar 4. 10 Model Simulasi Desain Eksperimen 1	67
Gambar 4. 11 Model Simulasi Desain Eksperimen 2	68
Gambar 5. 1 Mesin <i>Soage</i>	75
Gambar 5. 2 Tempat Penyimpanan Material Hasil Bongkar CKD	76
Gambar 5. 3 Kondisi Model <i>Current State</i> Saat Simulasi Berakhir	79
Gambar 5. 4 Kondisi Model <i>Proposed State</i> Saat Simulasi Berakhir	80
Gambar 5. 5 Kondisi Model Desain Eksperimen 1 Saat Simulasi Berakhir	82
Gambar 5. 6 Data Replikasi <i>Output</i> Model Desain Eksperimen 1	83
Gambar 5. 7 Kondisi Model Desain Eksperimen 2 Saat Simulasi Berakhir	85
Gambar 5. 8 Data Replikasi <i>Output</i> Model Desain Eksperimen 2	85
Gambar 5. 9 Produktivitas Keseluruhan	87

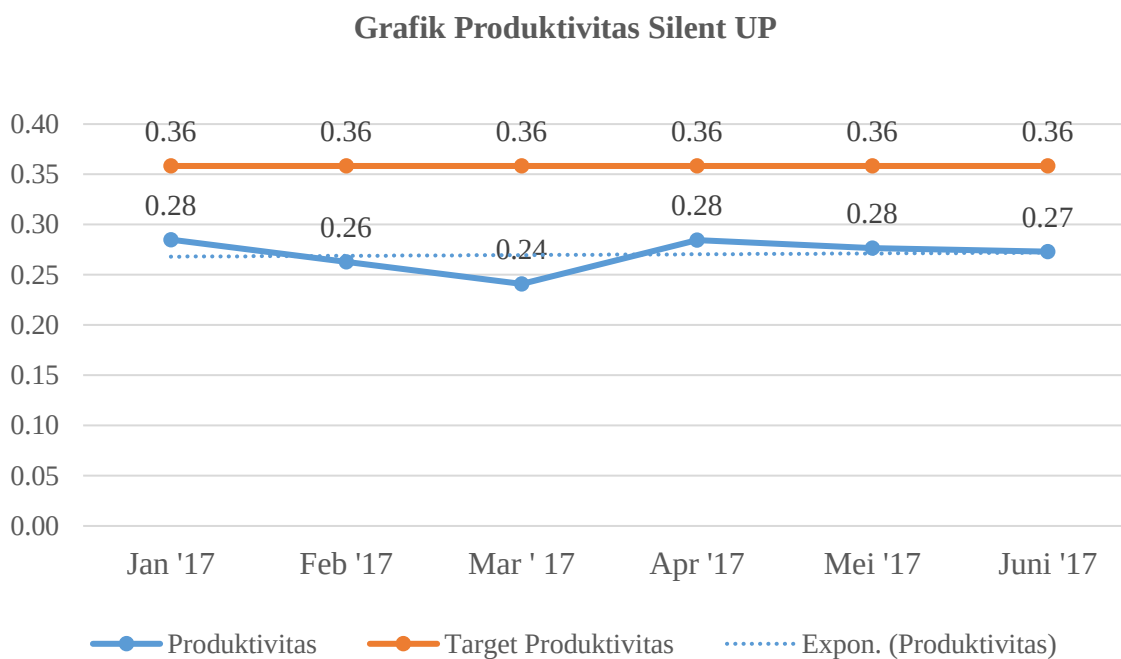
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberhasilan suatu perusahaan tidak selalu dilihat dari seberapa banyak keuntungan pendapatan yang diperoleh setiap waktunya melainkan dilihat dari proses produksi yang efektif, efisien, tidak memakan waktu yang lama dan berkualitas untuk meningkatkan produktivitas perusahaan. Sehingga salah satu faktor penentu agar perusahaan dapat bersaing di dunia industri saat ini adalah *lean manufacturing* guna tercapainya produktivitas yang efektif dan efisien. Pada dasarnya *lean manufacturing* merupakan sebuah pandangan terhadap manufakturing yang mencari kesempatan untuk mengurangi waktu proses operasi, meningkatkan manuver, dan memperbaiki atribut yang sesuai (Kulkarni, et al., 2014)

PT Yamaha Indonesia merupakan salah satu industri manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan alat musik piano dengan kapasitas produksi mencapai 1000 lebih piano untuk setiap tahunnya. Guna memenuhi kapasitas produksi tersebut perusahaan menginginkan tercapainya produktivitas yang efektif dan efisien. Perhitungan produktivitas yang diterapkan oleh PT. Yamaha Indonesia mempertimbangkan 4 aspek yang terdiri dari jumlah hasil produksi, jumlah operator, jam kerja dan jam lembur.



Gambar 1. 1 Grafik Produktivitas Silent Upright Piano

(Sumber: Departemen Production Engineering PT. Yamaha Indonesia)

Berdasarkan data perhitungan produktivitas pada bulan Juni 2017 produktivitas kelompok kerja Silent Upright Piano adalah sebesar 0.27. Sebelumnya pada bulan Januari hingga April, produktivitas pada kelompok kerja tersebut konstan dan cenderung menurun pada Februari dan Maret. Kemudian produktivitas terlihat kembali meningkat pada bulan April. Perusahaan menginginkan adanya peningkatan produktivitas menjadi sebesar 0.36. Sehingga dibutuhkan perbaikan guna mencapai angka produktivitas yang diinginkan oleh perusahaan.

Salah satu *tools* yang digunakan dalam penerapan *lean manufacturing* adalah VSM (*Value Stream Mapping*). VSM merupakan metode yang digunakan untuk melihat alur kegiatan yang bertujuan untuk memetakan alur produksi dan informasi (Prayogo & Octavia, 2013). Dengan pembuatan VSM ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor apa saja yang memberi *value added* ataupun *non-value added* (pemborosan) pada *value stream* yang harus segera dihilangkan. Sehingga usulan perbaikan yang ada diharapkan dapat meningkatkan produktivitas menjadi lebih efektif dan efisien dari sebelumnya menuju *lean manufacturing*.

Namun terkadang usulan perbaikan yang ada belum tentu sesuai dan memberikan dampak yang baik terhadap sistem. Kegagalan ketika menerapkan perbaikan dapat menimbulkan kerugian pada perusahaan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu metode untuk memastikan bahwa perbaikan dapat sesuai dengan sistem yang ada dan mengetahui apa saja dampak yang muncul. Suatu teknik pembuatan model dari suatu kondisi dari sistem nyata sehingga perilaku dari sistem tersebut dan pas kondisi tertentu dapat dilakukan pembelajaran disebut sebagai simulasi (Kurniawati, et al., 2014)

Sehingga dapat dilakukan evaluasi terhadap sistem yang ada serta menentukan usulan perbaikan tanpa harus melakukan implementasi secara langsung dengan mensimulasikan scenario-skenario yang mungkin terjadi pada sebuah rancangan model yang merepresentatifkan sistem yang ada sesuai dengan keadaan lapangan yang sebenarnya. Untuk itu, dalam penelitian ini peneliti akan menggunakan pendekatan metode simulasi untuk mengevaluasi rencana perbaikan guna meningkatkan produktivitas pada Silent Upright Piano di PT Yamaha Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana kondisi sistem berdasarkan *proposed state map* yang telah dibuat?
2. Bagaimana kondisi sistem setelah dilakukan simulasi model dengan skenario yang telah ditentukan?
3. Berapa peningkatan produktivitas yang dialami lini perakitan Silent Upright Piano?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan penelitian diatas maka dapat disusun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi sistem berdasarkan *proposed state map* yang telah dibuat.
2. Mengetahui kondisi sistem setelah dilakukan simulasi model dengan skenario yang telah ditentukan.

3. Mengetahui seberapa besar peningkatan produktivitas yang dialami lini perakitan Silent Upright Piano.

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 informasi kepada perusahaan mengenai dampak yang timbul ketika diterapkan beberapa perbaikan atau scenario melalui simulasi proses produksi.
3. Memperkaya khasanah ilmu pengetahuan dalam identifikasi dan perhitungan produktivitas di perusahaan pada umumnya, serta dapat dijadikan acuan untuk penelitian lebih lanjut.

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. Rancangan *current value stream map* dibuat berdasarkan kondisi bulan Juli 2017 sesuai dengan proses produksi yang ada
2. Ruang lingkup simulasi terbatas pada kelompok kerja Assembly Silent Upright Piano
3. Simulasi proses produksi tidak mempertimbangkan perbedaan model piano dikarenakan tahapan proses pembuatan tiap model *Silent Upright Piano* cenderung sama.
4. Model simulasi tidak mempertimbangkan jarak tata letak dikarenakan seluruh piano yang dikerjakan tersusun dalam sebuah rel panjang (*stopper*) sehingga piano yang berpindah posisi mengikuti lini rel.
5. Simulasi model dilakukan dengan menggunakan *software Flexsim 6.0*

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 METODE 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 HASIL DAN PEMBAHASAN

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

BAB VI PENUTUP

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. *Lean Manufacturing*

Value atau nilai tambah pada suatu produk dianggap sebagai hal yang penting bagi suatu perusahaan agar dapat terus bersaing dengan perusahaan lain. Salah satu caranya adalah dengan meminimalkan atau menghilangkan *waste* atau pemborosan pada proses produksi sehingga perusahaan dapat memenuhi *value* yang diinginkan oleh konsumen dengan sumber daya yang minimal (Fernando & Noya, 2014). Penerapan konsep *lean* digunakan untuk mengeliminasi atau meminimalkan pemborosan yang terjadi sebagai salah satu upaya untuk mencapai *value* pelanggan sehingga *leadtime* menjadi lebih pendek (Nuruddin, et al., 2013).

Pengertian *lean manufacturing* itu sendiri merupakan suatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan berupa aktivitas yang tidak memberi nilai lebih (*non-value added activities*) melalui perbaikan secara terus menerus (*continuous improvement*) dengan menerapkan aliran produk dengan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan dengan tujuan pencapaian terbaik kepuasan pelanggan (Fontana & Gaspersz, 2011). Sehingga dapat disimpulkan berdasarkan teori tersebut, *lean manufacturing* berfokus terhadap kegiatan eliminasi pemborosan (*waste*).

Pemborosan (*waste*) merupakan segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah sepanjang aliran proses pada proses perubahan input menjadi output (Hazmi, et al., 2012). Pengurangan jumlah pemborosan ini bertujuan agar sistem produksi berjalan dengan lebih efektif dan efisien. Menurut McCurry, konsep pendekatan ini dirintis oleh Taichi Ohno dan Shigeo Shingo yang mana implementasi dari konsep ini didasarkan pada 5 prinsip yaitu (Anvari, et al., 2011):

1. *Understand the customer value*. Sesuatu yang dianggap oleh pelanggan sebagai *value* adalah hal yang paling penting.
2. *Value Stream Analysis*. Setelah memahami *value* yang dianggap oleh pelanggan, maka langkah selanjutnya yaitu menganalisis proses bisnis untuk menentukan aktivitas mana yang benar-benar memberikan nilai. Jika aktivitas tersebut tidak memberikan nilai maka hal tersebut harus dimodifikasi atau dieliminasi dari proses.
3. *Flow*. Terfokus pada mengorganisir aliran secara terus menerus (*continuous flow*) melalui produksi atau rantai pasok dibandingkan dengan pergerakan barang dalam jumlah yang besar.
4. *Pull System*. Manajemen rantai permintaan untuk mencegah produksi barang yang berlebihan sehingga menambah jumlah inventori.
5. *Perfection*. Mengeliminasi elemen *non-value-adding* (*waste*) merupakan sebuah proses dari perbaikan secara terus-menerus.

Prinsip *lean manufacturing* mendefinisikan nilai produk / jasa yang dirasakan oleh pelanggan dan kemudian membuat aliran proses menyesuaikan keinginan pelanggan dan berjuang untuk kesempurnaan dengan perbaikan secara terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan dengan memilah mana yang termasuk aktivitas *Value Added* (VA) dan *Non Value Added* (NVA) (Sundar, et al., 2014). Sehingga fokus utama dalam *lean manufacturing* yaitu dengan mengurangi jumlah pemborosan sehingga dalam aliran produksi hanya ada aktivitas *value added* saja atau jumlah aktivitas *non value added* dapat berkurang.

Pull system atau dapat disebut sistem tarik diartikan sebagai sistem yang segala sesuatu yang terdapat pada sistem tersebut disesuaikan dengan permintaan pelanggan. Secara sederhana dalam sistem tarik adalah tidak ada produsen (*upstream*) yang harus menghasilkan barang atau jasa sampai pelanggan (*downstream*) yang memintanya, karena

itu baik dalam jumlah besar maupun kecil, produksi berarti produsen hanya membuat apa yang dipesan oleh konsumen (Neha, et al., 2013)

2.1.2. Value Stream Mapping

Value stream merupakan sekumpulan seluruh aktivitas spesifik yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk yang spesifik melalui tiga pekerjaan utama dalam manajemen suatu bisnis yang terdiri dari (1) pemecahan masalah (*problem solving*), (2) manajemen informasi (*information management*) dan (3) perubahan bentuk secara fisik (*physical transformation*) (Sundar, et al., 2014). Metode *Value Stream Mapping* merupakan salah satu alat dalam *lean manufacturing* untuk memetakan aliran produksi yang ada serta mengidentifikasi proses yang mengandung pemborosan sehingga pemborosan yang ada dapat dihilangkan. (Khannan & Haryono, 2015).

Definisi *value stream mapping* (VSM) adalah proses pemetaan arus material dan informasi yang diperlukan untuk mengkoordinasikan kegiatan yang dilakukan oleh produsen, pemasok dan distributor untuk mengantarkan produk ke pelanggan (Sundar, et al., 2014). Dengan *value stream mapping* ini dapat memberikan informasi mengenai aliran proses maupun aliran informasi pembuatan produk berupa barang atau jasa yang berasal dari produsen hingga produk tersebut sampai di tangan konsumen. Keuntungan dari VSM adalah dapat memvisualisasikan proses, mulai dari aliran material hingga aliran informasi yang dibutuhkan dalam sebuah proses sehingga dapat terlihat atau ditemukan waste yang muncul (Yansen & Bendatu, 2013).

Value stream mapping menggambarkan arus produk yang sebenarnya melalui sumber daya manufaktur dan menemukan area penting yang dapat dilakukan perbaikan (Neha, et al., 2013). VSM mengelompokkan seluruh aktivitas pada rantai produksi menjadi aktivitas *value added* dan *non value added*, sehingga dapat diketahui aktivitas mana yang akan memberikan nilai tambah dan yang tidak akan memberikan nilai tambah untuk menentukan langkah-langkah apa saja untuk mengeliminasi pemborosan yang ada (Hidayat, et al., 2014). Oleh karena itu VSM membantu mengidentifikasi, mendemonstrasikan dan mengurangi pemborosan dalam proses (Sheth, et al., 2014). Terdapat 7 alat yang membantu dalam

perancangan *value stream mapping* dengan kegunaan yang berbeda-beda yang terdiri dari (Hines & Rich, 1997):

1. *Process Activity Mapping* (PAM)

Process activity mapping akan memberikan gambaran aliran fisik dan informasi, waktu yang diperlukan untuk setiap aktivitas, jarak yang ditempuh dan tingkat persediaan produk dalam setiap tahap produksi. Kemudahan identifikasi aktivitas terjadi karena adanya penggolongan aktivitas menjadi lima jenis yaitu operasi, transportasi, inspeksi, *delay* dan penyimpanan. Operasi dan inspeksi adalah aktivitas yang bernilai tambah. Sedangkan transportasi dan penyimpanan berjenis penting tetapi tidak bernilai tambah. Adapun *delay* adalah aktivitas yang dihindari untuk terjadi sehingga merupakan aktivitas berjenis tidak bernilai tambah.

Process activity mapping terdiri dari beberapa langkah sederhana: (1) dilakukan analisa awal untuk setiap proses yang ada, (2) mengidentifikasi *waste* yang ada, (3) mempertimbangkan proses yang dapat dirubah agar urutan proses bisa lebih efisien, (4) mempertimbangkan pola aliran yang lebih baik dan (5) mempertimbangkan segala sesuatu untuk setiap aliran proses yang benar-benar penting saja

2. *Supply Chain Response Matrix* (SCRM)

SCRM memberikan gambaran kondisi *lead time* untuk setiap proses dan jumlah persediaan. Dengan *tool* ini, pemantauan terjadinya peningkatan atau penurunan *lead time* (waktu distribusi) dan jumlah persediaan pada tiap area aliran rantai pasok dapat dilakukan. Adanya pemetaan tersebut akan lebih memudahkan manajer distribusi untuk mengetahui pada area mana aliran distribusi dapat direduksi *lead time*-nya dan dikurangi jumlah persediaannya.

3. *Production Variety Funnel* (PVF)

Metode ini berguna untuk mengetahui pada area mana terjadi *bottleneck* dari *input* bahan baku, proses produksi sampai pengiriman ke konsumen. Ada beberapa karakteristik yang berhasil dirumuskan karena adanya perbedaan proses produksi di industri dengan *production variety funnel*. Jenis pabrik “I” adalah jenis pabrik yang produksinya cenderung tidak berubah dari item produk yang beragam seperti industri kimia. Jenis pabrik “V” adalah jenis pabrik yang jumlah bahan bakunya terbatas akan

tetapi variasi produknya banyak, seperti industri tekstil dan metal. Jenis pabrik “A” bertolak belakang dengan jenis pabrik “V”, dimana jenis bahan bakunya banyak akan tetapi produk jadinya relatif terbatas seperti industri pesawat terbang. Adapun jenis pabrik “T” berkarakteristik produk jadinya relatif beragam dari jumlah komponen yang terbatas, seperti industri elektronik dan rumah tangga.

4. *Quality Filter Mapping (QFM)*

Pendekatan QFM adalah *tool* baru yang didesain untuk mengidentifikasi masalah kualitas pada area aliran rantai pasok perusahaan. Hasil identifikasi menunjukkan adanya 3 jenis *defect* dari kualitas yaitu (1) *product defect*, (2) *scrap defect*, dan (3) *service defect*. *Product defect* merupakan cacat fisik produk yang tidak berhasil diseleksi pada saat proses inspeksi sehingga lolos ke konsumen. *Scrap defect* merupakan cacat yang berhasil diseleksi pada saat proses inspeksi. Sedangkan *service defect* merupakan masalah yang ditemukan oleh konsumen pada saat pemakaian produk akan tetapi tidak secara langsung berhubungan dengan produk yang dihasilkan tetapi lebih kepada pelayanan yang diberikan dari perusahaan.

5. *Demand Amplification Mapping (DAM)*

DAM adalah *tool* yang sering digunakan pada disiplin ilmu sistem dinamik. Hasil penelitian Burbidge (1984) menunjukkan bahwa jika permintaan dikirim dari serangkaian persediaan yang dimiliki menggunakan pengendalian stok order, akan memperlihatkan adanya amplifikasi dari variasi permintaan akan meningkat untuk setiap transfer. Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan persediaan sangat penting dalam mengantisipasi adanya perubahan permintaan. *Tool* ini dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dan analisis kedepan untuk meredesain konfigurasi aliran nilai, mengatur fluktuasi permintaan sehingga permintaan yang ada dapat dikendalikan.

6. *Decision Point Analysis (DPA)*

Tool DPA sering digunakan pada pabrik yang berkarakteristik produk jadinya relatif beragam dari jumlah komponen yang terbatas, seperti industri elektronik dan rumah tangga. Akan tetapi pada perkembangannya juga digunakan pada industri lain. Titik keputusan adalah titik dimana tarikan permintaan aktual memberikan cara untuk

mendorong adanya peramalan. Adanya informasi titik keputusan akan berguna untuk mengerti dimana terjadinya kekeliruan penentuan titik keputusan.

Ada 2 alasan penting mengapa *tool* ini digunakan. Pertama, untuk jangka pendek, informasi yang ada memungkinkan memprediksi proses yang beroperasi baik dari hilir maupun hulu dari titik keputusan yang ada. Kedua, untuk kepentingan jangka panjang, informasi yang ada digunakan untuk mendesain skenario untuk memperlihatkan operasi dari aliran nilai jika titik keputusan tersebut berubah. Harapannya akan memberikan desain skenario yang lebih baik dibanding desain sebelumnya.

7. *Physical Structure Mapping (PSM)*

Tool ini merupakan tool baru yang berguna mengetahui fakta apa yang terjadi pada aliran rantai pasok secara keseluruhan dan mengetahui level dari industrinya. Adanya pengetahuan dari tool ini, akan sangat berguna mengapresiasi seperti apa industri kita sekarang, mengerti bagaimana perusahaan beroperasi, dan dapat memperhatikan secara langsung pada area mana perlu perhatian khusus untuk dikembangkan.

Ada 2 bagian pada *tool* ini yaitu struktur volume dan struktur biaya. Pada bagian diagram pertama menunjukkan struktur industrinya antara area pemasok dan distribusi dengan variasi yang bertingkat. Bagian diagram pemetaan kedua dari industri menggambarkan biaya yang dikeluarkan perusahaan dari biaya bahan baku sampai dengan perakitan. Pada diagram ini juga memiliki hubungan langsung dengan proses-proses yang terjadi di perusahaan yang berkarakteristik *value-adding*.

2.1.2.1. *Current State Map*

Current state map adalah gambaran kondisi operasi yang terjadi pada proses saat ini. *Current state map* akan menggambarkan seluruh proses dari awal hingga akhir, sehingga memudahkan dalam pemahaman proses produksi dan sumber inisiatif *improvement*. (Rother & Shook, 2009). Sehingga dalam proses pemetaan proses produksi, maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat *current state map*. Menurut (Rother & Shook, 2009), tahap pembuatan *current state map* adalah sebagai berikut:

1. Penentuan *Family Product*

Tahap ini merupakan tahap awal dalam membuat *current state map*. Setelah mengetahui konsep mengenai *Lean*, makatahap ini perlu menentukan produk yang akan menjadi *model line* sebagai target perbaikannya. Tujuannya adalah agar penggambaran sistem focus pada satu produk saja yang bisa dianggap sebagai acuan dan representasi dari sistem produksi yang ada. mengidentifikasi *family product* dapat dilakukan baik dengan menggunakan produk dan matriks proses untuk mengklasifikasikan langkah proses yang sama untuk produk yang berbeda. Untuk menentukan *family product* mana yang akan dipetakan tergantung keputusan perusahaan yang dapat ditentukan dari pandangan bisnis seperti tingkat penjualan atau menurut focus perusahaan (Lovelley, 2001)

2. Pembuatan *Value Stream Manager*

Untuk melihat *value stream* suatu produk secara keseluruhan tentunya perusahaan perlu dilihat sebagai satu kesatuan yang utuh, sehingga batasan-batasan organisasi dalam perusahaan perlu diterobos. Karena pada dasarnya perusahaan cenderung terorganisir untuk setiap departemen atau proses dan bukan berdasarkan rata-rata karena penting untuk menggunakan gambar actual daripada rata-rata historis yang disediakan oleh perusahaan. Untuk setiap pembuatan data *box*, maka ukuran-ukuran yang diperlukan antara lain:

- a. *Cycle Time (C/T)*, menyatakan waktu yang dibutuhkan oleh satu operator untuk menyelesaikan seluruh elemen atau kegiatan kerja dalam membuat satu *part* sebelum mengulangi kegiatan untuk membuat *part* berikutnya.
- b. *Change-Over Time (C/O)*, menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk merubah posisi (*switch*) dari memproduksi satu jenis produk menjadi produk yang lainnya.
- c. *Uptime*, menyatakan kapasitas mesin yang digunakan dalam mengerjakan satu proses. Kapasitas mesin bersifat *on demand machine uptime* yang berarti informasi mesin ini tetap.
- d. Jumlah operator, menyatakan jumlah orang yang dibutuhkan saat mengerjakan satu proses.

- e. Waktu Kerja, menyatakan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk setiap *shift* pada suatu proses sesudah dikurangi waktu istirahat (*break*), waktu rapat (*meeting*) dan waktu membersihkan area kerja.

3. Pembuatan Peta Aliran Material dan Informasi

Kesatuan peta alur *value stream* juga mencakup aliran material dan aliran informasi yang harus ada dalam peta. Penggambaran pengiriman dan *leadtime* dari bahan mentah hingga produk jadi yang telah ada di *shipping-end* untuk dikirim ke konsumen. Dengan demikian *current state map* sudah dianggap lengkap.

2.1.2.2. *Future State Map*

Tujuan dari *value stream mapping* adalah untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi sumber waste dengan penerapan *proposed state value stream* yang dapat menjadi kenyataan dalam jangka waktu dekat. Tujuannya adalah membangun rantai produksi sesuai dengan konsep *lean* dimana tiap proses terhubung langsung dengan permintaan dari konsumen baik dengan *continuous flow* maupun dengan *pull system* dan setiap proses seoptimal mungkin untuk memproduksi sesuai dengan apa yang diminta konsumen dengan jumlah dan waktu yang tepat (Rother & Shook, 2009). *Future State Map* diperoleh berdasarkan analisis dari *current state map* yang telah dibuat sebelumnya dan dengan menerapkan *tool* yang sesuai untuk digunakan. Berikut adalah langkah pembuatan *future state map* (Rother & Shook, 2009):

1. Penentuan *Takt Time*

Takt time menyatakan seberapa sering seharusnya perusahaan memproduksi satu produk dalam sehari berdasarkan rata-rata harian penjualan produk agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen.

$$Takt\ Time\ (TT) = \frac{Waktu\ Kerja\ per\ Hari}{Jumlah\ Permintaan\ per\ Hari}$$

Takt time digunakan untuk menyelaraskan langkah produksi dengan langkah penjualan sebagai suatu proses utama. *Takt time* merupakan nilai petunjuk berapa jumlah produk dalam satu proses harus diproduksi

2. Implementasi dan Mengembangkan Aliran Kontinu (*Continous Flow*)

Continous flow menunjukkan proses untuk memproduksi suatu produk dalam satu waktu, dimana setiap *item* dengan segera melewati satu proses ke proses berikutnya tanpa adanya stagnasi (maupun pemborosan) diantara proses tersebut.

3. Menggunakan *Supermarket* Untuk Mengontrol Produksi saat Aliran Kontinu

Ada kalanya beberapa area dalam *value-stream* dimana *continuous flow* tidak mungkin diimplementasikan sementara pengelompokan diperlukan. Pengendalian produksi sering melalui *supermarket* berbasis *pull-systems*. *Pull systems* biasanya perlu diletakkan di area *continuous flow*-nya terganggu serta proses yang sifatnya *upstream* masih harus diterapkan dalam satu *batch*. Tujuan meletakkan *pull-system* diantara dua proses adalah sebagai sarana untuk memberikan instruksi produksi yang akurat terhadap proses yang sifatnya *upstream*, tanpa perlu mencoba memprediksi permintaan *downstream* dan menjadwalkan proses yang *upstream*.

4. Menggunakan *Supermarket Pull System*

Dengan *supermarket pull system*, maka hanya akan dibutuhkan satu poin penjadwalan dalam *value-stream* yang dibuat secara *door-to-door* yang disebut dengan proses utama (*peacemaker process*). Hal ini dikarenakan bagaimana pengontrolan produksi dilakukan pada proses ini, akan menentukan keseluruhan proses *upstream*. *Peacemaker process* akan menentukan elemen-elemen apa dalam *value-stream* yang akan menjadi bagian *lead-time* dari pesanan konsumen menuju produk jadi atau *finished goods*.

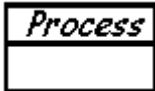
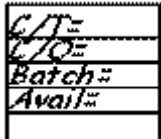
5. Membangun level produksi yang konsisten

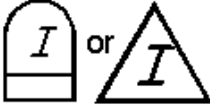
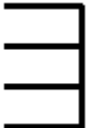
Volume kerja yang berubah besar menyebabkan munculnya *overtime* (waktu lembur) yang tidak menentu yang menyebabkan tambahan beban di mesin, orang dan supermarket. Oleh karena itu dibuat satu level produksi perintis yang dapat menangani aliran produksi yang bisa diprediksi dan membantu mengatasi masalah serta mampu melakukan pengambilan tindakan perbaikan yang cepat.

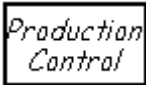
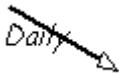
2.1.2.3. Simbol-Simbol VSM

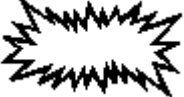
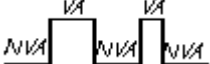
Terdapat seperangkat simbol yang digunakan dalam *value stream mapping*. Namun, VSM tidak memiliki simbol secara standar sehingga mungkin ada beberapa simbol baru untuk menggambarkan sistem yang sedang dilakukan pemetaan. Berikut adalah beberapa simbol-simbol VSM yang pada umumnya digunakan (Rother & Shook, 2009):

Tabel 2. 1 Simbol-Simbol dalam VSM

Nama	Lambang	Fungsi
<i>Process Symbols</i>		
<i>Customer/ Supplier</i>		Simbol ini mewakili <i>supplier</i> ketika simbol ini berada pada posisi kiri atas dan digunakan untuk memuai aliran material. Simbol ini mewakili konsumen ketika simbol ini berada pada posisi kanan atas dan digunakan pada akhir aliran bahan.
<i>Dedicated Process Flow</i>		Menyatakan proses, operasi, mesin atau departemen yang melalui aliran material. Secara khusus, untuk menghindari pemetaan setiap langkah proses yang tidak diinginkan, maka lambang ini biasanya merepresentasikan satu departemen dengan aliran internal yang kontinu.
<i>Shared Process</i>		Menyatakan operasi proses, departemen atau stasiun kerja dengan <i>family-family</i> yang saling berbagi dalam <i>value stream</i> . Perkiraan jumlah operator yang dibutuhkan dalam <i>value stream</i> dipetakan, bukan sejumlah operator yang dibutuhkan untuk memproduksi seluruh produk.
<i>Data Box</i>		Lambang ini memiliki lambing-lambang didalamnya yang menyatakan informasi / data

Nama	Lambang	Fungsi
<i>Workcell</i>		yang dibutuhkan untuk menganalisis dan mengamati sistem. Mengindikasikan banyak proses yang terintegrasi dalam sel-sel kerja manufaktur, seperti sel-sel yang biasa memproses <i>family</i> terbatas dari produk tunggal. Produk berpindah dari satu langkah proses ke langkah proses lain dalam berbagai <i>batch</i> yang kecil atau bagian-bagian tunggal.
<i>Material Symbols</i>		
<i>Inventory</i>		Simbol ini menunjukkan adanya inventori di antara dua proses. Pada pembuatan <i>current state</i> VSM, jumlah inventori dapat ditentukan dengan perhitungan cepat dan jumlah tersebut ditulis di bawah simbol. Simbol ini juga menunjukkan inventori dari bahan baku dan <i>finish goods</i>.
<i>Shipments</i>		Simbol ini menunjukkan pergerakan bahan baku dari <i>supplier</i> menuju <i>unloading dock</i> pabrik/pergerakan dari <i>finish goods</i> menuju <i>loading dock</i> pabrik menuju konsumen.
<i>Push Arrow</i>		Simbol ini menunjukkan adanya aliran material dari satu proses ke proses selanjutnya dengan sistem <i>push</i>. Sistem <i>push</i> menunjukkan bahwa suatu proses tidak memproduksi produk berdasarkan permintaan dari proses sesudahnya (<i>downstream process</i>).
<i>Supermarket</i>		Simbol ini menunjukkan adanya inventori “<i>supermarket</i>”. Maksudnya tersedia sejumlah inventori dimana satu atau lebih <i>downstream process</i> akan mengambil produk dalam inventori

Nama	Lambang	Fungsi
<i>Material Pull</i>		sejumlah yang dibutuhkan. <i>Upstream process</i> akan melangkapi stok sesuai kebutuhan.
<i>FIFO Lane</i>		Simbol ini berhubungan dengan <i>downstream process</i> , dimana simbol ini menunjukkan adanya pergerakan fisik material.
<i>Safety Stock</i>		Simbol ini menunjukkan suatu kegiatan FIFO (<i>First In First Out</i>). Misalnya kegiatan pergerakan material pada <i>conveyor</i> .
<i>External Shipment</i>		Simbol ini menunjukkan indikasi <i>safety stock</i> sementara untuk mencegah masalah dalam hal kegagalan sistem atau masalah lainnya.
<i>Information Symbols</i>		
<i>Production Control</i>		Simbol ini menunjukkan adanya pengiriman dari <i>supplier</i> atau pengiriman kepada konsumen dengan menggunakan transportasi eksternal.
<i>Manual Info</i>		Kotak ini menunjukkan adanya suatu penjadwalan produksi atau departemen atau pihak yang mengontrol produksi.
<i>Electronic Info</i>		Garis ini menunjukkan adanya aliran informasi secara manual, dapat berasal dari memo, laporan, atau percakapan. Frekuensi aliran informasi dapat dicantumkan.
<i>Production Kanban</i>		Garis ini menunjukkan adanya aliran informasi dengan menggunakan media elektronik seperti fax, telepon, <i>e-mail</i> , <i>conference call</i> , dan lain-lain. Frekuensi aliran informasi dapat dicantumkan.
		Simbol ini menunjukkan bahwa produksi perlu menyuplai <i>part</i> untuk <i>downstream process</i> .

Nama	Lambang	Fungsi
<i>Signal Kanban</i>		Simbol ini digunakan ketika level inventori pada “supermarket” di antara dua proses berada pada titik minimum. Ketika signal kanban tiba pada proses pensuplai, menunjukkan adanya pergantian dan dilakukan produksi sejumlah <i>part</i> yang telah ditentukan sebelumnya pada kanban.
<i>Load Leveling</i>		Simbol ini menunjukkan sejumlah kanban yang digunakan untuk meratakan volume produksi dengan cara melakukan penjadwalan.
<i>Go See</i>		Simbol ini menunjukkan adanya kegiatan mengumpulkan informasi secara visual.
<i>Verbal Information</i>		Simbol ini menggambarkan aliran informasi <i>verbal</i> atau personal
<i>General Symbols</i>		
<i>Kaizen Burst</i>		Simbol ini digunakan untuk menandai adanya rencana perbaikan pada suatu proses secara spesifik untuk mencapai <i>future state</i> VSM.
<i>Operator</i>		Ini adalah simbol untuk seorang pekerja. Hal ini ditambahkan ke kotak proses untuk menunjukkan seorang pekerja menyelesaikan sebagian atau seluruh proses tugas.
<i>Timeline</i>		Segmen garis waktu menunjukkan waktu yang bernilai tambah dan waktu yang tidak memiliki nilai tambah. Waktu yang bernilai tambah merupakan waktu siklus pengolahan, dan waktu yang tidak memiliki nilai tambah adalah waktu menunggu.

Nama	Lambang	Fungsi
Phone		Ini merupakan pengumpulan informasi melalui telepon.

2.1.3. Pendekatan Sistem

Sebuah sistem didefinisikan sebagai kumpulan dari entitas, seperti manusia atau mesin, yang saling berinteraksi satu sama lain sehingga menghasilkan suatu logika tertentu (Kelton, et al., 2007). Sistem merupakan rangkaian komponen dikoordinasikan untuk mencapai serangkaian tujuan, yang memiliki karakteristik meliputi; komponen atau sesuatu yang dapat dilihat, didengar atau dirasakan; proses, kegiatan untuk mengkoordinasikan komponen yang terlihat dalam sebuah sistem; tujuan, sasaran akhir yang ingin dicapai dari kegiatan koordinasi komponen tersebut (Krismiaji, 2010). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa setidaknya ada tiga hal penting berkaitan dengan sistem yaitu objek atau elemen, interdependensi (interaksi), dan tujuan.

Sistem dikategorikan menjadi dua tipe, yaitu diskrit dan kontinu. Sistem diskrit terjadi ketika salah satu keadaan variabel berubah seketika dalam poin waktu tertentu sedangkan sistem kontinu terjadi ketika salah satu keadaan variabel berubah secara terus menerus terhadap perubahan waktu (Nashrulhaq, et al., 2014). Untuk merancang suatu sistem baru ataupun mengembangkan suatu sistem yang telah ada, perlu memperhatikan prinsip-prinsip perancangan atau disebut sebagai *systems engineering* yaitu:

1. Identifikasi masalah yang ada
2. Merencanakan alternative solusi
3. Mengevaluasi alternative solusi yang ada
4. Memilih dan implementasi solusi terbaik yang dipilih

2.1.4. Simulasi

Model memegang peranan penting di bidang ilmu pengetahuan. Biasanya dari segi ekonomi untuk menghemat (waktu, biaya) ataupun komoditi berharga lainnya (Mananoma & Widandi,

2008). Menurut (Philips, et al., 1976) dalam *operation research*, yang dimaksudkan dengan model adalah representasi sederhana dari sesuatu yang nyata sehingga dengan ini menunjukkan bahwa model selalu tidak sempurna. Model dibuat dengan cara menggambarkan kembali secara sederhana suatu sistem sehingga suatu sistem tersebut dapat mudah dipahami hanya dengan mempelajari modelnya saja. Pada satu sistem yang sama dapat dibuat menjadi beberapa model yang berbeda, tergantung pada persepsi analis, kemampuan, dan sudut pandang analis sistem yang bersangkutan karena pada dasarnya model adalah suatu representasi yang memadai dari sebuah sistem (Saleh, 2006)

Dengan demikian menjadi jelas bahwa untuk kondisi tertentu biasanya perlu membangun sebuah model yang mewakili sistem nyata serta mempelajarinya sebagai pengganti sistem nyata (Trenggonowati, 2015). Pemodelan bisa juga dilakukan untuk menghindari resiko kerusakan sistem nyata. Pemodelan adalah cara untuk mengembangkan representasi sederhana dari sistem yang kompleks dengan tujuan untuk menyediakan prediksi dari ukuran performa sistem (Sugiarto & Buliali, 2012). Dua pendekatan dasar dalam menyelesaikan model-model perencanaan yaitu simulasi dan optimasi (Loucks, et al., 1981). Simulasi dianggap sebagai metode yang paling luas penggunaannya dalam mengevaluasi berbagai alternatif karena teknik ini mengandalkan cara coba-banding (*trial-and-error*) untuk memperoleh hasil yang mendekati optimal.

Metode simulasi telah banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja suatu sistem produksi manufaktur maupun sistem pelayanan/jasa. Simulasi merupakan tiruan proses operasi dari sebuah kondisi nyata atau sistem dari waktu ke waktu (Banks, et al., 2004). Simulasi digunakan untuk menggambarkan dan menganalisa perilaku dari sebuah sistem, menanyakan pertanyaan bagaimana jika (*“what if”*) tentang sistem nyata, dan membantu dalam proses *design of real systems* (Nashrulhaq, et al., 2014). Model simulasi adalah alternatif yang tepat dalam menggambarkan suatu sistem yang kompleks, terutama ketika model matematik analitik sulit dilakukan (Law, 2007).

Dalam pembuatan model simulasi, diperlukan penentuan elemen-elemen dasar seperti ditunjukkan berikut ini (Bowden, et al., 2003)

1. *Locations*, merupakan suatu lokasi yang diperlukan untuk menerima kedatangan suatu entities, dan juga memproses suatu *entities* sehingga memiliki nilai tambah.

2. *Entities*, merupakan suatu komponen atau objek yang akan masuk ke dalam sistem. Di dalam sistem, entities ini akan diproses, setelah itu entities akan meninggalkan sistem.
3. *Arrivals*, merupakan bagian yang menjadwalkan karakteristik kedatangan dari masing-masing entities, seperti waktu antar kedatangan, jumlah kedatangan, dan sebagainya.
4. *Attributes dan Variables*, dimana *Attributes* adalah sebuah *tag numeric* yang dibawa/dikenakan kepada *entity* ataupun *location*, yang berfungsi untuk memberikan suatu karakteristik unik pada objek yang dikenakannya. Sedangkan *variables* terdiri dari dua tipe, yaitu *global* dan *local*
5. *Processing*, merupakan bagian yang mendefinisikan *logic/proses* yang akan dialami oleh sebuah *entities* pada suatu lokasi tertentu, dan kemudian *logic/proses* perpindahan *entities* ke lokasi selanjutnya.

Pemahaman utama adalah bahwa simulasi bukanlah alat optimasi yang memberi suatu keputusan hasil, namun hanya merupakan alat pendukung keputusan (*decision support system*) (Saleh, 2006). Simulasi menghilangkan biaya yang mahal, penggunaan waktu yang lama, dan menghindari kesalahan yang biasa dilakukan pada teknik coba-coba (Banks, et.al., 1996). Sebuah model simulasi dikembangkan untuk mempelajari bagaimana kerja suatu sistem yang berkembang dari waktu ke waktu. Langkah-langkah dalam membangun model simulasi adalah sebagai berikut (Altiok & Melamed, 2007):

1. Menganalisis masalah dan mengumpulkan informasi
2. Mengumpulkan data
3. Membangun model
4. Melakukan verifikasi model
5. Melakukan validasi model
6. Mendesain dan membuat skenario simulasi
7. Melakukan analisis output
8. Membuat rekomendasi akhir

Cara simulasi bekerja sangat bergantung pada jenis model simulasi yang digunakan. Terdapat beberapa cara untuk mengategorikan smodel simulasi. Pada dasarnya model simulasi dikelompokkan dalam tiga dimensi yaitu [Law and Kelton, 1991] :

1. Model Simulasi Statis dengan Model Simulasi Dinamis.

Model simulasi statis digunakan untuk mempresentasikan sistem pada saat tertentu atau sistem yang tidak terpengaruh oleh perubahan waktu. Sedangkan model simulasi dinamis digunakan jika sistem yang dikaji dipengaruhi oleh perubahan waktu.

2. Model Simulasi Deterministik dengan Model Simulasi Stokastik

Jika model simulasi yang akan dibentuk tidak mengandung variabel yang bersifat random, maka model simulasi tersebut dikatakan sebagai simulasi deterministik. Pada umumnya sistem yang dimodelkan dalam simulasi mengandung beberapa input yang bersifat random, maka pada sistem seperti ini model simulasi yang dibangun disebut model simulasi stokastik.

3. Model simulasi Kontinu dengan Model Simulasi Diskrit.

Untuk mengelompokkan suatu model simulasi apakah diskret atau kontinyu, sangat ditentukan oleh sistem yang dikaji. Suatu sistem dikatakan diskret jika variabel sistem yang mencerminkan status sistem berubah pada titik waktu tertentu, sedangkan sistem dikatakan kontinyu jika perubahan variabel sistem berlangsung secara berkelanjutan seiring dengan perubahan waktu.

Ada berbagai keuntungan yang bisa diperoleh dengan memanfaatkan simulasi, yaitu sebagai berikut:

1. Menghemat Waktu (*Compress Time*)

Kemampuan di dalam menghemat waktu ini dapat dilihat dari pekerjaan yang bila dikerjakan akan memakan waktu tahunan tetapi kemudian dapat disimulasikan hanya dalam beberapa menit, bahkan dalam beberapa kasus hanya dalam hitungan detik. Kemampuan ini dapat dipakai oleh para peneliti untuk melakukan berbagai pekerjaan desain operasional yang mana juga memperhatikan bagian terkecil dari waktu untuk kemudian dibandingkan dengan yang terdapat pada sistem yang nyata berlaku.

2. Dapat Melebarluaskan Waktu (*Expand Time*)

Hal ini terlihat dalam dunia statistik dimana hasilnya diinginkan dapat disajikan dengan cepat. Simulasi dapat digunakan untuk menunjukkan perubahan struktur dari suatu Sistem Nyata (*Real System*) yang sebenarnya tidak dapat diteliti pada waktu yang seharusnya (*Real Time*). Dengan demikian simulasi dapat membantu mengubah *Real System* hanya dengan memasukkan sedikit data.

3. Dapat Mengawasi Sumber-sumber yang Bervariasi (*Control Source of Variation*)
Kemampuan pengawasan dalam simulasi ini tampak terutama apabila analisa statistik digunakan untuk meninjau hubungan antara *variable* bebas (*independent*) dengan *variable* terkait (*dependent*) yang merupakan faktor-faktor yang akan dibentuk dalam percobaan. Hal ini dalam kehidupan sehari-hari merupakan suatu kegiatan yang harus dipelajari dan ditangani dan tidak dapat diperoleh dengan cepat.
4. Mengoreksi Kesalahan-kesalahan Perhitungan (*Error in Measurement Correction*)
Dalam prakteknya, pada suatu kegiatan atau pun percobaan dapat saja muncul ketidakbenaran dalam mencatat hasil-hasilnya. Sebaliknya, dalam simulasi komputer jarang ditemukan kesalahan perhitungan terutama bilangan angka-angka diambil dari komputer secara teratur dan bebas. Komputer mempunyai kemampuan untuk melakukan perhitungan dengan akurat.
5. Dapat Dihentikan dan Dijalankan Kembali (*Stop Simulation and Restart*)
Simulasi komputer dapat dihentikan untuk kepentingan peninjauan ataupun pencatatan semua keadaan yang relevan tanpa berakibat buruk terhadap program simulasi tersebut. Dalam dunia nyata, percobaan tidak dapat dihentikan begitu saja. Dalam simulasi komputer, setelah dilakukan penghentian maka kemudian dapat dengan cepat dijalankan kembali (*restart*).
6. Mudah Diperbanyak (*Easy to Replicate*)
Dengan simulasi komputer percobaan dapat dilakukan setiap saat dan dapat diulang-ulang. Pengulangan dilakukan terutama untuk mengubah berbagai komponen dan variabelnya, seperti dengan perubahan pada parameternya, perubahan pada kondisi operasinya, ataupun dengan memperbanyak outputnya.

2.1.5. Produktivitas

Dalam rangka meningkatkan kualitas produk sebaiknya perusahaan memikirkan cara untuk meningkatkan produktivitas dengan tetap memperhatikan kualitas. Produktivitas dianggap sebagai faktor yang mempengaruhi kualitas berkembangnya suatu perusahaan. Usaha untuk mengukur seberapa baik sebuah perusahaan berdasarkan penggunaan sumber dayanya dapat disebut sebagai produktivitas (Putri, et al., 2015). Dalam upaya peningkatan produktivitas ini

segala hal yang termasuk dalam kegiatan ketidakefesiensian perlu dikurangi dan bahkan dihilangkan (Pujotomo & Rusanti, 2015).

$$Produktivitas = \frac{output}{input}$$

Umumnya produktivitas dianggap sebagai perbandingan antara sumber daya yang masuk dengan hasil yang dikeluarkan. Produktivitas kerja didefinisikan sebagai perbandingan(rasio) antara output per input. Dengan diketahui nilai (indeks) produktivitas, maka akan diketahui pula seberapa efisien pula sumber – sumber input telah berhasil di eliminasi (Wignjosoebroto, 2003). Sehingga perusahaan harus mampu untuk meningkatkan jumlah *output* dengan memperkecil jumlah *input*. Hal ini dikarenakan kegiatan ketidakefesiensian tersebut akan mempengaruhi jumlah *input* saat produksi sehingga dapat menurunkan indeks produktivitas.

Terdapat beberapa cara yang dapat diterapkan dalam upaya meningkatkan indeks produktivitas, yaitu (Sastrowinoto, 1985) :

1. Tingkatkan input, dengan catatan peningkatan output yang terjadi jauh lebih besar.
2. Input tetap, namun output yang dihasilkan meningkat.
3. Turunkan input, dengan catatan turunya output yang dihasilkan jauh lebih sedikit.
4. Turunkan input, namun output tetap.
5. Turunkan input, namun output yang dihasilkan bertambah.

Produktivitas yang tinggi akan menciptakan efisiensi dalam kegiatan operasional perusahaan, yang mana tingkat produktivitas itu sendiri sangat dipengaruhi oleh kinerja pegawai perusahaan tersebut (Riggs, 1987). Akan tetapi pada nyatanya sumber daya manusia sebagai faktor produksi, yang merupakan *input*, masih perlu ditingkatkan lebih baik lagi, agar mampu mengantisipasi kendala dalam persaingan. Upaya peningkatan dan pengembangan kemampuan sumber daya manusia tersebut dapat dilakukan melalui pelatihan dan pembinaan secara terus-menerus.

2.2. Kajian Induktif

Penelitian terdahulu di atas dapat dijadikan sebagai referensi metode dan pembanding dengan penelitian yang dilakukan sekarang. Penelitian ini mengambil referensi dari penelitian mengenai perancangan *lean manufacturing* menggunakan metode *value stream mapping* dengan pendekatan simulasi sebagai suatu alat untuk meningkatkan produktivitas yang terlihat pada tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Tahun	Metode	Hasil
1	Al-Khafaji & Al-Rufaifi	2012	<i>Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Pemodelan Smulasi</i>	Terjadi pengurangan jumlah barang setengah jadi (<i>work in process</i>) sebesar 52% pada inventori dan level proses yang dapat diperoleh dan telah diverifikasi.
2	Stadnicka & Antonelli	2015	<i>Value Stream Mapping, Computer Simulations</i>	Terjadi peningkatan tingkat utilitas yang sebelumnya berdasarkan <i>current state map</i> 36.61% pada PIS dan 36.33% pada PES menjadi 71.84% berdasarkan <i>future state map</i> . Adanya potensi peningkatan performansi sistem dengan mengimplementasikan prinsip lean manufacturing yaitu CONWIP dan control ukuran batch yang mana menyediakan referensi untuk perusahaan.
3	Velarde, et al.	2009	<i>Value Stream Maping</i>	Terjadi penurunan inventori sebesar 15 unit, lead time sebesar 24.39 jam dan waktu proses sebesar 0.45 jam.
4	Manjunath, et al.	2014	<i>Lean Manufacturing, Value Stream Mapping</i>	Terjadi peningkatan performansi kualitas yang terlihat dari pengurangan tingkat <i>scrap</i> sebesar 178%, peningkatan performansi <i>setup</i> dan produksi <i>just in time</i> sebesar 50%, peningkatan suplai <i>just in time</i> dan efisiensi operator sebesar 50% serta utilitas mesin meningkat sebesar 20%
5	Omogbai & Salonitis	2016	<i>Lean Manufacturing, Discrete Event Simulation (DES)</i>	

No	Penulis	Tahun	Metode	Hasil
6	Xia & Sun	2013	<i>Value Stream Mapping, Lean Improvement</i>	Total produksi meningkat hingga 3300 unit dengan waktu kerja selama 22 hari dengan 2 shift pemotongan per hari dan 3 shift perakitan beserta pengemasan per hari, sehingga terjadi peningkatan sebesar 29.5% dari scenario awal.
7	Kulkarni, et al.	2014	<i>Lean Manufacturing, Work Study</i>	Dengan <i>critical lean tools</i> dapat mengklasifikasikan masalah-masalah tersebut dan diaplikasikan untuk mendapatkan hasil peningkatan produktivitas begitu juga dengan margin keuntungan.
8	Hazmi, et al.	2012	<i>Lean Manufacturing</i>	Terdapat sejumlah 41,18% aktivitas <i>non value added</i> pada proses persiapan pencetakan, proses pencetakan, proses pembuatan tube, proses packing box, dan proses wrapping sehingga perbaikannya yaitu menyelenggarakan pelatihan <i>autonomous maintenance</i> dan pembuatan mesin harian yang terjadwal.
9	Khannan & Haryono	2015	<i>Lean Manufacturing, Value Stream Mapping</i>	Peningkatan throughput produksi pada VSM usulan sebesar 77 unit atau sebesar 5.8% dan dalam waktu siklus 602,25 menit sebelum perbaikan bisa digunakan untuk memproduksi 1.322 pcs sarung tangan, setelah perbaikan bisa memproduksi 1.399 pcs.
10	Trenggono wati	2015	Simulasi	Dilakukan penambahan 1 mesin cutting plasma, 2 operator marking, 1 drilling, dan 1 grinding dengan nilai rata-rata output optimal yang dihasilkan sebesar 9290,8 unit.

No	Penulis	Tahun	Metode	Hasil
11	Annisa Nabila	2017	<i>Lean Manufacturing, Value Stream Mapping</i> dan Pemodelan Sistem (Simulasi dengan menggunakan <i>Flexsim</i>)	Kondisi sistem berdasarkan proposed state map produktivitas meningkat menjadi 0.29 unit/orang/jam. Pada skenario 1 produktivitas menjadi 0.34 unit/orang/jam. Pada skenario 2 produktivitas menjadi 0.37 unit/orang/jam.

Berdasarkan penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan metode *Lean Manufacturing* dengan pendekatan *Value Stream Mapping* sebagai alat bantu untuk memetakan alur proses produksi serta mengetahui penempatan perbaikan yang akan dilakukan. Penelitian ini juga menggunakan pendekatan pemodelan sistem yaitu simulasi yang bertujuan untuk mengetahui dampak yang diberikan oleh rencana perbaikan yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pada kelompok kerja *Silent Upright Piano* di PT. Yamaha Indonesia.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

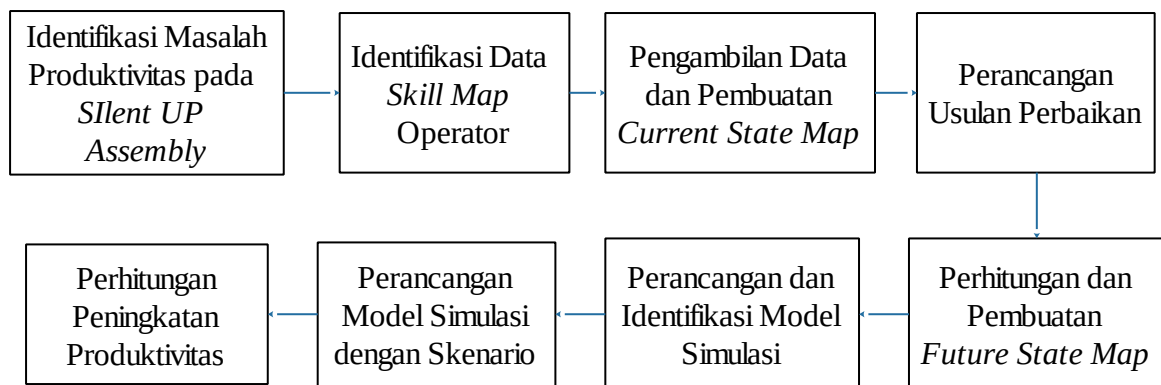
Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif karena penelitian ini menggunakan angka-angka sebagai data masukkan. Dikatakan metode kuantitatif sebab pendekatan yang digunakan di dalam usulan penelitian, proses, hipotesis, turun ke lapangan, analisa data dan kesimpulan data sampai dengan penulisannya menggunakan aspek pengukuran dan kepastian data numerik. Metode penelitian kuantitatif, sebagaimana dikemukakan oleh (Sugiyono, 2012) bahwa metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan.

Penelitian kuantitatif merupakan upaya mengukur variabel-variabel yang ada dalam penelitian untuk kemudian dicari bagaimana korelasi atau hubungan antara variabel tersebut. Pendekatan secara kuantitatif mementingkan adanya variabel-variabel sebagai objek penelitian dan variabel-variabel tersebut harus didefinisikan dalam bentuk operasionalisasi variabel masing-masing. Realibilitas dan validitas merupakan syarat yang harus dipenuhi dalam menggunakan pendekatan ini karena kedua elemen tersebut akan menentukan kualitas penelitian. Berdasarkan keterangan dari beberapa ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa penelitian kuantitatif merupakan kegiatan untuk memperoleh data yang bersifat numerik dimana data tersebut menunjang dalam penyelesaian masalah dalam penelitian. Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode penelitian kuantitatif karena penelitian ini berdasarkan data-data produksi yang didapatkan dengan pengambilan data langsung ke lokasi produksi yang kemudian nantinya data-data tersebut akan digunakan

dalam pemodelan sistem produksi untuk menunjang metode simulasi menggunakan bantuan *software* computer.

3.2. Model Konseptual

Model konseptual penelitian adalah hubungan yang berkaitan antara suatu konsep terhadap konsep lainnya dari masalah yang akan diteliti. Model konseptual juga digunakan untuk menghubungkan dan menjelaskan secara terstruktur mengenai suatu topik penelitian yang akan dilaksanakan. Untuk penelitian ini akan melakukan *lean manufacturing* melalui beberapa rencana perbaikan yang akan diketahui dampaknya terhadap produktivitas dengan menggunakan bantuan *Value Stream Mapping* dan Simulasi yang dijelaskan melalui gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3. 1 Model Konseptual

3.3. Objek Penelitian

Objek penelitian adalah hal yang menjadi sasaran penelitian (Kamus Bahasa Indonesia; 1989: 622). Menurut (Sugiyono, 2012) pengertian objek penelitian yaitu suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya.

Dalam penelitian ini yang menjadi objek penelitian merupakan kelompok kerja *Silent UP*, departemen *Assembly Upright Piano* di PT. Yamaha Indonesia. PT. Yamaha Indonesia

berlokasi di kawasan Jakarta Industrial Estate Pulogadung jalan Rawagelam I/5, Jakarta Timur 13930. *Silent UP* merupakan proses *assembly* pada piano jenis *Silent* sebelum akhirnya masuk ke proses pemasangan *case* piano. *Silent UP* bertugas melakukan pemasangan *key block* piano dan perakitan *electric* hingga proses pengecekan hasil *assembly electric* tersebut.

3.4. 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 pemodelan sistem.

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 area *Assembly Silent Upright Piano* serta melakukan wawancara kepada operator ahli di *Silent Upright Piano* untuk membenarkan hasil pengamatan yang dilakukan.

3.5. Pengumpulan Data

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

3.5.1. Data Primer

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

1. Data alur proses produksi
Data alur proses produksi menunjukkan bagaimana alur proses produksi yang dijalani pada kelompok kerja *Silent Upright Piano* .
2. Data stasiun kerja
Data stasiun kerja menunjukan stasiun kerja yang digunakan data jumlah operator dan pembagian kerja operator
3. Data waktu siklus
Data waktu siklus menunjukan waktu penyelesaian satu siklus pada masing-masing proses.
4. Data inventori
Data inventori menunjukan jumlah inventori pada setiap bagian *workstation*.
5. Data kelonggaran
Data kelonggaran menunjukan besar *allowance* atau kelonggaran yang didapat untuk mengerjakan proses pada setiap stasiun kerja. Data ini didapatkan sebelum dari hasil pengamatan dengan melakukan *work sampling* pada saat bekerja.
6. Data *skill map*
Data *skill map* menunjukkan data kemampuan setiap operator terhadap keseluruhan proses.

3.4.2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data penelitian yang diperoleh tidak secara langsung. Pada penelitian ini menggunakan data yang berasal dari PT. Yamaha Indonesia Berikut merupakan data sekunder yang digunakan pada penelitian ini:

1. Data jam kerja efektif perusahaan

Data jam kerja efektif perusahaan menunjukkan waktu kerja efektif yang digunakan untuk kegiatan produksi dalam satu hari kerja.

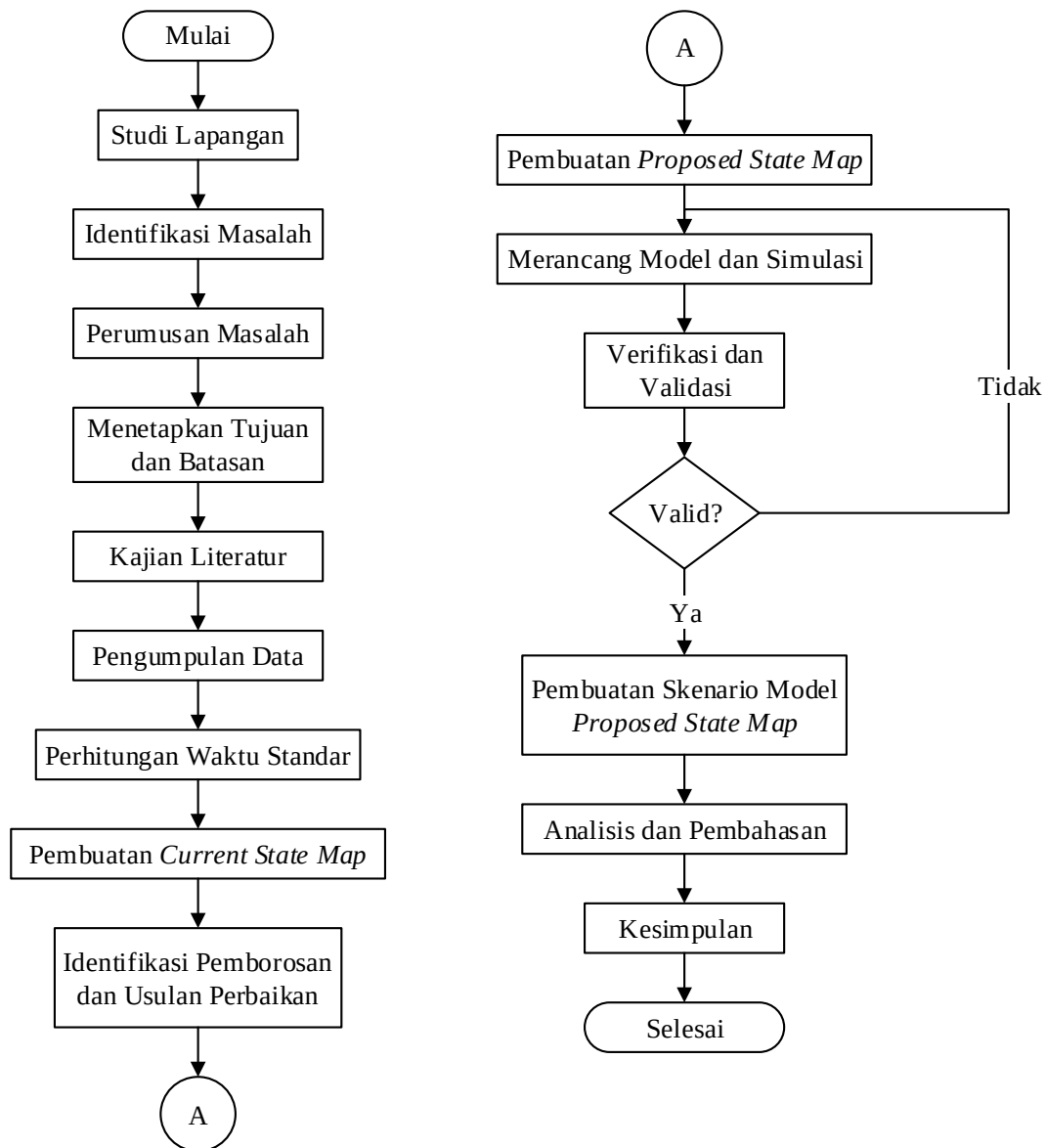
2. Data rencana produksi perusahaan

Data rencana produksi perusahaan menunjukkan rencana jumlah piano (tipe dan warna) yang harus diproduksi selama periode 194 (Maret 2017 – Maret 2018) di setiap bulannya.

3. Data produktivitas *Silent Upright Piano*

Data produktivitas *Silent Upright Piano* menunjukkan besaran nilai produktivitas kelompok kerja *Silent Upright Piano* berdasarkan bulan-bulan sebelumnya. Data ini digunakan sebagai perbandingan produktivitas.

3.6. Alur Penelitian



Gambar 3. 2 Flowchart Alur Penelitian

Berdasarkan gambar 3.1, tahap alur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mengamati 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 berdasarkan hasil studi lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pada kelompok kerja *Silent Upright Piano*.

3. Perumusan Masalah, Tujuan, dan Batasan Masalah

Setelah dilakukan indentifikasi masalah, kemudian dilakukan perumusan masalah sehingga penelitian difokuskan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Perumusan masalah juga berkaitan dengan tujuan yang ingin dicapai dan sebagai acuan dalam penarikan kesimpulan pada penelitian. 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. Kajian literature deduktif yang digunakan terdiri dari *Lean Manufacturing*, *Value Stream Mapping*. Pemodelan Sistem, Simulasi dan Produktivitas.

5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan pada objek penelitian berdasarkan sumber dan jenis data dengan teknik pengumpulan data yang sudah ditentukan sesuai penjelasan diatas.

6. Pengolahan Data

Berikut tahapan pengolahan data yang dilakukan yang terdiri dari:

a. Perhitungan Waktu Standar

Perhitungan waktu standar dilakukan untuk setiap proses yang didapat dari hasil perkalian antara waktu siklus dengan presentase kelonggaran (*allowance*). Presentase kelonggaran didapatkan melalui hasil *work sampling* pada kelompok kerja *Silent Upright Piano*.

b. Pembuatan *Current State Map*

Current state map digunakan untuk memahami keseluruhan proses produksi dan mengidentifikasi peluang perbaikan yang dapat diterapkan. Pembuatan *current state map* meliputi pemilihan *family product*, perhitungan *takt time*, perhitungan inventori, dan menggambar *current state map*.

c. Identifikasi Pemborosan dan Usulan Perbaikan

Identifikasi pemborosan bertujuan untuk menjabarkan seluruh pemborosan yang ada pada proses produksi dengan mengacu *current state map* dan diklasifikasikan berdasarkan jenis pemborosannya. Kemudian dilakukan usulan perbaikan dengan prinsip *kaizen* (*continuous improvement*).

d. Pembuatan *Proposed State Map*

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

e. Merancang Model dan Simulasi

Pada penelitian ini, model yang akan disimulasikan adalah model *current state map* dan *proposed 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.

f. Verifikasi dan Validasi

Verifikasi bertujuan untuk mengetahui apakah formulasi pada model simulasi sudah sesuai dengan keinginan pemodel atau belum. Validasi bertujuan untuk

memastikan bahwa simulasi yang berjalan sesuai dengan kondisi nyata. Teknik validasi yang digunakan pada penelitian ini adalah *expert judgement validity*.

g. Pembuatan Skenario Model *Proposed State Map*

Skenario adalah salah satu bentuk desain eksperimen untuk mengetahui bagaimana hasil simulasi apabila memiliki variable dengan nilai yang berbeda.

Skenario yang dibuat dapat memberikan hasil yang lebih baik dari model awal.

7. Analisa dan Pembahasan

Mendeskripsikan bagaimana perbedaan proses produksi berdasarkan *current state map* dan *proposed state map*. Selain itu akan di analisa bagaimana dampak *proposed state map* terhadap peningkatan produktivitas, berdasarkan hasil sekenario simulasi.

8. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini akan menjelaskan berdasarkan rumusan masalah penelitian ini. Kesimpulan dan saran pada penelitian ini dapat menjadi referensi perusahaan dalam meningkatkan produktivitas pada kelompok kerja *Silent Upright Piano Assembly*.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

PT Yamaha Indonesia merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industry pembuatan piano. PT Yamaha Indonesia berlokasi di Kawasan Industri Pulogadung Jalan Rawagelam I/5 Jakarta 13930 Jakarta Timur. Piano Yamaha terdiri dari berbagai jenis dengan kemampuan akustik, disklavier dan instrumen yang dibisukan. Fungsi yang beraneka ragam tersebut hadir dalam beberapa bentuk dan desain. Piano-piano tersebut tidak hanya diproduksi langsung di Jepang namun beberapa model juga telah diproduksi di Indonesia dengan teknologi dan keterampilan modern yang disesuaikan dengan kondisi iklim dan material dasar yang terdapat di Indonesia.

Demi meningkatkan kemampuan setiap tenaga kerja, baik pekerja lama maupun baru, semuanya melalui proses evaluasi dan pelatihan yang konsisten. PT Yamaha Indonesia memperoleh penghargaan ISO 9001 dan ISO 14001 yang membuktikan perhatian PT Yamaha Indonesia yang besar terhadap kualitas sistem produksi terbaik yang sejalan dengan keamanan dan kelestarian lingkungan. Untuk mendukung kegiatan produksi, PT YI mengadakan berbagai aktivitas seperti Do Re Mi Fa Kaizen (lingkaran pengendalian kualitas) sebagai salah satu aktivitas dari grup-grup kecil yang berhubungan dengan pengembangan kualitas, waktu distribusi, biaya, dan keamanan lingkungan. Selain itu juga diadakan Sekolah Tinggi Yamaha Indonesia (STYI), olahraga, dan kursus bahasa asing.

4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan

Pada tahun 1887 di Jepang, tepatnya di Kota Hamamatsu berdiri sebuah perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan alat musik berupa organ bernama Yamaha Organ Works. Seorang industriawan Jepang bernama Torakusu Yamaha merupakan perintis dari usaha pembuatan organ tersebut. Kemudian di bawah pimpinan Gen' Ichi, Yamaha mulai bergerak di dalam bidang pendidikan musik. Ia mendirikan kursus-kursus musik dan sekolah-sekolah musik, mengadakan konser-konser dan festival-festival, serta mendirikan Yamaha Music Foundation guna mewadahi kegiatan-kegiatan tersebut yang berpusat di kota Tokyo, Jepang.

Niat untuk mendirikan pabrik pembuatan/perakitan alat-alat musik di Indonesia pun akhirnya muncul sebagai upaya perluasan usaha yang dilakukan oleh Yamaha. PT Yamaha Indonesia (PT YI) yang didirikan pada tanggal 27 Juni 1974, merupakan hasil kerja sama antara Yamaha Organ Works dengan seorang pengusaha Indonesia. Awalnya, Gen' Ichi Kawakami sebagai pimpinan Yamaha Organ Works merasa terkesan pada rakyat Indonesia yang pada umumnya suka akan kesenian, terutama musik. Hal itu dirasakannya saat melakukan kunjungan pertamanya ke Indonesia pada tahun 1965.

Pada tahun 1972 dalam kunjungan Gen' Ichi Kawakami yang kedua kalinya ke Indonesia, ia mengutarakan gagasannya untuk mendirikan industri alat musik di Indonesia kepada sahabatnya Drs. Hoegeng Iman Santoso. Namun karena Hoegeng tidak suka dengan bidang bisnis, Gen' Ichi Kawakami diperkenalkan kepada salah seorang sahabatnya yang sudah lama berkecimpung di bidang bisnis, yaitu Ali Syarif.

4.1.2 Visi

Menciptakan berbagai produk dan pelayanan yang mampu memuaskan berbagai macam kebutuhan dan keinginan dari berbagai pelanggan Yamaha di seluruh dunia, berupa produk dan layanan Yamaha di bidang akustik, rancangan, teknologi, karya cipta, dan pelayanan yang selalu mengutamakan pelanggan

4.1.3 Misi

1. Mempromosikan dan mendukung popularisasi pendidikan musik.
2. Operasi dan manajemen yang berorientasi pada pelanggan.
3. Kesempurnaan dalam produk dan pelayanan.
4. Usaha yang berkesinambungan untuk mengembangkan dan menciptakan pasar.
5. Peningkatan dalam bidang penelitian dan pengembangan secara berkala serta globalisasi dari bisnis Yamaha.
6. Secara terus menerus mengembangkan pertumbuhan bisnis yang positif melalui diversifikasi produk.

4.1.4 Hasil Produksi

PT Yamaha Indonesia memproduksi dua macam piano yaitu *Upright piano* dan *Grand piano*.

1. *Upright piano* (UP) adalah piano dengan posisi vertikal/tegak. Berikut adalah contoh dari *upright piano* yang ditunjukkan oleh Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 *Upright Piano*

(Sumber: Data Umum *Process Control*, PT Yamaha Indonesia)

2. *Grand piano* (GP) adalah piano dengan posisi horizontal. Berikut adalah contoh *grand piano* yang ditunjukkan oleh Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 *Grand Piano*

(Sumber: Data Umum *Process Control*, PT Yamaha Indonesia)

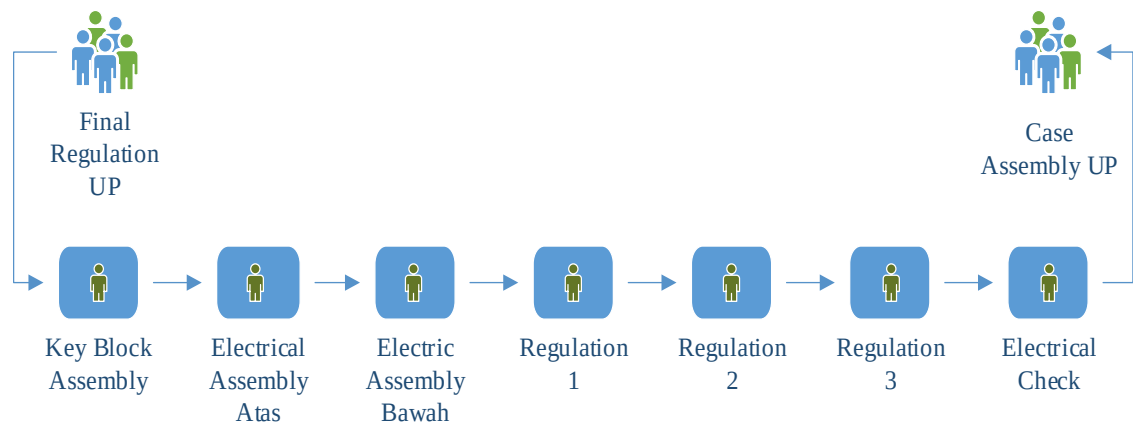
4.2 Pengumpulan Data

Secara garis besar, data yang dikumpulkan pada penelitian ini terdiri dari data umum dan data khusus. Data umum berisi data-data perusahaan secara umum yaitu waktu kerja, proses produksi dan rencana produksi. Data khusus berisi data-data yang diperlukan untuk pengolahan demi tercapainya tujuan dari penelitian ini yaitu meliputi waktu siklus masing-masing stasiun kerja, kelonggaran (*allowance*), inventori dan lainnya.

4.2.1 Profil Singkat *Silent UP*

Kelompok kerja *Silent UP* merupakan salah satu area pada bagian UP Assembly di PT Yamaha Indonesia. Kelompok kerja *Silent UP* menghasilkan *silent piano* dengan jenis *upright piano*. *Silent Piano* merupakan jenis piano akustik yang mana terdapat pilihan untuk membungkam suara *string* dengan menghentikan *hammer* dari menyentuh *string*. *Silent Piano* dirancang untuk latihan privat secara diam (*silence*). Dalam modus *silent* sensor mengambil gerakan kunci piano, mengubahnya menjadi sinyal MIDI yang dapat dikirim ke modul suara elektronik, yang memungkinkan orang yang bermain dengan memanfaatkan *headphone*. Piano juga memiliki kemampuan MIDI penuh untuk mengirimkan sinyal dan dapat dihubungkan ke komputer untuk digunakan dengan *notation software* dan lain-lain.

Sebelumnya *silent piano* dirakit oleh kelompok kerja *Final Regulation UP* sebelum masuk ke area kerja *Silent UP*. Piano yang masuk sudah dirakit dengan lengkap sesuai dengan prosedur perakitan piano pada umumnya namun belum dipasang tutup atau *case*. Kemudian pada kelompok kerja *Silent UP* akan dilakukan perakitan sistem elektrik untuk piano *silent* sehingga piano ini akan berbeda dengan piano jenis akustik yang biasa. Setelah selesai maka selanjutnya akan menuju kelompok kerja *Case Assembly UP* untuk mendapatkan proses perakitan tutup (*case*) piano. Secara umum proses yang ada pada kelompok kerja *Silent UP* digambarkan pada gambar 4.3 sebagai berikut :



Gambar 4. 3 Alur Proses Produksi Silent UP

4.2.2 Stasiun Kerja

Berdasarkan alur proses produksi *Silent UP* diatas, berikut merupakan data stasiun kerja beserta penjabaran proses yang dilakukan pada proses produksi untuk dilewati oleh setiap piano yang masuk ke dalam area kelompok kerja *Silent UP*:

1. *Key Block Assembly*

Pada proses ini dilakukan untuk memasang kabinet *key block* pada kedua sisi *keyboard* yang sudah terpasang pada piano. Terdapat aktivitas menyerut jika dirasa ukuran *key block* tidak sesuai dengan presisi antara jarak tepi piano dengan tepi *keyboard* kemudia terdapat aktivitas mengamplas *key block* jika dirasa hasil serutan kabinet tidak rata dan halus.

2. *Electrical Assembly Atas*

Pada proses ini dilakukan untuk memasang *key sensor* pada *keyboard* piano *silent* dengan menggunakan alat bantu stapler. Selain itu juga dilakukan perakitan kabel pada area atas piano yaitu tepatnya dibawah *keyboard*. Sehingga *keyboard* yang sudah terpasanga perlu dibongkat terlebih dahulu agar dapat memasang sensor serta merakit kabel.

3. *Electrical Assembly Bawah*

Pada proses ini dilakukan untuk merakit serangkaian kabel yang berada area bawah piano tepatnya pada sekitan area *pedal*. Selain itu juga dilakukan aktivitas perakitan *switch box* pada piano. Kabel-kabel yang sudah dirakit sebelumnya akan dihubungkan ke *switch box*. Kemudian kabel-kabel yang sudah dirakit nantinya akan dirapihkan dengan menggunakan *clamp* dan *wire stopper* sehingga tidak memberikan kesan berantakan.

4. *Regulation 1*

Pada proses ini dilakukan perakitan *shank stopper* pada *action Assembly* piano. Selain itu dilakukan juga penyesuaian bentuk *shank stopper* dengan cara memeriksa jarak antara *hammer* dengan string agar tetap sesuai dengan ketentuan yang ada. Hal ini dikarenakan bentuk *shank stopper* yang tidak benar-benar lurus sehingga merubah jarak atau susunan *hammer*.

5. *Regulation 2*

Pada proses ini dilakukan aktivitas *let off*, *hammer stop* dan *karatori*. Ketiga aktivitas ini hamper sama dengan proses yang dikerjakan oleh kelompok kerja *Final Regulation* guna untuk merapihkan dan menyesuaikan kembali susunan *hammer* dan *keyboard* yang sebelumnya dibongkar pada saat proses perakitan sistem elektrik.

6. *Regulation 3*

Pada proses ini dilakukan aktivitas *Key Space*, *Damper Leveling*, *Damper Spoon* dan *Centering of Wire*. Seluruh aktivitas tersebut juga hamper sama dengan proses yang dikerjakan oleh kelompok kerja *Final Regulation* guna untuk merapihkan jarak antar tuts piano, ketinggian *damper* dan mengatur pergerakan *hammer* dengan cara menekan *pedal* secara berulang.

7. *Electrical Check*

Pada proses ini dilakukan aktivitas pengecekan suara yang dihasilkan dari proses perakitan sistem elektrik yang ada pada piano. Proses ini dilakukan dengan menggunakan *headphone* untuk mendengar suara yang dihasilkan oleh piano dengan cara menekan tuts piano. Proses ini juga dilakukan dengan menggunakan bantuan *laptop*. Jika terjadi kesalahan pada suara yang dihasilkan maka pada proses ini juga dilakukan perbaikan guna memperbaiki hasil suara tersebut.

4.2.3 Operator

Pada area kelompok kerja *Silent UP* saat ini terdapat 6 operator tetap *Silent UP*, 1 operator tambahan (*transfer in*) dan 1 orang siswa latih. Setiap proses akan ditangani oleh 1 orang operator. Operator tambahan atau operator *transfer in* merupakan operator yang tidak berasal dari kelompok kerja *Silent UP*, namun bertugas untuk membantu pekerjaan di *Silent UP*. Operator tambahan ini berasal dari kelompok kerja *Final Regulation UP*. Siswa latih bertugas untuk membantu pekerjaan yang berada diluar proses utama. Sehingga pada penelitian kali ini tidak mengikutsertakan siswa latih tersebut dalam proses pemetaan maupun perancangan model simulasi. Berikut merupakan daftar nama operator pada kelompok kerja *Silent UP* beserta pembagian pekerjaan yang dijelaskan pada tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4. 1 Daftar Nama Operator *Silent UP*

No	Nama	Status	Pekerjaan
1	Edi	Operator Tetap <i>Silent UP</i>	<i>Key Block Assembly</i>
2	Suaidi	Operator Tetap <i>Silent UP</i>	<i>Electrical Assembly Atas</i>
3	Roni	Operator Tetap <i>Silent UP</i>	<i>Electrical Assembly Bawah</i>
4	Saefullah	Operator Tetap <i>Silent UP</i>	<i>Regulation 1</i>
5	Leli	Operator <i>Transfer In</i>	<i>Regulation 2</i>
6	Riffo	Operator Tetap <i>Silent UP</i>	<i>Regulation 3</i>
7	Ali	Operator Tetap <i>Silent UP</i>	<i>Electrical Check</i>

4.2.4 Waktu Kerja

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

1. Senin – Kamis
 - a. 07:00 – 09:20 : Bekerja
 - b. 09:20 – 09:30 : Istirahat Minum Teh
 - c. 09:30 – 12:00 : 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, kelompok kerja *Silent UP Asembly* mendapat waktu istirahat pada *shift* ke 2.

4.2.5 Waktu Siklus

Data waktu siklus atau *cycle time* digunakan sebagai *input* dalam perancangan *proposed value stream map*. Data waktu siklus diperoleh melalui *time study* yang dilakukan oleh masing-masing stasiun kerja yang melakukan proses produksi secara terus menerus. Metode *time study* yang digunakan yaitu *stopwatch time study*. Waktu yang diambil Berikut

merupakan data waktu siklus setiap stasiun kerja dalam satuan detik pada kelompok kerja *Silent UP* yang dijelaskan pada tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4. 2 Data Waktu Siklus *Silent UP*

No	Key Block Assembly	Electrical Assembly Atas	Electrical Assembly Bawah	Regulation 1	Regulation 2	Regulation 3	Electrical Check
1	684	1051	909	2056	674	1181	1146
2	738	1149	868	1934	634	1173	1241
3	595	1108	1010	2172	691	1081	1039
4	664	1136	859	2046	605	881	1033
5	610	1120	891	1679	677	1118	1096
6	584	1174	858	1635	561	1201	1057
7	618	1122	1073	1776	670	1095	1123
8	681	945	980	1876	702	1107	1247
9	728	944	1029	1842	576	1015	1262
10	677	960	1008	1852	588	975	1263

Kemudian akan dilakukan perhitungan uji keseragaman data guna mengetahui apakah data yang digunakan sudah seragam atau belum. Dimana rumus uji keseragaman data adalah sebagai berikut.

$$BKA = \bar{x} + (k\sigma)$$

$$BKB = \bar{x} - (k\sigma)$$

Berdasarkan perhitungan uji keseragaman data maka didapatkan nilai Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB) pada tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4. 3 Uji Keseragaman Data Waktu Siklus

	Key Block Assembly	Electrical Assembly Atas	Electrical Assembly Bawah	Regulation 1	Regulation 2	Regulation 3	Electrical Check
BKA	819.71	1339.02	1188.73	2396.58	792.75	1383.76	1436.35
BKB	495.91	803.00	708.12	1376.88	482.92	781.52	865.04

Berdasarkan data yang telah diperoleh dapat diketahui tidak terdapat data yang berada diluar batas kontrol atas dan batas kontrol bawah sehingga seluruh data yang ada dapat

digunakan untuk dilakukan perhitungan. Setelah mengetahui keseragaman data maka selanjutnya yaitu melakukan perhitungan kecukupan data guna mengetahui apakah banyaknya data yang diambil sudah dianggap cukup untuk digunakan dalam perhitungan selanjutnya. Dimana rumus uji kecukupan data adalah sebagai berikut:

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

Setelah dilakukan perhitungan uji kecukupan data maka didapatkan hasil pengujian pada tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Uji Kecukupan Data Waktu Siklus

Stasiun Kerja	N'	N'	Kecukupan
<i>Key Block Assembly</i>	5.45	10	Cukup
<i>Electrical Assembly Atas</i>	5.63	10	Cukup
<i>Electrical Assembly Bawah</i>	5.77	10	Cukup
<i>Regulation 1</i>	6.57	10	Cukup
<i>Regulation 2</i>	5.31	10	Cukup
<i>Regulation 3</i>	6.96	10	Cukup
<i>Electrical Check</i>	5.55	10	Cukup

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui bahwa nilai N' pada masing-masing stasiun kerja kurang dari nilai N dimana N sama dengan jumlah data yang digunakan saat ini yaitu 10 data. Jika N' kurang dari N maka data yang digunakan sudah mencukupi sehingga tidak diperlukan pengambilan data kembali karena sudah dianggap cukup.

4.2.6 Kelonggaran (*Allowance*)

Data kelonggaran atau *allowance* digunakan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kelonggaran yang dapat ditoleransi perusahaan diluar dari kegiatan utama dalam pelaksanaan proses produksi. Data ini nantinya akan digunakan dalam perhitungan waktu standar

(*standard time*). PT Yamaha Indonesia melakukan pengamatan pada setiap kelompok kerja guna mengetahui tingkat kelonggaran kerja atau biasanya disebut dengan margin kerja dengan menggunakan metode *work sampling*. Dimana hasil *work sampling* ini terbagi menjadi 6 kelompok aktivitas yang terdiri dari kerja utama, kerja tambahan, margin pekerjaan, margin lapangan, margin hajat dan lain-lain.

Kerja utama merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah secara langsung terhadap piano yang sedang diproses sehingga dikatakan sebagai aktivitas produktif. Dalam perhitungan waktu siklus hanya dihitung ketika operator sedang mengerjakan mengerjakan aktivitas kerja utama. Hal ini dikarenakan di PT Yamaha Indonesia menggunakan waktu siklus untuk merepresentasikan aktivitas kerja utama atau aktivitas yang memberikan nilai tambah (*value added activity*)

Kerja tambahan merupakan aktivitas yang mendukung berlangsungnya pekerjaan utama namun aktivitas ini tidak memberikan nilai kepada piano secara langsung. Margin pekerjaan merupakan aktivitas yang dilakukan pada saat waktu luang dan masih termasuk dalam pekerjaan namun tidak mempengaruhi pemberian nilai tambah pada piano. Margin lapangan merupakan aktivitas yang hampir sama dengan margin pekerjaan namun aktivitas ini lebih mengarah pada kebutuhan di lapangan seperti memakai APD dan lainnya. Margin hajat merupakan aktivitas yang dilakukan oleh operator guna memenuhi kebutuhan pribadi seperti ke kamar mandi dan minum.

Berdasarkan penjabaran pengelompokan aktivitas yang diterapkan pada PT Yamaha Indonesia khususnya untuk kelompok kerja *Silent UP Assembly*, maka dapat diperoleh rasio dari masing-masing kelompok aktivitas. Berikut nilai rasio persentase dari masing-masing kelompok aktivitas yang dijelaskan pada tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4. 5 Hasil Pengamatan *Work Sampling Silent UP*

NO	Kelompok Aktivitas	Rasio
1	Kerja Utama	87.28%
2	Kerja Tambahan	4.48%
3	Margin Pekerjaan	1.02%
4	Margin Lapangan	3.23%
5	Margin Hajat	3.82%
6	Lain-Lain	0.18%
Jumlah		100%

Kelonggaran atau *allowance* merupakan seluruh aktivitas yang berada diluar kelompok aktivitas kerja utama. Tingkat *allowance* direpresentasikan dalam bentuk rasio persentase dari hasil pengamatan *work sampling*. Hal ini dikarenakan PT. Yamaha Indonesia menganggap bahwa aktivitas yang berada diluar kelompok kerja utama termasuk dalam kelonggaran atau *allowance* saat bekerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat kelonggaran atau *allowance* pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* adalah sebesar 12.72%.

4.2.7 Rencana Produksi

Setiap bulannya PT. Yamaha Indonesia memiliki rencana produksi yang berbeda-beda yang mana rencana produksi tersebut sudah direncanakan pada awal periode (bulan Maret) dan disesuaikan dengan jumlah pesanan konsumen sebelumnya dengan tujuan agar produksi tepat waktu sehingga dapat memenuhi pesanan konsumen. Berikut merupakan data rencana produksi piano *Silent UP Assembly* setiap harinya pada bulan Juli 2017 yang didapatkan dari data PSI periode 194 di PT Yamaha Indonesia tabel 4. 6 sebagai berikut.

Tabel 4. 6 Total Rencana Produksi per Hari

	Juli
Total Rencana Produksi (unit)	443
Hari Kerja (hari)	21
Rencana Produksi (unit/hari)	21

4.2.8 Inventori

Data inventori atau WIP (*work in process*) merupakan jumlah piano yang akan diproses maupun sedang diproses pada masing-masing stasiun kerja di kelompok kerja *Silent UP Assembly* pada pagi hari ketika jam kerja normal akan dimulai. Data ini akan digunakan pada pembuatan *value stream map* dan perancangan model simulasi. Pada tabel 4.7 terdapat data

inventori pada setiap stasiun kerja sebanyak 5 pengamatan selama 1 minggu beserta nilai rata-rata sebagai berikut.

Tabel 4. 7 Data Inventori (WIP) *Silent UP Assembly*

Stasiun Kerja	Pengamatan				
	1	2	3	4	5
<i>Key Block Assembly</i>	2	1	1	2	1
<i>Electrical Assembly Atas</i>	2	2	2	2	2
<i>Electrical Assembly Bawah</i>	1	2	2	2	2
<i>Regulation 1</i>	2	2	2	2	2
<i>Regulation 2</i>	1	1	1	1	2
<i>Regulation 3</i>	1	1	1	1	1
<i>Electrical Check</i>	2	2	2	1	1

4.2.9 Waktu Kedatangan

Waktu kedatangan merupakan data waktu antar piano yang datang masuk pada area kelompok kerja *Silent UP* untuk dilakukan proses perakitan elektrik untuk piano *silent*. Berikut merupakan data jarak waktu kedatangan antar satu piano dengan piano lainnya dalam satuan detik yang dijabarkan pada tabel 4.8 berikut ini.

Tabel 4. 8 Data Waktu Kedatangan

No	Interval	No	Interval	No	Interval
1	1120	11	1520	21	1600
2	1500	12	1180	22	1740
3	1240	13	1320	23	1680
4	1500	14	960	24	1090
5	1320	15	1140	25	1590
6	1700	16	1560	26	1560
7	990	17	1640	27	1460
8	1050	18	1180	28	1380
9	1380	19	1560	29	2020
10	1440	20	1260	30	1250

Berdasarkan perhitungan uji keseragaman data maka didapatkan nilai Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB) pada tabel 4.9 sebagai berikut.

Tabel 4. 9 Uji Keseragaman Data Waktu Kedatangan

Waktu Kedatangan	
BKA	2149.8
BKB	645.55

Berdasarkan data yang telah diperoleh dapat diketahui tidak terdapat data yang berada diluar batas kontrol atas dan batas kontrol bawah sehingga seluruh data yang ada dapat digunakan untuk dilakukan perhitungan. Setelah mengetahui keseragaman data maka selanjutnya yaitu melakukan perhitungan kecukupan data guna mengetahui apakah banyaknya data yang diambil sudah dianggap cukup untuk digunakan dalam perhitungan selanjutnya.

Tabel 4. 10 Uji Kecukupan Data Waktu Kedatangan

Waktu Kedatangan	
N'	27.992
N	30
Kecukupan	Cukup

Berdasarkan tabel 4.10 dapat diketahui bahwa jumlah data waktu kedatangan yang saat ini dimiliki sudah dianggap cukup dan tidak perlu melakukan penambahan jumlah data. Data waktu antar kedatangan ini nantinya akan digunakan dalam perancangan model simulasi.

4.2.10 Produktivitas

Perhitungan produktivitas dipengaruhi oleh beberapa faktor, namun pada umumnya rumus perhitungan produktivitas adalah perbandingan jumlah *output* dengan jumlah *input*. Berdasarkan perhitungan produktivitas yang diterapkan di PT. Yamaha Indonesia terdapat 1 faktor yang mempengaruhi jumlah *output* yaitu rata-rata *output* per bulan. Kemudian terdapat 3 faktor lainnya yang mempengaruhi jumlah *input* yang terdiri dari rata-rata jumlah pekerja setiap bulan, waktu kerja normal dan jam lembur (*overtime*).

Berikut merupakan rumus perhitungan produktivitas per bulan yang diterapkan oleh PT.Yama Indonesia.

$$Produktivitas = \frac{Output}{\frac{Man Power}{(Normal Work Time + Overtime)}}$$

Waktu kerja normal perusahaan yaitu 8 jam per hari dimana waktu kerja ini belum termasuk waktu lembur yang dilaksanakan setelah waktu kerja normal berakhir. Waktu lembur yang diperhitungkan pada produktivitas hanya lembur yang dilakukan pada hari kerja maka lembur pada hari Sabtu dan Minggu tidak diperhitungkan. Berikut merupakan nilai rata-rata perbulan setiap data yang mempengaruhi perhitungan produktivitas di bulan Januari 2017 hingga Juni 2017 pada tabel 4.11 sebagai berikut.

Tabel 4. 11 Produktivitas *Silent UP* Januari s/d Juli 2017

Bulan	Rata-Rata per Bulan				Target
	<i>Man Power</i> (orang)	Output (unit)	<i>Overtime</i> (jam/hari)	Produktivitas (unit/orang/jam)	Produktivitas (unit/orang/jam)
Januari 2017	8.0	23.4	2.21	0.28	0.36
Februari 2017	8.1	18.3	0.63	0.26	0.36
Maret 2017	6.9	14.7	0.53	0.24	0.36
April 2017	7.6	17.6	1.03	0.28	0.36
Mei 2017	6.7	17.7	1.62	0.28	0.36
Juni 2017	6.5	16.2	1.07	0.27	0.36
Juli 2017	7.1	20.3	2.67	0.27	0.36

4.3 Pengolahan Data

4.3.1 Penentuan *Family Product*

Tahapan awal dalam pembuatan *value stream map* adalah menentukan keluarga produk (*family product*) atau menentukan jenis produk. Secara garis besar, PT. Yamaha Indonesia memproduksi 2 jenis piano yang berbeda yaitu *Grand Piano* (GP) dan *Upright Piano* (UP). Terdapat 2 tipe piano yang berbeda yaitu piano akustik dan piano *silent*. Perusahaan ini

memiliki kegiatan utama dalam proses produksi yang itu *Wood Working, Painting, Assembly*, dan *Packing*. Pada penelitian ini, ruang lingkup yang dipilih adalah kegiatan *Assembly* untuk jenis *Upright Piano (UP)* pada tipe piano *silent*. Pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* memproduksi beberapa model piano yang berbeda yang dijelaskan pada tabel 4.12 dibawah ini.

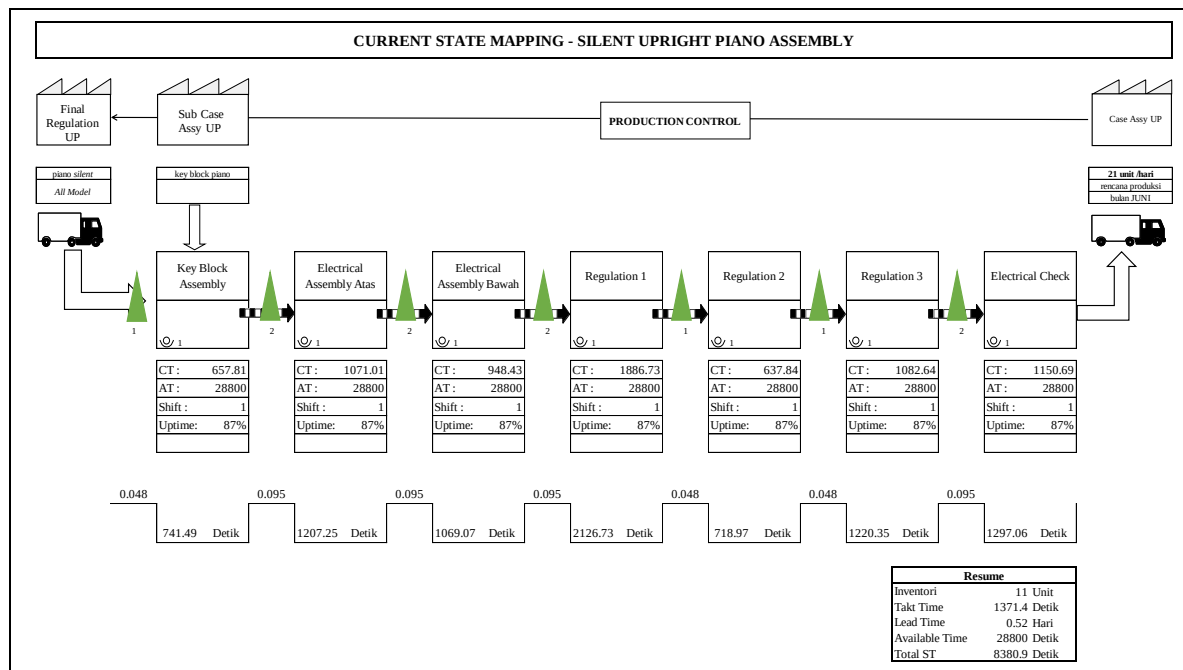
Tabel 4. 12 Keluarga Produk Kelompok Kerja *Silent UP*

SILENT	Key Block Assembly	Electrical Assembly Atas	Electrical Assembly Bawah	Reg 1	Reg 2	Reg 3	Electrical Check
JU-109	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
B 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
B 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
JX 113	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
B 113	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
M 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
K 113	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
K 109	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cambridge	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Concerto	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Oxford	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
P 116	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
B 3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
U 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
B 121	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
P 124	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
CT 121	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
M 5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
K 121	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
M 3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
P 121	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Terlihat bahwa semua tipe piano *silent* akan melewati proses yang sama ketika berada di dalam kelompok kerja *Silent UP*. Namun ukuran dan bentuk pada setiap model piano dapat dikatakan berbeda tetapi proses pengerjaannya menyerupai walaupun terkadang terdapat beberapa sub proses yang pengerjaannya sedikit berbeda. Meskipun begitu lama pengerjaan tiap proses pada setiap jenis piano terlihat hampir sama sehingga semua piano tipe *silent* dikelompokkan dalam keluarga produk yang sama.

4.3.2 Current State Mapping

Setelah semua data telah terkumpul selanjutnya adalah merancang *current value stream map* berdasarkan data-data tersebut. Seperti yang telah diketahui bahwa *value stream map* terbagi menjadi 3 bagian utama yaitu aliran informasi, aliran produksi dan *timeline*. Untuk mengetahui gambaran umum mengenai proses produksi sebuah kelompok kerja dari piano tersebut data dari kelompok kerja *final regulation* hingga piano selesai diproses dan siap dikirim menuju kelompok kerja *case UP assembly* maka dilakukan penggabungan ketiga bagian utama tersebut ke dalam sebuah *value stream map*. *Current value stream map* untuk produksi piano *silent* pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* terlihat pada gambar 4.4 sebagai berikut.



Gambar 4. 4 *Current Value Stream Map* kelompok kerja *Silent UP Assembly*

4.3.4 Usulan Perbaikan

Terdapat beberapa perbaikan yang diharapkan dapat memperbaiki pemborosan yang ada saat ini. Berikut beberapa rencana perbaikan yang dapat diusulkan guna memperbaiki kondisi produksi saat ini:

1. Peningkatan *Skill Operator*

Dibutuhkan peningkatan kemampuan kerja pada operator Suaidi pada proses *Regulation 3*. Sehingga ketika sudah menguasai seluruh sub proses *Regulation 3*, diharapkan operator dapat menggantikan posisi pekerjaan yang dilakukan oleh operator *transfer in* yaitu Leli. Peningkatan kemampuan pekerja juga dilakukan pada operator Riffo pada proses *Regulation 1*. Sehingga dibutuhkan lebih dari 1 operator pada stasiun kerja tersebut guna mempercepat proses.

2. Penggunaan Mesin *Soage* Pada Proses *Regulation 3*

Dibuat mesin *soage* yang berfungsi menekan pedal secara berulang dengan kecepatan yang dapat diatur sesuai dengan keinginan operator guna mempermudah dalam menyelesaikan pekerjaannya. Sehingga diharapkan adanya pengurangan waktu proses pada stasiun kerja *Regulation 3* yang diperkirakan sebesar 10% dari total waktu saat ini.

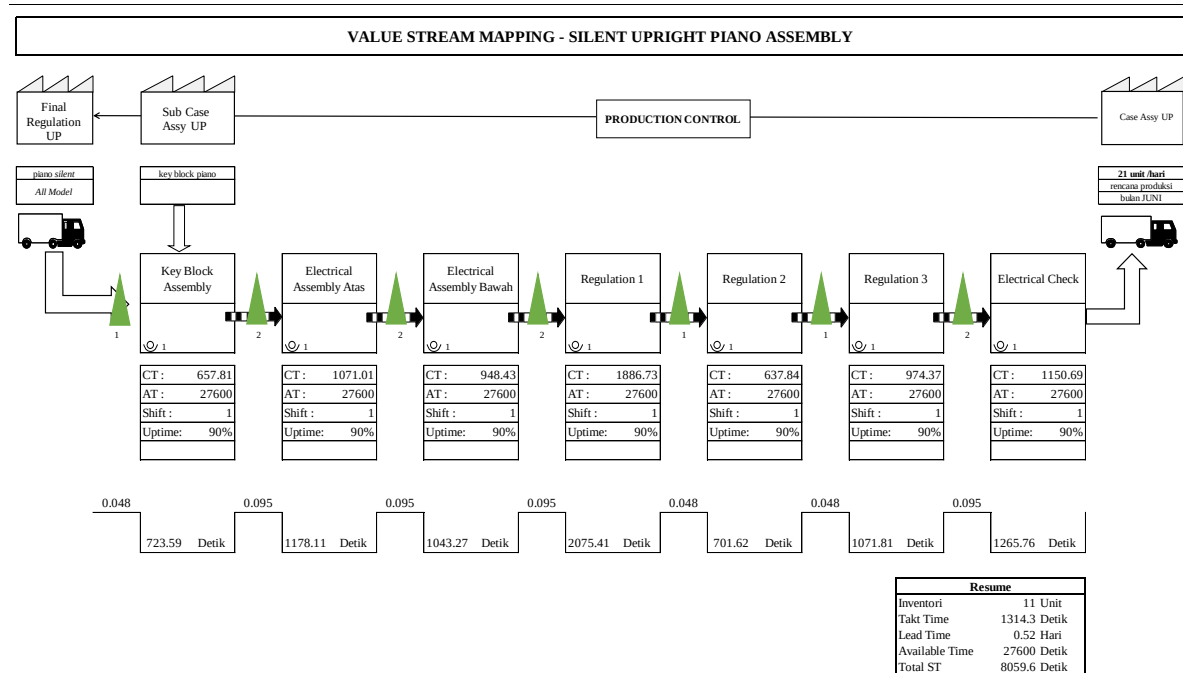
3. Lokasi Pembongkaran CKD

Rencana penempatan lokasi pembongkaran CKD akan dilakukan di area *sub Assembly* yang sudah terdapat penyimpanan material khusus dengan tujuan dengan mengganggu area produksi. Sehingga diharapkan operator pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* dapat bekerja lebih efektif dikarenakan ruang kerja menjadi lebih luas dan nyaman. Diharapkan dengan meningkatnya tingkat keefektifan bekerja operator maka rasio persentase *up time* dapat meningkat menjadi 90%.

4.3.5 Proposed State Mapping

Tahap selanjutnya setelah membuat *current state map* dan usulan rencana-rencana perbaikan yaitu membuat *proposed state map* yang menggambarkan perkiraan hasil penerapan perbaikan yang direncanakan berdasarkan *lean manufacturing*. Berikut merupakan gambar

dari *proposed state map* pada kelompok kerja *silent UP Assembly* berdasarkan penerapan rencana perbaikan pada gambar 4.5 dibawah ini.



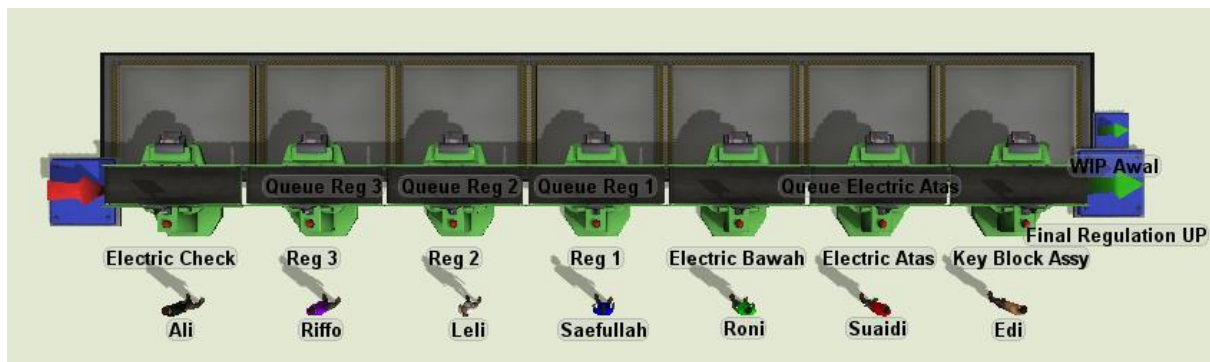
Gambar 4. 5 *Proposed State Map* kelompok kerja *Silent UP Assembly*

4.3.6 Perancangan Model *Current State Map*

Melalui *current state map* yang ada telah diketahui kondisi keseluruhan proses produksi piano *silent* pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* dalam satu waktu tertentu. Pembuatan *proposed state map* juga berdasarkan pada beberapa usulan perbaikan dengan mengacu pada prinsip *lean manufacturing*. Baik *current state map* maupun *proposed state map* kedua peta merupakan gambaran secara umum terhadap proses yang terjadi di suatu kelompok kerja ke dalam sebuah *value stream*. Simulasi pada model yang dibuat diharapkan dapat mengevaluasi perilaku-perilaku dari setiap proses yang berlangsung serta dapat menunjukkan bagaimana suatu proses mempengaruhi proses lainnya sehingga dapat mengetahui dan menentukan masalah apa yang terjadi. Pada penelitian kali ini, simulasi yang digunakan dalam model ini yaitu *discrete event simulation*.

Perancangan model simulasi dibuat berdasarkan *current state map* yang nantinya akan diberikan perubahan sesuai dengan rencana perbaikan yang ada serta beberapa desain eksperimen. Perancangan model ini dibagi dalam beberapa tahapan yaitu penentuan *object*, kapasitas stasiun kerja, *process time*, interval waktu kedatangan, penggunaan *triggers*, jumlah WIP, *global table* dan pembagian pekerjaan setiap operator.

Model simulasi akan dijalankan selama 9 jam atau 32400 detik sesuai dengan jam kerja di PT. Yamaha Indonesia termasuk dengan jam istirahat pagi dan makan siang. Pembuatan model akan menggunakan satuan waktu detik dan satuan jarak meter. Berikut merupakan tampilan model awal yang dibuat berdasarkan *proposed state map* dengan jumlah operator dan pembagian kerja yang sama dengan *current state map* yang terlihat pada gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4. 6 Model Simulasi

Berikut merupakan data-data yang menjadi *input* dalam perancangan model awal simulasi yang berasal dari *current state map* dan data-data lainnya yang menunjang pembuatan model agar lebih representatif pada proses produksi yang sebenarnya.

4.3.6.1. Fixed Resources

Berdasarkan gambar model awal simulasi diatas terlihat menggunakan beberapa *object* yang termasuk dalam *fixed resources*. *Fixed resource* merupakan obyek yang mengirim dan/atau menerima *flowitem* atau objek utama yang diproses. *Fixed resources* bersifat tetap atau tidak

perpindah posisi dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Berikut merupakan data *fixed resources* yang digunakan dalam perancangan model simulasi pada tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Data *Fixed Resources*

Nama	Tipe
<i>Key Block Assembly</i>	Processor
<i>Electrical Assembly Atas</i>	Processor
<i>Electrical Assembly Bawah</i>	Processor
<i>Regulation 1</i>	Processor
<i>Regulation 2</i>	Processor
<i>Regulation 3</i>	Processor
<i>Electrical Check</i>	Processor
<i>Queue Key Block</i>	Queue
<i>Queue Electric Atas</i>	Queue
<i>Queue Electric Bawah</i>	Queue
<i>Queue Reg 1</i>	Queue
<i>Queue Reg 2</i>	Queue
<i>Queue Reg 3</i>	Queue
<i>Queue Electrical Check</i>	Queue
<i>Final Regulation</i>	Source
<i>Case Asembly UP</i>	Sink
<i>WIP Awal</i>	Source

4.3.6.2. Task Executor

Berdasarkan gambar model awal simulasi diatas terlihat menggunakan beberapa *object* yang termasuk dalam *task executor*. *Task executor* merupakan merupakan *resource mobile* yang melakukan tugas yang ditetapkan. *Task executor* bersifat *mobile* atau selalu berpindah posisi dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Berikut merupakan data *task executor* yang digunakan dalam perancangan model simulasi pada tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Data *Task Executor*

Nama	Tipe
Edi	Operator
Suaidi	Operator
Roni	Operator
Saefullah	Operator

Nama	Tipe
Leli	Operator
Riffo	Operator
Ali	Operator

4.3.6.3. Data Kapasitas

Kapasitas *processor* merupakan representasi dari kemampuan setiap stasiun kerja untuk memproses piano dalam sekali proses. Pada penampungan atau *queue*, kapasitas yang dimaksud merupakan jumlah barang terbanyak yang dapat ditampung pada sebuah penampungan atau *queue*. Berikut adalah data kapasitas yang digunakan dalam perancangan model simulasi pada tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Data Kapasitas

Nama	Tipe
<i>Key Block Assembly</i>	1
<i>Electrical Assembly Atas</i>	1
<i>Electrical Assembly Bawah</i>	1
<i>Regulation 1</i>	1
<i>Regulation 2</i>	1
<i>Regulation 3</i>	1
<i>Electrical Check</i>	1

4.3.6.4. Data Waktu Proses (*Process Time*)

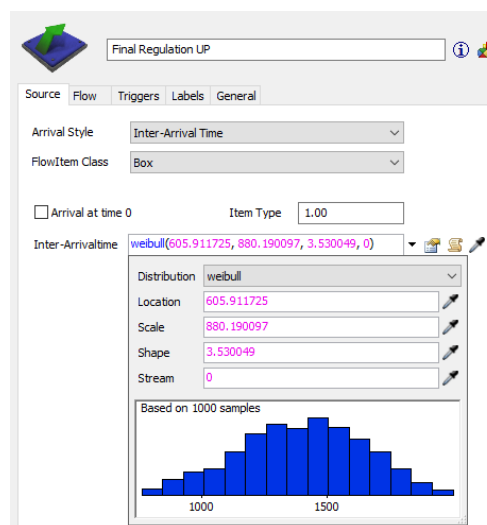
Process time pada masing-masing stasiun kerja menggunakan data waktu siklus pada *proposed state map* yang telah dirubah dalam bentuk distribusi statistik. Berikut adalah data distribusi statistic *process time* setiap *processor* yang mewakili stasiun kerja pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* pada tabel 4.16 dibawah ini.

Tabel 4. 16 Data *Process Time*

Nama	<i>Process Time</i>
<i>Key Block Assembly</i>	Beta (655.762772, 835.329077, 0.692546, 0.752625, <stream>)
<i>Electrical Assembly Atas</i>	Johnsonbounded (812.856440, 1331.137610, - 1.204042, 0.785060, <stream>)
<i>Electrical Assembly Bawah</i>	Beta (965.749367, 1211.727300, 0.451728, 0.633067, <stream>)
<i>Regulation 1</i>	Beta (1773.265261, 2539.328310, 1.662409, 1.933026, <stream>)
<i>Regulation 2</i>	Johnsonbounded (627.983488, 792.589975, - 0.164182, 0.443064, <stream>)
<i>Regulation 3</i>	Beta (853.869020, 1360.441678, 2.552593, 0.968145, <stream>)
<i>Electrical Check</i>	Johnsonbounded (1162.818878, 1424.920119, -0.067807, 0.307653, <stream>)

4.3.6.5. Data Waktu Kedatangan

Waktu kedatangan pada model digambarkan dengan sebuah *source* dimana data kedatangan yang ada akan menggunakan *arrival style* jenis *inter-arrival time* atau dengan menggunakan data jarak waktu kedatangan antar piano. Dimana data jarak interval tersebut sudah dirubah dalam bentuk distribusi statistik dalam satuan detik seperti pada gambar 4.7 dibawah ini.

Gambar 4. 7 *Source* - Kedatangan

4.3.6.6. Data Inventori / WIP

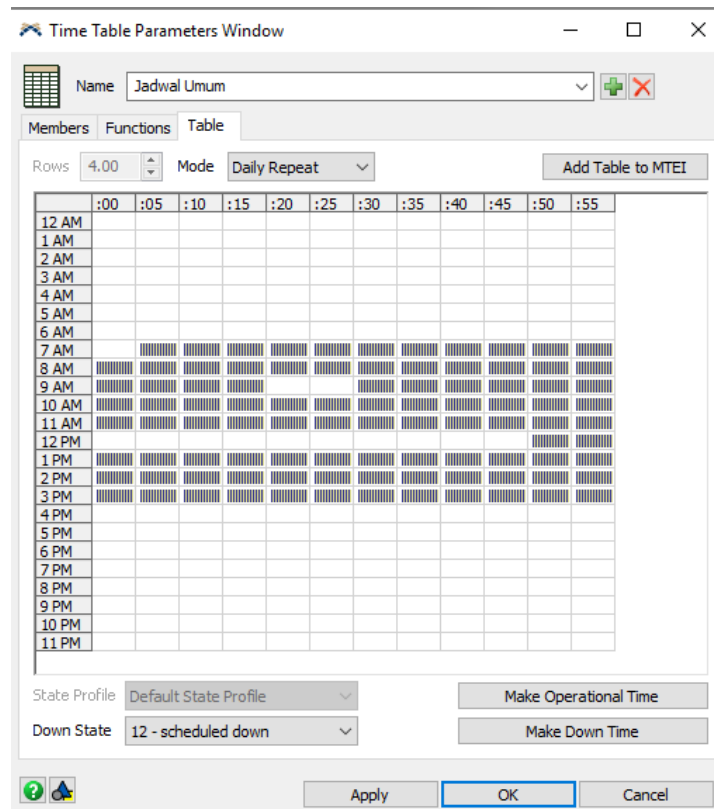
Inventori atau WIP merupakan jumlah piano yang belum selesai diproses atau akan diproses pada stasiun kerja tertentu pada awal simulasi atau pada kondisi nyatanya pada pagi hari sebelum produksi dimulai. Berikut data WIP yang digunakan dalam perancangan model simulasi pada tabel 4.17 dibawah ini.

Tabel 4. 17 Data WIP / Inventori

Nama	Jumlah WIP
WIP <i>Key Block</i>	1
WIP <i>Electric Atas</i>	2
WIP <i>Electric Bawah</i>	2
WIP Reg 1	2
WIP Reg 2	1
WIP Reg 3	1
WIP <i>Electrical Check</i>	2

4.3.6.7. Time Table

Time table merupakan input data pada model simulasi yang merepresentasikan penjadwalan waktu kerja jam pekerja seperti yang telah dijelaskan pada sub bab pengumpulan data. Penjadwalan disesuaikan dengan waktu kerja yang diterapkan pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* yaitu istirahat pada *shift* ke 2. Berikut merupakan tampilan data *time table* yang ditampilkan pada gambar 4.8 dibawah ini.



Gambar 4. 8 Time Table

4.3.7 Verifikasi dan Validasi

4.3.7.1. Verifikasi

Setelah dilakukan perancangan model seperti yang telah dijelaskan di atas, maka langkah selanjutnya adalah melakukan verifikasi pada model untuk mengetahui apakah model yang telah dibuat sudah sesuai dengan *current state map* yang telah dirancang sebelumnya. Verifikasi dilakukan dengan memeriksa *function* pada seluruh operasi pada *object* yang ada dalam model tersebut dan mengamati jalannya simulasi model secara keseluruhan. Apabila tidak terjadi *error* pada model maka pemilihan *function* sudah dianggap benar.

Verifikasi juga dapat dilakukan dengan mengamati perilaku sistem secara visualisasi model. Model yang dibuat ini digunakan untuk mensimulasikan aliran material dari keseluruhan *value stream*. Oleh karena itu yang seharusnya disimulasikan dari peta adalah dari kedatangan piano yang dikirim oleh *Final Regulation* UP sampai piano siap dikirim ke

Case Assembly UP. Pada model juga terdapat 7 *processor* yang menggambarkan setiap stasiun kerja yang ada dan 7 operator yang menggambarkan pekerja yang ada pada kelompok kerja *Silent UP Assembly*.

4.3.7.2. Validasi

Setelah dilakukan verifikasi terhadap model simulasi, tahapan selanjutnya adalah melakukan validasi. Uji validasi dilakukan untuk mengetahui apakah model simulasi mempresentasikan kondisi nyata yang ada yaitu sesuai dengan kondisi di lantai produksi saat ini. Uji validasi yang digunakan merupakan validasi secara statistik, yaitu validasi dilakukan dengan uji rata-rata. Sebelum melakukan perhitungan validasi, maka pertama kali dilakukan adalah menentukan jumlah replikasi *output* model simulasi dengan menggunakan data pada tabel 4.18 sebagai berikut.

Tabel 4. 18 Hasil Simulasi dengan 10 Replikasi

Replikasi	Data Simulasi
1	20
2	20
3	19
4	20
5	19
6	19
7	19
8	19
9	20
10	20
Rata-Rata	19.5
Standar Deviasi	0.527
α	0.05
n	10

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

$$\delta = \frac{|E(Y) - \mu_0|}{\sigma} = \frac{|19.5 - 20|}{0.527} = 0.95$$

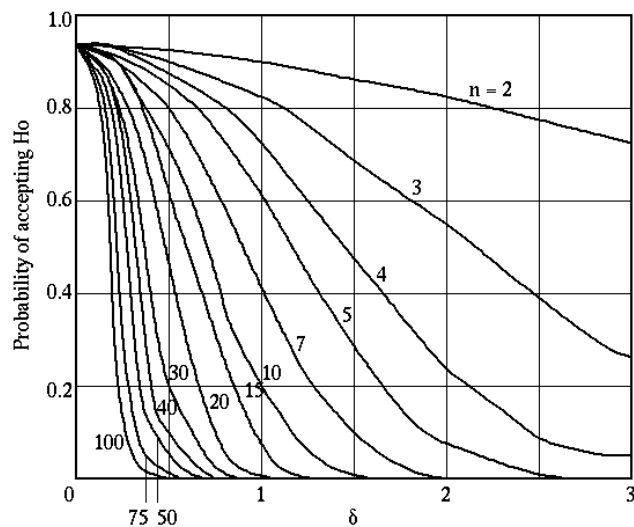
$E(Y)$: Nilai *rata-rata* data simulasi

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 4.9, dengan menggunakan nilai δ sebesar 0.95 dan nilai β sebesar 0.2 maka didapatkan jumlah n sebesar 10 replikasi. Sehingga pada perhitungan validasi, akan digunakan 15 replikasi hasil simulasi.



Gambar 4. 9 *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.

$$t_0 = (\bar{Y} - \mu_0) / \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) = (19.5 - 20) / (0.527 / \sqrt{10}) = -0.158$$

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 $-2.571 < -0.158 < 2.571$ artinya model simulasi dapat dikatakan valid.

4.3.8 Perancangan Model *Proposed State Map*

Berdasarkan model simulasi *current state map* yang telah dibuat maka akan dirancang model simulasi berdasarkan *proposed state map* untuk menerapkan perbaikan-perbaikan yang ada. Terdapat 3 rencana perbaikan yaitu peningkatan *skill* operator, penggunaan mesin *soage*, dan pemindahan lokasi bongkar CKD. Dimana rencana perbaikan yang pertama yaitu peningkatan *skill* operator dilakukan dengan pembelajaran sehingga akan dilakukan desain eksperimen dengan kondisi operator sudah menguasai *skill* yang dipelajari sehingga dapat dilakukan pembagian kerja yang baru guna meningkatkan produktivitas kelompok kerja *Silent UP Assembly*.

Untuk perbaikan lainnya yaitu penggunaan mesin *soage* dan pemindahan lokasi bongkar CKD mempengaruhi waktu proses pada setiap stasiun yang ada. Sehingga akan ada perubahan distribusi statistik pada *process time* keseluruhan stasiun kerja. Data lainnya dan visualisasi model simulasi pada model *proposed state map* ini akan tetap sama dengan model pada *current state map*. Berikut merupakan data distribusi statistik *process time* untuk model simulasi *proposed state map* pada tabel 4.19 dibawah ini.

Tabel 4. 19 Data *Process Time* Setelah Perbaikan

Nama	<i>Process Time</i>
<i>Key Block Assembly</i>	Beta (640.792082, 815.172095, 0.648267, 0.726014, <stream>)
<i>Electrical Assembly Atas</i>	Johnsonbounded (794.181139, 1299.003894, -1.202341, 0.785272, <stream>)
<i>Electrical Assembly Bawah</i>	Johnsonbounded (942.310659, 1182.194513, 0.275097, 0.350881, <stream>)
<i>Regulation 1</i>	Beta (1729.944451, 2478.122587, 1.665244, 1.934524, <stream>)
<i>Regulation 2</i>	Johnsonbounded (612.833658, 773.285633, -0.165050, 0.442731, <stream>)
<i>Regulation 3</i>	Beta (749.938192, 1194.852077, 2.551840, 0.968226, <stream>)
<i>Electrical Check</i>	Johnsonbounded (1134.934842, 1390.492868, -0.074237, 0.303681, <stream>)

4.3.9 Desain Eksperimen

Berdasarkan rencana perbaikan yang pertama yaitu peningkatan *skill* operator yang dilakukan dengan adanya pembelajaran pada operator Suaidi dan Riffo. Sehingga akan dilakukan desain eksperimen dengan kondisi operator sudah menguasai *skill* yang dipelajari. Oleh karena itu, dapat dilakukan 2 desain eksperimen berdasarkan pembagian kerja yang baru guna meningkatkan produktivitas kelompok kerja *Silent UP Assembly*.

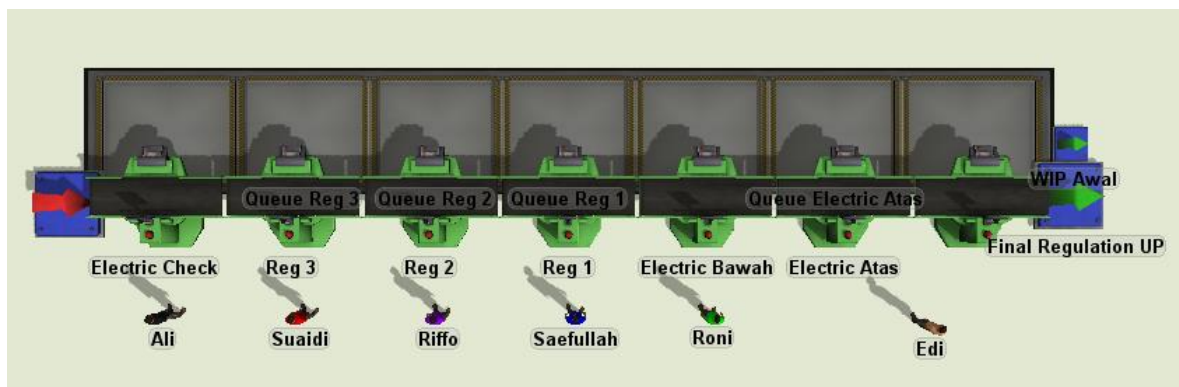
4.3.9.1. Eksperimen 1

Pada desain eksperimen yang pertama akan dilakukan pembagian kerja yang baru dengan kondisi jumlah operator yang ada pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* berkurang menjadi 6. Dimana operator Leli yang merupakan operator *transfer in* yang berasal dari kelompok kerja *Final Regulation* tidak lagi ikut dalam proses produksi di kelompok kerja *Silent UP Assembly*. Oleh karena itu dilakukan pembagian kerja yang baru sesuai dengan yang tertera pada tabel 4.20 dibawah ini.

Tabel 4. 20 Pembagian Kerja Desain Ekperimen 1

No	Nama	Pekerjaan
1	Edi	<i>Key Block Assembly dan Electrical Assembly Atas</i>
2	Roni	<i>Electrical Assembly Bawah</i>
3	Saefullah	<i>Regulation 1</i>
4	Riffo	<i>Regulation 2</i>
5	Suaidi	<i>Regulation 3</i>
6	Ali	<i>Electrical Check</i>

Berdasarkan pembagian kerja di atas maka dibuat model baru pada model simulasi *proposed state map* dengan tampilan seperti gambar 4. 10 di bawah ini



Gambar 4. 10 Model Simulasi Desain Eksperimen 1

4.3.9.2. Eksperimen 2

Pada desain eksperimen yang kedua akan dilakukan pembagian kerja yang baru dengan kondisi jumlah operator yang ada pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* berkurang menjadi 6 sama dengan kondisi pada model desain ekeperimen 1. Namun pembagian kerja pada eksperimen 2 berbeda dengan ekperimen 1. Dimana operator Riffo membantu pekerjaan pada stasiun kerja *regulation 1*. Sehingga stasiun kerja *regulation 1* dikerjakan oleh 2 operator sekaligus yang digambarkan dengan penambahan *processor* pada stasiun kerja *regulation 1*. Oleh karena itu dibuat model baru pada model simulasi *proposed state map* dengan tampilan seperti gambar 4. 11 di bawah ini



Gambar 4. 11 Model Simulasi Desain Eksperimen 2

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis *Current State Map*

Berdasarkan *current state map* yang telah dibuat, menggambarkan secara keseluruhan sistem produksi pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* pada kondisi saat ini, dari kedatangan piano yang dikirimkan oleh kelompok kerja *Final Regulation UP* dan *key block* yang dikirimkan oleh kelompok kerja *Sub Case Assembly*. Terdapat 7 stasiun kerja yang dilewati oleh piano *silent* ketika berada di kelompok kerja *Silent UP Assembly* yaitu *key block assembly*, *electrical assembly* atas, *electrical assembly* bawah, *regulation 1*, *regulation 2*, *regulation 3* dan *electrical check*.

Terdapat 7 operator di kelompok kerja ini yang terdiri dari 6 operator tetap *Silent UP Assembly* dan 1 operator *transfer in* dari kelompok kerja *Final Regulation UP*. Berdasarkan peta kondisi saat ini terlihat bahwa setiap stasiun kerja memiliki 1 operator yang bertanggung jawab dalam pengerjaan proses tersebut. Dengan pembagian pekerjaan yaitu operator Edi pada stasiun kerja *key block assembly*, operator Suaidi pada stasiun kerja *electrical assembly* atas, operator Roni pada stasiun kerja *electrical assembly* bawah, operator Saefullah pada stasiun kerja *regulation 1*, operator Leli pada stasiun kerja *regulation 2*, operator Riffo pada stasiun kerja *regulation 3* dan operator Ali pada stasiun kerja *electrical check*.

Box score merupakan gambaran umum informasi waktu yang ada dalam sebuah *value stream map*. Pada *value stream* yang akan dibuat nanti berisikan data-data sebagai berikut:

1. *Cycle Time (CT)*

Cycle time untuk setiap stasiun kerja pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* diambil dari nilai rata-rata waktu siklus pada masing-masing stasiun kerja sebagai berikut:

a. <i>Key Block Assembly</i>	: 657.81	detik
b. <i>Electrical Assembly Atas</i>	: 1071.01	detik
c. <i>Electrical Assembly Bawah</i>	: 948.43	detik
d. <i>Regulation 1</i>	: 1886.73	detik
e. <i>Regulation 2</i>	: 637.84	detik
f. <i>Regulation 3</i>	: 1082.64	detik
g. <i>Electrical Check</i>	: 1150.69	detik

2. *Up Time (%)*

Waktu ini dinilai secara objektif melalui *machine manual book* dari setiap stasiun kerja apabila proses pengerjaan menggunakan mesin. Untuk stasiun kerja yang tidak menggunakan mesin atau secara manual oleh manusia maka nilai *up time* dapat dinilai subjektif oleh *supervisor*. Pada PT. Yamaha Indonesia, persentase nilai *up time* dapat direpresentasikan melalui persentase kerja utama pada hasil *work sampling* yaitu 87.28%

3. *Lead Time*

Merupakan total waktu yang dibutuhkan suatu perusahaan untuk menghasilkan suatu produk yang melalui seluruh stasiun kerja. Pada PT. Yamaha Indonesia, pembuatan *value stream map* tidak berdasarkan alur proses pembuatan piano secara keseluruhan dari awal kayu mentah dipotong hingga piano dikemas akan tetapi hanya menggambarkan aliran proses pada sebuah kelompok kerja saja. Sehingga nilai *lead time* disini menyatakan total waktu pembuatan piano *silent* ketika berada di kelompok kerja *Silent UP Assembly*. Nilai ini didapatkan dari jumlah inventori setiap stasiun kerja dibagi dengan rencana produksi per hari.

4. *Available Time (AT)*

Available time merupakan total waktu keseluruhan yang tersedia dalam sehari untuk melakukan proses produksi. Pada PT Yamaha Indonesia menganggap bahwa satu hari kerja dianggap sama dengan 460 menit. Sehingga *available time* sebesar 460 menit atau 27600 detik.

5. *Takt Time (TT)*

Takt time dapat dihitung dengan membagi total waktu kerja dalam satu hari dengan jumlah permintaan atau rencana produksi per hari. Untuk rencana produksi pada bulan Juli sebanyak 21 piano *silent*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai *takt time* adalah 1314.29 detik.

Dalam 1 hari proses produksi berjalan selama 480 menit atau sama dengan 28800 detik diluar jam istirahat pagi dan istirahat makan siang. PT. Yamaha Indonesia merencanakan jadwal rencana produksi setiap pergantian periode untuk setiap bulannya sesuai dengan permintaan dari konsumen. Berdasarkan data rencana produksi pada bulan Juli 2017, perusahaan menginginkan setiap harinya dapat memproduksi piano *silent* sebanyak 21 unit. Sehingga didapatkan nilai *takt time* dengan membagi waktu produksi per hari terhadap jumlah rencana produksi per hari sebesar 1371.43 detik atau sama dengan 22.86 menit. *Takt time* dapat diartikan sebagai kecepatan *value stream* dalam menyelesaikan permintaan produksi dalam sehari. Oleh karena itu *takt time* merupakan waktu yang diperlukan untuk memproduksi sebuah piano *silent* pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* dari piano yang didatangkan oleh *Final Regulation UP* hingga piano *silent* selesai diproses dan siap dikirim menuju *Case Assembly UP*.

Dalam *current state map* dapat terlihat bahwa nilai waktu siklus atau *cycle time* pada setiap stasiun kerja cukup berbeda. Hal ini mengakibatkan aliran piano menjadi tidak lancar. Waktu siklus terbesar terdapat pada stasiun kerja *regulation 1* yaitu sebesar 1886.73 detik atau sama dengan 31.45 menit serta dengan rasio *up time* sebesar 87%. Sehingga total waktu yang dihabiskan pada stasiun kerja *regulation 1* dalam sekali proses yaitu sebesar 2126.73 detik atau sama dengan 35.4 menit. Waktu dapat dikatakan cukup lama mengingat *takt time* pada kelompok kerja ini hanya sebesar 1371.43 detik. Waktu proses yang lebih besar dari *takt time* dapat mengakibatkan hasil produksi per hari tidak memenuhi rencana produksi yang seharusnya. Hal ini yang juga mengakibatkan seringnya pengadaan jam lembur pada kelompok kerja ini guna memenuhi rencana produksi per harinya.

Tingginya waktu proses pada stasiun kerja *regulation 1* mengakibatkan adanya *bottleneck* pada stasiun kerja ini. Proses pengerjaan yang cukup lama diakibatkan oleh pemasangan *shank stopper* yang cukup lama dikarenakan bentuk besi penyangga yang tidak selalu lurus sehingga operator harus menyesuaikan pemasangan *shank stopper* agar menjadi lurus dan saat dirakit pada piano, jarak *shank stopper* dengan *string* piano akan sama dari

setiap posisi. Penyesuaian jarak ini memakan waktu yang lama dikarenakan ketika operator mengatur jarak dari salah satu sisi maka jarak pada sisi lainnya juga dapat merubah jarak pada sisi lainnya. Sehingga dibutuhkan perkiraan yang cukup tepat dalam pengerjaan proses *regulation 1* ini.

Berdasarkan *current state map* terlihat bahwa jumlah inventori pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* sebesar 11 unit. Hal tersebut bernilai tetap dikarenakan kapasitas maksimal lini produksi kelompok kerja ini sebanyak 11 unit. Aliran material yang tidak lancar dikarenakan adanya *bottleneck* seperti yang telah dijelaskan sebelumnya mengakibatkan lini produksi pada kelompok kerja ini selalu penuh. Terkadang pada kondisi tertentu jumlah inventori dapat lebih kecil daripada kapasitas maksimal lini produksi. Hal ini bias saja terjadi ketika terjadi keterlambatan pengiriman dari kelompok kerja *Final Regulation* atau pengerjaan pada stasiun kerja yang berada setelah *regulation 1* bekerja lebih cepat dari biasanya.

Lead Time merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan 1 piano yang telah melalui seluruh stasiun kerja dan seluruh proses mulai dari piano masuk ke kelompok kerja *Silent UP Assembly* hingga selesai melewati seluruh stasiun kerja dan siap dikirim menuju *Case Assembly UP*. Perhitungan *lead time* berdasarkan rumus yang digunakan oleh PT Yamaha Indonesia yaitu total inventori per hari dari seluruh stasiun kerja dibagi dengan jumlah rencana produksi per hari. Sehingga didapatkan nilai *lead time* pada kondisi saat ini sebesar 0.52 hari. Dengan total waktu proses (*standard time*) seluruh stasiun kerja sebesar 8380.9 detik

5.2. Usulan Perbaikan

Setelah *current state map* terbentuk, maka seluruh proses produksi pembuatan piano *silent* pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* sudah jelas terlihat pada peta. Berdasarkan keadaan peta saat ini terlihat bahwa terdapat beberapa hal yang dianggap kurang sesuai seperti adanya inventori atau WIP yang cukup banyak, terdapat *bottleneck*, *lead time* yang cukup lama dan pembagian kerja yang kurang merata mengakibatkan terjadinya penumpukan kerja di tengah-tengah proses sehingga menimbulkan *bottleneck* dan jumlah inventori yang banyak.

Oleh karena itu dibutuhkan beberapa perbaikan yang diharapkan dapat memperbaiki pemborosan yang ada saat ini. Berikut beberapa rencana perbaikan yang dapat diusulkan guna memperbaiki kondisi produksi saat ini:

1. Peningkatan *Skill Operator*

Setiap stasiun kerja pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* memiliki operator yang berkemampuan dalam pengerjaan proses tersebut. Tidak semua operator memiliki kemampuan yang sama dalam melakukan proses produksi di seluruh stasiun kerja. Oleh karena itu PT Yamaha Indonesia membuat sebuah peta kemampuan pekerja atau disebut dengan *skill map* yang dimiliki oleh setiap kelompok kerja di perusahaan. *Skill map* ini berguna untuk membantu dalam melakukan pembagian pekerjaan dalam sebuah kelompok kerja. Berikut merupakan *skill map* dari seluruh operator tetap pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* yang terlihat pada tabel 5.1 di bawah ini.

Tabel 5. 1 Peta Kemampuan (*Skill Map*)

No	Proses	Sub Proses	Ali	Edi	Saefulloh	Riffo	Suaidi	Roni
1	<i>Key Block Assembly</i>	Pemasangan <i>key block</i>	1	3	1	1	1	1
2	<i>Electrical Assembly</i>	<i>Electrical Assembly Atas dan Bawah</i>	4	3	3	2	3	3
3	<i>Regulation 1</i>	<i>Adjust Pedal Rod</i>	3	1	3	3	1	1
		<i>Adjust Shank Stop</i>	3	2	3	1	2	1
		<i>Adjust Bridle Wire</i>	4	1	1	3	1	1
4	<i>Regulation 2</i>	<i>Adjust Back Check</i>	3	1	1	3	1	1
		<i>Karatori</i>	3	1	1	3	1	1
		<i>Let Off silent</i>	3	1	1	3	1	1
		<i>Hammer Stop</i>	3	1	1	3	1	1
5	<i>Regulation 3</i>	<i>Damper Spoon</i>	1	1	1	3	3	1
		<i>Leveling of Damper</i>	1	1	1	3	3	1
		<i>Centering of Wire</i>	1	1	1	3	1	1
6	<i>Electrical Check</i>	<i>Key Level</i>	1	1	1	3	1	1
		<i>Electrical Check</i>	3	1	2	1	1	1

Keterangan:

- 1 : Belum Mengerti (Sangat Dikhawatirkan)
- 2 : Mengerti Tapi Terkadang Salah (Agak Mengkhawatirkan)
- 3 : Mengerti dan Jarang Salah (Bisa Diandalkan)
- 4 : Menguasai dan Stabil (Dapat Dipercaya)

Berdasarkan data kemampuan pekerja maka dapat disimpulkan bahwa dibutuhkan peningkatan kemampuan kerja pada operator Suaidi pada proses *Regulation 3*. Hal ini dikarenakan operator tersebut sudah menguasai sebagian sub proses dari proses *Regulation 3*. Sehingga ketika sudah menguasai seluruh sub proses *Regulation 3*, diharapkan operator dapat menggantikan posisi pekerjaan yang dilakukan oleh operator *transfer in* yaitu Leli.

Peningkatan kemampuan pekerja juga dilakukan pada operator Riffo pada proses *Regulation 1*. Terlihat pada peta kondisi saat ini bahwa proses terlama terdapat pada stasiun kerja *Regulation 1* sehingga dibutuhkan lebih dari 1 operator pada stasiun kerja tersebut guna mempercepat proses. Pertimbangan lainnya adalah operator Riffo sudah menguasai salah satu sub proses pada *Regulation 1* sehingga dianggap berpotensi untuk dilakukan peningkatan kemampuan.

Peningkatan kemampuan atau biasa disebut *skill up* dilaksanakan dengan cara operator yang menguasai kemampuan tersebut memberikan pembelajaran secara berkala kepada operator yang akan mempelajari kemampuan tersebut. Pembelajaran dapat dilakukan secara berkala dan pada waktu-waktu tertentu sehingga tidak mengganggu jalannya produksi.

2. Penggunaan Mesin *Soage* Pada Proses *Regulation 3*

Regulation 3 berisikan proses-proses yang bertujuan untuk memperbaiki dan menyesuaikan kembali susunan serta pergerakan *hammer* guna memperbaiki gerakan *key* yang tidak standar dengan menekan pedal secara terus menerus (berulang). Saat ini aktivitas menekan pedal piano secara berulang dilakukan secara manual oleh operator. Sehingga operator perlu menekan pedal piano dengan menggunakan kaki secara terus menerus. Hal tersebut dianggap sebagai pemborosan pergerakan dan

dapat menimbulkan kelelahan pada operator yang bersangkutan apabila aktivitas tersebut dilakukan dalam jangka panjang.

Oleh karena itu nantinya akan dibuat mesin *soage* yang berfungsi menekan pedal secara berulang dengan kecepatan yang dapat diatur sesuai dengan keinginan operator guna mempermudah dalam menyelesaikan pekerjaannya. Sehingga diharapkan adanya pengurangan waktu proses pada stasiun kerja *Regulation 3* yang diperkirakan sebesar 10% dari total waktu saat ini. Berikut gambar 5.1 yang merupakan contoh tampilan mesin *soage* yang digunakan oleh kelompok kerja lain.



Gambar 5. 1 Mesin *Soage*

3. Lokasi Pembongkaran CKD

Pembongkaran CKD merupakan salah satu aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah secara langsung pada piano namun tetap harus selalu dilakukan. Pembongkaran CKD merupakan pembongkaran beberapa paket kardus yang berisikan material-material yang dibutuhkan dalam proses perakitan piano *silent*. Kondisi saat ini pembongkaran CKD dilakukan di area kelompok kerja *Silent UP Assembly*. Hal tersebut dianggap mengurangi ruang kerja dan mempersulit ruang pergerakan operator. Sehingga aktivitas pekerjaan bongkar CKD dan penempatan pada *tray* membutuhkan tempat penyimpanan material yang sudah disiapkan yang berada diluar area kerja *Silent UP Assembly*.

Rencana penempatan lokasi pembongkaran CKD akan dilakukan di area *sub Assembly* yang sudah terdapat penyimpanan material khusus. Sehingga siswa latih yang membantu pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* akan mengambil material yang akan digunakan di beberapa piano pada proses kedepannya dari tempat penyimpanan tersebut. Sehingga diharapkan operator pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* dapat bekerja lebih efektif dikarenakan ruang kerja menjadi lebih luas dan nyaman.

Diharapkan dengan meningkatnya tingkat keefektifan bekerja operator maka rasio persentase *up time* dapat meningkat menjadi 90%. Dengan begitu waktu pengerjaan pada setiap stasiun juga dapat berkurang walaupun tidak signifikan. Berikut merupakan tampilan tempat penyimpanan material hasil bongkar CKD yang terlihat pada gambar 5.2



Gambar 5. 2 Tempat Penyimpanan Material Hasil Bongkar CKD

5.3. Analisis *Proposed State Map*

Berdasarkan *proposed state map* yang dibuat dengan mempertimbangkan rencana perbaikan yang diusulkan menyebabkan terjadinya perubahan waktu pada beberapa stasiun kerja. Terdapat 3 perbaikan yang diusulkan yaitu peningkatan kemampuan (*skill*) operator, penggunaan mesin *soage* pada stasiun kerja *regulation 3* dan pemindahan lokasi pembongkaran CKD.

Penggunaan mesin *soage* dianggap dapat memudahkan operator pada saat pengerjaan di stasiun kerja *regulation* 3. Hal ini dikarenakan operator tidak perlu menekan pedal piano secara manual menggunakan kaki. Dengan mesin *soage* maka aktivitas tersebut akan digantikan oleh mesin sehingga tidak menimbulkan kelelahan yang berarti kepada operator dan mempercepat proses meskipun tidak signifikan yaitu penurunan waktu siklus sebesar 10% dari sebelumnya. Rasio penurunan waktu siklus ini didapatkan berdasarkan pendapat dari ahli dan hasil pengamatan terhadap penggunaan mesin *soage* pada kelompok kerja lain. Oleh karena itu terjadi perubahan waktu siklus pada stasiun kerja *regulation* 3 yang pada awalnya sebesar 1082.64 detik atau sama dengan 18.04 menit turun menjadi 974.37 detik atau sama dengan 16.24 menit.

Perbaikan lainnya yaitu pemindahan lokasi pembongkaran CKD yang sebelumnya berada di area kelompok kerja *Silent UP Assembly*. Hal tersebut menyebabkan berkurangnya ruang kerja bagi operator sehingga mengakibatkan rendahnya tingkat keefektifan bekerja pada operator. Oleh karena itu dilakukan perbaikan dengan memindahkan lokasi pembongkaran CKD pada area *sub Assembly* dan pembongkaran dilakukan oleh siswa latih setempat sehingga ruang kerja menjadi lebih besar dan meningkatkan keefektifan bekerja pada operator. Operator dapat berpindah posisi lebih leluasa mengingat lini produksi pada kelompok kerja ini berbentuk lurus mengikuti bentuk lini rel tempat pengerjaan piano. sehingga rasio *uptime* dianggap dapat meningkat menjadi 90%.

Perbaikan yang terakhir yaitu melakukan pembelajaran kepada beberapa operator guna meningkatkan kemampuan (*skill*) pada operator tersebut. Kegiatan ini biasa disebut dengan *skill-up*. Pembelajaran ini dilakukan terhadap operator Suaidi dan Riffo. Suaidi akan mempelajari pengerjaan proses pada stasiun kerja *regulation* 3. Berdasarkan peta kemampuan (*skill map*) operator tersebut sudah menguasai sebagian proses pada stasiun kerja tersebut sehingga operator dianggap berpotensi untuk mempelajari proses sisanya. Riffo akan mempelajari pengerjaan proses pada stasiun kerja *regulation* 1. Hal ini sama seperti operator Suaidi yaitu dikarenakan Riffo sudah menguasai sebagian proses pada stasiun kerja tersebut sehingga dianggap berpotensi untuk mempelajari proses lainnya pada stasiun kerja yang sama. Peningkatan kemampuan ini nantinya akan berpengaruh pada pembagian kerja yang baru pada desain eksperimen nantinya.

5.4. Analisis Model Simulasi

Sesuai dengan analisa *current state map* diatas yang menunjukkan masih terdapat pemborosan yang menghambat proses produksi, maka diberikan beberapa usulan perbaikan yang kemudian digambarkan pada *proposed state map*. Berdasarkan model simulasi yang telah dibuat dari *current state map* maka didapatkan hasil simulasi terhadap setiap stasiun kerja yang terlihat pada tabel 5.2 dan terhadap kinerja operator pada tabel 5.3 sebagai berikut

Tabel 5. 2 Hasil Simulasi *Current State Map* terhadap Stasiun Kerja

<i>Object</i>	<i>Class</i>	<i>idle</i>	<i>processing</i>	<i>blocked</i>
<i>Electrical Check</i>	Processor	27.93%	60.86%	0.00%
<i>Regulation 3</i>	Processor	34.27%	54.24%	0.28%
<i>Regulation 2</i>	Processor	59.85%	28.94%	0.00%
<i>Regulation 1</i>	Processor	0.00%	88.79%	0.00%
<i>Electrical Assembly Bawah</i>	Processor	0.00%	46.77%	42.02%
<i>Electric Assembly Atas</i>	Processor	0.00%	53.67%	35.12%
<i>Key Block Assembly</i>	Processor	3.76%	32.68%	52.34%

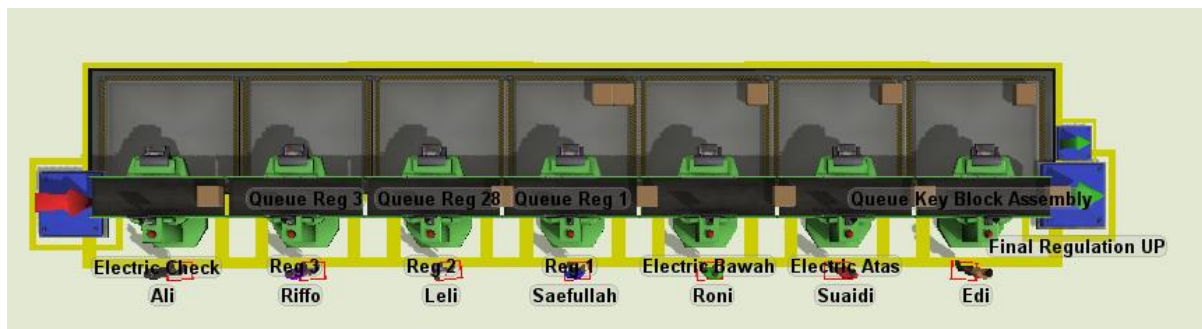
Tabel 5. 3 Hasil Simulasi *Current State Map* terhadap Operator

<i>Object</i>	<i>Class</i>	<i>idle</i>	<i>utilize</i>
Ali	Operator	27.93%	60.86%
Riffo	Operator	34.55%	54.24%
Leli	Operator	59.85%	28.94%
Saefullah	Operator	0.00%	88.79%
Roni	Operator	42.02%	46.77%
Suaidi	Operator	35.12%	53.67%
Edi	Operator	56.11%	32.68%

Hasil simulasi menunjukkan bahwa persentase menganggur pada hampir keseluruhan stasiun kerja dan operator cukup besar terutama pada stasiun kerja *regulation 2* dengan penanggung jawab operator Leli. Hal tersebut dikarenakan terjadi *bottleneck* pada proses *regulation 1* sama seperti kondisi yang terlihat pada *current state map* sebelumnya. Terjadinya *bottleneck* dapat dilihat berdasarkan persentase *blocked* pada stasiun kerja *key block assembly* hingga *electrical assembly* bawah. Oleh karena itu pada stasiun kerja yang

dikenai *bottleneck* menjadi menganggur dan pada stasiun kerja *regulation 1* terus bekerja dan hampir tidak pernah menganggur (*idle*).

Jumlah inventori atau WIP (*work in process*) pada setiap stasiun kerja ketika simulasi telah berakhir sebesar 11 piano. Jumlah tersebut sama dengan kapasitas maksimal dari lini produksi pada kelompok kerja ini. Pada stasiun kerja *key block assembly* hingga *electrical assembly* bawah masing-masing memiliki 2 piano sebagai WIP. Pada stasiun kerja *regulation 1* terdapat 3 piano sebagai WIP. Pada stasiun kerja *regulation 2* dan *electrical check* hanya memiliki 1 piano sebagai WIP. Sedangkan pada stasiun kerja *regulation 3* tidak memiliki WIP sama sekali. Hal tersebut dapat juga dilihat pada gambar 5.3 dibawah ini.



Gambar 5. 3 Kondisi Model *Current State* Saat Simulasi Berakhir

Berdasarkan hasil simulasi, kelompok kerja *Silent UP Assembly* hanya dapat memproduksi sebanyak 15 piano yang siap dikirim menuju *Case Assembly UP*. Sehingga masih dibutuhkan tambahan waktu lembur guna memenuhi rencana produksi per hari-nya. Kemudian dilakukan rencana perbaikan guna memperbaiki sistem produksi saat ini. Dimana terdapat 3 perbaikan yang akan diterapkan. Perbaikan ini mempengaruhi perubahan pada waktu proses setiap stasiun kerja. Tetap pada tampilan model yang sama dengan model *current state map*, akan tetapi terjadi perubahan distribusi statistik waktu proses pada setiap stasiun kerja. Hasil simulasi berdasarkan model *proposed state map* terlihat pada tabel 5.4 dan 5.5 di bawah ini.

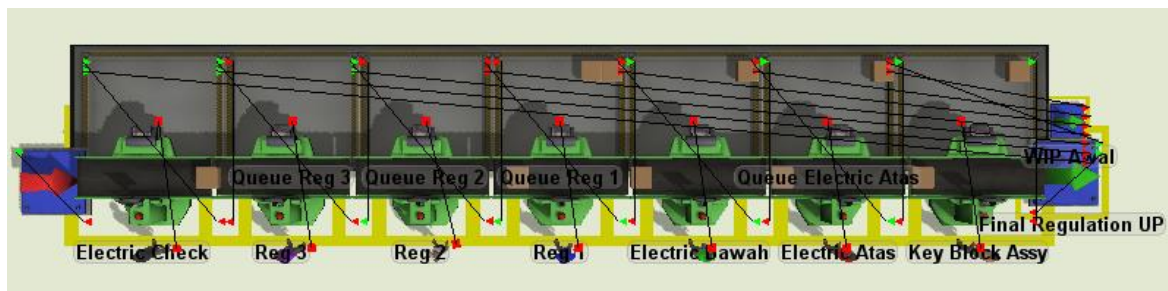
Tabel 5. 4 Hasil Simulasi *Proposed State Map* terhadap Stasiun Kerja

Object	Class	idle	processing	blocked
<i>Electrical Check</i>	Processor	24.43%	64.35%	0.00%
<i>Regulation 3</i>	Processor	40.08%	48.11%	0.59%
<i>Regulation 2</i>	Processor	57.22%	31.56%	0.00%
<i>Regulation 1</i>	Processor	0.00%	88.79%	0.00%
<i>Electrical Assembly Bawah</i>	Processor	0.00%	48.62%	40.16%
<i>Electric Assembly Atas</i>	Processor	0.00%	56.19%	32.60%
<i>Key Block Assembly</i>	Processor	4.52%	33.55%	50.72%

Tabel 5. 5 Hasil Simulasi *Proposed State Map* terhadap Operator

Object	Class	idle	utilize
Ali	Operator	24.43%	64.35%
Riffo	Operator	40.68%	48.11%
Leli	Operator	57.22%	31.56%
Saefullah	Operator	0.00%	88.79%
Roni	Operator	40.16%	48.62%
Suaidi	Operator	32.60%	56.19%
Edi	Operator	55.24%	33.55%

Hasil simulasi menunjukkan bahwa persentase menganggur pada hampir keseluruhan stasiun kerja dan operator hampir sama dengan model *current state map*. hal ini dikarenakan perubahan waktu yang diakibatkan oleh rencana-rencana perbaikan bersifat tidak signifikan. Jumlah inventori atau WIP (*work in process*) pada setiap stasiun kerja ketika simulasi telah berakhir sebesar 10 unit. Dimana terjadi pengurangan sebesar 1 unit pada jumlah WIP pada *proposed state map* jika dibandingkan dengan model pada *current state map*. Hal tersebut dapat juga dilihat pada gambar 5.4 dibawah ini.

Gambar 5. 4 Kondisi Model *Proposed State* Saat Simulasi Berakhir

Berdasarkan hasil simulasi model *proposed state map*, kelompok kerja *Silent UP Assembly* hanya dapat memproduksi sebanyak 16 piano yang siap dikirim menuju *Case Assembly UP*. Sehingga masih dibutuhkan tambahan waktu lembur guna memenuhi rencana produksi per hari-nya.

5.5. Analisis Desain Eksperimen 1

Berdasarkan *proposed state map* kemudian dilakukan desain eksperimen guna mengetahui dampak dari penerapan perbaikan mengenai peningkatan kemampuan (*skill*) operator. Pada desain eksperimen yang pertama akan dilakukan pembagian kerja yang baru dengan kondisi jumlah operator yang ada pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* berkurang menjadi 6. Dimana operator Leli yang merupakan operator *transfer in* yang berasal dari kelompok kerja *Final Regulation* tidak lagi ikut dalam proses produksi di kelompok kerja *Silent UP Assembly*.

Pada simulasi desain eksperimen kali ini bertujuan untuk mengetahui apakah kelompok kerja *Silent UP Assembly* mampu menyelesaikan proses produksi hanya dengan 6 operator saja. Hal ini sesuai dengan tujuan penelitian yaitu meningkatkan produktivitas yang mana dengan salah satu cara yaitu mengurangi jumlah *input* yaitu mengurangi jumlah *manpower* namun dengan hasil *output* yang sama atau bahkan lebih. Hasil simulasi dengan kondisi desain eksperimen pertama terlihat pada tabel 5.6 dan tabel 5.7 dibawah ini.

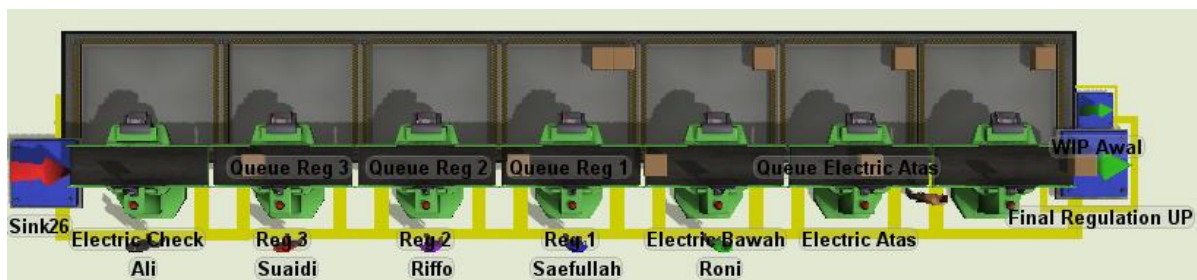
Tabel 5. 6 Hasil Simulasi Desain Ekperimen 1 Terhadap Stasiun Kerja

Object	Class	idle	processing	blocked
<i>Electrical Check</i>	Processor	25.54%	63.25%	0.00%
<i>Regulation 3</i>	Processor	38.33%	49.86%	0.59%
<i>Regulation 2</i>	Processor	58.36%	30.43%	0.00%
<i>Regulation 1</i>	Processor	0.00%	88.79%	0.00%
<i>Electrical Assembly Bawah</i>	Processor	0.00%	48.76%	40.03%
<i>Electric Assembly Atas</i>	Processor	0.00%	56.07%	4.21%
<i>Key Block Assembly</i>	Processor	0.00%	32.71%	3.56%

Tabel 5. 7 Hasil Simulasi Desain Ekperimen 1 Terhadap Operator

<i>Object</i>	<i>Class</i>	<i>idle</i>	<i>utilize</i>
Ali	Operator	25.54%	63.25%
Suaidi	Operator	38.92%	49.86%
Riffo	Operator	58.36%	30.43%
Saefullah	Operator	0.00%	88.79%
Roni	Operator	40.03%	48.76%
Edi	Operator	0.00%	88.79%

Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan adanya pengurangan jumlah operator sebanyak 1 orang dan dilakukannya pembagian kerja yang baru setelah dilakukan kegiatan peningkatan kemampuan, terlihat bahwa terjadi penurunan persentase menganggur pada operator Edi. Jumlah *bottleneck* yang dapat dilihat melalui persentase *blocked* juga mengalami penurunan jika dibandingkan dengan model simulasi *current state map* sebelumnya. Namun masih terlihat persentase menganggur yang cukup besar pada stasiun kerja yang berada setelah *regulation 1* yang mana dipengaruhi dengan kondisi *bottleneck* tersebut. Dimana juga terjadi pengurangan jumlah inventori atau WIP sebanyak 1 unit. Hal tersebut dapat dilihat melalui tampilan model desain eksperimen 1 saat simulasi berakhir pada gambar 5.5 dibawah ini.



Gambar 5. 5 Kondisi Model Desain Eksperimen 1 Saat Simulasi Berakhir

Sebelumnya produktivitas pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* sebesar 0.27 berdasarkan data produktivitas yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Eksperimen pada kali ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pada kelompok kerja *Silent UP Assembly*. Berdasarkan *output* pada model simulasi desain eksperimen 1 dapat diketahui seberapa besar produktivitas yang dicapai dengan jumlah operator sebanyak 6 orang dan

proses produksi dilakukan selama 8 jam atau 460 menit. Berikut merupakan data *output* dari simulasi desain eksperimen 1 dengan jumlah replikasi sebanyak 21 kali sesuai dengan jumlah hari kerja pada bulan Juli 2017 yang ditampilkan pada gambar 5.6 dibawah ini.

Raw Data																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Scenario 1	15	16	17	16	16	16	17	16	16	16	16	16	16	16	17	16	16	16	16	16	16

Gambar 5. 6 Data Replikasi *Output* Model Desain Eksperimen 1

Rencana produksi piano *silent* per hari pada bulan Juli sebesar 21 unit. Namun berdasarkan hasil simulasi model desain eksperimen 1 menunjukkan bahwa *output* yang dihasilkan berkisar 15-17 unit per hari. Jumlah tersebut belum memenuhi jumlah rencana produksi sehingga dibutuhkan tambahan jam lembur guna mencapai jumlah target produksi. Namun pada model kali ini hanya disimulasikan sampai batas waktu kerja normal tanpa mengikutsertakan waktu lembur. Berdasarkan data *output* diatas, berikut merupakan hasil perhitungan produktivitas dengan kondisi proses produksi sesuai dengan desain eksperimen dalam satuan unit/orang/jam.

$$Produktivitas = \frac{Rata - Rata Output}{Man Power / (Normal Work Time + Overtime)}$$

$$Produktivitas = \frac{16.095 unit}{6 orang / (8 jam + 0 jam)}$$

$$Produktivitas = \frac{0.335 \frac{unit}{orang}}{jam}$$

5.6. Analisis Desain Eksperimen 2

Pada simulasi desain eksperimen kedua juga bertujuan untuk mengetahui apakah kelompok kerja *Silent UP Assembly* mampu menyelesaikan proses produksi hanya dengan 6 operator saja. Selain ini desain eksperimen kedua ini untuk melakukan pemerataan pekerjaan operator sehingga persentase menganggur dapat berkurang. Pada dasarnya eksperimen kedua ini sama hampir sama dengan desain eksperimen kedua. Akan tetapi terdapat perbedaan pada pembagian kerja operator. Hasil simulasi pada model desain eksperimen kedua dapat terlihat pada tabel 5.8 dan tabel 5.9 dibawah ini.

Tabel 5. 8 Hasil Simulasi Desain Ekperimen 2 Terhadap Stasiun Kerja

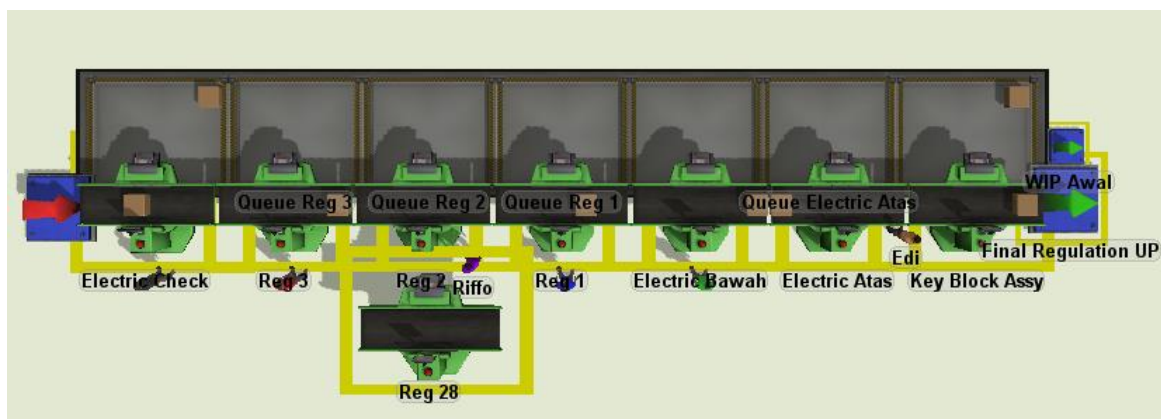
Object	Class	idle	processing	blocked
<i>Electrical Check</i>	Processor	12.08%	76.71%	0.00%
<i>Regulation 3</i>	Processor	26.64%	61.37%	0.77%
<i>Regulation 2</i>	Processor	7.98%	39.46%	0.60%
<i>Regulation 1 (Saefullah)</i>	Processor	10.86%	73.91%	4.02%
<i>Electrical Assembly Bawah</i>	Processor	36.75%	52.04%	0.00%
<i>Electric Assembly Atas</i>	Processor	0.00%	56.54%	0.00%
<i>Key Block Assembly</i>	Processor	0.00%	32.24%	3.56%
<i>Regulation 1 (Riffo)</i>	Processor	23.38%	40.74%	17.50%

Tabel 5. 9 Hasil Simulasi Desain Ekperimen 2 Terhadap Operator

Object	Class	idle	utilize
Ali	Operator	12.08%	76.71%
Suaidi	Operator	27.41%	61.37%
Riffo	Operator	8.58%	80.20%
Saefullah	Operator	14.87%	73.91%
Roni	Operator	36.75%	52.04%
Edi	Operator	0.00%	88.79%

Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan operator sebanyak 6 orang dan dilakukan pembagian kerja yang baru yaitu operator Riffo membantu pada stasiun kerja *regulation 1* sehingga pada stasiun kerja tersebut dikerjakan oleh 2 operator sekaligus, terlihat bahwa terjadi pemerataan persentase menganggur dan bekerja pada seluruh operator. Jumlah

bottleneck yang dapat dilihat melalui persentase *blocked* juga mengalami penurunan jika dibandingkan dengan model simulasi pada desain eksperimenter yang pertama. Terjadi pengurangan jumlah inventori atau WIP sebanyak 3 unit jika dibandingkan dengan model simulasi pada *current state map*. Hal tersebut dapat dilihat melalui tampilan model desain eksperimen 2 saat simulasi berakhir pada gambar 5.7 dibawah ini.



Gambar 5. 7 Kondisi Model Desain Eksperimen 2 Saat Simulasi Berakhir

Berdasarkan *output* pada model simulasi desain eksperimen 2 dapat diketahui seberapa besar produktivitas yang dicapai dengan jumlah operator sebanyak 6 orang dan proses produksi dilakukan selama 8 jam atau 460 menit. Berikut merupakan data *output* dari simulasi desain eksperimen 2 dengan jumlah replikasi sebanyak 21 kali sesuai dengan jumlah hari kerja pada bulan Juli 2017 yang ditampilkan pada gambar 5.8 dibawah ini.

Raw Data																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Scenario 1	17	17	17	17	18	18	17	17	17	18	17	18	17	18	18	18	18	18	18	19	18

Gambar 5. 8 Data Replikasi *Output* Model Desain Eksperimen 2

Rencana produksi piano *silent* per hari pada bulan Juli sebesar 21 unit. Namun berdasarkan hasil simulasi model desain eksperimen 2 menunjukkan bahwa *output* yang dihasilkan berkisar 17 - 19 unit per hari. Jumlah tersebut belum memenuhi jumlah rencana

produksi sehingga dibutuhkan tambahan jam lembur guna mencapai jumlah target produksi. Namun pada model kali ini hanya disimulasikan sampai batas waktu kerja normal tanpa mengikutsertakan waktu lembur. Berdasarkan data *output* diatas, berikut merupakan hasil perhitungan produktivitas dengan kondisi proses produksi sesuai dengan desain eksperimen dalam satuan unit/orang/jam.

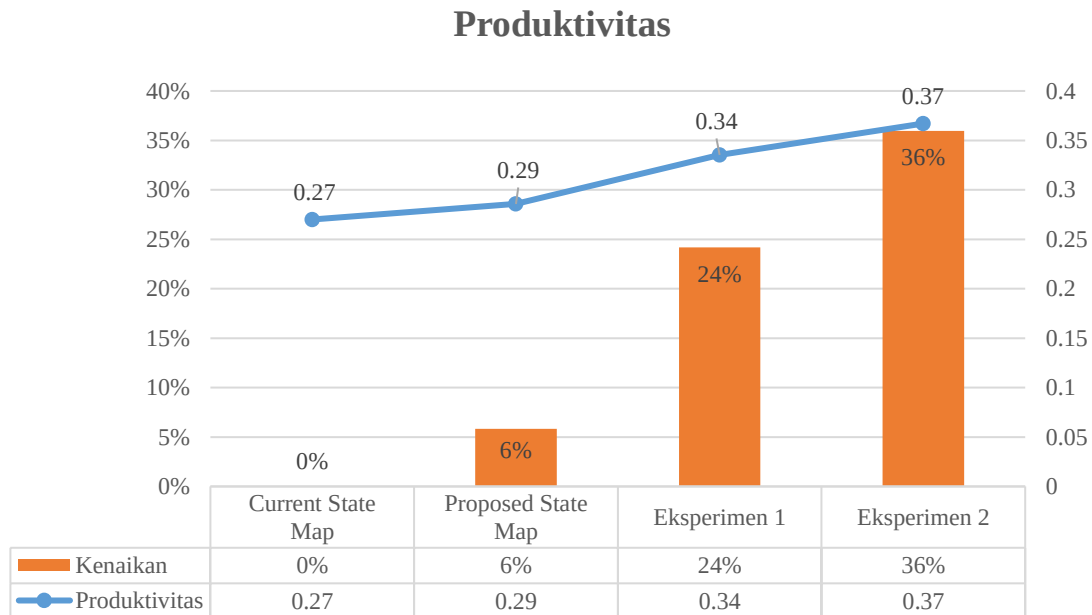
$$Produktivitas = \frac{Rata - Rata Output}{Man Power / (Normal Work Time + Overtime)}$$

$$Produktivitas = \frac{17.619 unit}{6 orang / (8 jam + 0 jam)}$$

$$Produktivitas = 0.367 \frac{unit}{orang} / jam$$

5.7. Analisis Produktivitas

Berdasarkan hasil *output* simulasi pada kondisi *current state map*, *proposes state map*, desain eksperimen 1 dan desain eksperimen 2 digunakan untuk menghitung tingkat produktivitas pada kelompok kerja *Silent UP Assembly*. Berikut merupakan grafik hasil perhitungan produktivitas pada 4 kondisi produksi yang berbeda-beda pada gambar 5.9 di bawah ini.



Gambar 5. 9 Produktivitas Keseluruhan

Produktivitas pada kondisi *current state map* merupakan kondisi yang sama dengan produktivitas kelompok kerja *Silent UP Assembly* pada mulai Juli 2017 yaitu 0.27 unit/orang/jam. Dengan jumlah *output* sebesar 15 unit dengan jam kerja selama 8 jam per hari serta jumlah operator sebanyak 7 orang. Produktivitas pada kondisi *proposed state map* sebesar 0.29 unit/orang/jam dengan jumlah *output* sebesar 16 unit dan jam kerja selama 8 jam serta jumlah operator yang sama yaitu sebanyak 7 orang. Terjadi perbedaan yang cukup signifikan pada kondisi model simulasi dengan desain eksperimen 1 yaitu terdapat pengurangan jumlah operator yang terlibat menjadi 6 orang serta peningkatan jumlah *output* dengan rata-rata sebesar 16.1 unit. Sehingga produktivitas meningkat menjadi 0.34 unit/orang/jam dengan jam kerja yang tetap selama 8 jam. Produktivitas tertinggi terdapat pada kondisi model simulasi desain eksperimen 2. Terjadi peningkatan rata-rata *output* menjadi 17.619 unit dengan jumlah operator 6 orang dan jam kerja selama 8 jam. Sehingga produktivitas yang didapatkan sebesar 0.37 unit/orang/jam.

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan tujuan meningkatkan produktivitas pada kelompok kerja *Silent UP Assembly*, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kondisi sistem berdasarkan *proposed state map* yaitu terjadi peningkatan kemampuan (*skill*) operator Suaidi dan Riffo sehingga dapat dilakukan pembagian ulang pekerjaan pada saat produksi, penggunaan mesin *soage* yang dapat mempercepat proses pada stasiun kerja *regulation 3* menjadi berkurang sekitar 10% dari sebelumnya, serta pemindahan lokasi bongkar CKD menuju area *sub assembly* agar memberikan ruang lebih untuk operator agar dapat bekerja lebih efektif sehingga rasio *up time* meningkat menjadi 90%. Dampak dari perbaikan ini adalah terjadi peningkatan produktivitas menjadi 0.29 unit/orang/jam.
2. Terdapat 2 skenario dalam eksperimen model simulasi. Kondisi sistem setelah dilakukan simulasi model dengan skenario 1 yaitu terjadi peningkatan rata-rata *output* menjadi 16.1 unit dengan mengurangi *manpower* menjadi 6 operator sehingga produktivitas menjadi 0.34 unit/orang/jam. Sedangkan kondisi system setelah dilakukan simulasi model skenario 2 yaitu terjadi peningkatan rata-rata *output* menjadi 17.62 unit dengan mengurangi *manpower* menjadi 6 operator sehingga produktivitas menjadi 0.37 unit/orang/jam.

3. Berdasarkan kondisi *proposed state map* terjadi peningkatan produktivitas pada kelompok kerja *Silent UP Assembly* sebesar 6% dari kondisi *current state map*. Berdasarkan kondisi model simulasi desain eksperimen 1 terdapat peningkatan sebesar 24% dari *current state map*. Sedangkan berdasarkan kondisi model simulasi desain eksperimen 2 terdapat peningkatan sebesar 36% dari *current state map*.

6.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan model dan jenis piano *silent* dalam pembuatan model simulasi sehingga waktu proses pada setiap model juga berbeda dengan tujuan model simulasi dapat lebih representatif dengan kondisi aktual.
2. Simulasi lebih lanjut dapat mempertimbangkan variabel lainnya yang mempengaruhi produktivitas seperti jam lembur dan data transfer operator sehingga dapat mencapai target rencana produksi per hari.
3. Perancangan model simulasi selanjutnya dapat menggunakan data pengamatan lebih dari 10 sehingga model menjadi lebih representatif.

DAFTAR PUSTAKA

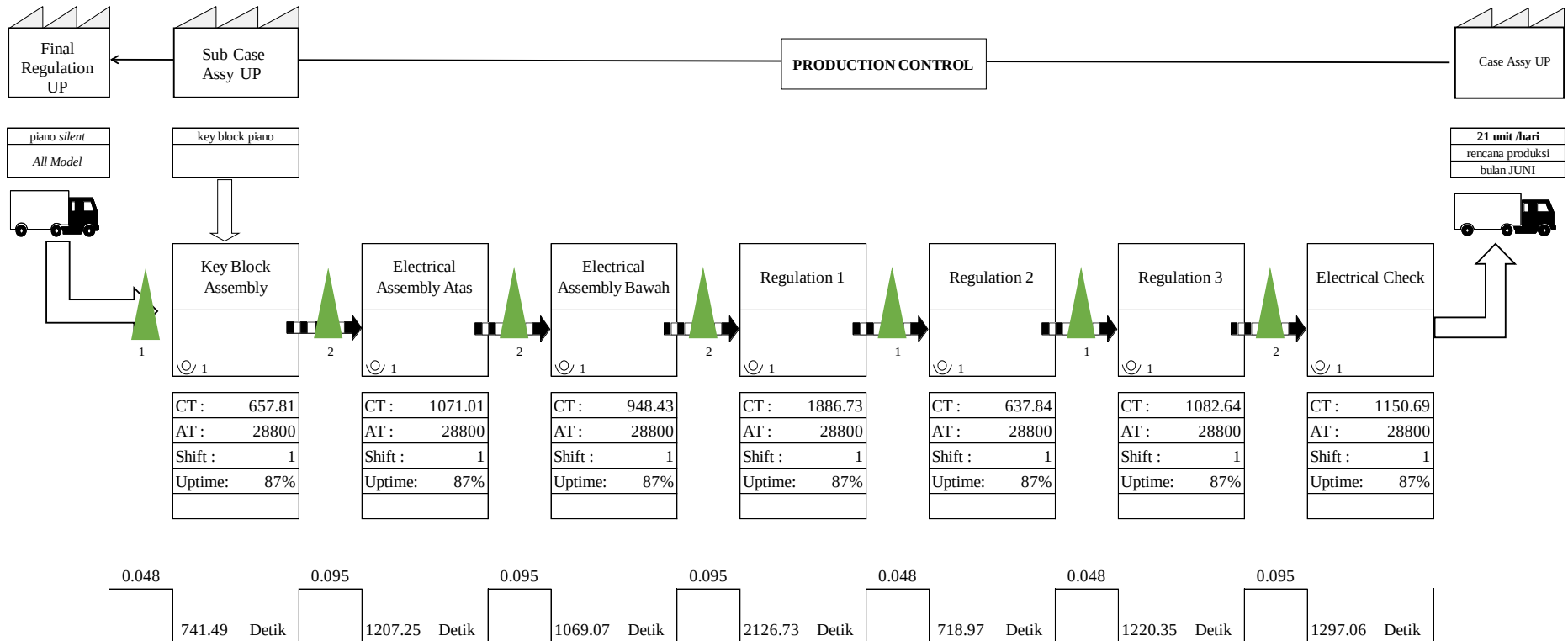
- Ak-Khafaji, S. K. H. & Al-Rufaifi, H. M. R., 2012. *A Case Study of Production Improvement by Using Lean with Simulation Modeling*. Istanbul, IEOM Society.
- Altiook, T. & Melamed, B., 2007. *Simulation Modelling and Analysis with Arena*. 1 ed. s.l.:Cyber Research, Inc. Enterprise Technology Solution,.
- Anvari, A., Ismail, Y. & Hojjati, S. M. H., 2011. A Study on Total Quality Management and Lean Manufacturing: Through Lean Thinking Approach. *World Applied Sciences Journal*, 12(9), pp. 1585-1596.
- Banks, J., Carson II, J. S., Nelson, B. L. & Nicol, D. M., 2004. *Discrete-Event System Simulation*. 4 ed. s.l.:Prentice-Hall.
- Bowden, R. A., Harrel, C. R. & Gosh, B. K., 2003. *Simulation Using Promodel*. 4 ed. New York: McGraw-Hill.
- Fernando, Y. C. & Noya, S., 2014. Optimasi Lini Produksi dengan Value Stream Mapping dan Value Stream Analysis Tools. *Junal Ilmiah Teknik Industri*, 13(2), pp. 125-133.
- Ferris, C. L., Grubbs, F. E. & Weaver, C. L., 1946. *Annals of Mathematical Statistics*. s.l.:The Institute of Mathematical Statistics.
- Fontana, A. & Gaspersz, V., 2011. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor: Vinchrsto Publication.
- Hazmi, F. W., Karningsih, P. D. & Supriyanto, H., 2012. Penerapan Lean Manufacturing Untuk Mereduksi Waste di PT ARISU. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), pp. 135-140.
- Hidayat, R., Tama, I. P. & Efranto, R. Y., 2014. Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode VSM dan FMEA Untuk Mengurangi Waste Pada Produk Plywood. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 2(5), pp. 1032-1043.
- Hines, P. & Rich, N., 1997. The Seven Value Stream Mapping Tools. *International Journal of Operations and Production Management*, 17(1), pp. 46-64.
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P. & Sturrock, D. T., 2007. *Simulation with Arena*. 4 ed. s.l.:McGraw-Hill.
- Khannan, M. S. A. & Haryono, 2015. Analisis Penerapan Lean Manufacturing untuk Menghilangkan Pemborosan di Lini Produksi PT Adi Satria Abadi. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 4(1), pp. 47-54.
- Krismiaji, 2010. *Sistem Informasi Akuntansi*. 3 ed. Yogyakarta: Unit Penerbit dan Percetakan Sekolah Tinggi Ilmu YKPN.
- Kulkarni, P. P., Kshire, S. S. & Chandratre, K. V., 2014. Productivity Improvement Through Lean Deployment & Work Study Methods. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 03(02), pp. 429-434.
- Kurniawati, A. E., Moengin, P. & Adisuwiryo, S., 2014. Peningkatan Kapasitas Produksi Pada Divisi Cutting di PT Bina Busana Internusa Dengan Menggunakan Metode Simulasi. *Jurnal Teknik Industri*, 4(1).
- Law, A., 2007. *Simulation Modelling and Analysis*. 4th ed. s.l.:McGraw-Hill.
- Loucks, D. P., Stedinger, J. R. & Haith, D. A., 1981. *Water Resource Systems Planning and Analysis*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

- Lovelle, J., 2001. Mapping The Value Stream. *IIE Solutions*, 33(2), pp. 26-33.
- Mananoma, T. & Widandi, S., 2008. Pemodelan Sebagai Sarana Dalam Mencapai Solusi Optimal. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(3), pp. 184-192.
- Manjunath, M., S, K. K. K., C, S. H. & Puthran, D., 2014. Value Stream Mapping as a Tool for Lean Implementation: A Case Study. *International Journal of Innovative Research and Development*, 3(5), pp. 477-481.
- Nashrulhaq, M. I., Nugraha, C. & Imran, A., 2014. Model Simulasi Sistem Antrean Elevator. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 2(1), pp. 121-131.
- Neha, S., Singh, M. G., Simran, K. & Pramod, G., 2013. Lean Manufacturing Tool and Techniques in Process Industry. *International Journal of Scientific Research and Reviews*, 2(1), pp. 54-63.
- Nuruddin, A. W., S., Setyanto, N. W. & Soenoko, R., 2013. Implementasi Konsep Lean Manufacturing Untuk Meminimalkan Waktu Keterlambatan Penyelesaian Produk "A" Sebagai Value Pelanggan (Studi Kasus PT. Tuban Steel Work). *Jurnal Rekayasa Mesin*, 4(2), pp. 147-156.
- Omogbai, O. & Salonitis, K., 2016. *Manufacturing System Lean Improvement Design Using Discrete Event Simulation*. Bedfordshire, England, Elsevier B.V., pp. 195-200.
- Philips, D. T., Ravindran, A. & Solberg, J., 1976. *Operation Research Principles and Practice*. 1 ed. Toronto: John Wiley & Sons, Inc.
- Prayogo, T. & Octavia, T., 2013. Identifikasi Waste dengan Menggunakan Value Stream Mapping di Gudang PT. XYZ. *Jurnal Tirta*, 1(2), pp. 119-126.
- Pujotomo, D. & Rusanti, D. N., 2015. Usulan Perbaikan Untuk Meningkatkan Produktivitas Fillingplant dengan Pendekatan Lean Manufacturing Pada PT Smart Tbk Surabaya. *Jurnal Teknik Industri*, X(2), pp. 123-132.
- Putri, K. S., Widyadana, G. A. & Palit, H. C., 2015. Peningkatan Kapasitas Produksi pada PT. Adicitra Bhirawa. *Jurnal Tirta*, 3(1), pp. 69-76.
- Ravianto, P., 1988. *Dasar-Dasar Produktivitas*. s.l.:Universitas Terbuka.
- Riggs, L. J., 1987. *Producing Systems: Planning, Analysis and Control Fourth Edition*. New York: John Wiley & Son.
- Rother, M. & Shook, J., 2009. *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. 1.4 ed. Cambridge: Lean Enterprise Institute, Inc.
- Saleh, C., 2006. Simulasi Penentuan Titik Pertemuan Sistem Manufaktur Bertingkat Push dan Pull. *Jurnal TEKNOIN*, 11(1), pp. 1-12.
- Sastrowinoto, S., 1985. *Meningkatkan Produktivitas dengan Ergonomi*. 1 ed. Jakarta: PT Pustaka BInaman Pressindo.
- Sheth, P. P., Deshpande, V. A. & Kardani, H. R., 2014. Value Stream Mapping: A Case Study of Automotive Industry. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 03(01), pp. 310 - 314.
- Stadnicka, D. & Antonelli, D., 2015. Application of Value Stream Mapping and Possibilities of Manufacturing Processes Simulations in Automotive Industry. *FME Transactions*, 43(4), pp. 279-286.
- Sugiarto, F. & Buliali, J., 2012. . Implementasi Simulasi Sistem Untuk Optimasi Proses Produksi Pada Perusahaan Pengalengan Ikan. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), pp. 236-241.
- Sugiyono, 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&B*. Bandung: Alfabeta.
- Sundar, R., Balaji, A. N. & SatheeshKumar, R. M., 2014. *A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques*. Tamilnadu, Elsevier Ltd, pp. 1875-1885.

- Trenggonowati, D. L., 2015. Optimasi Proses Produksi dengan Menggunakan Pendekatan Simulasi Sistem. *Jurnal PASTI*, XI(1), pp. 1-12.
- Velarde, G. J., Saloni, D. E., Dyk, H. v. & Guinta, M., 2009. Process Flow Improvement Proposal Using Lean Manufcaturing Philosophy and Simulation Techniques On A Modular Home Manufacturer. *Lean Construction Journal*, pp. 77-93.
- Wignjosoebroto, S., 2003. *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Surabaya: Guna Widya.
- Xia, W. & Sun, J., 2013. Simulation Guided Value Stream Mapping And Lean Improvement: A Case Study Of A Tubular Machining Facility. *Journal of Industrial and Management*, 6(2), pp. 456-476.
- Yansen, O. & Bendatu, L. Y., 2013. Perancangan Value Stream Mapping dan Upaya Penurunan Lead time pada Bagian Procurement-Purchasing di PT X. *Jurnal Tirta*, 1(2), pp. 9-16.
- Yu, Q., Alfnes, E., Brekken, H. G. & Eide, M. M., 2016. *A Simulation Enhanced VSM Approach for high-Mix Manufacturing Environment*. Trondheim, Norway, Atlantis Press.

LAMPIRAN

CURRENT STATE MAPPING - SILENT UPRIGHT PIANO ASSEMBLY



Resume	
Inventori	11 Unit
Takt Time	1371.4 Detik
Lead Time	0.52 Hari
Available Time	28800 Detik
Total ST	8380.9 Detik

PROPOSED STATE MAPPING - SILENT UPRIGHT PIANO ASSEMBLY

