

**PENENTUAN *MANPOWER* TERBAIK BERDASARKAN *PRODUCTION SALES*
INVENTORY DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIMULASI MONTE
CARLO**

**(Studi Kasus : Departemen *Painting* Bagian *Buffing Small UP* PT. Yamaha
Indonesia)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1
Pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

Nama : Siti Inaratul Nafiah

No.Mahasiswa : 18522223

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

2022

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya ini yang berjudul “Penentuan Manpower Terbaik Berdasarkan Poduction Sales Inventory dengan Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo” adalah hasil karya saya sendiri, terkecuali ringkasan yang sumbernya telah tercantumkan dan dijelaskan. Jika di kemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 25 Agustus 2022

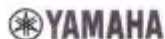


Siti Inaratul Nafiah

NIM 18522223

الجامعة الإسلامية
الاستدراكات

SURAT KETERANGAN PELAKSANAAN



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

Confidenti

SURAT KETERANGAN

No. :107/YI/ PKL /IV/2022

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

Nama	: Siti Inaratul Nafiah
Nomor Induk Mahasiswa	: 18522223
Jurusan	: TEHNIK INDUSTRI
Fakultas	: TEKNOLOGI INDUSTRI
Alamat	: UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA

Telah melakukan program internship melalui penelitian dan pengamatan untuk penyusunan Tugas Akhir dengan Judul *"PENENTUAN MANPOWER PLANNING BERDASARKAN PLAN SCHEDULE INVENTORY DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIMULASI MONTE CARLO (Studi Kasus PT. Yamaha Indonesia pada Departement Painting bagian Buffing Small UP)"*. Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 27 September 2021 sampai dengan Tanggal 31 Maret 2022. Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 20 April 2022

HRD Department

PT. YAMAHA INDONESIA


M. Isnaini
 Manager

CC: - Arsip

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PENENTUAN *MANPOWER* TERBAIK BERDASARKAN *PRODUCTION SALES*
INVENTORY DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIMULASI MONTE
CARLO**

**(Studi Kasus : Departemen *Painting* Bagian *Buffing Small UP* PT.
Yamaha Indonesia)**



TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Siti Inaratul Nafiah

Nim : 18522223

Yogyakarta, 6 Juli 2022

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Vembri Noor Helia, S.T.M.T

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMGUJI

PENENTUAN *MANPOWER* TERBAIK BERDASARKAN *PRODUCTION SALES INVENTORY* DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIMULASI MONTE CARLO

(Studi Kasus : Departemen *Painting* Bagian *Buffing Small UP PT. Yamaha Indonesia*)

TUGAS AKHIR

Oleh

Nama : Siti Inaratul Nafiah
No. Mahasiswa : 18 522 223

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri
Yogyakarta, Agustus 2022

Tim Penguji

Vembri Noor Helia, S.T.,M.T.

Ketua

Dr. Dwi Handayani, S.T.,M.Sc.

Anggota 1

M. Syafatahillah

Anggota 2

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Universitas Islam Indonesia
YOGYAKARTA
Dr. Lambing Immawan S.T., M.M

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil' alamin, puji syukur kepada Allah SWT. Karena dengan rahmat dan kuasa-Nya penelitian Tugas Akhir saya dapat selesai tepat waktu. Terima kasih kepada kedua orang tua yang tidak pernah letih memberikan nasehat, motivasi, dukungan, serta doa terbaik kepada saya. Kepada keluarga, dosen pembimbing dan sahabat, terimakasih telah memberikan doa dan menjadi support system bagi saya.



HALAMAN MOTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
(*Q.S Al-Baqarah ayat 286*)

“Istighfar untuk masa lalu, bersyukur untuk masa kini, berdoa untuk masa depan”
(*Ali bin Abi Thalib*)

“Perbanyak bersyukur, kurangi mengeluh. Buka mata, jembarkan telinga, perluas hati.
Sadari kamu ada pada sekarang, bukan kemaren atau besok, nikmati setiap momen
dalam hidup, berpetualanglah”
(*Ayu Estiningtyas*)”



KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warrah matullahi Wabarakatuh,

Asyhadu Alla Ilahailallah Wa Asyhadu Anna Muhammadarrasulullah Allahuma Shalli'ala Muhammad Wa'ala Alihi Washobihi Wasalim, Alhamdulillahirrabbi'l'aalamiin.

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat rahmat dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir. Sholawat serta salam senantiasa penulis ucapkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya yang telah berjuang dan membimbing kita keluar dari zaman jahilliyah menuju zaman dengan penuh ilmu pengetahuan.

Dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir, penulis banyak mendapatkan bimbingan, arahan, bantuan, dukungan, dan kesempatan dari berbagai pihak, sehingga dapat memperlancar pembuatan laporan ini. Untuk itu penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
2. Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Taufiq Immawan S.T., M.M. selaku Ketua Jurusan Strata-1 Teknik Industri Universitas Islam Indonesia
4. Ibu Vembri Noor Helia, S.T. M.T selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, motivasi, saran, dan informasi selama penulisan Tugas Akhir.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia yang telah membuka wawasan dalam bidang akademik dan non-akademik.
6. Bapak Samsudin DS selaku direktur PT Yamaha Indonesia yang telah memberikan izin dan bimbingan selama melakukan magang dan penelitian Tugas Akhir.
7. Bapak Condro selaku pembimbing lapangan yang selalu memberikan nasehat dan motivasi selama kegiatan magang di PT Yamaha Indonesia.
8. Seluruh *staff* dan operator PT Yamaha Indonesia yang telah membantu dan kooperatif selama masa pengambilan data *project* dan penelitian Tugas Akhir.
9. Kedua orang tua atas segala doa, dukungan baik moril maupun materil dan semangat yang diberikan.
10. Teman-teman yang telah memberikan semangat serta dukungan kepada penulis. Khususnya pada teman-teman Asisten Laboratorium Pemodelan dan Simulasi Industri atas dukungan dan saran yang diberikan selama penulis mengerjakan laporan tugas akhir.
11. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu yang telah membantu penulis selama penelitian Tugas Akhir.

Namun tidak lepas dari semua itu, penulis menyadari sepenuhnya bahwa ada kekurangan baik dari bahasa, isi dan format laporan yang telah disusun. Oleh karena itu kritik dan saran sangat penulis butuhkan untuk memperbaiki laporan penelitian ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Aaamiin.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 6 Juli 2022

Siti Inaratul Nafiah



ABSTRAK

Tenaga kerja merupakan orang yang berperan penting dalam memajukan suatu perusahaan. Oleh karena itu PT. Yamaha Indonesia selalu berusaha untuk menentukan jumlah tenaga kerja yang terbaik. Bagian *Buffing Small UP* sering kali terjadi *Overtime* atau *Undertime*. Hal ini dikarenakan terjadinya *fluktuasi* jumlah *plan* harian yang banyak tidak sesuai dengan jumlah tenaga kerja yang ada di *Buffing Small UP* yang sedikit dan jumlah *plan* harian yang sedikit tetapi jumlah tenaga kerja yang ada di *Buffing Small UP* banyak karena jumlah tenaga kerja di bagian *Buffing Small UP* selalu hampir sama setiap harinya. Jumlah tenaga kerja yang tidak sesuai akan menyebabkan *Overtime* dan *Undertime*. Dalam kasus ini dilakukan penentuan jumlah tenaga kerja terbaik dengan menggunakan simulasi Monte Carlo yang dapat digunakan untuk mengembangkan beberapa kebijakan dalam menentukan jumlah tenaga kerja terbaik dan meminimalkan biaya tenaga kerja. Dalam simulasi ini data input yang digunakan antara lain data historis *plan* produksi harian dan jumlah operator serta *standart time* atau waktu yang dibutuhkan dalam memproses piano yang nantinya akan digunakan untuk menentukan jumlah tenaga kerja terbaik. Dari simulasi di dapatkan replikasi sebanyak 30 kali dengan tingkat *Overtime* dan *Undertime shift* 1 rata-rata sebanyak 48 menit dan *shift* 2 sebanyak 57 menit dengan biaya tenaga kerja mencapai Rp. 186.952.019. Penentuan kebijakan selanjutnya akan dilakukan perbaikan untuk mengurangi *standart time* pada skenario 1, sedangkan untuk skenario 2 akan dilakukan pengurangan margin *repair* agar dapat mengurangi waktu dalam memproses ulang produk yang di *repair*. Selain itu, terdapat skenario 3 yang merupakan kombinasi dari kebijakan skenario 1 dan skenario 2. Dari hasil tersebut di dapatkan hasil terbaik pada skenario 2 ditunjukkan dengan biaya tenaga kerja yang lebih rendah sebesar Rp. 153.126.503 dengan tingkat *Overtime* dan *Undertime* rata-rata *shift* 1 sebesar 34 menit dan *shift* 2 sebesar 15 menit. Dengan perbandingan skenario di atas maka model simulasi Monte Carlo yang dibuat dapat direkomendasikan untuk digunakan oleh bagian *Buffing Small UP* dalam menentukan jumlah tenaga kerja terbaik.

Keyword : Simulasi, Monte Carlo, Jumlah Tenaga Kerja, *Overtime*, *Undertime*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN.....	i
SURAT KETERANGAN PELAKSANAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMGUJI.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penulisan.....	5
1.6 Sistematika Laporan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kajian Induktif	7
2.2 Kajian Deduktif.....	17
2.2.1 <i>Manpower Planning</i>	17
2.2.2 <i>PSI (Production Sales Inventory)</i>	18
2.2.3 Simulasi	18
2.2.4 Simulasi Monte Carlo.....	19
2.2.5 Validasi.....	19
2.2.6 Pemilihan Alternatif	21
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Objek Penelitian	23
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	23
3.3 Instrument Penelitian	24
3.4 Alur Penelitian	25
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	28
4.1 Profil Perusahaan	28

4.1.1 Sejarah Perusahaan	28
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan	28
4.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan	29
4.1.4 Produk PT. Yamaha Indonesia	30
4.2 Pengumpulan Data	32
4.2.1 Proses Produksi	32
4.2.2 Data Biaya	33
4.2.3 <i>Production Sales Inventory</i> Harian	35
4.2.4 Jumlah Operator/Hari	40
4.2.5 <i>Standart Time</i> (ST)	42
4.2.6 Jumlah Mesin, Operator dan Pembagian Beban Kerja	43
4.2.7 Penentuan Margin	47
4.3 Pengolahan Data	47
4.3.1 Simulasi Monte Carlo	47
4.3.2 <i>Forecasting Plan</i> Harian	48
4.3.3 <i>Forecasting</i> Operator Harian	55
4.3.4 Perhitungan <i>Standart Time</i> tiap Mesin	57
4.3.5 Perhitungan Beban Kerja Operator	68
4.3.6 Rumus Model	72
4.3.7 Validasi	79
4.3.8 Pengembangan Skenario	83
4.3.9 Perbandingan Jumlah <i>Manpower</i>	90
4.3.10 Perbandingan Skenario	92
BAB V PEMBAHASAN	96
5.1 Analisis Model	96
5.2 Analisis Hasil	97
5.3 Pemilihan Alternatif	100
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	102
6.1 Kesimpulan	102
6.2 Saran	103
DAFTAR PUSTAKA	104
LAMPIRAN	107
Lampiran 1. Contoh Data <i>Plan</i> Produksi Harian pada bulan November 2021	107
Lampiran 2. Contoh Data Operator Harian pada bulan November 2021	108
Lampiran 3. Contoh Penentuan Distribusi dengan <i>Software Flexsim</i>	109
Lampiran 4. Contoh Simulasi Monte Carlo Skenario 1 pada Mesin Auto Level Buff untuk <i>shift</i> 1	110

Lampiran 5. Contoh Simulasi Monte Carlo Skenario 2 pada Mesin Auto Level Buff <i>Shift</i> 1	115
Lampiran 6. Contoh Simulasi Monte Carlo Skenario 2 pada Mesin Auto Level Buff <i>Shift</i> 1	120
Lampiran 7. Replikasi Model Awal	125
Lampiran 8. Replikasi Skenario 1	128
Lampiran 9. Replikasi Skenario 2	131
Lampiran 10. Replikasi Skenario 3	134
Lampiran 11. Perbandingan Jumlah Tenaga Kerja	137
Lampiran 12. Perbandingan Biaya	138
Lampiran 13. Contoh Pembagian Beban Kerja Skenario 1 Berdasarkan Rekomendasi Jumlah Operator	139
Lampiran 14. Contoh Pembagian Beban Kerja Skenario 2 Berdasarkan Rekomendasi Jumlah Operator	140
Lampiran 15. Contoh Pembagian Beban Kerja Skenario 3 Berdasarkan Rekomendasi Jumlah Operator	141
Lampiran 16. Rekomendasi Model Monte Carlo untuk Bagian <i>Buffing Small UP</i> ..	142



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik <i>Overtime</i> di <i>Buffing Small UP</i>	2
Gambar 2.1 Grafik Penerimaan Persamaan Uji Variansi	21
Gambar 4. 1 Struktur Perusahaan	29
Gambar 4. 2 Upright Piano	31
Gambar 4. 3 Grand Piano	32
Gambar 4. 4 Grafik Penerimaan Uji Dua Rata-Rata	80
Gambar 4. 5 Grafik Penerimaan Uji Kesmaan Dua Variansi	81
Gambar 4. 6 Uji Independensi	83
Gambar 4. 7 Penatan Kabinet Fall Front (Skenario 1)	84
Gambar 4. 8 Penataan Side Base (Skenario 1)	85
Gambar 4. 9 Perbaikan Cutridge (Skenario 1).....	86
Gambar 4. 10 Modifikasi Meja Mesin Level Buff Auto	86
Gambar 4. 11Pemindahan Part Melengkung (Skenario 2)	88
Gambar 4. 12 Penabahan Fels/Busa Ati	88
Gambar 4. 13 Mengubah Busa Ati menjadi Rubber Sheet (Skenario 2).....	89
Gambar 4. 14 Perbaikan Rak	89
Gambar 4. 15 Perbandingan Manpower/Operator	90
Gambar 4. 16 Perbandingan Biaya	91



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	9
Tabel 2. 2 <i>State of the Art</i>	15
Tabel 4. 1 Resume Data Historis PSI Harian November 2021 – Januari 2022	35
Tabel 4. 2 Jumlah Operator Harian Bulan November 2021 – Januari 2022.....	40
Tabel 4. 3 <i>Standart Time</i>	42
Tabel 4. 4 Pembagian Beban Kerja <i>Shift</i> 1 (17) untuk Operator 28	44
Tabel 4. 5 Pembagian Beban Kerja <i>Shift</i> 1 (16) untuk Operator 24	45
Tabel 4. 6 Pembagian Beban Kerja <i>Shift</i> 2 (8) untuk Operator 24	46
Tabel 4. 7 Margin.....	47
Tabel 4. 8 Probabilitas Model Piano BI PE	48
Tabel 4. 9 Probabilitas Model Piano B2 PE	49
Tabel 4. 10 Probabilitas Model Piano B3 PE	49
Tabel 4. 11 Distribusi Plan Harian.....	50
Tabel 4. 12 Hasil <i>Forecasting</i> setiap Model Piano	52
Tabel 4. 13 Probabilitas Operator Harian	55
Tabel 4. 14 <i>Forecasting</i> Jumlah Operator Harian.....	55
Tabel 4. 15 Pembagian <i>Plan</i> Harian setiap <i>Shift</i>	57
Tabel 4. 16 Perhitungan <i>Standart Time Shift</i> 1	58
Tabel 4. 17 Perhitungan <i>Standart Time Shift</i> 2.....	63
Tabel 4. 18 Beban Kerja Operator <i>Shift</i> 1 untuk 28 Operator	68
Tabel 4. 19 Beban Kerja <i>Shift</i> 2 untuk 28 Operator.....	69
Tabel 4. 20 Beban Kerja Operator <i>Shift</i> 1 untuk 24 Operator	70
Tabel 4. 21 Beban Kerja Operator <i>Shift</i> 2 untuk 24 Operator	71
Tabel 4. 22 Perbandingan Data Aktual dan Hasil Simulasi.....	79
Tabel 4. 23 <i>Mean</i> dan <i>Standar</i> Deviasi.....	80
Tabel 4. 24 Perhitungan Uji Dua Rata-Rata	80
Tabel 4. 25 Kesimpulan Uji Dua Rata-Rata	81
Tabel 4. 26 Hasil F Hitung Uji Kesamaan Variansi	82
Tabel 4. 27 Kesimpulan Uji Kesamaan Variansi.....	82
Tabel 4. 28 Resume <i>Standart Time After</i> (Skenario 1).....	87
Tabel 4. 29 Margin <i>After</i> (Skenario 2).....	89
Tabel 4. 30 Biaya Hasil Simulasi.....	91
Tabel 4. 31 Hasil Uji Anova	93
Tabel 4. 32 Hasil Uji Bonferoni Model Awal terhadap Skenario 1	93
Tabel 4. 33 Hasil Uji Bonferoni Model Awal terhadap Skenario 2	94
Tabel 4. 34 Hasil Uji Bonferoni Model Awal terhadap Skenario 3	94

BAB I

PENDAHULUAN

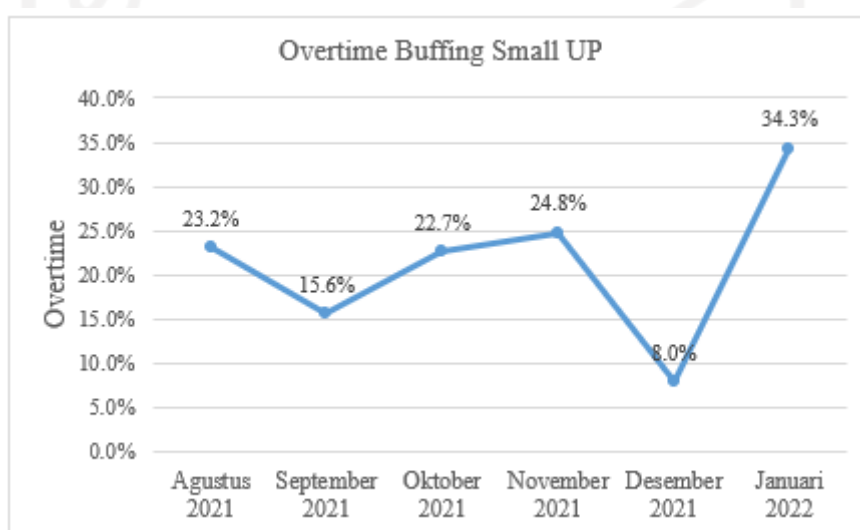
1.1 Latar Belakang

Tenaga kerja merupakan seseorang yang melakukan pekerjaan atau aktivitas produksi secara langsung. Selain itu, merupakan faktor penting dalam meningkatkan produktivitas perusahaan karena jumlah tenaga kerja yang baik dan efektif dapat meningkatkan produktivitas serta efisiensi perusahaan (Santoso & Supriyadi, 2010). Penting bagi setiap perusahaan untuk meningkatkan produktivitas yang digunakan sebagai penunjang kelangsungan hidup perusahaan, salah satu perusahaan manufaktur yang selalu berusaha meningkatkan nilai produktifitas dengan menentukan jumlah tenaga kerja terbaik adalah PT. Yamaha Indonesia.

PT. Yamaha Indonesia adalah perusahaan yang menghasilkan alat musik berupa piano dan termasuk dalam bidang industri manufaktur. Setiap tahunnya PT. Yamaha Indonesia memiliki target untuk dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi kerja setiap departemen sebesar 15%. Peningkatan produktivitas yang dilakukan dengan cara melakukan perbaikan dan menyeimbangkan tugas kerja sehingga memiliki beban kerja yang sama untuk setiap tenaga kerja. Piano yang dihasilkan oleh PT. Yamaha Indonesia adalah *Upright Piano* dan *Grand Piano* yang memiliki berbagai macam warna dan model. *Upright Piano* (UP) merupakan piano yang mempunyai posisi *soundboard vertical* atau tegak. Sedangkan *Grand Piano* (GP) merupakan piano yang memiliki posisi *soundboard horizontal*. Secara garis besar proses produksi yang ada di PT. Yamaha Indonesia terdapat 3 *department* yaitu, *department wood working*, *painting*, dan *assembly*. Pada bagian *painting* terdapat 3 bagian yaitu, bagian *sanding* dasar, bagian *spray*, dan bagian *sanding-buffing*. Setiap departemen seringkali mengalami permasalahan terhadap produktivitas dan efisiensi kerja yang berubah-ubah karena belum adanya jumlah tenaga kerja terbaik yang diperlukan, salah satunya yaitu pada bagian *buffing*.

Buffing adalah proses penghalusan atau pengkilapan kabinet piano dan merupakan proses penting dalam memproduksi piano supaya memiliki kualitas yang baik. Pada *buffing* khususnya *Buffing Small UP* sering terjadi fluktuasi produktivitas dan efisiensi

kerja yang selalu berubah-ubah. Berubahnya produktivitas disebabkan tidak menentunya *plan* produksi harian yang ada di *Buffing Small UP*. *Plan* produksi pada *Buffing Small UP* setiap harinya ditentukan berdasarkan *plan* yang telah dibuat untuk satu periode kedepan dengan memperhatikan hasil produksi di hari sebelumnya. Tidak menentunya *plan* produksi menyebabkan sering terjadinya *Overtime* atau *Undertime*. Hal ini disebabkan karena terkadang jumlah *plan* harian yang banyak tidak sesuai dengan jumlah tenaga kerja yang ada di *Buffing Small UP* yang sedikit dan jumlah *plan* harian yang sedikit tetapi jumlah tenaga yang ada di *Buffing Small UP* banyak. Hal ini dapat dilihat pada gambar 1.1 sebagai berikut.



Gambar 1. 1 Grafik *Overtime* di *Buffing Small UP*
(Sumber : Departemen *Production Engineering*)

Berdasarkan gambar 1.1 diketahui pada bulan Agustus 2021 – Januari 2022 sering terjadinya naik turun *Overtime* secara berurutan yaitu 23,2%; 15,6%; 22,7%; 24,8%, 8% dan 34,3%. *Overtime* disebabkan karena tidak menentunya *plan* produksi harian dan jumlah tenaga kerja yang tidak sesuai dengan banyaknya *plan* produksi, sehingga perusahaan harus menambah waktu kerja agar dapat memenuhi *plan* produksi. Banyaknya *Overtime* akan menyebabkan perusahaan membayar biaya kerja lembur setiap tenaga kerja sehingga pengeluaran semakin bertambah khususnya biaya tenaga kerja. Oleh karena itu perusahaan mencoba untuk dapat memaksimalkan jumlah tenaga kerja terbaik yang dibutuhkan untuk setiap *plan* produksi agar dapat terpenuhi dengan jumlah *Overtime/Undertime* yang minimal. *Overtime* atau biasa dikenal dengan OT merupakan waktu kerja tambahan yang dilakukan oleh pekerja melebihi jam kerja yang ditentukan

secara teratur. Selain itu terkadang juga terjadi *Undertime* yaitu waktu mengganggu pekerja yang kelebihan tenaga kerja yang tidak dapat dipergunakan secara efektif.

Berdasarkan hal tersebut, permasalahan yang ada di *Buffing Small UP* cukup kompleks dan tidak dapat di selesaikan dengan metode matematis maupun analitis karena *plan* produksi bersifat tidak pasti (stokastik) dan terjadi berulang kali serta tidak dapat ditentukan jumlahnya. Dalam rangka menyelesaikan permasalahan yang sukar diselesaikan menggunakan metode analitis maupun matematis, maka metode simulasi dapat dijadikan sebagai alternatif penyelesaian masalah karena simulasi menawarkan pendekatan yang reliabel untuk mempelajari dan mengevaluasi model sistem yang memiliki karakteristik stokastik dan dinamis. Simulasi memungkinkan penggunaanya untuk meniru pengelolaan persediaan yang bervariasi dan memiliki jangka waktu yang panjang dengan hasil yang rinci berdasarkan variabel- variabel yang dapat dikuantifikasi (Gibaud, 2019). Teknik simulasi diskrit adalah salah satu model simulasi pengoperasian sistem sebagai urutan peristiwa diskrit (Sharma, 2015). Simulasi Monte Carlo merupakan simulasi diskrit yang menggunakan bilangan *random*. Simulasi merupakan salah satu cara yang dapat membantu dalam proses pengambilan keputusan. Percobaan dengan simulasi merupakan model yang mengadaptasi perilaku sistem nyata (Andre & Riyanto, 2016).

Pada studi kasus terdahulu yang dikembangkan oleh Sanjay Choudhari dan Hasmukh Ganjjjar (2017) dalam mengembangkan model simulasi untuk perencanaan jumlah tenaga kerja pada bagian fasilitas layanan listrik dengan Monte Carlo. Skenario yang digunakan yaitu dengan waktu jam lembur selama satu jam dengan sumber daya yang sama sepanjang tahun adalah pilihan terbaik. Selain itu model simulasi membantu menemukan presentase nilai tambah dan non-nilai tambah. Sehingga dihasilkan presentase waktu yang digunakan untuk aktivitas nilai tambah kurang dari 50%.

Dalam penelitian ini akan mempertimbangkan permasalahan yang ada pada bagian *Buffing Small UP* terkait dengan *plan* produksi harian dan dan jumlah tenaga kerja (*manpower*) yang akan disimulasikan dengan model Monte Carlo menggunakan *Microsoft excel*. Hal ini dilakukan karena bagian *Buffing Small UP* belum memiliki kebijakan mengenai jumlah tenaga kerja (*manpower*) terbaik setiap harinya sesuai dengan *plan* produksi. Model simulasi Monte Carlo yang dibuat akan menjadi luaran penelitian yang digunakan untuk menentukan kebijakan yang tepat dalam menentukan jumlah tenaga kerja (*manpower*) terbaik sesuai dengan *plan* produksi. Dengan jumlah tenaga

kerja yang baik setiap harinya diharapkan dapat menurunkan serta meminimalkan biaya khususnya pada biaya tenaga kerja.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi *manpower* atau tenaga kerja yang ada di PT. Yamaha Indonesia bagian *Buffing Small UP* pada saat ini?
2. Apa saja kebijakan-kebijakan yang dapat digunakan untuk menentukan jumlah *manpower* terbaik?
3. Apa rekomendasi kebijakan terbaik dalam menentukan jumlah *manpower* terbaik berdasarkan model simulasi Monte Carlo yang dapat diterapkan di PT. Yamaha Indonesia bagian *Buffing Small UP*?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian memiliki beberapa batasan masalah agar penelitian lebih fokus dan terarah, batasan masalahnya sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di *department painting* bagian *Buffing Small UP*.
2. Data *Plan Secedule Inventory* harian dan jumlah operator harian yang digunakan merupakan data historis dari bulan November 2021 – Januari 2022.
3. Operator diasumsikan memiliki keahlian yang sama.
4. *Manpower* yang diamati hanya *direct labor* yaitu tenaga kerja yang berhubungan langsung dengan proses produksi.
5. *Part/kabinet* yang dibutuhkan diasumsikan sudah tersedia setiap harinya.
6. Biaya yang diperhitungkan hanya dilihat dari sisi biaya tenaga kerja saja.
7. Biaya tenaga kerja di ambil berdasarkan kebijakan UMR yang ada di Jakarta Timur.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Dapat mengidentifikasi kondisi *manpower* atau tenaga kerja yang saat ini ada di PT. Yamaha Indonesia bagian *Buffing Small UP*.

2. Dapat memberikan saran beberapa kebijakan untuk menentukan jumlah *manpower* terbaik.
3. Dapat memberikan rekomendasi kebijakan terbaik mengenai jumlah *manpower* terbaik berdasarkan simulasi Monte Carlo yang dapat diterapkan di PT. Yamaha Indonesia bagian *Buffing Small UP*

1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat yang diharapkan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini di harapkan dapat menambah pengetahuan peneliti dalam pengaplikasian keilmuan Teknik Industri yang telah di pelajari khususnya dalam bidang *operational research* mengenai simulasi Monte Carlo.
2. Penelitian ini di harapkan dapat menjadi acuan rekomendasi bagi perusahaan PT. Yamaha Indonesia dalam menetapkan jumlah *manpower* terbaik yang dapat di terapkan untuk *department Buffing Small UP* di PT. Yamaha Indonesia.
3. Penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi dan perbandingan bagi peneliti selanjutnya dalam penerapan simulasi Monte Carlo untuk menentukan jumlah *manpower* terbaik.

1.6 Sistematika Laporan

Penulisan tugas akhir ini tersusun dari enam bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang masalah yang ada di *Buffing Small UP* mengenai penentuan jumlah *manpower* atau operator terbaik serta meminimalkan biaya. Selain itu terdapat rumusan masalah serta tujuan yang akan dicapai serta batasan yang akan digunakan selama penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai kajian induktif dan kajian deduktif untuk mendukung penelitian yang akan dilakukan. Kajian induktif berisi mengenai konsep penelitian terdahulu yang telah dilakukan mengenai tenaga kerja dan metode Monte Carlo yang digunakan untuk mengetahui perbandingan penelitian mengenai tujuan metode dan hasil analisa. Selain

itu, bab ini juga terdapat kajian deduktif yang mencakup segala hal teori yang dapat dijadikan sebagai dasar bagi tema penelitian, metode analisa, dan pembahasan yang dikutip dari beberapa sumber pustaka yang ada. Kajian deduktif yang digunakan berisi mengenai *manpower planning*, simulasi, metode Monte Carlo dan Validasi terhadap model simulasi yang dibuat.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang objek penelitian yang diteliti, metode penelitian baik primer maupun sekunder yaitu dengan menggunakan metode Monte Carlo dan diagram alir penelitian yang dilakukan dari awal hingga akhir untuk menentukan jumlah *manpower* terbaik beserta penjelasan diagram alir.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisi mengenai proses pengumpulan data baik dari profil perusahaan PT. Yamaha Indonesia, melakukan resume historis *plan* harian dan jumlah operator di *Buffing Small UP* serta *forecasting* berdasarkan data tersebut. Selanjutnya dilakukan pembuatan model simulasi untuk model awal berdasarkan *forecasting* jumlah operator dan *plan* harian yang di dapatkan. Kemudian melakukan validasi model awal untuk melihat bahwa model yang dibuat sudah sesuai dengan sistem nyata yang ada serta melakukan pembuatan alternatif-alternatif yang dapat dilakukan untuk menentukan jumlah *manpower* atau tenaga kerja yang terbaik.

BAB V PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi mengenai analisa terhadap hasil perhitungan simulasi menggunakan metode Monte Carlo serta membandingkan antara model awal, alternatif pertama dan alternatif kedua untuk dapat diambil keputusan terbaik mengenai penentuan jumlah *manpower* yang terbaik.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi mengenai kesimpulan serta saran perbaikan pada proses produksi berdasarkan hasil pembahasan dan analisa yang telah dilakukan untuk menentukan jumlah *manpower* yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Induktif

Kajian induktif merupakan kajian yang berisi mengenai penelitian-penelitian terdahulu untuk mendukung topik pembahasan dalam penelitian yang dilakukan oleh peneliti. Penelitian terdahulu yang digunakan membahas mengenai penentuan jumlah *manpower* terbaik untuk minimalisasi biaya tenaga kerja operator yang telah dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Serta penelitian yang membahas mengenai metode simulasi menggunakan Monte Carlo dalam memecahkan masalah. Penelitian yang membahas tentang penentuan *manpower* salah satunya diteliti oleh Trio Yonathan Teja Kusuma dan Muhammad Farid Salafudin Firdaus (2019) yang menyebutkan bahwa dengan menentukan jumlah tenaga kerja yang baik dapat meningkatkan produktivitas perusahaan dengan memperhatikan waktu siklus, waktu normal dan waktu baku yang dibutuhkan dalam melakukan proses produksi setiap harinya. Selain itu berdasarkan penelitian Sanjay Choudhari dan Hasmukh Gajjar (2017) yang meneliti mengenai perencanaan jumlah *manpower* dalam melakukan *maintenance* listrik yang terjadi di fasilitas layanan pemeliharaan listrik (EMSF) dapat menggunakan metode DES (*Discrete Event Simulation*) yaitu metode yang menggunakan simulasi dimana perubahan statusnya terjadi pada titik-titik diskrit yang dipicu oleh suatu kejadian dan simulasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Arena Simulation*.

PoTsang B. Huang, Tsung-Ying Yu, Yuan-Ju Chou dan Yi-Ching Lin (2016) dalam penelitiannya untuk mengurangi kekurangan *manpower* agar dapat meningkatkan pelayanan keamanan pada perbatasan bandara dengan menggunakan metode *system simulation* dan algoritma heuristik. Hal ini membuktikan bahwa dengan menggunakan sistem simulasi dapat mengurangi *shift* dan kelalaian tenaga kerja untuk meningkatkan pelayanan. Simulasi juga dapat digunakan untuk menentukan efektifitas dalam perencanaan *workface* yang dilakukan di Industri konstruksi yang diteliti oleh Di Hua, Yesser Mohamedb, Hosein Taghaddosc dan Ulrich Hermanna (2017) dengan menggunakan metode DES. Penelitian ini dilakukan dengan mensimulasikan beban kerja

untuk setiap waktu dengan sumber daya atau batas kesibukan tercapai. Penelitian yang menggunakan metode DES juga diteliti oleh Patrizia Busato, Alessandro Sopegno dan Ricardo Guidetti (2019) tentang menentukan jumlah operator pelayanan dengan melakukan simulasi jumlah operator dan oven yang ada. Pada penelitian ini menggunakan model simulasi diskrit yang bervariasi dan realistis untuk optimasi proses yang ada di dapur restoran perusahaan besar. Simulasi juga dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah tenaga kerja jangka panjang seperti yang diteliti oleh Berik Koichubekov, Azamat Kharin, Marina Sorokina, Ilya Korshukov, Bauyrzhan Omarkulov dan Temirlan Ukubayev (2020) dalam memperkirakan/meramalkan tenaga kerja di bagian praktik umum di rumah sakit yang ada di Kazaktan untuk tahun 2030 dengan menggunakan simulasi yang bersifat stokastik (memiliki nilai parameter yang tidak pasti/derajat kepastian tidak stabil/probabilistik).

Salah satu yang dapat digunakan untuk melakukan *forecasting* yaitu simulasi Monte Carlo yang merupakan simulasi diskrit yang menggunakan bilangan random/probabilistik sehingga bersifat stokastik. Penelitian yang membahas mengenai simulasi Monte Carlo salah satunya diteliti oleh Daniel J. Arenas, Elle Lett, Heather Klusaritz dan Anne M. Teitelman (2017) yang memperkirakan dampak kesehatan dan ekonomi dari *United Community Clinic* (UCC) di sebuah klinik siswa di Philadelphia, PA. dengan menggunakan metode simulasi Monte Carlo dapat menghemat anggaran biaya yang dikeluarkan. Selain itu pada penelitian Muhamad April, Dasril Aldo dan Hariselmi (2019) juga memprediksi kunjungan pasien di masa mendatang yang ada di rumah sakit dengan simulasi Monte Carlo dengan tingkat akurasi rata-rata 91% dan 71%. Pada penelitian Siska Dwi Anggraini dan Gunadi Widi Nurcahyo (2021) juga memprediksi peningkatan jumlah pelanggan dengan simulasi Monte Carlo pada tahun selanjutnya (2019) yang memiliki rata-rata 72% sehingga dapat mempermudah dalam pengambilan keputusan untuk mengembangkan sebuah bisnis. Pada penelitian Mertcan Karabulut (2017) Monte Carlo juga dapat digunakan dalam memperkirakan jumlah hari untuk penyelesaian proyek pembangunan. Selain itu, berdasarkan penelitian Hario Ardi Nugroho, Judi Alhilman dan Endang Budiasih (2019) menyatakan bahwa simulasi Monte Carlo juga dapat digunakan untuk memperkirakan atau melakukan *forecasting* dalam menentukan jumlah tenaga kerja atau *crew* yang optimal pada mesin *huron* sehingga mendapatkan hasil jumlah *crew* yang dibutuhkan serta dapat memperkirakan anggaran kedepannya. Sehingga penelitian

terdahulu yang telah di sebutkan di atas akan dijadikan sebagai acuan pada penelitian yang akan di teliti. Adapun rangkuman penelitian terdahulu adalah sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Peneliti (Tahun)	Hasil Penelitian
1	<i>Simulation Modeling for Manpower Planning in Electrical Maintenance Service Facility</i>	Sanjay Choudhari, Hasmukh Gajjar (2017)	Berdasarkan penelitian diketahui bahwa dengan sistem EMSF dapat memenuhi rata-rata dua jam waktu tunggu (CI 95%) baik untuk waktu normal maupun waktu sibuk dan terbagi menjadi tiga <i>shift</i> . Skenario yang digunakan yaitu dengan waktu jam lembur selama satu jam dengan sumber daya yang sama sepanjang tahun adalah pilihan terbaik. Selain itu model simulasi membantu menemukan presentase nilai tambah dan non-nilai tambah. Sehingga dihasilkan presentase waktu yang digunakan untuk aktivitas nilai tambah kurang dari 50%.
2	<i>Simulation Method for Dispatching National Border Security Manpower to Mitigate Manpower Shortage</i>	Huang B. Huang, Tsung-Ying Yu, Yuan-ju Chou, Yi-Ching Lin & Lin, (2016)	Berdasarkan penelitian diketahui bahwa pemanfaatan petugas imigrasi bandara di Bandara Internasional Taoyuan Taiwan lebih tinggi dari 97,99%, dan jam kerja mereka berkurang lebih dari 54,68%. Hasil ini membuktikan bahwa menggunakan simulasi sistem dapat mengurangi <i>shift</i> kerja yang panjang dan kelalaian yang terjadi. Sehingga dapat meningkatkan keamanan perbatasan dan kualitas

No	Judul	Peneliti (Tahun)	Hasil Penelitian
3	<i>A Simulation-Based Method for Effective Workface Planning of Industrial Construction Project</i>	Hu, Mohamed, Taghaddos, & Hermann (2017)	<p>pelayanan bandara. Selain itu, hasil simulasi bahwa ketika Imigrasi Nasional Agensi dan Bandara Internasional Taoyuan Taiwan menerapkan sistem verifikasi biometrik untuk bukan warga negara, diperkirakan akan terjadi kekurangan tenaga kerja yang signifikan. Kekurangan tersebut dapat menimbulkan keluhan dari pelanggan dan mengakibatkan citra negatif terhadap kualitas pelayanan bandara.</p> <p>Penelitian ini menggunakan simulasi berbasis waktu metode penjadwalan yang mengubah pekerjaan menjadi segmen berbasis unit waktu yang lebih kecil (harian / mingguan/ bulanan). Dengan mensimulasikan pelaksanaan tugas kerja untuk setiap waktu langkah dan memungkinkan alokasi sumber daya variabel untuk tugas kerja dengan batas sumber daya atau batas kesibukan tercapai. Jadwal yang dihasilkan dari metode yang diusulkan dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh alat penjadwalan proyek berbasis CPM yang populer. Kerangka kerja yang diusulkan mengembalikan durasi proyek keseluruhan yang lebih pendek dibandingkan dengan dua alat penjadwalan lainnya karena memiliki</p>

No	Judul	Peneliti (Tahun)	Hasil Penelitian
4	<i>Optimisation of Manpower Utilisation in a Professional Food Service by Means of Discrete Event Simulation Models</i>	Patrizia Busato, Alessandro Sopegno, Riccardo Guidetti (2019)	<p>lebih banyak mekanisme alokasi sumber daya yang fleksibel yang memungkinkan untuk tugas pekerjaan yang akan dilakukan secara bersamaan.</p> <p>Berdasarkan penelitian diketahui model simulasi deskriptif jumlah operator dan oven yang digunakan bisa divariasikan. Studi perubahan staf telah menghasilkan hasil dari jumlah minimal operator yang dibutuhkan adalah 3, untuk menyelesaikan persiapan dalam waktu yang ditentukan, dengan pengurangan 25% dari staf yang tersedia. Melanjutkan hingga tujuh operator adalah cara tercepat untuk menyelesaikan persiapan hanya dalam waktu 200 menit, tetapi dengan kurang dari 35% penggunaan staff, yang akibatnya tidak nyaman. Sehingga, percobaan pertama ini menunjukkan bahwa penggunaan model simulasi realistis dan layak dalam optimasi proses dapur untuk restoran perusahaan besar.</p>
5	<i>Stochastic Simulation to Project Supply of the Kazakhstan General Practice Workforce To 2030</i>	Berik Koichubekov, Azamat Kharin, Marina Sorokina, Ilya Korshukov, (2020)	Berdasarkan penelitian diketahui bahwa terdapat tiga parameter input utama dieksplorasi yaitu tingkat pensiun, tingkat gesekan, tingkat perekrutan. Untuk setiap parameter sensitivitas relatif dihitung. Dibuat model paling tidak sensitif terhadap

No	Judul	Peneliti (Tahun)	Hasil Penelitian
			<p>parameter tingkat pensiun, tetapi sangat sensitif terhadap tingkat gesekan. Pergantian staf merupakan salah satu masalah utama pelayanan kesehatan primer. Gesekan parameter laju memiliki potensi besar untuk mengendalikan aliran tenaga kerja. Tingkat perekrutan (selain dokter umum baru) adalah faktor lain yang memiliki dampak signifikan terhadap perkiraan dokter umum. Itu sensitivitas terhadap parameter ini sebanding dengan sensitivitas terhadap laju deplesi. Langkah-langkah yang diambil digunakan untuk mengurangi putus sekolah secara bersamaan akan meningkatkan perekrutan. Selain itu, juga mengevaluasi efek dari ketiga parameter secara bersamaan. Jika skenario yang paling mungkin adalah terwujud, maka lamaran dari Dokter Umum hampir akan menutupi kebutuhan dengan defisit kecil 68 hingga 305 dokter. Jika skenario batas tinggi atau batas rendah dalam pekerjaan pasar dilaksanakan, Departemen Kesehatan akan menghadapi masalah serius.</p>
6	<p><i>A Monte Carlo Simulation Approach for Estimating the</i></p>	<p>Daniel J. Arenas, Elle Lett, Heather</p>	<p>Berdasarkan metode simulasi Monte Carlo untuk memperkirakan dampak kesehatan dari pencegahan umum</p>

No	Judul	Peneliti (Tahun)	Hasil Penelitian
	<i>Health and Economic Impact Interventions Provided at a Student-Run Clinic</i>	Klusaritz, Anne M. Teitelman (2017)	intervensi kesehatan yang diterapkan pada individu dalam tahun kehidupan yang disesuaikan dengan kualitas (QALYs). Kemudian dengan menggunakan pengukuran tersebut untuk memperkirakan dampak kesehatan dan ekonomi dari <i>United Community Clinic</i> (UCC), sebuah klinik yang dikelola siswa di Philadelphia, PA. Diketahui bahwa dengan tahunan anggaran operasi sebesar \$50.000, UCC dapat menghemat 6,5 QALY, setara dengan lebih dari \$850.000
7	<i>Application of Monte Carlo Simulation and PERT/CPM Techniques in Planning of Construction Projects: A Case Stud</i>	Mertcan Karabulut, (2017)	Berdasarkan hasil simulasi menunjukkan bahwa 186 hari kerja (yaitu perkiraan optimis) diperlukan untuk menyelesaikan vila mewah ditentukan oleh metode CPM, sedangkan simulasi Monte Carlo menyiratkan bahwa ada 50% kemungkinan villa mewah akan selesai dalam 205 hari, tapi masih ada adalah risiko 50% bahwa pembangunan vila mungkin tertunda.
8	Penentuan Jumlah Tenaga Kerja Optimal Peningkatan Produktifitas (Studi Kasus:	Trio Yonathan Teja Kusuma, Muhammad Farid Salafudin Firdaus (2019)	Berdasarkan penelitian didapatkan hasil untuk jumlah karyawan optimal yaitu sebanyak 49 orang. Sedangkan UD Rekayasa Wangdi W baru memiliki 34 orang. Oleh karena itu maka perlu ada penambahan sebanyak

No	Judul	Peneliti (Tahun)	Hasil Penelitian
	Ud.Rekayasa Wangdi W)		15 orang. Dengan penambahan sejumlah 15 orang , diharapkan UD Rekayasa Wangdi W mampu meningkatkan produktifitas dan mampu memenuhi pesanan.
9	Simulasi Monte Carlo Memprediksi Jumlah Kunjungan Pasien	Muhamad Apri, Dasril Aldo, Hariselmi (2019)	Hasil dari penelitian ini adalah prediksi jumlah kunjungan pasien masa akan datang dengan tingkat akurasi rata-rata 91% dan 71 %. Sehingga, informasi ini bisa menjadi rujukan bagi pihak Puskesmas mengambil tindakan dan kebijakan untuk memperbaiki kualitas pelayanan. Pada bulan januari 2017 gambar 17 hasil prediksi jumlah pasien yang didapatkan adalah 1609 pasien, nilai tersebut sama dengan nilai hasil simulasi tahun 2017 yang ada pada tabel 12. Begitu juga dengan bulan pada tahun lainnya, hasil yang diperoleh oleh sistem yang dibangun sama dengan hasil perhitungan manual yang telah dilakukan sebelumnya.
10	Usulan <i>Retirement Age</i> dan Jumlah <i>Maintenance Crew</i> Optimal pada Mesin Huron di Pt.Xyz Menggunakan Metode <i>Dynamic Life Cycle Cost</i> (Dlcc)	Hario Nugroho, Judi Alhilman, Endang Budiasih (2019)	Berdasarkan perhitungan DLCC, diperoleh total LCC optimal sebesar Rp. 574,070,461 dengan umur mesin optimal adalah sembilan tahun dan jumlah <i>maintenance crew</i> optimal sebanyak satu orang. Berdasarkan hasil simulai Monte Carlo didapatkan nilai MTTF mesin Huron 391.7 jam dengan

No	Judul	Peneliti (Tahun)	Hasil Penelitian
	dengan Simulasi Monte Carlo		<i>future maintenance cost</i> yang harus dipersiapkan sebesar Rp. 270,710,759.
11	Prediksi Peningkatan Jumlah Pelanggan dengan Simulasi Monte Carlo	Siska Dwi Anggraini, Gunadi Widi Nurcahyo (2021)	Berdasarkan penelitian simulasi dapat prediksi peningkatan jumlah pelanggan dengan menggunakan data tahun 2018 untuk memprediksi peningkatan jumlah pelanggan di tahun 2019 memiliki rata-rata 72% sehingga dapat mempermudah pihak pengelola bisnis dalam mengambil keputusan guna untuk mengembangkan bisnis

Tabel 2. 2 *State of the Art*

No	Aspek yang Diteliti	Objek Penelitian	Metode yang Digunakan
1	Perencanaan Jumlah <i>Manpower</i> dalam Melakukan <i>Maintenance</i> Listrik	Fasilitas layanan pemeliharaan listrik (EMSF)	<i>Discrete event simulation, Arena simulation</i>
2	Meningkatkan Keamanan pada Bandara dengan Mengurangi Kekurangan <i>Manpower</i>	Pelayanan Bandara Internasional Taoyuan Taiwan	<i>System simulation, algoritma heuristic</i>
3	Penjadwalan Proyek dengan Metode Simulasi	Industri kontruksi	<i>Discrete event simulation</i>
4	Penentuan Jumlah Operator Pelayanan Mensimulasikan Operator Dan Oven	Restoran dengan Jumlah	<i>Discrete event simulation</i>
5	Perekrutan Dokter Umum	Rumah sakit di Kazakhstan	<i>Forcasting, system dynamics</i>

No	Aspek yang Diteliti	Objek Penelitian	Metode yang Digunakan
6	Memperkirakan Kesehatan dan Ekonomi dari <i>United Community Clinic</i> (UCC)	Dampak klinik yang dikelola siswa di Philadelphia, PA	<i>Monte carlo simulation</i>
7	Perkiraan Jumlah Hari Penyelesaian Pembangunan Vila Antara Metode CPM dan Simulasi Monte Carlo	Industri kontruksi	<i>Critical Path Method and Monte Carlo Simulation</i>
8	Jumlah Tenaga Kerja dalam Peningkatan Peoduktivitas Kerja	Ud.Rekayasa Wangdi W.	<i>waktu siklus, waktu normal, waktu baku</i>
9	Memprediksi Kunjungan Pasien	Jumlah Pusat Kesehatan	<i>Forecasting, monte carlo simulation</i>
10	Penentuan Optimal Mesin <i>Huron</i>	Jumlah <i>Crew</i> Industri manufaktur	<i>Monte carlo simulastion, FMEA</i>
11	Memeprediksi Pelanggan dengan Data Tahun 2018	Jumlah Industri perdagangan	<i>Monte Carlo Simulation</i>
12	Penentuan <i>Manpower</i> Terbaik Berdasarkan <i>Production Sales Inventory</i> dengan Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus : Departemen <i>Painting</i> Bagian <i>Buffing Small UP PT. Yamaha</i> Indonesia)	Departemen Bagian <i>UP, PT. Yamaha</i> Indonesia	<i>Painting, Monte Carlo Simulation</i>

Berdasarkan 11 literatur penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka peneliti melakukan penelitian di PT. Yamaha Indonesia dengan judul Penentuan *Manpower* Terbaik Berdasarkan PSI dengan Menggunakan Metode Simulasi Monte

Carlo. Penelitian dilakukan di *department painting* pada bagian *Buffing Small UP*. Data PSI harian di dapatkan dari historis *plan* produksi yang telah dilakukan selama bulan November 2021 – Januari 2022 serta data historis mengenai jumlah tenaga kerja yang bekerja di bagian *Buffing Small UP* setiap harinya. Data yang dikumpulkan akan dilakukan perhitungan probabilistik dengan menggunakan bilangan random karena terdapat beberapa variasi dengan metode simulasi Monte Carlo. Setelah model simulasi selesai dibuat dilakukan analisis mengenai kondisi awal dan melakukan validasi bahwa model yang dibuat telah mempresentasikan sistem nyata. Kemudian dilakukan evaluasi dengan menentukan beberapa alternatif terbaik yang dapat diterapkan di bagian *Buffing Small UP* untuk menentukan *manpower* atau tenaga kerja terbaik serta meminimalkan biaya tenaga kerja.

1.2 Kajian Deduktif

Kajian deduktif berisi mengenai landasan teori yang digunakan sebagai referensi untuk memecahkan masalah dalam sebuah penelitian.

2.1.1 Manpower Planning

Manpower planning adalah strategi yang digunakan oleh perusahaan untuk melakukan perbaikan terhadap *human resource* yang dimiliki. *Manpower planning* bertujuan untuk memanfaatkan secara maksimal *human resource* terhadap pekerjaan dan proses bisnis yang ada di perusahaan. *Manpower planning* digunakan untuk menentukan jumlah *manpower*, menempatkan keahlian di tempat dan waktu yang tepat sehingga mendapatkan hasil yang maksimal (Ibojo, 2012).

Dalam melaksanakan *manpower planning* terdapat beberapa komponen dasar yang perlu diperhatikan interaksinya dengan teliti karena mereka saling berkesinambungan. Komponen dasar dari *manpower* adalah *people, jobs, time, dan money* (Holm, 2008). Pada umumnya *manpower planning* memiliki 3 proses elemen antara lain :

1. Melakukan analisis dengan melihat kondisi dalam melakukan peramalan jumlah pekerja yang tepat, sehingga tercapainya tujuan perusahaan.
2. Melakukan peramalan untuk penambahan jumlah pekerja yang optimal dalam *open recruitment* mendatang yang sesuai dengan jumlah tenaga kerja aktual.
3. Melakukan pertimbangan terhadap kebijakan yang akan dibuat berdasarkan poin 1 dan poin 2 untuk menyesuaikan perbedaan yang terjadi.

2.1.2 PSI (*Production Sales Inventory*)

Production Sales Inventory merupakan suatu perencanaan yang dibuat oleh perusahaan PT. Yamaha Indonesia dalam memproduksi piano setiap harinya. PSI dibuat berdasarkan perkiraan permintaan mendatang yang dibandingkan dengan historis yang ada. *Production Sales Inventory* dibuat untuk satu periode. Dengan adanya PSI proses pekerjaan menjadi lebih terarah dan dapat mengetahui jumlah produksi yang harus dihasilkan serta memantau kekurangan dan kelebihan produksi. Dengan pemantauan tersebut dapat disusun untuk perencanaan kedepannya agar dapat memenuhi kekurangan PSI di hari sebelumnya.

2.1.3 Simulasi

Simulasi merupakan salah satu cara yang dapat membantu dalam proses pengambilan keputusan. Percobaan dengan simulasi merupakan model yang mengadaptasi perilaku sistem nyata (Andre & Riyanto, 2016). Simulasi merupakan proses melakukan duplikat pada suatu kondisi untuk membuatnya sebagai model dengan keperluan studi ataupun pengujian yang lainnya (Oxford American Dictionary, 1980). Simulasi merupakan suatu proses yang digunakan dengan memodelkan suatu sistem yang sedemikian rupa sehingga dapat merepresentasikan dari sistem nyatanya dengan mempelajari perilaku dari suatu model yang telah dibuat. Sehingga dapat disimpulkan simulasi merupakan imitasi dari sistem dinamis yang menggunakan bantuan komputer dalam memodelkannya yang bertujuan untuk melakukan perbaikan dan meningkatkan kinerja dari suatu sistem (Harrel, et al., 2004).

Dalam pengaplikasiannya simulasi dapat menggunakan software FlexSim, powersim, Microsoft exel untuk simulasi Monte Carlo dan sebagainya. Hasil simulasi dapat berupa sebuah data statistik yang dapat dianalisis yang mampu memprediksi secara akurat kinerja dari suatu sistem dan dapat digunakan sebagai *tools* dalam perencanaan. Simulasi mempunyai karakteristik sebagai berikut :

1. Merepresentasikan dari sistem nyata
2. Modal yang *relative* murah, dengan kinerja yang cepat sehingga tidak terlalu banyak memakan waktu dibandingkan dengan melakukan *experiment* secara langsung.
3. Dapat merepresentasikan sistem secara *continues*
4. Dapat memberikan hasil informasi terhadap performa
5. Hasil yang diberikan mudah untuk dipahami.

2.1.4 Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo dikenal juga dengan istilah *Sampling Simulation* atau Monte Carlo *Sampling Technique*. Simulasi ini menggambarkan kemungkinan penggunaan data sampel dalam metode Monte Carlo yang juga sudah dapat diketahui atau diperkirakan distribusinya. Simulasi ini menggunakan data yang sudah ada (*historical data*). Dengan kata lain apabila menghendaki model simulasi yang mengikutsertakan bilangan random dan *sampling* dengan distribusi probabilitas yang dapat diketahui dan ditentukan, maka cara simulasi ini dapat dipergunakan. Simulasi Monte Carlo merupakan simulasi diskrit yang menggunakan bilangan random dalam perhitungannya. Teknik simulasi diskrit adalah salah satu model simulasi pengoperasian sistem sebagai urutan peristiwa diskrit (Sharma, 2015).

Simulasi Monte Carlo ini memberikan tiga batasan dasar yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Apabila suatu persoalan sudah dapat diselesaikan atau dihitung jawabannya secara matematis dengan tuntas maka hendaknya jangan menggunakan simulasi ini. Itu berarti apabila persoalan dapat diselesaikan dengan pemrograman ataupun teori dalam *operation research* (*Queuing Theory, Integer Programin* dll) simulasi ini tidak perlu digunakan lagi, kecuali perancangan-perancangan itu memerlukan perkiraan tertentu
2. Apabila sebagian persoalan tersebut dapat diuraikan secara analitis dengan baik, maka penyelesaiannya lebih baik dilakukan secara terpisah, yaitu sebagian dengan cara analitis dan yang lainnya dengan simulasi Monte Carlo untuk kemudian disusun kembali keseluruhannya sebagai penyelesaian akhir. Ini berarti teknik *sampling* dari simulasi Monte Carlo ini hanya dilakukan apabila betul-betul dibutuhkan.
3. Apabila mungkin maka dapat digunakan simulasi perbandingan. Kadangkala simulasi ini dibutuhkan apabila terdapat dua sistem dengan perbedaan-perbedaan pada parameter, distribusi, cara-cara pelaksanaannya.

2.1.5 Validasi

Validasi berasal dari kata valid yang artinya “**sama**”. Sehingga validasi adalah suatu proses untuk membuktikan apakah sesuatu “sama” atau tidak dengan yang dibandingkan, dalam hal ini adalah model simulasi dengan sistem nyatanya. Adapun tujuan validasi untuk menghasilkan suatu model yang representatif terhadap perilaku sistem nyatanya. Model berperilaku sedekat mungkin untuk dapat digunakan sebagai substitusi dari sistem

nyata. Meningkatkan kredibilitas model, sehingga model dapat digunakan oleh para pengambil keputusan (Hoover, 1989).

1. Uji Kesamaan Dua Rata-Rata

Uji kesamaan ini dimaksudkan untuk mengetahui perbandingan performansi antara sistem riil dengan model simulasi yang diterjemahkan dalam nilai jumlah rata-rata output dari dua populasi tersebut. Jika hasil uji tersebut nilai kedua rata-rata tidak berbeda secara signifikan, maka dapat disimpulkan bahwa model memiliki validitas yang cukup. Karena yang akan diuji adalah kesamaan dua populasi maka uji yang akan dilakukan adalah uji *two tails*, dengan:

H0 : $\mu_1 = \mu_2$: Rata-rata output sistem riil = rata-rata output model Simulasi

H1 : $\mu_1 \neq \mu_2$: Rata-rata output sistem riil \neq Rata-rata output model Simulasi

$$t_h = \frac{\bar{X}_m - \bar{X}_r}{\left(\frac{s_m^2}{N-1} + \frac{s_r^2}{N-1}\right)^{0.5}} \quad (2.1)$$

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad (2.2)$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N-1} \quad (2.3)$$

t hitung kemudian dibandingkan dengan t tabel

$$\left(t_{\frac{\alpha}{2}, N-1}\right) \quad (2.4)$$

Keterangan :

N -1 adalah Derajat kebebasan

α adalah tingkat kepercayaan

2. Uji Kesamaan Variansi

Dalam melakukan proses pengujian selisih maupun kesamaan dua rata-rata, selalu diasumsikan bahwa kedua populasi memiliki variansi yang sama. Agar hasil uji kesamaan dua rata rata yang dilakukan dengan benar, maka diperlukan sebuah kepastian bahwa asumsi tentang persamaan dua variansi terpenuhi. hipotesis ujinya adalah:

H0: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

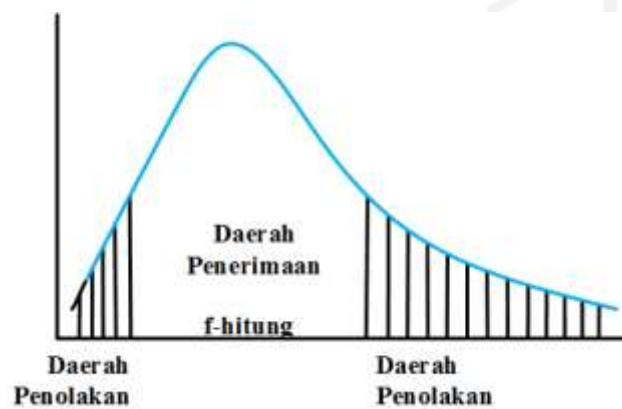
H1: $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

Berdasarkan sampel acak yang independen maka diperoleh populasi satu dengan ukuran n_1 dan variansi s_1^2 sedangkan populasi dua dengan ukuran n_2 dan variansi s_2^2 , maka untuk menguji hipotesisnya digunakan statistik uji: $F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$

Kriteria pengujian adalah menerima H_0 jika $F_{1-0.5 \alpha} (n_1 - 1, n_2 - 1) < F < F_{0.5 \alpha} (n_1 - 1, n_2 - 1)$.

$$S_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^R (X_{ij} - \underline{X}_j)^2}{R - 1}$$

Dengan demikian F hitung berada dalam daerah penerimaan sebagaimana terlihat dalam gambar dibawah ini:



Gambar 1.1 Grafik Penerimaan Persamaan Uji Variansi

2.1.6 Pemilihan Alternatif

Pemilihan alternatif dilakukan untuk menentukan alternatif terbaik yang dapat direkomendasikan dalam penyelesaian masalah. Pengujian yang digunakan untuk memilih alternatif terbaik adalah sebagai berikut.

a. Uji Anova

Anova adalah sebuah analisis statistik yang menguji perbedaan rerata antargrup. Grup disini bisa berarti kelompok atau jenis perlakuan. ANOVA Merupakan prosedur uji statistik yang mirip dengan *t test*. Namun kelebihan dari Anova adalah dapat menguji perbedaan lebih dari dua kelompok. Berbeda dengan *independent sample t test*, yang hanya bisa menguji perbedaan rerata dari dua kelompok saja (Walpole, 1995).

Sebelum dilakukan uji ANOVA perlu ditentukan H_0 , H_a , dan tingkatprobabilitas (α), serta kriteria pengujian.

- Selang kepercayaan : 95%

- Tingkat probabilitas kesalahan (α) : $5\% = 0,05$
- Jumlah objek yang dibandingkan (n) = 3

➤ Uji ANOVA

Ho : Tidak ada perbedaan rata rata *output* yang dipengaruhi oleh 3 model berbeda baik itu model awal, alternatif 1 dan alternatif 2.

Ha : ada perbedaan rata rata *output* yang dipengaruhi oleh 3 model berbeda baik itu model awal, alternatif 1 dan alternatif 2.

Kriteria Pengujian :

- Ho diterima, jika nilai $p\text{-value} \geq \text{signifikansi}$ (0,05)
 - Ho ditolak, jika nilai $p\text{-value} < \text{signifikansi}$ (0,05)
- Atau**
- Ho diterima, jika nilai $f \text{ hitung} \leq f \text{ tabel}$
 - Ho ditolak, jika nilai $f \text{ hitung} > f \text{ tabel}$

b. Uji Bonferroni

Uji Bonferroni ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kelompok data mana yang berbeda setelah dilakukan Uji Anova *One Way* karena uji Anova *one way* dilakukan hanya untuk mengetahui adanya perbedaan dalam kelompok data. Uji Bonferroni dilakukan jika hasil tes dari beberapa kelompok data menunjukkan variansi yang sama (Pritasari, N., & Parhusip, 2018).

Model Awal dan Model Alternatif

Ho : Ada perbedaan rata rata *output* yang dipengaruhi oleh model awal dan alternatif.

Ha : Tidak ada perbedaan rata rata *output* yang dipengaruhi oleh model awal dan alternatif.

Kriteria Pengujian :

- Ho diterima, jika $P(T \leq t) \text{ two-tail} < \alpha/n$.
- Ho ditolak, jika $P(T \leq t) \text{ two-tail} > \alpha/n$.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek yang akan diteliti pada penelitian ini adalah proses produksi piano yaitu *Upright* Piano yang berada di *department Painting* bagian *Buffing Small UP* di PT. Yamaha Indonesia, kawasan industri Pulo Gadung, Jakarta Timur, Indonesia.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Dalam melakukan pengumpulan data yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian terdapat dua jenis data yaitu:

a. Primer

Data primer adalah sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber aslinya yang berupa wawancara, jajak pendapat dari individu atau kelompok (orang) maupun hasil observasi dari suatu obyek, kejadian atau hasil pengujian (benda). Dalam penelitian ini untuk mengumpulkan data primer dilakukan dengan dua metode yaitu:

1. Melakukan pengamatan atau observasi

Yaitu dengan mengamati proses produksi piano untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Data tersebut antara lain beban kerja operator serta tugas yang dikerjakan dan waktu proses yang diperlukan untuk memproduksi piano dalam sehari.

2. Wawancara

Dalam proses wawancara peneliti melakukan tanya jawab kepada mentor, ketua kelompok bagian *Buffing Small UP* dan para karyawan yang berada di PT. Yamaha Indonesia untuk lebih mendapatkan informasi yang dibutuhkan mengenai kondisi saat ini yang ada di *Buffing Small UP*.

b. Sekunder

Data sekunder adalah sumber data penelitian yang diperoleh melalui media perantara atau secara tidak langsung yang berupa buku, catatan, bukti yang telah

ada, atau arsip baik yang dipublikasikan maupun yang tidak dipublikasikan secara umum. Dalam penelitian ini untuk mengumpulkan data sekunder dilakukan dengan dua metode yaitu:

1. Studi *literature*

Menurut Danial dan Warsiah Studi *Literature* adalah penelitian yang dilakukan oleh peneliti dengan mengumpulkan sejumlah buku-buku, majalah yang berkaitan dengan masalah dan tujuan penelitian. Teknik ini dilakukan dengan tujuan untuk mengungkapkan berbagai teori-teori yang relevan dengan permasalahan yang sedang dihadapi/diteliti sebagai bahan rujukan dalam pembahasan hasil penelitian. Studi literatur yang dikumpulkan dalam penelitian ini berhubungan dengan penentuan *manpower* terbaik serta penggunaan metode simulasi khususnya Monte Carlo dalam melakukan *forecasting* untuk menyelesaikan masalah

2. Data perusahaan

Data perusahaan adalah data yang diperoleh dari perusahaan tersebut, berdasarkan penelitian ini data perusahaan berasal dari PT. Yamaha Indonesia. Data perusahaannya berupa profil perusahaan, tujuan perusahaan, visi misi perusahaan, struktur dari organisasi perusahaan dan historis *Production Sales Inventory* (PSI) harian yang ada di *Buffing Small UP* serta data historis jumlah operator setiap harinya yang digunakan untuk membuat model awal.

3.3 Instrument Penelitian

Untuk mempermudah dalam penelitian, maka digunakan alat bantu dalam pengumpulan dan pengolahan data, diantaranya adalah:

1. Alat Tulis dan Telepon Genggam

Alat tulis yang digunakan berupa buku catatan dan pena untuk mencatat permasalahan yang ada serta hasil wawancara. Telepon genggam digunakan untuk mendokumentasi beberapa hal yang dibutuhkan serta mencatat waktu proses di *Buffing Small UP* dalam penyusunan laporan penelitian.

2. *Microsoft Office*

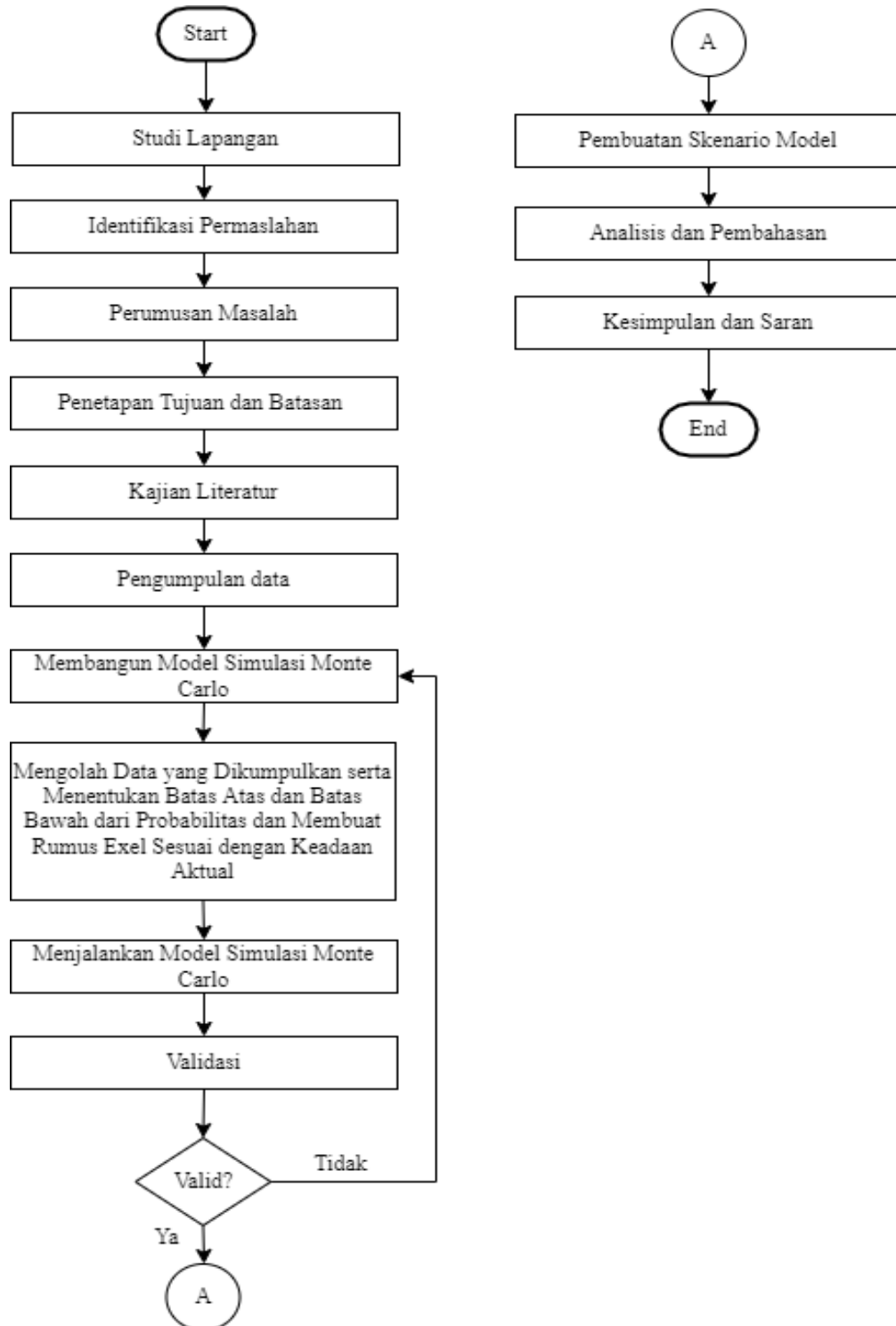
Microsoft office yang digunakan antara lain adalah Ms. Word dan Ms. Excel untuk melakukan perhitungan dengan metode simulasi Monte Carlo.

3. Software FlexSim

Software FlexSim digunakan untuk melihat distribusi data yang telah dikumpulkan.

3.4 Alur Penelitian

Berikut ini merupakan alur penelitian yang digunakan peneliti.



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Penjelasan dari alur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Studi Lapangan

Tahap pertama yang dilakukan oleh peneliti yaitu melakukan studi lapangan untuk memahami karakteristik dari kebutuhan *manpower* pada bagian *Buffing Small UP* sebagai objek penelitian dan memperoleh informasi yang dibutuhkan sebagai landasan dalam penelitian.

2. Identifikasi Masalah

Tahap selanjutnya yaitu peneliti melakukan identifikasi masalah yang ada di bagian *Buffing Small UP* untuk menentukan *manpower* terbaik dengan melakukan observasi langsung dan melakukan wawancara.

3. Perumusan Masalah, Tujuan dan Batasan

Pada tahap ini peneliti menentukan rumusan masalah, tujuan penelitian serta batasan yang digunakan selama penelitian. Dengan menetapkan hal tersebut peneliti dapat lebih fokus terhadap permasalahan yang akan diteliti. Hal ini dikarenakan peneliti tidak mungkin meneliti secara keseluruhan permasalahan pada sistem yang ada. Batasan masalah juga dapat berisi mengenai asumsi-asumsi yang mungkin terjadi di dalam sistem.

4. Kajian *Literature*

Tahap selanjutnya peneliti melakukan studi *literature* sebagai referensi dalam melakukan penelitian dengan membandingkan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan yang terdapat di kajian induktif. Selain itu peneliti juga melakukan kajian deduktif sebagai kajian *literature* pendukung dalam melakukan penelitian.

5. Pengumpulan Data

Pada tahap ini peneliti mengumpulkan data yang akan di butuhkan dalam melakukan penelitian baik berupa data primer maupun data sekunder.

6. Pengolahan Data

Pada tahap ini peneliti melakukan mengolah data yang didapatkan baik secara manual ataupun dengan bantuan *software* untuk memudahkan peneliti dalam mengolah data. Tahapan dari pengolahan data sendiri terdiri dari penentuan probabilitas untuk dilakukan simulasi, validasi yang membuktikan bahwa model simulasi yang dibuat sudah mempresentasikan sistem nyata serta penentuan skenario

yang digunakan untuk membuat keputusan terbaik dalam menentukan jumlah *manpower* terbaik.

7. Analisis dan Pembahasan

Tahap selanjutnya yaitu melakukan analisis dan pembahasan terhadap model dan skenario yang telah dibuat dengan membandingkan model awal, skenario pertama, skenario kedua dan skenario ketiga untuk berdasarkan *manpower*.

8. Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir yaitu menarik kesimpulan serta menentukan keputusan berdasarkan analisis yang telah dilakukan sebelumnya.



BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Profil Perusahaan

4.1.1 Sejarah Perusahaan

Yamaha Organ Works merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang pembuatan alat musik yang didirikan oleh Mr. Torakushu Yamaha di daerah Hanamatsu Jepang pada tahun 1987. Perusahaan tersebut terus berkembang hingga saat ini dan berganti nama menjadi *Yamaha Corporation Japan* serta memiliki pabrik di berbagai negara salah satunya Indonesia.

PT Yamaha Indonesia merupakan pabrik milik *Yamaha Corporation Japan* yang merupakan hasil kerjasama Mr. Genichi Kawakami selaku pembesar Yamaha dengan seorang pengusaha Indonesia bernama Ali Syarif yang didirikan pada tanggal 27 Juni 1974. Pada awalnya, PT Yamaha Indonesia memproduksi berbagai macam alat musik yaitu, piano domestik, *electone*, dan *pianica*. Mulai tahun 1990, PT Yamaha Indonesia memfokuskan pada produksi piano dengan luas lahan 17.305m² dan memindahkan produksi alat musik lain ke berbagai anak perusahaan *Yamaha Corporation* seperti *Yamaha Music Manufacturing Indonesia*. PT Yamaha Indonesia fokus memproduksi piano yang tidak hanya dipasarkan di Indonesia, namun hingga mancanegara. Hingga saat ini, 95% hasil produksi piano di PT Yamaha Indonesia diekspor hingga ke Eropa.

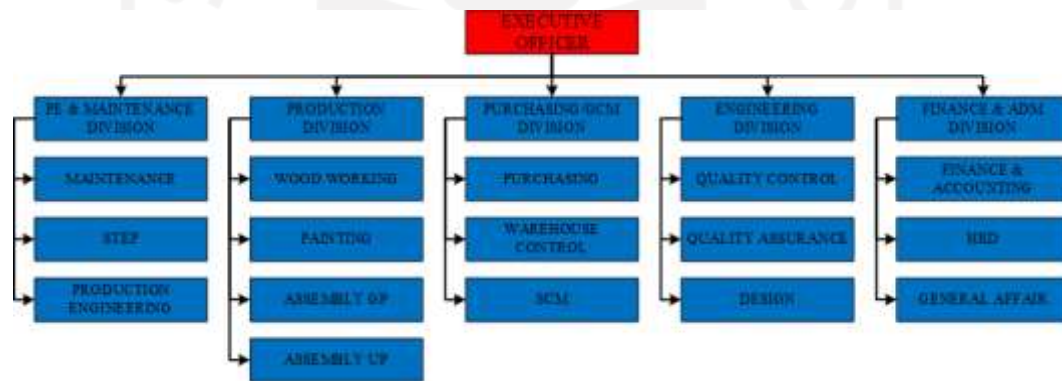
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

PT Yamaha Indonesia memiliki visi yaitu 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. Sementara untuk mencapai visi tersebut, PT Yamaha Indonesia memiliki misi yaitu:

1. Mempromosikan dan mendukung popularisasi pendidikan musik
2. Operasi dan manajemen yang berorientasi pada pelanggan
3. Kesempurnaan dalam produk dan layanan
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

4.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan

PT Yamaha Indonesia dipimpin oleh seorang Presiden Direktur yang merupakan perpanjangan tangan langsung dari *Yamaha Corporation Japan*. Berikut merupakan struktur organisasi PT Yamaha Indonesia:



Gambar 4. 1 Struktur Perusahaan

Berdasarkan struktur organisasi diatas, berikut dijelaskan pembagian tugas dan tanggung jawab dari setiap anggota organisasi dalam perusahaan:

1. Divisi *Production Engineering dan Maintenance*

Menangani masalah *continues improvement* (perbaikan berkesinambungan) atau dapat disebut kaizen dan perbaikan (*maintenance*). Divisi ini terbagi menjadi tiga, yaitu *maintenance*, STEP (*Supporting Team for Engineering Project*), dan *Production Engineering*. Apabila dari pihak *factory* atau lapangan membutuhkan perbaikan ataupun *upgrade* terhadap mesin kerjanya, dapat dilakukan kepada divisi ini untuk selanjutnya dikaji ulang mengenai kaizen yang tepat.

2. Divisi Produksi

Divisi ini terbagi menjadi divisi-divisi kecil yaitu *wood working*, *painting*, *assembly Grand Piano* (GB) dan *assembly Upright Piano* (UP). Dalam pelaksanaannya, masing-masing divisi tersebut bertanggung jawab terhadap *General Manager*. Manajer tersebut membawahi asisten manajer, foreman, kepala kelompok dan wakil ketua kelompok. Kepala kelompok dan wakil ketua kelompok tersebut membawahi operator-operator di area *factory* atau produksi. Divisi produksi menangani bagian produksi mulai dari awal proses produksi piano, yaitu pengolahan kayu sebagai bahan mentah (*wood working*), proses pengecatan (*painting*), proses perakitan piano (*assembly* GB dan UP) hingga proses *packing*.

3. Divisi *Purchasing*

Divisi ini menangani masalah kegiatan pemesanan barang-barang atau material yang diperlukan perusahaan, penentuan harga, pembuatan laporan pembelian dan pengeluaran barang (*inventory*, material, dan lain-lain). Divisi ini bekerja sama dengan pihak terkait untuk memastikan kelancaran proses transaksi serta memastikan ketersediaan barang atau material melalui *control stock*. Divisi ini terbagi menjadi tiga divisi kecil yaitu *purchasing*, *supply chain management*, dan *warehouse*.

4. Divisi *Engineering*

Membawahi tiga divisi kecil yaitu *quality control* (QC), *quality assurance*, dan *design*. Divisi ini menangani masalah pengecekan akhir terkait mutu dan kualitas produk dan bertanggung jawab dalam hal *design*.

5. Divisi *Finance & Administration*

Divisi ini membawahi tiga divisi kecil yaitu *financial accounting*, *human resource development* dan *general affair*. Masing-masing divisi memiliki tugas untuk mengatur keuangan dari perusahaan.

4.1.4 Produk PT. Yamaha Indonesia

PT Yamaha Indonesia merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang menghasilkan produk alat musik piano. Piano yang dihasilkan adalah *upright piano* dan *grand piano* dengan berbagai varian warna dan model. Selain itu, PT Yamaha Indonesia memproduksi *part-part*

piano (kabinet) yang nantinya akan diekspor untuk dirakit diperusahaan atau negara lain. Setiap piano memiliki beberapa varian model dan warna, seperti warna *polished ebony* (PE) atau yang biasa dikenal dengan warna hitam, *polished white* (PWH) atau warna putih. Selain itu, juga terdapat varian warna *polished walnut* (PW) dengan corak kayu berwarna kemerahan serta *polished mahogany* (PM) dengan corak kayu berwarna coklat gelap. *Upright piano* (UP) merupakan piano dengan posisi *soundboard* vertikal atau tegak. Berikut merupakan contoh varian warna dari *upright piano*.

4



Gambar 4. 2 *Upright Piano*

Sedangkan pada *grand piano* (GB), posisi *soundboard* adalah horizontal atau dalam posisi tidur. Berikut merupakan contoh dari *grand piano*.



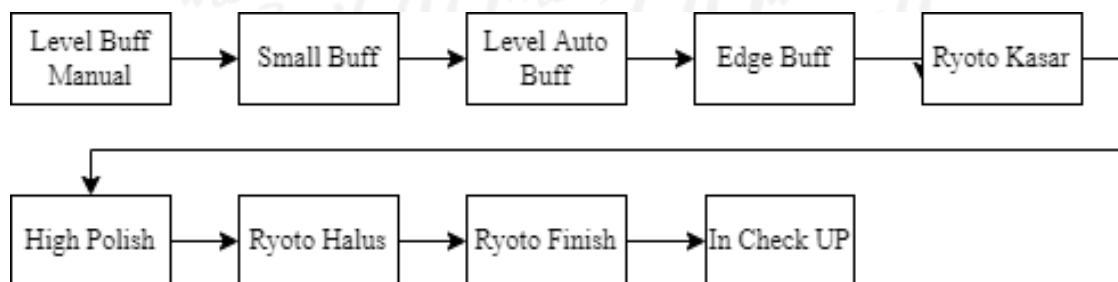


Gambar 4. 3 *Grand Piano*

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Proses Produksi

Proses produksi piano di PT Yamaha Indonesia terbagi menjadi 3 departemen yaitu departemen *wood working*, *painting*, dan *assembly*. Pada departemen *painting* terbagi menjadi 3 bagian, yaitu bagian *sanding* dasar, bagian *spray*, dan bagian *sanding-buffing*. Penelitian ini berfokus pada departemen *painting* bagian *buffing*, khususnya *Buffing Small UP*. Berikut merupakan proses produksi yang dilakukan di bagian *Buffing Small UP*.



Gambar 4. 4 Proses Produksi *Buffing Small UP*

Proses produksi di *Buffing Small UP* antara lain:

1. *Level Buff Manual*

Level buff manual merupakan proses pengkilapan kabinet pada bagian permukaan kabinet berukuran *short* yang masih dilakukan secara manual dengan menggerakkan alat oleh operator.

2. *Small Buff*

Small buff merupakan proses pengkilapan kabinet pada bagian permukaan untuk kabinet yang *long*.

3. *Level Auto Buff*

Level auto buff merupakan proses pengkilapan kabinet pada bagian permukaan.

4. *Edge Buff*

Edge buff merupakan proses pengkilapan kabinet pada bagian *edge* atau samping.

5. *Ryoto kasar*

Ryoto kasar merupakan proses pengkilapan kabinet pada bagian *edge* dan *muke* sebelum ke proses *ryoto* selanjutnya.

6. *High Polish*

High polish merupakan proses pengkilapan kabinet pada bagian permukaan.

7. *Ryoto Halus*

Ryoto halus merupakan proses pengkilapan setelah *ryoto kasar* pada bagian *edge* dan *muke*.

8. *Ryoto Finish*

Ryoto finish merupakan proses pengkilapan terakhir pada cabinet bagian *edge* dan *muke*.

9. *In Check UP*

In check up merupakan proses pengecekan cabinet yang telah selesai di proses di *Buffing Small UP* untuk melihat cabinet yang di kirimkan tidak mengalami cacat.

4.2.2 Data Biaya

Data biaya di PT. Yamaha Indonesia digunakan untuk menentukan total biaya setiap tenaga kerja/operator dalam melakukan proses produksi. Biaya yang di berikan kepada operator/tenaga kerja sesuai dengan UMR (Upah Minimum Regional) yaitu upah minimum

yang penetapannya dilakukan oleh gubernur yang menjadi acuan pendapatan buruh di wilayahnya. PT. Yamaha Indonesia berada di Jakarta Timur dan dengan mengikuti acuan kebijakan yang berlaku UMR yang digunakan yaitu sebesar Rp. 4.641.854 yang di tetapkan oleh kepala gubernur DKI Jakarta Anies Baswedan pada tanggal 16 Desember 2021. Biaya lainnya yang di hitung adalah *Overtime cost* dan *Undertime cots*. *Overtime cost* adalah waktu kerja yang melebihi batas waktu yang sudah disepakati oleh pemerintah yang bertujuan untuk meningkatkan output produksi, akan tetapi konsenkuensinya perusahaan harus mengeluarkan ongkos tambahan lembur yang biasanya sampai 150% dari ongkos kerja regular. Sedangkan *Undertime cost* adalah waktu menganggur yang yang tidak dapat di alokasikan secara efektif sehingga terjadinya waktu menganggur yang besarnya merupakan perkalian antara jumlah yang tidak terpakai dengan tingkat upah dan tunjangan lainnya. Perhitungan untuk menentukan waktu lembur (*Overtime*) ditentukan dengan rumus untuk jam pertama $1,5 \times 1/173 \times$ upah sebulan, sedangkan jika lebih dari 1 jam perhitungannya adalah $2 \times 1/173 \times$ upah sebulan. Hasil perhitungan *Overtime cost* dan *Undertime cost* adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 1 Biaya Tenaga Kerja

Tenaga Kerja	Upah Bulanan	<i>Overtime Cost</i>		<i>Undertime Cost</i>
		1 Jam	2 - 4 Jam	
1 Operator	Rp 4,641,854	Rp 40,247	Rp 53,663	Rp 5,000

4.2.3 Production Sales Inventory Harian

Production Sales Inventory merupakan *plan* yang dibuat oleh PT. Yamaha Indonesia setiap periodenya dan digunakan sebagai acuan untuk menentukan *plan* produksi setiap harinya. Penentuan *plan* setiap harinya cukup beragam dan sulit diprediksi untuk setiap model yang akan dibuat. Berikut ini merupakan *resume* data historis *plan* produksi harian dari bulan November 2021 – Januari 2022 untuk setiap masing-masing model piano.

Tabel 4. 1 *Resume* Data Historis PSI Harian November 2021 – Januari 2022

Bulan	Minggu	Hari	B1 PE	B1 PM/PW	B1 PWH	B2 PE	B2 PM/PW	B2 PWH	B3 PE	B3 PM	B3 PWH	UIJ PE
November 2021	Minggu 1	Senin	29	0	7	28	1	1	28	1	0	19
		Selasa	33	1	7	26	2	1	29	0	0	17
		Rabu	27	0	7	27	2	1	22	0	0	30
		Kamis	27	0	7	25	2	0	30	0	0	27
		Jumat	24	1	5	19	1	0	37	0	1	28
	Minggu 2	Senin	24	0	5	18	1	0	37	0	1	28
		Selasa	25	1	3	15	2	3	33	0	1	31
		Rabu	22	0	6	16	1	1	40	0	0	25
		Kamis	24	0	5	15	0	2	63	0	0	0
		Jumat	39	0	2	14	0	1	43	0	1	8
	Minggu 3	Senin	40	0	1	13	0	2	45	0	1	0
		Selasa	33	2	2	18	1	2	42	1	1	10
		Rabu	29	2	2	18	2	2	39	0	1	15
		Kamis	28	0	5	18	2	1	40	0	1	14
		Jumat	28	0	5	23	1	1	36	0	1	13
	Minggu 4	Senin	25	0	6	22	1	2	38	0	1	13
Selasa		30	0	6	19	1	2	45	0	1	8	
Rabu		30	1	6	19	0	3	45	2	0	7	
Kamis		29	1	6	19	0	2	47	2	0	8	

Bulan	Minggu	Hari	B1 PE	B1 PM/PW	B1 PWH	B2 PE	B2 PM/PW	B2 PWH	B3 PE	B3 PM	B3 PWH	UIJ PE
Desember 2021		Jumat	29	1	6	22	0	2	47	1	0	8
		Senin	31	1	6	21	1	2	48	0	0	8
	Minggu 1	Selasa					<i>Stock Taking</i>					
		Rabu	33	0	6	19	1	2	48	0	0	8
		Kamis	33	0	6	20	1	2	47	0	0	8
		Jumat	32	0	6	20	3	2	49	0	0	8
		Senin	33	0	5	19	3	2	51	0	0	8
	Minggu 2	Selasa	33	0	5	20	3	2	50	0	0	8
		Rabu	30	0	5	25	1	2	49	0	0	8
		Kamis	32	0	5	25	1	2	47	1	0	8
		Jumat	33	0	5	23	1	2	47	0	0	8
		Senin	33	0	5	23	1	2	47	0	0	8
	Minggu 3	Selasa	33	1	5	22	1	2	46	1	0	8
		Rabu	38	1	1	19	0	1	46	0	2	11
		Kamis	41	3	0	18	0	1	41	1	2	11
		Jumat	44	1	1	17	1	1	40	0	2	11
		Senin	43	0	1	16	1	2	44	0	2	11
	Minggu 4	Selasa	43	2	2	16	1	1	46	0	3	10
		Rabu	38	2	4	18	2	2	34	0	1	14
		Kamis	34	1	4	17	2	3	45	0	1	14
		Jumat	32	1	5	19	1	4	45	0	1	14
		Senin	33	0	5	19	1	4	43	0	2	13
	Minggu 5	Selasa	35	0	5	21	0	4	46	0	2	10
		Rabu	41	1	6	19	1	3	43	0	2	10
		Kamis	41	1	8	20	0	3	41	1	0	10
		Jumat					<i>Stock Taking</i>					
		Senin	43	1	7	16	0	2	44	1	0	10

Bulan	Minggu	Hari	B1 PE	B1 PM/PW	B1 PWH	B2 PE	B2 PM/PW	B2 PWH	B3 PE	B3 PM	B3 PWH	UIJ PE
Januari 2021	Minggu 1	Selasa	47	1	7	13	1	1	45	1	0	10
		Rabu	45	0	5	23	0	3	36	2	0	10
		Kamis	48	0	3	23	2	3	36	1	1	10
		Jumat	39	0	5	20	1	2	46	0	1	10
		Senin	35	0	6	25	2	2	45	0	0	10
	Minggu 2	Selasa	34	0	3	28	2	3	45	0	1	10
		Rabu	34	0	4	20	1	2	54	0	2	10
		Kamis	25	1	1	20	2	2	46	0	3	14
		Jumat	33	0	2	24	1	2	37	0	2	13
	Minggu 3	Senin	33	0	2	21	1	2	39	1	2	13
		Selasa	34	3	3	19	1	2	41	0	1	13
		Rabu	38	3	5	22	1	1	36	0	1	13
		Kamis	40	1	5	21	0	3	24	0	1	19
		Jumat	40	0	6	21	1	2	25	0	0	18
	Minggu 4	Senin	41	0	8	21	1	1	25	0	0	17
		Selasa	40	0	9	21	1	0	26	0	0	16
Rabu		34	2	9	20	1	0	42	0	0	13	
Kamis		39	2	6	21	1	2	42	0	1	10	
		Jumat	39	2	6	19	0	2	36	1	1	16

Bulan	Minggu	Hari	UIJ PM	UIJ PWH	P116 PE	P116 PWH	P118 PE	P121 PE	P121 PWH	Leg UP PART	Side Base YUS1	Side Base YUS3	TOTAL	AVERAGE
November 2021	Minggu 1	Senin	0	0	0	0	2	0	0	50	50	50	266	13.3
		Selasa	0	0	0	0	3	0	0	50	50	50	269	13.45
		Rabu	0	0	0	0	2	0	0	50	50	50	268	13.4

Bulan	Minggu	Hari	UIJ PM	UIJ PWH	P116 PE	P116 PWH	P118 PE	P121 PE	P121 PWH	Leg UP PART	Side Base YUS1	Side Base YUS 3	TOTAL	AVERAGE	
Desember 2021	Minggu 2	Kamis	0	0	0	0	1	0	0	50	50	0	219	10.95	
		Jumat	0	0	0	0	1	1	0	50	50	0	218	10.9	
		Senin	0	0	0	0	1	1	0	50	50	0	216	10.8	
		Selasa	0	0	0	0	1	1	0	50	50	50	266	13.3	
		Rabu	0	0	0	0	1	3	0	50	50	50	265	13.25	
		Kamis	0	0	0	0	3	3	0	50	50	0	215	10.75	
		Jumat	0	1	0	0	1	3	3	50	50	0	216	10.8	
	Minggu 3	Senin	0	0	0	0	2	2	0	50	50	0	206	10.3	
		Selasa	0	1	0	0	2	2	0	50	50	50	267	13.35	
		Rabu	0	1	0	0	2	2	0	50	50	0	215	10.75	
		Kamis	1	3	0	0	1	2	0	50	0	0	166	8.3	
		Jumat	2	4	0	0	1	1	0	50	0	0	166	8.3	
		Senin	1	1	0	0	1	1	0	50	0	0	162	8.1	
		Selasa	1	1	0	0	2	1	0	0	0	50	167	8.35	
	Minggu 4	Rabu	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	117	5.85	
		Kamis	1	0	0	0	1	1	0	50	50	0	217	10.85	
		Jumat	0	0	0	0	1	0	0	0	50	0	167	8.35	
		Senin	0	0	0	0	1	0	0	50	50	0	219	10.95	
	Minggu 1	Selasa													
		Rabu	0	0	0	0	1	0	0	50	50	50	268	13.4	
Kamis		0	0	0	0	2	0	0	50	50	0	219	10.95		
Jumat		0	0	0	0	1	0	0	50	50	50	271	13.55		
Senin		0	0	0	0	1	0	0	50	100	50	322	16.1		
Minggu 2		Selasa	0	0	0	0	1	0	0	50	50	0	222	11.1	
		Rabu	0	0	0	0	1	0	0	0	50	0	171	8.55	

Bulan	Minggu	Hari	UIJ PM	UIJ PWH	P116 PE	P116 PWH	P118 PE	P121 PE	P121 PWH	Leg UP PART	Side Base YUS1	Side Base YUS 3	TOTAL	AVERAGE	
Januari 2021	Minggu 3	Kamis	0	0	0	0	0	0	0	50	50	0	221	11.05	
		Jumat	0	0	0	0	0	0	0	50	50	0	219	10.95	
		Senin	0	0	0	0	0	0	0	50	100	50	319	15.95	
		Selasa	0	0	0	0	0	0	0	50	50	0	219	10.95	
		Rabu	0	0	0	0	1	4	3	0	100	50	277	13.85	
	Minggu 4	Kamis	0	1	0	2	2	4	1	50	50	0	228	11.4	
		Jumat	0	1	0	1	2	4	0	50	50	0	226	11.3	
		Senin	0	1	0	0	2	3	0	50	50	0	226	11.3	
		Selasa	1	2	0	0	2	3	0	50	50	0	232	11.6	
		Rabu	1	1	0	0	1	2	0	50	0	0	170	8.5	
	Minggu 5	Kamis	1	1	0	0	1	1	0	50	0	0	175	8.75	
		Jumat	0	1	0	0	0	1	0	50	0	0	174	8.7	
		Senin	0	1	0	0	1	1	0	50	0	0	173	8.65	
		Selasa	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	6.2	
		Rabu	1	0	0	0	0	0	0	50	50	0	227	11.35	
	Minggu 1	Kamis	1	0	0	0	0	0	0	0	50	50	226	11.3	
		Jumat									<i>Stock Taking</i>				
		Senin	1	0	0	0	0	0	0	50	50	0	225	11.25	
		Selasa	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	226	11.3	
		Rabu	0	0	0	0	0	0	0	50	50	0	224	11.2	
	Minggu 2	Kamis	0	0	0	0	0	0	0	50	50	0	227	11.35	
Jumat		0	0	0	0	0	1	0	0	50	50	225	11.25		
Senin		0	0	0	0	0	1	0	50	50	0	226	11.3		
Selasa		0	0	0	0	1	0	0	0	50	50	227	11.35		
		Rabu	0	1	0	0	0	2	0	50	50	0	230	11.5	

Bulan	Minggu	Hari	UIJ PM	UIJ PWH	P116 PE	P116 PWH	P118 PE	P121 PE	P121 PWH	Leg UP PART	Side Base YUS1	Side Base YUS 3	TOTAL	AVERAGE
		Kamis	0	1	0	1	1	5	0	50	50	0	222	11.1
		Jumat	0	1	0	2	0	6	0	0	50	50	223	11.15
		Senin	0	2	0	1	1	7	0	50	50	0	225	11.25
	Minggu 3	Selasa	0	1	0	0	1	6	0	0	50	50	225	11.25
		Rabu	0	0	0	0	1	3	0	50	50	0	224	11.2
		Kamis	0	0	0	0	1	3	0	50	50	0	218	10.9
		Jumat	0	1	0	0	1	5	0	0	50	50	220	11
		Senin	0	1	0	0	1	4	0	50	50	0	220	11
	Minggu 4	Selasa	0	1	0	0	1	4	0	50	50	50	269	13.45
		Rabu	0	1	0	0	1	2	0	50	50	0	225	11.25
		Kamis	0	1	0	0	0	0	0	50	50	0	225	11.25
		Jumat	1	0	0	0	1	1	0	50	50	50	275	13.75

4.2.4 Jumlah Operator/Hari

Operator adalah orang yang melakukan pekerjaan sesuai dengan *job description* yang di berikan untuk menghasilkan output produksi. Berikut ini merupakan *resume* data historis jumlah operator harian dari bulan November 2021 – Januari 2022 sebagai berikut.

Tabel 4. 2 Jumlah Operator Harian Bulan November 2021 – Januari 2022

Bulan	Minggu	Hari	Jumlah Operator	Bulan	Minggu	Hari	Jumlah Operator
November 2021	Minggu 1	Senin	28	Desember 2021	Minggu 4	Senin	24
		Selasa	28			Selasa	24

Bulan	Minggu	Hari	Jumlah Operator	Bulan	Minggu	Hari	Jumlah Operator	
		Rabu	28	Januari 2022		Rabu	24	
		Kamis	28			Kamis	24	
		Jumat	28			Jumat	24	
	Minggu 2	Senin	28		Minggu 5	Senin	24	
		Selasa	28			Selasa	24	
		Rabu	28			Rabu	24	
		Kamis	28			Kamis	24	
	Minggu 3	Jumat	28		Minggu 1	Jumat	Stock Taking	
		Senin	28			Senin	24	
		Selasa	28			Selasa	24	
		Rabu	28			Rabu	24	
		Kamis	28			Kamis	24	
	Minggu 4	Jumat	28		Minggu 2	Jumat	24	
		Senin	28			Senin	24	
		Selasa	28			Selasa	24	
		Rabu	28			Rabu	24	
		Kamis	28			Kamis	24	
	November 2021	Minggu 1	Jumat		28	Minggu 3	Jumat	24
			Senin		24		Senin	24
			Selasa		Stock Taking		Selasa	24
Rabu			24	Rabu	24			
Kamis			24	Kamis	24			
Minggu 2		Jumat	24	Minggu 4	Jumat	24		
		Senin	24		Senin	24		
		Selasa	24		Selasa	24		

Bulan	Minggu	Hari	Jumlah Operator	Bulan	Minggu	Hari	Jumlah Operator
		Rabu	24			Rabu	24
		Kamis	24			Kamis	24
		Jumat	24			Jumat	24
	Minggu 3	Senin	24				
		Selasa	24				
		Rabu	24				
		Kamis	24				
		Jumat	24				

4.2.5 Standart Time (ST)

Standar time merupakan waktu yang diperlukan untuk memproduksi 1 unit piano. *Standar time* diambil dengan melakukan pengambilan sampel berupa video untuk setiap proses produksi. Berikut ini merupakan *standar time* untuk masing-masing model piano dan proses yang digunakan yang sudah disetujui oleh PT. Yamaha Indonesia.

Tabel 4. 3 *Standart Time*

Model	Nama Proses										Total
	Level Buff Manual	Small Buff	Level Buff Auto	Edge buff	Ryoto kasar	High Polish	Ryoto halus	Ryoto finish	Black doff	Countersing	
B1 PE	1.90	2.12	0.41	0.84	6.25	1.41	2.07	2.38	0.00	0.00	17.38
B1 PM/PW	2.66	2.61	0.41	0.87	9.12	1.41	3.17	3.34	0.00	0.00	23.59
B1 PWH	2.66	2.61	0.41	0.87	8.65	1.41	3.17	3.13	0.00	0.00	22.91
B2 PE	5.97	4.53	3.94	1.21	14.69	3.69	4.20	4.60	0.00	0.00	42.84
B2 PM/PW	6.73	5.17	3.86	1.24	19.38	3.69	6.10	5.56	0.00	0.00	51.74
B2 PWH	6.73	5.17	4.78	1.24	19.11	3.69	6.21	5.35	0.00	0.00	52.29

Model	Nama Proses										Total
	Level Buff Manual	Small Buff	Level Buff Auto	Edge buff	Ryoto kasar	High Polish	Ryoto halus	Ryoto finish	Black doff	Countersing	
B3 PE	4.66	3.84	3.94	1.42	15.87	3.85	4.22	5.36	0.00	0.00	43.16
B3 PM	6.88	3.90	4.78	1.46	21.16	3.85	6.36	6.32	0.00	0.00	54.71
B3 PWH	6.88	4.65	4.78	1.46	19.80	3.85	6.36	6.10	0.00	0.00	53.88
P116 PE	6.71	2.28	4.66	1.60	16.67	3.15	9.42	5.77	0.00	0.00	50.26
P116 PWH	8.22	2.90	4.66	1.64	21.69	3.15	10.52	7.68	0.00	0.00	60.47
P118 PE	6.71	2.28	3.86	1.60	16.67	3.15	9.42	5.77	0.00	0.00	49.47
P121 PE	7.01	1.64	4.74	1.96	19.31	2.21	9.53	6.16	0.00	0.66	53.21
P121 PWH	8.52	1.98	5.58	1.96	24.33	2.21	10.63	8.12	0.00	0.66	63.98
U1J PE	7.74	2.05	10.13	3.23	21.59	4.52	8.67	6.63	0.00	0.00	64.57
U1J PM	10.73	1.49	10.13	3.23	26.58	4.52	10.79	8.55	0.00	0.00	76.01
U1J PWH	9.26	2.32	10.97	3.23	25.02	4.52	10.79	8.55	0.00	0.00	74.66
Leg UP Part	3.40	0.00	0.00	0.00	2.96	1.24	0.51	0.92	0.73	0.00	9.76
Yus 1	0.00	0.46	1.51	0.41	4.57	0.31	0.93	0.83	1.09	0.38	10.51
Yus 3	0.00	0.46	1.51	0.41	4.57	0.31	0.93	0.83	1.09	0.38	10.51

4.2.6 Jumlah Mesin, Operator dan Pembagian Beban Kerja

Data jumlah mesin, operator dan pembagian beban kerja didapatkan dari observasi yang telah dilakukan yang akan digunakan untuk melakukan perhitungan jumlah operator yang dibutuhkan berdasarkan jumlah tenaga kerja saat ini. *Buffing Small UP* selama tiga bulan memiliki jumlah operator 28 dan 24 operator yang di bagi menjadi 2 *shift* yaitu *shift* pagi dan *shift* malam. Jumlah operator *shift* pagi untuk 28 operator adalah sebanyak 17 operator dan jumlah operator *shift* 2 adalah sebanyak 11 operator. Sedangkan untuk hari yang memiliki jumlah operator sebanyak 24 dengan *shift* 1 sebanyak 16 operator dan *shift* 2 sebanyak 8 operator. Dengan melihat jumlah operator dan pembagian kerja yang dilakukan dapat dianalisis jumlah operator mengalami

No	Mesin	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	Total
4	Edge Buff		100%										100%
5	Ryoto Kasar				14%	14%	14%	14%	14%	14%		14%	100%
6	High Polish			100%									100%
7	Ryoto Halus				14%	14%	14%	14%	14%	14%		14%	100%
8	Ryoto Finish				14%	14%	14%	14%	14%	14%		14%	100%
9	Emolticon, bor										100%		100%
	Total	145%	200%	155%	43%	43%	43%	43%	43%			43%	900%

Tabel 4. 5 Pembagian Beban Kerja *Shift* 1 (16) untuk Operator 24

No	Mesin	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13	O14	O15	O16	Total
1	Level Buff Manual	65%															35%	100%
2	Small Buff			100%														100%
3	Level Buff Auto		50%										50%					100%
4	Edge Buff		77%										23%					100%
5	Ryoto Kasar					10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%		10%	10%	10%		100%
6	High Polish		3%		75%								22%					100%
7	Ryoto Halus					10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%		10%	10%	10%		100%
8	Ryoto Finish					10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%		10%	10%	10%		100%
9	Emoltion, Bor,colouring																100%	100%
	Total	65%	130%	100%	75%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	95%	30%	30%	30%	135%	900%

4.2.7 Penentuan Margin

Margin digunakan untuk memberikan kelonggaran pada proses produksi untuk setiap operator berdasarkan kondisi pekerjaan. Penentuan margin dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung mengenai kondisi di *Buffing Small UP* dan dilakukan perhitungan dengan menggunakan *work sampling* yang dilakukan selama 2 hari. Selain itu dilakukan juga wawancara kepada pekerja khususnya untuk margin produk/kabinet piano yang mengalami *repair*. Berikut ini merupakan *resume* margin yang telah ditentukan.

Tabel 4. 7 Margin

INFORMATION:	
<i>Margin regular</i> =	30%
<i>Margin repair</i> =	47%
<i>Margin repair</i> =	63%
<i>High Polish</i> =	20%
<i>Level Manual</i> =	7%
Margin All =	30%
<i>Margin High Polish , repair</i>	36%
<i>Margin Ryoto, repair</i>	50%

4.3 Pengolahan Data

Pengelolaan data dilakukan dengan metode simulasi dengan menggunakan Monte Carlo karena metode ini dapat mensimulasikan sistem secara berulang-ulang, dengan cara memilih sebuah nilai random untuk setiap variabel dari distribusi probabilitasnya. Hasil yang didapatkan dari simulasi tersebut adalah sebuah distribusi probabilitas dari nilai sebuah sistem secara keseluruhan.

4.3.1 Simulasi Monte Carlo

Simulasi ini merupakan salah satu simulasi yang dirancang untuk memberikan evaluasi kebijakan. Dalam studi kasus PT. Yamaha Indonesia bagian *Buffing Small UP* digunakan untuk mengevaluasi kebijakan dalam menentukan jumlah operator terbaik berdasarkan *plan* harian. Simulasi ini dipilih karena kasus di bagian *Buffing Small UP* dalam menentukan

jumlah operator terbaik merupakan sistem multi produk stokastik kompleks yang sulit diselesaikan apabila hanya menggunakan metode matematis dan analitis.

Simulasi Monte Carlo dilakukan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* dengan membangkitkan bilangan random. Simulasi Monte Carlo bertujuan untuk melihat keadaan *plan schedule* harian pada bagian *Buffing Small UP*.

4.3.2 Forecasting Plan Harian

Dalam melakukan peramalan dengan menggunakan simulasi Monte Carlo akan mempertimbangkan data historis *plan* harian berdasarkan besaran probabilitas selama periode November 2021- Januari 2022. Berikut ini merupakan salah satu contoh perhitungan probabilitas terhadap model piano B1 PE, B2 PE dan B3 PE yang nantinya akan digunakan untuk melakukan *forecasting* mengenai jumlah piano yang akan di produksi setiap harinya.

Tabel 4. 8 Probabilitas Model Piano BI PE

No	B1 PE	Frekuensi	Probabilitas	Probabilitas Komulatif	BB	BA
1	22	1	0.016	0.016	0	1
2	24	3	0.048	0.063	2	6
3	25	3	0.048	0.111	7	11
4	27	2	0.032	0.143	12	14
5	28	2	0.032	0.175	15	17
6	29	4	0.063	0.238	18	23
7	30	3	0.048	0.286	24	28
8	31	1	0.016	0.302	29	30
9	32	3	0.048	0.349	31	34
10	33	12	0.190	0.540	35	53
11	34	5	0.079	0.619	54	61
12	35	2	0.032	0.651	62	65
13	38	3	0.048	0.698	66	69
14	39	4	0.063	0.762	70	76
15	40	4	0.063	0.825	77	82
16	41	4	0.063	0.889	83	88
17	43	3	0.048	0.937	89	93
18	44	1	0.016	0.952	94	95
19	45	1	0.016	0.968	96	96
20	47	1	0.016	0.984	97	98
21	48	1	0.016	1.000	99	99
Jumlah		63	1			

Tabel 4. 9 Probabilitas Model Piano B2 PE

No	B2 PE	Frekuensi	Probabilitas	Probabilitas Komulatif	BB	BA
1	13	2	0.032	0.032	0	3
2	14	1	0.016	0.048	4	4
3	15	2	0.032	0.079	5	7
4	16	4	0.063	0.143	8	14
5	17	2	0.032	0.175	15	17
6	18	6	0.095	0.270	18	26
7	19	12	0.190	0.460	27	46
8	20	8	0.127	0.587	47	58
9	21	8	0.127	0.714	59	71
10	22	4	0.063	0.778	72	77
11	23	5	0.079	0.857	78	85
12	24	1	0.016	0.873	86	87
13	25	4	0.063	0.937	88	93
14	26	1	0.016	0.952	94	95
15	27	1	0.016	0.968	96	96
16	28	2	0.032	1	97	99
Jumlah		63	1			

Tabel 4. 10 Probabilitas Model Piano B3 PE

No	B3 PE	Frekuensi	Probabilitas	Probabilitas Komulatif	BB	BA
1	22	1	0.016	0.016	0	1
2	24	1	0.016	0.032	2	3
3	25	2	0.032	0.063	4	6
4	26	1	0.016	0.079	7	7
5	28	1	0.016	0.095	8	9
6	29	1	0.016	0.111	10	11
7	30	1	0.016	0.127	12	12
8	33	1	0.016	0.143	13	14
9	34	1	0.016	0.159	15	15
10	36	5	0.079	0.238	16	23
11	37	3	0.048	0.286	24	28
12	38	1	0.016	0.302	29	30
13	39	2	0.032	0.333	31	33
14	40	3	0.048	0.381	34	38
15	41	3	0.048	0.429	39	42
16	42	3	0.048	0.476	43	47

No	B3 PE	Frekuensi	Probabilitas	Probabilitas Komulatif	BB	BA
17	43	3	0.048	0.524	48	52
18	44	2	0.032	0.556	53	55
19	45	8	0.127	0.683	56	68
20	46	6	0.095	0.778	69	77
21	47	6	0.095	0.873	78	87
22	48	2	0.032	0.905	88	90
23	49	2	0.032	0.937	91	93
24	50	1	0.016	0.952	94	95
25	51	1	0.016	0.968	96	96
26	74	1	0.016	0.984	97	98
27	63	1	0.016	1.000	99	99
Jumlah		63	1			

Berdasarkan data diatas diketahui *plan* harian untuk model piano B1 PE, B2 PE dan B3 PE dalam satu hari memproduksi sebanyak 63 piano yang secara berturut-turut berdistribusi *uniform* yaitu *uniform* (22.000000, 48.000000, 0), *uniform* (13.000000, 28.000000, 0) dan *uniform* (0.000000, 3.000000, 0). Distribusi *uniform* yaitu peubah acaknya memperoleh semua nilainya dengan peluang yang sama. Dengan *plan* produksi harian yang tidak pasti setiap harinya. Selain itu untuk *plan* produksi piano dengan model yang lainnya juga memiliki *plan* dan frekuensi yang berbeda. Sedangkan untuk hasil distribusi dari data model piano adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 11 Distribusi *Plan* Harian

No	Model	Distribusi
1	B1 PE	<i>uniform</i> (22.000000, 48.000000, 0)
2	B1 PM/PW	<i>uniform</i> (0.000000, 3.000000, 0)
3	B1 PWH	<i>uniform</i> (0.000000, 9.000000, 0)
4	B2 PE	<i>uniform</i> (13.000000, 28.000000, 0)
5	B2 PM/PW	<i>uniform</i> (0.000000, 3.000000, 0)
6	B2 PWH	<i>uniform</i> (0.000000, 4.000000, 0)
7	B3 PE	<i>uniform</i> (22.000000, 63.000000, 0)
8	B3 PM	<i>uniform</i> (0.000000, 2.000000, 0)
9	B3 PWH	<i>uniform</i> (0.000000, 3.000000, 0)
10	U1J PE	<i>uniform</i> (0.000000, 31.000000, 0)
11	U1J PM	<i>uniform</i> (0.000000, 2.000000, 0)
12	U1J PWH	<i>uniform</i> (0.000000, 4.000000, 0)

No	Model	Distribusi
13	P116 PE	Tidak ada karena hanya memiliki nilai 0
14	P116 PWH	<i>uniform</i> (0.000000, 2.000000, 0)
15	P118 PE	<i>uniform</i> (0.000000, 3.000000, 0)
16	P121 PE	<i>uniform</i> (0.000000, 7.000000, 0)
17	P121 PWH	<i>uniform</i> (0.000000, 3.000000, 0)
18	Leg UP PART	<i>uniform</i> (0.000000, 50.000000, 0)
19	Side Base YUS1	<i>uniform</i> (0.000000, 100.000000, 0)
20	Side Base YUS 3	<i>uniform</i> (0.000000, 50.000000, 0)

Berdasarkan data tersebut dilakukan simulasi model Monte Carlo menggunakan *Microsoft Exel* selama 30 hari dengan data yang dikumpulkan dari periode November 2021 – Januari 2022, untuk menentukan kebijakan yang harus diambil guna menentukan jumlah *manpower* terbaik berdasarkan *plan* harian di bagian *Buffing Small UP*. Model *forecasting plan* harian pada simulasi Monte Carlo yang dibuat adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 12 Hasil *Forecasting* setiap Model Piano

(Keterangan R = Bilangan Random)

Tgl	R	B1 PE	R	B1 PM/PW	R	B1 PWH	R	B2 PE	R	B2 PM/PW	R	B2 PWH	R	B3 PE	R	B3 PM	R	B3 PWH	R	UIJ PE
1	31	32	32	0	36	5	48	20	99	3	94	3	66	45	12	0	70	1	86	18
2	51	33	74	1	74	6	76	22	23	1	95	3	25	37	59	0	54	1	35	10
3	79	40	84	1	15	2	89	25	83	2	32	2	53	44	56	0	64	1	9	8
4	45	33	42	0	80	6	93	25	26	1	88	3	63	45	77	1	77	1	28	8
5	55	34	91	2	67	6	49	20	52	1	27	1	58	45	59	0	49	1	86	18
6	94	44	20	0	74	6	47	20	65	1	72	2	85	47	38	0	82	1	27	8
7	3	24	46	0	63	6	65	21	14	0	18	1	88	48	26	0	63	1	77	14
8	32	32	32	0	98	9	96	27	12	0	33	2	2	24	13	0	89	1	27	8
9	18	29	19	0	89	7	43	19	75	1	50	2	19	36	65	0	86	1	76	14
10	22	29	51	0	71	6	48	20	88	2	80	2	87	47	14	0	5	0	1	0
11	0	22	65	1	39	5	44	19	59	1	99	4	44	42	97	2	56	1	61	13
12	8	25	42	0	83	6	29	19	94	2	66	2	65	45	92	1	41	0	85	17
13	4	24	15	0	11	2	97	28	62	1	14	1	66	45	38	0	24	0	36	10
14	10	25	22	0	65	6	41	19	51	1	2	0	32	39	2	0	36	0	47	10
15	64	35	65	1	75	6	37	19	27	1	56	2	52	43	0	0	89	1	56	11
16	4	24	9	0	18	2	13	16	85	2	80	2	0	22	28	0	0	0	90	19
17	13	27	21	0	68	6	9	16	78	2	51	2	67	45	15	0	26	0	17	8
18	71	39	1	0	11	2	88	25	62	1	38	2	82	47	35	0	47	1	14	8
19	18	29	6	0	28	4	53	20	44	1	11	1	31	39	6	0	6	0	32	10
20	60	34	11	0	68	6	94	26	16	0	72	2	37	40	1	0	80	1	77	14
21	81	40	67	1	28	4	7	15	29	1	69	2	63	45	37	0	97	1	28	8
22	74	39	18	0	0	0	38	19	13	0	8	1	68	45	66	0	31	0	27	8
23	51	33	42	0	71	6	74	22	16	0	34	2	21	36	33	0	84	1	73	14

Tgl	R	B1 PE	R	B1 PM/PW	R	B1 PWH	R	B2 PE	R	B2 PM/PW	R	B2 PWH	R	B3 PE	R	B3 PM	R	B3 PWH	R	U1J PE
24	33	32	90	2	28	4	19	18	11	0	7	0	62	45	6	0	11	0	74	14
25	87	41	73	1	57	5	88	25	38	1	34	2	90	48	31	0	96	3	0	0
26	51	33	99	3	57	5	70	21	75	1	21	1	91	49	62	0	20	0	23	8
27	35	33	1	0	20	3	6	15	86	2	53	2	83	47	74	0	4	0	10	8
28	77	40	24	0	3	1	16	17	38	1	19	1	6	25	94	1	63	1	56	11
29	1	22	69	1	33	5	67	21	70	1	95	3	60	45	50	0	99	3	99	31
30	21	29	48	0	82	6	8	16	90	2	50	2	41	41	92	1	6	0	60	13

Tgl	R	U1J PM	R	U1J PWH	R	P116 PE	R	P116 PWH	R	P118 PE	R	P121 PE	R	P121 PWH	R	Leg UP PART	R	Side Base YUS1	R	Side Base YUS3	Total Produksi (Unit)
1	6	0	98	3	13	0	37	0	0	0	21	0	27	0	12	0	28	50	82	50	230
2	91	1	37	0	39	0	54	0	79	2	85	4	88	0	11	0	38	50	99	50	221
3	72	0	21	0	10	0	53	0	75	1	82	3	82	0	41	50	82	50	35	0	229
4	4	0	97	3	39	0	54	0	24	0	6	0	43	0	53	50	79	50	70	50	276
5	94	1	76	1	3	0	48	0	64	1	39	0	11	0	75	50	97	100	55	0	281
6	58	0	26	0	76	0	16	0	71	1	81	3	78	0	90	50	8	0	21	0	183
7	7	0	14	0	59	0	94	1	23	0	27	0	17	0	38	50	47	50	25	0	216
8	5	0	96	2	27	0	79	0	76	1	44	1	33	0	66	50	1	0	52	0	157
9	8	0	5	0	43	0	85	0	38	1	13	0	69	0	36	50	58	50	18	0	210
10	39	0	39	0	76	0	28	0	90	2	18	0	72	0	18	0	85	50	48	0	158
11	30	0	45	0	34	0	81	0	42	1	77	3	43	0	87	50	93	50	9	0	214
12	15	0	42	0	41	0	24	0	16	0	23	0	2	0	54	50	53	50	74	50	267
13	23	0	36	0	17	0	1	0	87	2	50	1	44	0	80	50	39	50	73	50	264
14	39	0	84	1	4	0	21	0	82	2	14	0	95	0	54	50	91	50	9	0	203
15	14	0	32	0	88	0	17	0	43	1	44	1	9	0	83	50	1	0	40	0	171

Tgl	R	U1J PM	R	U1J PWH	R	P116 PE	R	P116 PWH	R	P118 PE	R	P121 PE	R	P121 PWH	R	Leg UP PART	R	Side Base YUS1	R	Side Base YUS 3	Total Produksi (Unit)
16	97	1	76	1	47	0	18	0	71	1	41	1	36	0	57	50	6	0	20	0	141
17	49	0	75	1	82	0	91	0	76	1	34	0	66	0	64	50	89	50	2	0	208
18	38	0	22	0	72	0	3	0	48	1	44	1	73	0	12	0	30	50	10	0	177
19	66	0	36	0	77	0	63	0	94	2	19	0	43	0	3	0	3	0	2	0	106
20	48	0	32	0	51	0	27	0	73	1	80	3	79	0	79	50	77	50	41	0	227
21	84	1	94	2	95	1	86	0	71	1	95	5	36	0	8	0	76	50	87	50	227
22	40	0	21	0	10	0	52	0	60	1	4	0	59	0	93	50	26	50	58	0	213
23	75	0	26	0	75	0	6	0	28	1	37	0	31	0	69	50	0	0	65	0	165
24	48	0	34	0	66	0	75	0	16	0	99	7	18	0	76	50	25	50	20	0	222
25	33	0	78	1	6	0	39	0	1	0	86	4	28	0	6	0	47	50	5	0	181
26	34	0	65	1	50	0	51	0	83	2	43	1	90	0	56	50	20	50	23	0	225
27	76	0	5	0	57	0	22	0	86	2	24	0	87	0	14	0	73	50	16	0	162
28	91	1	46	0	55	0	17	0	27	1	93	5	61	0	57	50	2	0	14	0	155
29	14	0	79	1	66	0	49	0	65	1	48	1	88	0	52	50	88	50	35	0	235
30	98	1	63	1	41	0	83	0	2	0	38	0	60	0	34	50	78	50	28	0	212

4.3.3 Forecasting Operator Harian

Forecasting operator digunakan untuk meramalkan jumlah operator harian yang ada di *Buffing Small UP* berdasarkan besaran probabilitas selama periode November 2021- Januari 2022. Berikut ini merupakan perhitungan probabilitas terhadap jumlah operator harian yang nantinya akan digunakan untuk melakukan *forecasting* mengenai jumlah operator yang akan melakukan produksi setiap harinya.

Tabel 4. 13 Probabilitas Operator Harian

No	B1 PM/PW	Frekuensi	Probabilitas	Probabilitas Komulatif	BB	BA
1	24	43	0.683	0.683	0	68
2	28	20	0.317	1.000	69	99
	Jumlah	63	1			

Berdasarkan data diatas diketahui jumlah operator harian di *Buffing Small UP* berdistribusi *uniform* yaitu peubah acaknya memperoleh semua nilainya dengan peluang yang sama. Distribusi *uniform* untuk jumlah operator harian adalah *uniform* (24.000000, 28.000000, 0). Dengan jumlah operator yang berbeda dilakukan simulasi model Monte Carlo menggunakan *Microsoft Exel* selama 30 hari dengan data yang dikumpulkan dari periode November 2021 – Januari 2022, untuk menentukan kebijakan yang harus diambil guna menentukan jumlah *manpower* terbaik berdasarkan *plan* harian di bagian *Buffing Small UP*. Model *forecasting* jumlah operator harian di *Buffing Small UP* pada simulasi Monte Carlo yang dibuat adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 14 *Forecasting* Jumlah Operator Harian

No	Bil. Random	Operator	No	Bil. Random	Operator
1	72	28	16	51	24
2	81	28	17	2	24
3	12	24	18	63	24
4	85	28	19	11	24
5	51	24	20	32	24
6	77	28	21	48	24
7	63	24	22	43	24
8	90	28	23	38	24

No	Bil. Random	Operator	No	Bil. Random	Operator
9	42	24	24	36	24
10	29	24	25	27	24
11	96	28	26	72	28
12	41	24	27	14	24
13	77	28	28	34	24
14	41	24	29	67	24
15	42	24	30	83	28



4.3.4 Perhitungan *Standart Time* tiap Mesin

Perhitungan *standart time* digunakan untuk melihat waktu yang dibutuhkan dalam memproses model piano berdasarkan *plan* harian dalam memproduksi piano untuk setiap model yang sebelumnya telah di lakukan *forecasting*. *Plan* harian akan di bagi menjadi dua *shift* yang berbeda yaitu *shift 1* dan *shift 2*. Berikut ini merupakan pembagian model piano untuk setiap *shift*.

Tabel 4. 15 Pembagian *Plan* Harian setiap *Shift*

No	Model	Plan/Day	Shift 1	Shift 2	Total Item per Model	Pcs / Model
1	B1 PE	32.00	21.64	10.36	8	256.00
2	B1 PM/PW	0.00	0.00	0.00	9	0.00
3	B1 PWH	5.00	3.38	1.62	9	45.00
4	B2 PE	20.00	13.53	6.47	16	320.00
5	B2 PM/PW	3.00	2.03	0.97	17	51.00
6	B2 PWH	3.00	2.03	0.97	17	51.00
7	B3 PE	45.00	30.44	14.56	16	720.00
8	B3 PM	0.00	0.00	0.00	17	0.00
9	B3 PWH	1.00	0.68	0.32	17	17.00
10	U1J PE	18.00	12.17	5.83	16	288.00
11	U1J PM	0.00	0.00	0.00	17	0.00
12	U1J PWH	3.00	2.03	0.97	17	51.00
13	P116 PE	0.00	0.00	0.00	16	0.00
14	P116 PWH	0.00	0.00	0.00	17	0.00
15	P118 PE	0.00	0.00	0.00	16	0.00
16	P121 PE	0.00	0.00	0.00	16	0.00
17	P121 PWH	0.00	0.00	0.00	17	0.00
					Total	1799.00
18	Leg UP PART	0.00	0.00	0.00	2	0.00

No	Model	Plan/Day	Shift 1	Shift 2	Total Item per Model	Pcs / Model
19	Side Base YUS1	50.00	33.82	16.18	2	100.00
20	Side Base YUS3	50.00	33.82	16.18	2	100.00
TOTAL		230.00			Total Grand Total	200.00 1999.00

Berdasarkan hasil pembagian proses produksi piano untuk setiap *shift* akan dilakukan perhitungan *standart time* untuk masing-masing mesin yang ada di *Buffing Small UP* sesuai dengan hasil *forecasting* model, operator dan pembagian beban kerja serta hasil dari *resume standart time* model piano untuk setiap kabinet yang akan di proses. Berikut ini merupakan contoh perhitungan yang di lakukan di salah satu mesin produksi yang ada di *Buffing Small UP* untuk masing-masing *shift*.

Tabel 4. 16 Perhitungan *Standart Time Shift 1*

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1								
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)
Auto Level Buff	Side Arm	B1 PE	32	21.64	0.29	50%	50%	0.15	3.18	4.54	3.18	4.54
		B1 PM/PW	0	0.00	0.29	50%	50%	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
		B1 PWH	5	3.38	0.29	50%	50%	0.15	0.50	0.71	0.50	0.71
		B2 PE	20	13.53	0.40	50%	50%	0.20	2.68	3.83	2.68	3.83
		B2 PM/PW	3	2.03	0.29	50%	50%	0.15	0.30	0.43	0.30	0.43
		B2 PWH	3	2.03	1.40	50%	50%	0.70	1.42	2.03	1.42	2.03
		B3 PE	45	30.44	0.40	50%	50%	0.20	6.03	8.61	6.03	8.61

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1								
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)
		B3 PM	0	0.00	1.40	50%	50%	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00
		B3 PWH	1	0.68	1.40	50%	50%	0.70	0.47	0.68	0.47	0.68
		U1J PE	18	12.17	0.40	50%	50%	0.20	2.41	3.44	2.41	3.44
		U1J PM	0	0.00	0.40	50%	50%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PWH	3	2.03	1.40	50%	50%	0.70	1.42	2.03	1.42	2.03
		P116 PE	0	0.00	0.29	50%	50%	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.29	50%	50%	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	0.29	50%	50%	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	0.40	50%	50%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PWH	0	0.00	1.40	50%	50%	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00
	Leg	B2 PE	20	13.53	0.96	50%	50%	0.48	6.49	9.28	6.49	9.28
		B2 PM/PW	3	2.03	0.96	50%	50%	0.48	0.97	1.39	0.97	1.39
		B2 PWH	3	2.03	0.96	50%	50%	0.48	0.97	1.39	0.97	1.39
		B3 PE	45	30.44	0.96	50%	50%	0.48	14.61	20.87	14.61	20.87
		B3 PM	0	0.00	0.96	50%	50%	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
		B3 PWH	1	0.68	0.96	50%	50%	0.48	0.32	0.46	0.32	0.46
		U1J PE	18	12.17	0.96	50%	50%	0.48	5.84	8.35	5.84	8.35
		U1J PM	0	0.00	0.96	50%	50%	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PWH	3	2.03	0.96	50%	50%	0.48	0.97	1.39	0.97	1.39
		P116 PE	0	0.00	0.96	50%	50%	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.96	50%	50%	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
	P118 PE	0	0.00	0.96	50%	50%	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1								
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)
		P121 PE	0	0.00	0.96	50%	50%	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PWH	0	0.00	0.96	50%	50%	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
	Top Frame R/L	B2 PE	20	13.53	0.41	50%	50%	0.20	2.74	3.91	2.74	3.91
		B2 PM/PW	3	2.03	0.41	50%	50%	0.20	0.41	0.59	0.41	0.59
		B2 PWH	3	2.03	0.41	50%	50%	0.20	0.41	0.59	0.41	0.59
		B3 PE	45	30.44	0.41	50%	50%	0.20	6.16	8.80	6.16	8.80
		B3 PM	0	0.00	0.41	50%	50%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
		B3 PWH	1	0.68	0.41	50%	50%	0.20	0.14	0.20	0.14	0.20
		U1J PE	18	12.17	0.41	50%	50%	0.20	2.47	3.52	2.47	3.52
		U1J PM	0	0.00	0.41	50%	50%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PWH	3	2.03	0.41	50%	50%	0.20	0.41	0.59	0.41	0.59
		P116 PE	0	0.00	0.41	50%	50%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.41	50%	50%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	0.41	50%	50%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	0.41	50%	50%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PWH	0	0.00	0.41	50%	50%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
	Side Base	B2 PE	20	13.53	1.81	50%	50%	0.90	12.22	17.46	12.22	17.46
		B2 PM/PW	3	2.03	1.81	50%	50%	0.90	1.83	2.62	1.83	2.62
		B2 PWH	3	2.03	1.81	50%	50%	0.90	1.83	2.62	1.83	2.62
		B3 PE	45	30.44	1.81	50%	50%	0.90	27.49	39.28	27.49	39.28
		B3 PM	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		B3 PWH	1	0.68	1.81	50%	50%	0.90	0.61	0.87	0.61	0.87

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1								
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)
		U1J PE	18	12.17	1.81	50%	50%	0.90	11.00	15.71	11.00	15.71
		U1J PM	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PWH	3	2.03	1.81	50%	50%	0.90	1.83	2.62	1.83	2.62
		P116 PE	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PWH	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
	Key Block	B1 PE	32	21.64	0.20	50%	50%	0.10	2.18	3.11	2.18	3.11
		B1 PM/PW	0	0.00	0.20	50%	50%	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
		B1 PWH	5	3.38	0.20	50%	50%	0.10	0.34	0.49	0.34	0.49
		B2 PE	20	13.53	0.34	50%	50%	0.17	2.29	3.27	2.29	3.27
		B2 PM/PW	3	2.03	0.34	50%	50%	0.17	0.34	0.49	0.34	0.49
		B2 PWH	3	2.03	0.34	50%	50%	0.17	0.34	0.49	0.34	0.49
		B3 PE	45	30.44	0.34	50%	50%	0.17	5.14	7.35	5.14	7.35
		B3 PM	0	0.00	0.34	50%	50%	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
		B3 PWH	1	0.68	0.34	50%	50%	0.17	0.11	0.16	0.11	0.16
		U1J PE	18	12.17	0.34	50%	50%	0.17	2.06	2.94	2.06	2.94
		U1J PM	0	0.00	0.34	50%	50%	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
	U1J PWH	3	2.03	0.34	50%	50%	0.17	0.34	0.49	0.34	0.49	
	Side Sleeve	B2 PE	20	13.53	0.83	50%	50%	0.41	5.59	7.99	5.59	7.99
		B2 PM/PW	3	2.03	0.83	50%	50%	0.41	0.84	1.20	0.84	1.20

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1								
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)
		B2 PWH	3	2.03	0.83	50%	50%	0.41	0.84	1.20	0.84	1.20
		B3 PE	45	30.44	0.83	50%	50%	0.41	12.58	17.97	12.58	17.97
		B3 PM	0	0.00	0.83	50%	50%	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00
		B3 PWH	1	0.68	0.83	50%	50%	0.41	0.28	0.40	0.28	0.40
		U1J PE	18	12.17	0.83	50%	50%	0.41	5.03	7.19	5.03	7.19
		U1J PM	0	0.00	0.83	50%	50%	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PWH	3	2.03	0.83	50%	50%	0.41	0.84	1.20	0.84	1.20
		P116 PE	0	0.00	0.83	50%	50%	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.83	50%	50%	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	0.83	50%	50%	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	0.83	50%	50%	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PWH	0	0.00	0.83	50%	50%	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00
	Top Frame C	U1J PE	18	12.17	4.72	50%	50%	2.36	28.71	41.01	28.71	41.01
		U1J PM	0	0.00	4.72	50%	50%	2.36	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PWH	3	2.03	4.72	50%	50%	2.36	4.78	6.83	4.78	6.83
	Top Frame Side	U1J PE	18	12.17	1.65	50%	50%	0.83	10.04	14.35	10.04	14.35
		U1J PM	0	0.00	1.65	50%	50%	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PWH	3	2.03	1.65	50%	50%	0.83	1.67	2.39	1.67	2.39
	Fall Back	U1J PE	18	12.17	1.06	50%	50%	0.53	6.45	9.22	6.45	9.22
		U1J PM	0	0.00	1.06	50%	50%	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PWH	3	2.03	1.06	50%	50%	0.53	1.08	1.54	1.08	1.54

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1								
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)
	Side Base UP Part	Side Base YUS1	50	33.82	1.81	50%	50%	0.90	30.55	43.64	30.55	43.64
	Side Base UP Part	Side Base YUS 3	50	33.82	0.12	50%	50%	0.06	2.03	2.90	2.03	2.90
TOTAL					94.87			47.43	242.62	346.59	242.62	346.59

Tabel 4. 17 Perhitungan Standart Time Shift 2

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day Model	Shift 2							
				Plan/Day Shift 2	ST Nett	ST Nett Operator 2	Total ST (Margin)	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	Total ST Net (yg Bantu)	Total ST Margin (yg Bantu)
Auto Level Buff	Side Arm	B1 PE	32	10.36	3.05	1.67	2.39	55%	45%	1.37	1.96
		B1 PM/PW	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		B1 PWH	5	1.62	0.48	0.26	0.37	55%	45%	0.21	0.31
		B2 PE	20	6.47	2.56	1.41	2.01	55%	45%	1.15	1.65
		B2 PM/PW	3	0.97	0.29	0.16	0.22	55%	45%	0.13	0.18
		B2 PWH	3	0.97	1.36	0.75	1.07	55%	45%	0.61	0.87
		B3 PE	45	14.56	5.77	3.17	4.53	55%	45%	2.60	3.71
		B3 PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day Model	Shift 2							
				Plan/Day Shift 2	ST Nett	ST Nett Operator 2	Total ST (Margin)	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	Total ST Net (yg Bantu)	Total ST Margin (yg Bantu)
		B3 PWH	1	0.32	0.45	0.25	0.36	55%	45%	0.20	0.29
		U1J PE	18	5.83	2.31	1.27	1.81	55%	45%	1.04	1.48
		U1J PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		U1J PWH	3	0.97	1.36	0.75	1.07	55%	45%	0.61	0.87
		P116 PE	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		P121 PWH	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
	Leg	B2 PE	20	6.47	6.21	3.42	4.88	55%	45%	2.80	3.99
		B2 PM/PW	3	0.97	0.93	0.51	0.73	55%	45%	0.42	0.60
		B2 PWH	3	0.97	0.93	0.51	0.73	55%	45%	0.42	0.60
		B3 PE	45	14.56	13.98	7.69	10.99	55%	45%	6.29	8.99
		B3 PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		B3 PWH	1	0.32	0.31	0.17	0.24	55%	45%	0.14	0.20
		U1J PE	18	5.83	5.59	3.08	4.39	55%	45%	2.52	3.60
		U1J PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		U1J PWH	3	0.97	0.93	0.51	0.73	55%	45%	0.42	0.60
		P116 PE	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
	P121 PE	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00	

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day Model	Shift 2							
				Plan/Day Shift 2	ST Nett	ST Nett Operator 2	Total ST (Margin)	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	Total ST Net (yg Bantu)	Total ST Margin (yg Bantu)
		P121 PWH	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
	Top Frame R/L	B2 PE	20	6.47	2.62	1.44	2.06	55%	45%	1.18	1.69
		B2 PM/PW	3	0.97	0.39	0.22	0.31	55%	45%	0.18	0.25
		B2 PWH	3	0.97	0.39	0.22	0.31	55%	45%	0.18	0.25
		B3 PE	45	14.56	5.90	3.24	4.63	55%	45%	2.65	3.79
		B3 PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		B3 PWH	1	0.32	0.13	0.07	0.10	55%	45%	0.06	0.08
		U1J PE	18	5.83	2.36	1.30	1.85	55%	45%	1.06	1.52
		U1J PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		U1J PWH	3	0.97	0.39	0.22	0.31	55%	45%	0.18	0.25
		P116 PE	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		P121 PWH	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
	Side Base	B2 PE	20	6.47	11.70	6.43	9.19	55%	45%	5.26	7.52
		B2 PM/PW	3	0.97	1.75	0.96	1.38	55%	45%	0.79	1.13
		B2 PWH	3	0.97	1.75	0.96	1.38	55%	45%	0.79	1.13
		B3 PE	45	14.56	26.31	14.47	20.68	55%	45%	11.84	16.92
		B3 PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		B3 PWH	1	0.32	0.58	0.32	0.46	55%	45%	0.26	0.38
		U1J PE	18	5.83	10.53	5.79	8.27	55%	45%	4.74	6.77

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day Model	Shift 2							
				Plan/Day Shift 2	ST Nett	ST Nett Operator 2	Total ST (Margin)	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	Total ST Net (yg Bantu)	Total ST Margin (yg Bantu)
		U1J PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		U1J PWH	3	0.97	1.75	0.96	1.38	55%	45%	0.79	1.13
		P116 PE	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		P121 PWH	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
	Key Block	B1 PE	32	10.36	2.09	1.15	1.64	55%	45%	0.94	1.34
		B1 PM/PW	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		B1 PWH	5	1.62	0.33	0.18	0.26	55%	45%	0.15	0.21
		B2 PE	20	6.47	2.19	1.20	1.72	55%	45%	0.98	1.41
		B2 PM/PW	3	0.97	0.33	0.18	0.26	55%	45%	0.15	0.21
		B2 PWH	3	0.97	0.33	0.18	0.26	55%	45%	0.15	0.21
		B3 PE	45	14.56	4.92	2.71	3.87	55%	45%	2.22	3.17
		B3 PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		B3 PWH	1	0.32	0.11	0.06	0.09	55%	45%	0.05	0.07
		U1J PE	18	5.83	1.97	1.08	1.55	55%	45%	0.89	1.27
		U1J PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
	U1J PWH	3	0.97	0.33	0.18	0.26	55%	45%	0.15	0.21	
	Side Sleeve	B2 PE	20	6.47	5.35	2.94	4.20	55%	45%	2.41	3.44
		B2 PM/PW	3	0.97	0.80	0.44	0.63	55%	45%	0.36	0.52
		B2 PWH	3	0.97	0.80	0.44	0.63	55%	45%	0.36	0.52

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day Model	Shift 2							
				Plan/Day Shift 2	ST Nett	ST Nett Operator 2	Total ST (Margin)	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	Total ST Net (yg Bantu)	Total ST Margin (yg Bantu)
		B3 PE	45	14.56	12.04	6.62	9.46	55%	45%	5.42	7.74
		B3 PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		B3 PWH	1	0.32	0.27	0.15	0.21	55%	45%	0.12	0.17
		U1J PE	18	5.83	4.82	2.65	3.78	55%	45%	2.17	3.10
		U1J PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		U1J PWH	3	0.97	0.80	0.44	0.63	55%	45%	0.36	0.52
		P116 PE	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		P121 PWH	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
	Top Frame C	U1J PE	18	5.83	27.48	15.11	21.59	55%	45%	12.36	17.66
		U1J PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		U1J PWH	3	0.97	4.58	2.52	3.60	55%	45%	2.06	2.94
	Top Frame Side	U1J PE	18	5.83	9.61	5.29	7.55	55%	45%	4.33	6.18
		U1J PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		U1J PWH	3	0.97	1.60	0.88	1.26	55%	45%	0.72	1.03
	Fall Back	U1J PE	18	5.83	6.17	3.40	4.85	55%	45%	2.78	3.97
		U1J PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	55%	45%	0.00	0.00
		U1J PWH	3	0.97	1.03	0.57	0.81	55%	45%	0.46	0.66
	Side Base UP Part	Side Base YUS1	50	16.18	29.24	16.08	22.97	55%	45%	13.16	18.80

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day Model	Shift 2							
				Plan/Day Shift 2	ST Nett	ST Nett Operator 2	Total ST (Margin)	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	Total ST Net (yg Bantu)	Total ST Margin (yg Bantu)
	Side Base UP Part	Side Base YUS 3	50	16.18	1.94	1.07	1.53	55%	45%	0.87	1.25
TOTAL					232.21	127.72	182.45			104.49	149.28

4.3.5 Perhitungan Beban Kerja Operator

Setelah dilakukan perhitungan *standart time* akan di lanjutkan untuk menghitung beban kerja yang akan di terima operator berdasarkan *plan* produksi piano yang akan dilakukan setiap harinya. Beban kerja untuk setiap operator dapat dilihat pada bagian WYD untuk melihat beban kerja yang di bebaskan kepada masing-masing operator. Selain itu terdapat *pitch time* yaitu waktu kerja terbanyak yang digunakan untuk memproduksi satu kabinet model piano. *Pitch time* dihitung berdasarkan pekerjaan yang dilakukan untuk setiap operator dan dipilih hasil yang paling tinggi dari hasil penambahan *standart time* operator berdasarkan *plan* produksi harian. Berikut ini merupakan hasil perhitungan beban kerja yang akan diterima oleh operator untuk masing-masing *shift* dan jumlah operator. Dan dikarenakan pada periode November 2021 – Januari 2022 berdasarkan data historis terdapat jumlah operator sebanyak 28 operator dan 24 operator, sehingga terdapat dua model awal yang digunakan, maka hasil perhitungan beban kerjanya adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 18 Beban Kerja Operator *Shift* 1 untuk 28 Operator

SHIFT 1					
No	Nama Operator	Proses	WYD	Pitch Time	WYT
1	Operator 1	Level Manual	331.27	539.30	480

SHIFT 1					
No	Nama Operator	Proses	WYD	Pitch Time	WYT
2	Operator 2	<i>Level Auto, Edge Buff</i>	539.30	539.30	480
3	Operator 3	<i>Small Buff, High Polish</i>	440.35	539.30	480
4	Operator 4	<i>High Polish</i>	398.10	539.30	480
5	Operator 5	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	478.95	539.30	480
6	Operator 6	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	478.95	539.30	480
7	Operator 7	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	478.95	539.30	480
8	Operator 8	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	478.95	539.30	480
9	Operator 9	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	478.95	539.30	480
10	Operator 10	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	478.95	539.30	480
11	Operator 11	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	478.95	539.30	480
12	Operator 12	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	478.95	539.30	480
13	Operator 13	<i>Level Auto, Level manual, Ryoto Halus</i>	502.30	539.30	480
14	Operator 14	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	478.95	539.30	480
15	Operator 15	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	478.95	539.30	480
16	Operator 16	<i>Edge Buff, Level Manual, Level Auto, Ryoto Kasar</i>	431.42	539.30	480
17	Operator 17	<i>Colouring</i>	170.69	539.30	480

Tabel 4. 19 Beban Kerja Shift 2 untuk 28 Operator

SHIFT 2					
No	Nama Operator	Proses	WYD	Pitch Time	WYT
1	Operator 1	<i>Level Buff Manual, Level Buff Auto</i>	413.50	413.50	415
2	Operator 2	<i>Small Buff, Edge Buff</i>	346.88	413.50	415
3	Operator 3	<i>High Polish, Level Buff Auto</i>	397.59	413.50	415

SHIFT 2					
No	Nama Operator	Proses	WYD	Pitch Time	WYT
4	Operator 4	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	352.631	413.50	415
5	Operator 5	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	352.631	413.50	415
6	Operator 6	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	352.631	413.50	415
7	Operator 7	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	352.631	413.50	415
8	Operator 8	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	352.631	413.50	415
9	Operator 9	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	352.631	413.50	415
10	Operator 10	<i>Colouring, Plat</i>	115.972	413.50	415
11	Operator 11	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	352.63	413.50	415

Tabel 4. 20 Beban Kerja Operator Shift 1 untuk 24 Operator

SHIFT 1					
No	Nama Operator	Proses	WYD	Pitch Time	WYT
1	Operator 1	<i>Level Manual</i>	452.974	508.623	480
2	Operator 2	<i>Level Auto, Edge Buff, High Polish</i>	508.623	508.623	480
3	Operator 3	<i>Small Buff</i>	395.667	508.623	480
4	Operator 4	<i>High Polish</i>	454.7	508.623	480
5	Operator 5	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	459.902	508.623	480
6	Operator 6	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	459.902	508.623	480
7	Operator 7	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	459.902	508.623	480
8	Operator 8	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	459.902	508.623	480
9	Operator 9	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	459.902	508.623	480
10	Operator 10	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	459.902	508.623	480
11	Operator 11	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	459.902	508.623	480
12	Operator 12	<i>Level Auto, Edge Buff, High Polish</i>	499.554	508.623	480
13	Operator 13	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	459.902	508.623	480

SHIFT 1					
No	Nama Operator	Proses	WYD	Pitch Time	WYT
14	Operator 14	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	459.902	508.623	480
15	Operator 15	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	459.902	508.623	480
16	Operator 16	<i>Colouring, Level Manual</i>	432.957	508.623	480

Tabel 4. 21 Beban Kerja Operator Shift 2 untuk 24 Operator

SHIFT 2					
No	Nama Operator	Proses	WYD	Pitch Time	WYT
1	Operator 1	<i>Level Buff Manual, Level Buff Auto, Plat</i>	344.56	344.56	415.00
2	Operator 2	<i>Level Buff Manual, Small Buff, Edge Buff, Ryoto finish</i>	322.47	344.56	415.00
3	Operator 3	<i>Small Buff, Level Buff Auto, High Polish, Ryoto Kasar, Ryoto finish</i>	336.68	344.56	415.00
4	Operator 4	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	336.24	344.56	415.00
5	Operator 5	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	336.24	344.56	415.00
6	Operator 6	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	336.24	344.56	415.00
7	Operator 7	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	336.24	344.56	415.00
8	Operator 8	<i>Ryoto Kasar, Ryoto Cokko Halus, Ryoto Bilas</i>	336.24	344.56	415.00

4.3.6 Rumus Model

Dari simulasi yang telah dilakukan dapat diketahui besar *standar time* dan jumlah *manpower* atau operator harian yang terjadi. Berikut adalah informasi yang terkandung dalam setiap variabel dalam simulasi menentukan jumlah *manpower* terbaik pada bagian *Buffing Small UP*.

1. *Random (R)*

Bilangan *random* mewakili ketidakpastian yang diamati, dalam penelitian ini bilangan random digunakan untuk menentukan jumlah model yang dibuat setiap harinya. Dengan Langkah awal mendefinisikan tingkat probabilitas yang mengandung unsur ketidakpastian seperti jumlah model B1 PE, B2 PE, B3 PE dan model lainnya. Probabilitas diterjemahkan sebagai bilangan *random* yang muncul dari hasil generate bilangan acak (*random*). Interval bilangan *random* yang digunakan yaitu 0 hingga 99 dengan rumus excel sebagai berikut:

=*RANDBETWEEN(0,99)*

2. B1 PE (dan Model piano yang lainnya)

B1 PE merupakan salah satu model piano yang di produksi oleh PT. Yamaha Indonesia. Tingkat produksi B1 PE didasarkan dari distribusi probabilitas yang dibangkitkan dengan bilangan random begitupun dengan model piano yang lainnya. Adapun fungsi exelnya adalah sebagai berikut:

=

IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 1;

IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 2;

IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 3;

IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 4;

IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 5;

IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 6;

IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 7;

IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 8;

IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 9;

IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 10;

IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 11;
IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 12;
IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 13;
IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 14;
IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 15;
IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 16;
IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 17;
IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 18;
IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 19;
IF(Bilangan Random hari 1 < BB ke 2; Jumlah model B1 PE ke 20; Jumlah model B1
PE ke 21))))))))))))))))))

3. Total Produksi (Unit)

Total produksi merupakan jumlah produksi piano yang diproduksi setiap harinya berdasarkan hasil dari penjumlahan setiap model piano. Adapun fungsi exelnya adalah sebagai berikut:

=SUM(*Model B1 PE hari 1; Model B1 PM/PW hari 1; Model B1 PWH hari 1; Model*
B2 PE hari 1; Model B2 PM/PW hari 1; Model B2 PWH hari 1; Model B3 PE hari 1;
Model B3 PM hari1; Model B3 PWH hari 1; Model UIJ PE hari 1; Model UIJ PM hari
1; Model UIJ PWH hari 1; Model P116 PE hari 1; Model P116 PWH hari 2, Model
P118 PE hari 1; Model P121 PE hari 1; Model Leg UP Part hari1; Model Side Base
YUS1 hari 1; Model Side Base YUS3 hari 1)

4. Plan/Day

Plan/Day merupakan jumlah unit piano yang akan diproduksi di *Buffing Small UP* dalam sehari untuk masing-masing model. Adapun rumus exelnya adalah sebagai berikut:

=*Jumlah Model B1 PE*

5. Plan/Day Shift 1

Plan/day shift 1 adalah jumlah unit piano yang diproduksi di *Buffing Small UP* pada *shift 1* untuk masing-masing model piano berdasarkan jumlah operator pada saat ini yaitu sebanyak 17 operator atau 68% dari total keseluruhan operator. Adapun rumus exelnya adalah sebagai berikut:

=*68%*Plan/day B1 PE hari 1*

6. *Plan/Day Shift 2*

Plan/day shift 1 adalah jumlah unit piano yang diproduksi di *Buffing Small UP* pada *shift 2* untuk masing-masing model piano berdasarkan jumlah operator pada saat ini yaitu sebanyak 8 operator atau % dari total keseluruhan operator. Adapun rumus exelnya adalah sebagai berikut:

$$=32\%*Plan/day B1 PE hari 1$$

7. *Plan/Day Model*

Plan/Day Model merupakan jumlah unit piano yang akan diproduksi di *Buffing Small UP* dalam sehari untuk masing-masing model. Adapun rumus exelnya adalah sebagai berikut:

$$=VLOOKUP(Model BIPE ; Model:Shift 2, 2, "False")$$

8. Total Item per Model

Total item per model merupakan jumlah item untuk membuat 1 model piano. Adapun rumus exelnya adalah sebagai berikut:

$$=8 \text{ (untuk model B1 PE)}$$

9. Pcs/Model

Pcs/model merupakan jumlah pcs yang dibutuhkan dalam membuat 1 model piano. Adapun rumus exelnya adalah sebagai berikut:

$$=Total \text{ item B1 PE} * Plan/day$$

10. ST Nett

ST Nett merupakan waktu standar yang digunakan dalam memproduksi kabinet piano pada setiap model. Waktu standar yang ada di *Buffing Small UP* sudah disetujui oleh pihak PT. Yamaha Indonesia. Adapun Rumus exelnya adalah sebagai berikut:

$$=Resume ST \text{ proses auto level buff pada kabinet side arm B1 PE}$$

11. % Pekerjaan

% Pekerjaan merupakan jumlah persentase beban kerja yang diberikan kepada operator dalam melakukan pekerjaannya. Adapun rumus exelnya adalah sebagai berikut:

$$= Presentase \text{ operator 1 auto level buff shift 1}$$

12. % Pekerjaan yang Bantu

% Pekerjaan yang bantu merupakan jumlah persentase beban kerja yang diberikan kepada operator yang membantu pekerjaan operator lain selain pekerjaannya. Adapun rumus excelnya adalah sebagai berikut:

$$= \text{Presentase operator 2 auto level buff shift 1}$$

13. ST Nett Operator

ST Nett operator merupakan hasil dari waktu standar yang dikalikan dengan persentase operator melakukan pekerjaan. Adapun rumus excelnya adalah sebagai berikut:

$$= \text{ST nett proses auto level buff pada kabinet side arm B1 PE} * \% \text{ Operator 1 auto level buff shift 1}$$

14. Total Time (Net)

Total *time* (Net) merupakan total waktu yang digunakan dalam membuat model piano dalam satu harinya untuk setiap kabinet model piano. Adapun rumus excelnya adalah sebagai berikut:

$$= \text{Plan/day shift 1} * \text{ST net operator}$$

15. Total Time (Margin)

Total *time* (Margin) merupakan hasil dari diberikannya toleransi atau margin dalam melakukan pekerjaan terhadap total *time* (net). Adapun rumusnya adalah sebagai berikut:

$$= \text{Total time (net)} * 1(1 - \text{margin auto level buff})$$

16. Total ST Nett (yang Bantu)

Total ST net (yang bantu) merupakan hasil dari perkalian *plan/day* shift 1, waktu standar dan persentase operator melakukan pekerjaan. Adapun rumus excelnya adalah sebagai berikut:

$$= \text{Plan/day shift 1} * \text{ST net operator} * \% \text{ pekerjaan}$$

17. Total ST Margin (yang Bantu)

Total ST margin (yang bantu) merupakan hasil dari diberikannya toleransi atau margin dalam melakukan pekerjaan terhadap total *time* (net). Adapun rumus excelnya adalah sebagai berikut:

$$= \text{Total ST net (yang bantu)} * 1(1 - \text{margin auto level buff})$$

18. WYD

WYD merupakan total waktu yang dibutuhkan oleh operator untuk menyelesaikan pekerjaan dalam satu hari sesuai dengan beban kerja. Adapun rumus exelnya adalah sebagai berikut:

=*Total time margin mesin yang digunakan*

19. Pitch Time

Pitch time merupakan waktu yang maksimal yang dibutuhkan oleh operator untuk menyelesaikan pekerjaan dalam satu hari. Adapun rumus exelnya adalah sebagai berikut:

= $MAX(WYD 1; WYD17)$ (*untuk shift 1*)

20. WYT (Waktu yang tersedia setiap *shift*)

WYT merupakan waktu yang disediakan oleh perusahaan untuk menyelesaikan pekerjaan dalam satu hari. Adapun rumus exelnya adalah sebagai berikut:

=480 (*untuk shift 1*)

Selain terdapat rumus yang digunakan untuk membuat model awal, skenario pertama dan skenario 2 juga terdapat rumus yang digunakan untuk melakukan replikasi selama 30 kali serta menentukan total biaya tenaga kerja untuk model awal dan masing-masing skenario. Perhitungan replikasi dapat dilihat pada lampiran 6 untuk model awal, lampiran 7 untuk skenario pertama dan lampiran 8 untuk skenario kedua. Adapun rumus perhitungan replikasi adalah sebagai berikut.

1. Total ST *shift 1 & shift 2*

Merupakan total ST yang di dapatkan untuk setiap *plan* harian yang akan di produksi. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut.

=*Total ST (model awal shift 1) &*

=*Total ST (model awal shift 2)*

2. Waktu tersedia *shift 1 & shift 2*

Merupakan waktu yang di sediakan untuk melakukan produksi piano dalam satu hari. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut.

=480 (*shift 1*) &

=415 (*shift 2*)

3. Rekomendasi jumlah operator *shift 1 & shift 2*

Merupakan perhitungan rekomendasi yang dilakukan berdasarkan total ST pada model skenario 1 dan skenario 2 yang telah dilakukan perbaikan dengan total waktu yang disediakan oleh perusahaan setiap harinya.

=*Total ST/Waktu tersedia (shift 1) &*

=*Total ST/Waktu tersedia (shift 2)*

4. Jumlah operator

Merupakan penjumlahan operator yang dibutuhkan pada *shift 1* dan *shift 2* yang telah didapatkan untuk dapat memperkirakan jumlah operator yang dibutuhkan.

=*Rekomendasi jumlah operator shift 1 + Rekomendasi jumlah operator shift 2*

5. ST after shift 1 & shift 2

Merupakan hasil ST dimana model sudah disesuaikan dengan jumlah operator yang telah direkomendasikan untuk setiap *shift* serta beban kerja yang telah diubah untuk setiap operator. Adapun rumus nya adalah sebagai berikut.

=*Total ST shift 1 (Model yang sudah disesuaikan dengan jumlah operator rekomendasi)*

=*Total ST shift 2 (Model yang sudah disesuaikan dengan jumlah operator rekomendasi)*

6. Pitch time shift 1 & shift 2

Merupakan waktu tertinggi atau maksimal yang dibutuhkan oleh operator dalam memproduksi piano. *Pitch time* diambil berdasarkan model yang telah disesuaikan dengan jumlah operator rekomendasi setiap replikasi. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut.

=*Pitch time shift 1 (Model yang sudah disesuaikan dengan jumlah operator rekomendasi)*

=*pitch time shift 2 (Model yang sudah disesuaikan dengan jumlah operator rekomendasi)*

7. Overtime/Undertime shift 1 & shift 2

Digunakan untuk melihat apakah terjadi *Overtime* atau *Undertime* pada proses produksi. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut.

=*IF(Waktu tersedia shift 1 > pitch time shift 1, "Overtime", "Undertime") &*

=*IF(Waktu tersedia shift 2 > pitch time shift 2, "Overtime", "Undertime")*

8. Waktu Overtime & Undertime (shift 1 & shift 2)

Digunakan untuk menghitung total waktu *Overtime* dan *Undertime* yang terjadi selama melakukan proses produksi. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut.

=IF(Waktu tersedia shift 1 = "Overtime", Pitch time shift 1 – waktu tersedia shift 1, waktu tersedia shift 1 – Pitch time shift 1)

=IF(Waktu tersedia shift 2 = "Overtime", Pitch time shift 2 – waktu tersedia shift 2, waktu tersedia shift 2 – Pitch time shift 2)

9. Biaya *Overtime* & *Undertime* (shift 1 & shift 2)

Merupakan biaya yang dihitung berdasarkan *Overtime* dan *Undertime* yang terjadi dikalikan dengan biaya yang sudah ditentukan. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut.

=IF(*Overtime/Undertime* shift 1 = "Overtime", IF(waktu *Overtime* dan *Undertime* shift 1 < 60, *Overtime cost* 1 jam, *Overtime cost* 2-4 jam), Waktu *Overtime* dan *Undertime* shift 1 x Cost *Undertime*)

=IF(*Overtime/Undertime* shift 2 = "Overtime", IF(waktu *Overtime* dan *Undertime* shift 2 < 60, *Overtime cost* 1 jam, *Overtime cost* 2-4 jam), Waktu *Overtime* dan *Undertime* shift 2 x Cost *Undertime*)

10. Total biaya/operator

Merupakan total biaya hasil penggabungan antara biaya *Overtime* dan *Undertime* di shift 1 dengan shift 2. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut.

= Biaya *Overtime* & *Undertime* shift1 + Biaya *Overtime* & *Undertime* shift 2

11. Total biaya *Overtime* & *Undertime* keseluruhan (shift 1 & shift 2)

Merupakan total biaya yang di dapatkan dengan hasil perkalian total biaya *Overtime* & *Undertime* dengan seluruh operator setiap shift nya. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut.

=Biaya *Overtime* & *Undertime* shift 1 x Jumlah rekomendasi operator shift 1

=Biaya *Overtime* & *Undertime* shift 2 x Jumlah rekomendasi operator shift 2

12. Total keseluruhan biaya

Merupakan total biaya keseluruhan untuk operator pada shift 1 dan shift 2. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut.

=Total biaya *Overtime* & *Undertime* keseluruhan shift 1 + Total biaya *Overtime* & *Undertime* keseluruhan shift 2

4.3.7 Validasi

Validasi dilakukan untuk membuktikan bahwa model simulasi yang dibuat telah sesuai dengan sistem nyata yang ada di *Buffing Small UP*. Berikut ini merupakan data historis dan data hasil simulasi untuk total *plan* harian setiap model yang diproduksi.

Tabel 4. 22 Perbandingan Data Aktual dan Hasil Simulasi

No	Total Output (Historis)	Total Output (Simulasi)
1	266	230
2	269	221
3	268	229
4	219	276
5	218	281
6	216	183
7	266	216
8	265	157
9	215	210
10	216	158
11	206	214
12	267	267
13	215	264
14	166	203
15	166	171
16	162	141
17	167	208
18	117	177
19	217	106
20	167	227
21	219	227
22	268	213
23	219	165
24	271	222
25	322	181
26	222	225
27	171	162
28	221	155
29	219	235
30	319	212

Tabel 4. 23 Mean dan Standar Deviasi

	Mean	SD (V)	N
Output Simulasi	204.5333	41.46518	30
Output Historis	223.9667	47.68176	30

Formula Excel:

Mean \rightarrow “=AVERAGE(data input)”
SD(V) \rightarrow “=STDEV(data input)”

Berikut ini merupakan hasil dari uji kesamaan dua rata rata dan uji kesamaan 2 variansi untuk menentukan jumlah tenaga kerja terbaik:

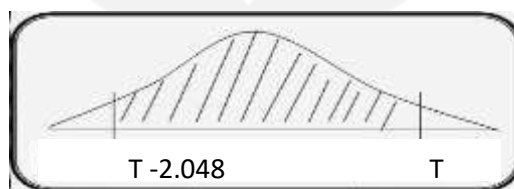
1. Uji Kesamaan Dua Rata-Rata

a. Menentukan hipotesis:

H0 : probabilitas semua kejadian sama (hasil simulasi sesuai dengan sistem nyata)

H1: hasil simulasi tidak sesuai dengan hasil riil produksi.

b. Menentukan Taraf nyata (α) = 0,05 ($\alpha/2$) = 0,025



Gambar 4. 4 Grafik Penerimaan Uji Dua Rata-Rata

Ho tidak ditolak jika $T - 2.048 < T \text{ hitung} < T + 2.048$

Ho ditolak jika $T \text{ hitung} < - 2.048$ atau $T \text{ hitung} > 2.048$

c. Statistik uji:

Tabel 4. 24 Perhitungan Uji Dua Rata-Rata

Mencari Nilai T hitung	
S_p^2	= $\frac{(N_1 - 1) V_1^2 + (N_2 - 1) V_2^2}{N_1 + N_2 - 2}$
S_p^2	= 1996.456

$$T \text{ hitung} = \frac{\text{Mean 1} - \text{Mean 2}}{\sqrt{Sp^2 * (1/N_1 + 1/N_2)}}$$

$$T \text{ hitung} = -1.68447$$

d. Kesimpulan

Tabel 4. 25 Kesimpulan Uji Dua Rata-Rata

Karena - T 0.025 < T hitung < T 0.025

Yaitu:

$$-2.048 < -1,68447 < 2.048$$

Karena uji dua rata-rata antara hasil output sistem nyata dan hasil simulasi hasilnya - 2.048 < - 1,168447 < 2.048, maka dapat dikatakan bahwa H0 diterima yang berarti data hasil simulasi sesuai dengan hasil dari sistem nyata.

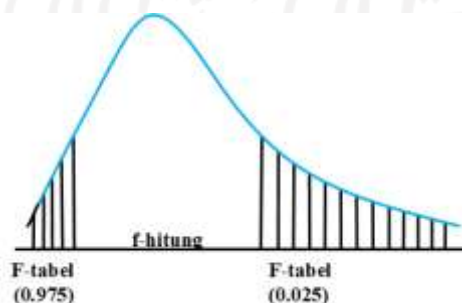
2. Uji Kesamaan Dua Variansi dalam menentukan jumlah tenaga kerja terbaik.

a. Menentukan hipotesis:

H0 : probabilitas semua kejadian sama (hasil simulasi sesuai dengan sistem nyata)

H1 : hasil simulasi tidak sesuai dengan hasil riil produksi.

b. Taraf nyata (α) = 0,05



Gambar 4. 5 Grafik Penerimaan Uji Kesmaan Dua Variansi

Ho tidak ditolak jika $F_{0.975} (29, 29) < F \text{ hitung} < F_{0.025} (29, 29)$

H_0 ditolak jika $F_{hitung} > F_{0.025}(29, 29)$ atau $F_{hitung} < F_{0.975}(29, 29)$

$F_{Tab 0.025} \longrightarrow "=FINV(0.025,29,29)"$

$F_{Tab 0.0975} \longrightarrow "=FINV(0.0975,29,29)"$

c. Statistik Uji:

Tabel 4. 26 Hasil F Hitung Uji Kesamaan Variansi

$$F_{Hitung} = \frac{\frac{v1^2}{v2^2}}{0.733262}$$

d. Kesimpulan

Tabel 4. 27 Kesimpulan Uji Kesamaan Variansi

Karena $F_{Tab 0,975} < F_{hitung} < F_{tab 0,025}$

Yaitu:

0.476 < 0,733262 < 2.101

Dengan kata lain, data hasil simulasi dapat diterima atau sesuai dengan hasil dari sistem nyata.

3. Uji Independensi dengan SPSS menentukan jumlah tenaga kerja terbaik.

a. Menentukan hipotesis:

H_0 : Jika nilai sig. (1-tailed) $< 0,05$, maka terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil data historis dan hasil simulasi.

H_1 : Jika nilai sig. (1-tailed) $> 0,05$, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil data historis dan hasil simulasi.

b. Hasil SPSS

➔ **T-Test**

[DataSet0]

Group Statistics										
Forecasting		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean					
Hasil Validasi	Data Historis	30	223.9667	47.68176	8.70546					
	Data Simulasi	30	204.5333	41.46518	7.57047					

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-Test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
Hasil Validasi	Equal variances assumed	185	.008	1.684	58	.097	19.43333	11.53677	-3.68002	42.52669
	Equal variances not assumed			1.684	56.904	.098	19.43333	11.53677	-3.68950	42.53616

Gambar 4. 6 Uji Independensi

c. Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji independensi dengan menggunakan bantuan SPSS didapatkan hasil bahwa antara data historis dan data hasil simulasi tidak terdapat perbedaan yang signifikan karena nilai sig. (1-tailed) > 0,05.

4.3.8 Pengembangan Skenario

Hasil Monte Carlo yang telah dilakukan membentuk sebuah model awal yang nantinya akan dikembangkan untuk membangun beberapa skenario atau kebijakan yang digunakan untuk menentukan jumlah operator/*manpower* terbaik. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi yang telah dilakukan dibangun beberapa skenario sebagai berikut:

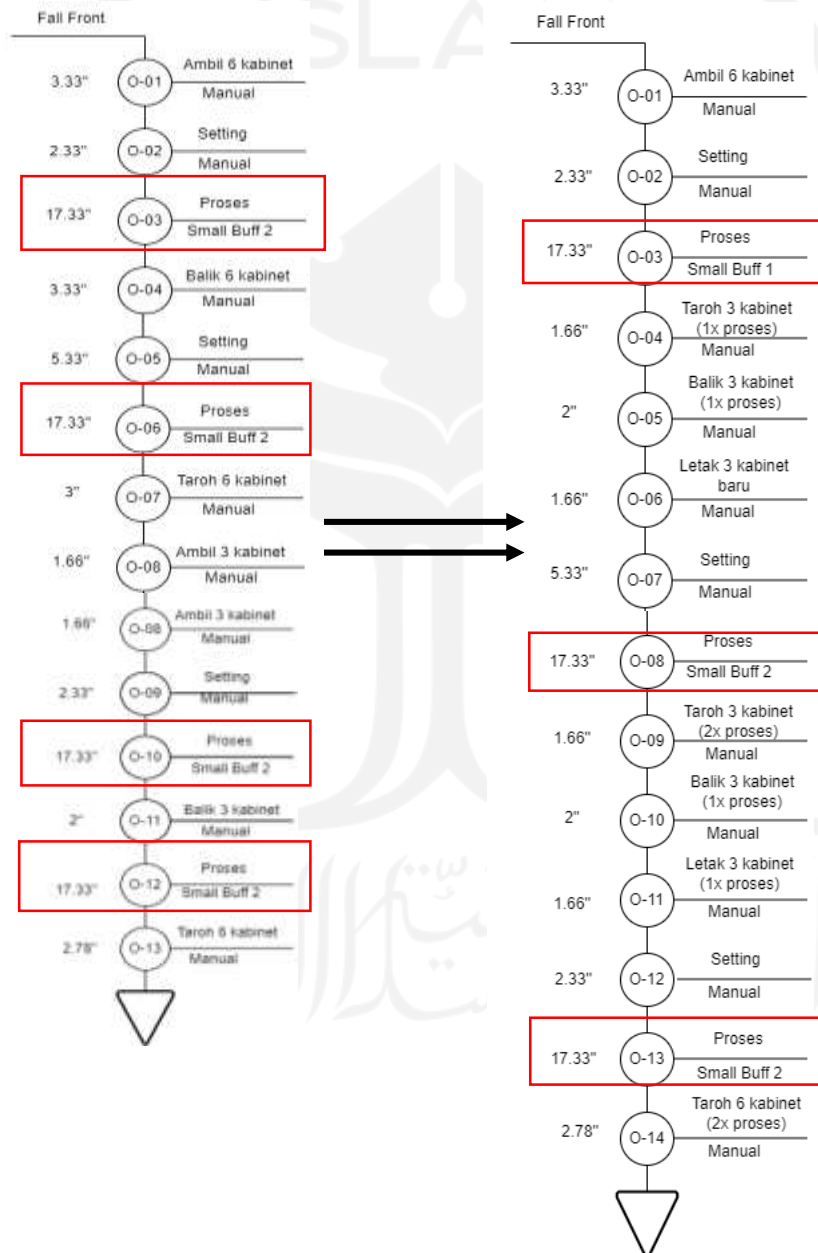
a. Model Awal

Model Awal merupakan representasi dari keadaan yang ada di bagian *Buffing Small UP* saat ini, dimana bagian *Buffing Small UP* belum menentukan kebijakan yang akan dilakukan dalam menentukan jumlah operator terbaik.

b. Skenario 1

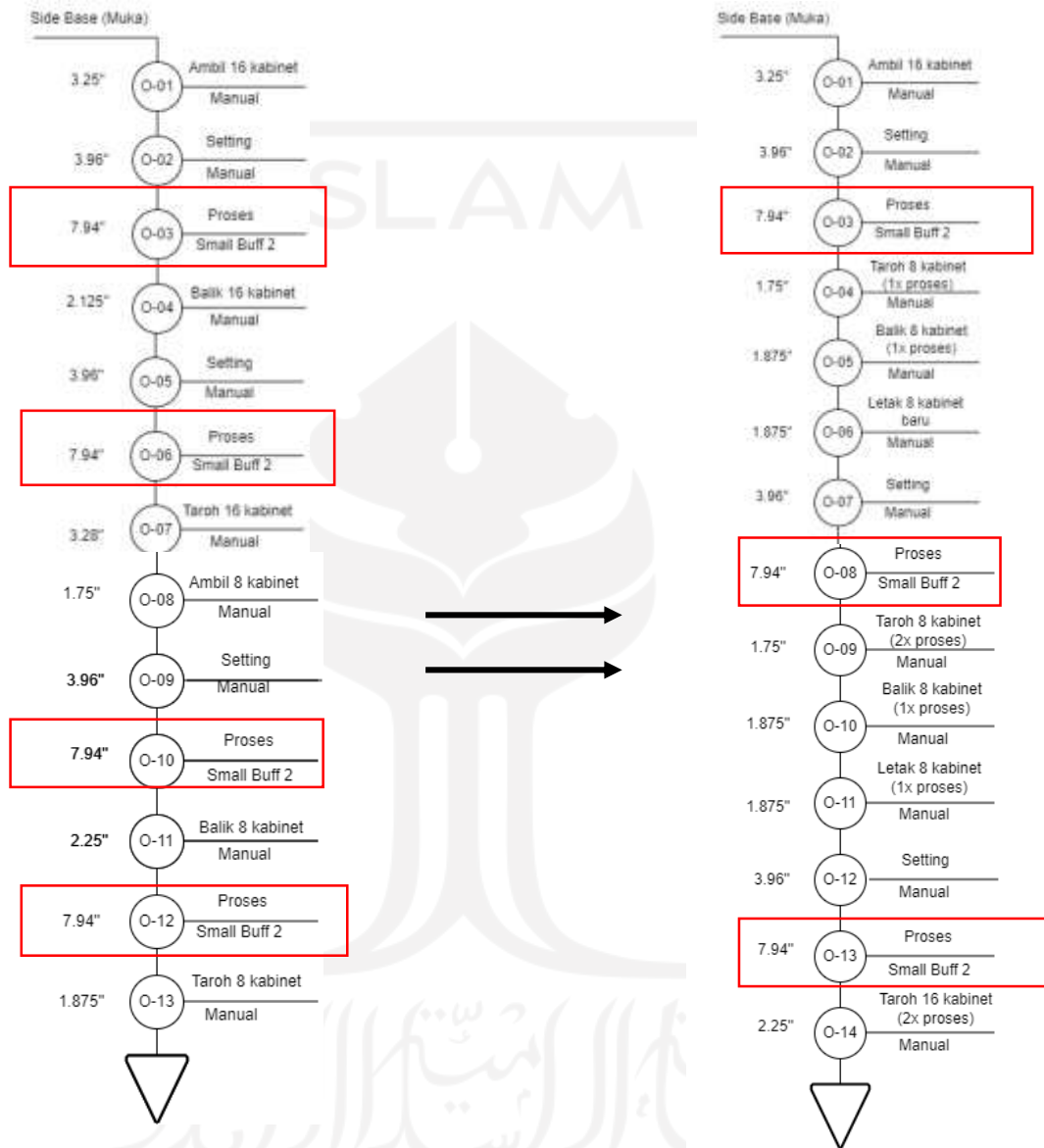
Model pada skenario 1 akan diberikan kebijakan untuk melakukan perbaikan guna mengurangi *standar time* pada bagaian *Buffing Small UP* agar pekerjaan dapat dikerjakan lebih cepat. Adapun rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Merubah penataan pada kabinet *part fall front* di mesin *small buff* yang awalnya memerlukan 4x proses menjadi 3x proses, hal ini terjadi karena *part fall front* terkadang datang tidak sesuai dengan jumlah maksimal kabinet dalam 1x proses.



Gambar 4. 7 Penatan Kabinet *Fall Front* (Skenario 1)

2. Merubah penataan pada kabinet *part side base* di mesin *small buff* yang awalnya memerlukan 4x proses menjadi 3x proses, hal ini terjadi karena *part side base* terkadang datang tidak sesuai dengan jumlah maksimal kabinet dalam 1x proses.



Gambar 4. 8 Penataan Side Base (Skenario 1)

3. Mengubah pergerakan *cutridge* pada mesin *level buff auto 2* yang menyebabkan *idle* dengan memindahkan *limit switch* dari ujung mesin menjadi di atas meja kabinet.



Gambar 4. 9 Perbaikan Cutridge (Skenario 1)

4. Memodifikasi meja pada mesin *level buff auto 1* agar dapat lebih banyak memproses kabinet serta mempercepat pergerakan *cutridge*.



Gambar 4. 10 Modifikasi Meja Mesin Level Buff Auto

Dengan melakukan perbaikan pada beberapa mesin dan proses yang ada di *Buffing Small UP* dan telah diimplementasikan dapat menurunkan *standart time* sebesar 5% pada proses *part fall front* dan *side base* serta pada mesin *level buff auto 1* dan *level buff auto 2*. Sehingga hasil *standar time* yang di dapat adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 28 Resume Standart Time After (Skenario 1)

Model	Nama Proses										Countersing	After	Before
	Level Buff Manual	Small Buff	Level Buff Auto	Edge buff	Ryoto kasar	High Polish	Ryoto halus	Ryoto finish	Black doff				
B1 PE	1.90	1.63	0.41	0.84	6.25	1.41	2.07	2.38	0.00	0.00	16.89	17.38	
B1 PM/PW	2.66	2.61	0.41	0.87	9.12	1.41	3.17	3.34	0.00	0.00	23.59	23.59	
B1 PWH	2.66	2.61	0.41	0.87	8.65	1.41	3.17	3.13	0.00	0.00	22.91	22.91	
B2 PE	5.97	3.79	2.94	1.21	14.69	3.69	4.20	4.60	0.00	0.00	41.10	42.84	
B2 PM/PW	6.73	5.17	2.54	1.24	19.38	3.69	6.10	5.56	0.00	0.00	50.43	51.74	
B2 PWH	6.73	5.17	3.77	1.24	19.11	3.69	6.21	5.35	0.00	0.00	51.29	52.29	
B3 PE	4.97	3.11	2.94	1.42	15.87	3.85	4.22	5.36	0.00	0.00	41.74	43.16	
B3 PM	6.88	3.90	3.77	1.46	21.16	3.85	6.36	6.32	0.00	0.00	53.70	54.71	
B3 PWH	6.88	4.65	3.77	1.46	19.80	3.85	6.36	6.10	0.00	0.00	52.87	53.88	
P116 PE	6.71	1.54	3.43	1.60	14.89	3.15	9.42	5.77	0.00	0.00	46.52	50.26	
P116 PWH	8.22	2.90	3.43	1.64	19.91	3.15	10.52	7.68	0.00	0.00	57.46	60.47	
P118 PE	6.71	1.54	2.85	1.60	14.89	3.15	9.42	5.77	0.00	0.00	45.94	49.47	
P121 PE	7.01	1.64	3.51	1.96	19.31	2.21	9.53	6.16	0.00	0.66	51.98	53.21	
P121 PWH	8.52	1.98	4.35	1.96	24.33	2.21	10.63	8.12	0.00	0.66	62.76	63.98	
U1J PE	7.74	1.81	5.54	3.23	21.59	4.52	8.67	6.63	0.00	0.00	59.74	64.57	
U1J PM	10.73	1.49	5.71	3.23	26.58	4.52	10.79	8.55	0.00	0.00	71.59	76.01	
U1J PWH	9.26	2.32	6.55	3.23	25.02	4.52	10.79	8.55	0.00	0.00	70.23	74.66	
Leg UP Part	3.40	0.00	0.00	0.00	2.96	1.24	0.51	0.92	0.73	0.00	9.76	9.76	
Yus 1	0.00	0.46	1.13	0.41	4.57	0.31	0.93	0.83	1.09	0.38	10.13	10.51	
Yus 3	0.00	0.46	1.13	0.41	4.57	0.31	0.93	0.83	1.09	0.38	10.13	10.51	
											850.75	885.91	5%

c. Skenario 2

Pada skenario 2 akan dilakukan kebijakan perbaikan guna mengurangi margin *repair* pada bagian mesin *ryoto* dan *high polish* sebesar 15%. *Repair* terjadi karena banyaknya produk cacat yang ada di bagian *Buffing Small UP*. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan untuk mengurangi produk *repair* sehingga dapat mengurangi waktu proses produksi dalam memproses ulang produk *repair* atau cacat. Adapun perbaikan yang dapat direkomendasikan dalam mengurangi produk *repair* adalah sebagai berikut.

1. Memindahkan proses untuk part yang melengkung melebihi 2 mm dari mesin *High Polish* ke mesin *Ryoto Buff*, dan mesin *Small Buff* ke mesin *Level Buff Manual*.



Part yang melengkung
di kerjakan di ryoto
buff

Gambar 4. 11 Pemindahan Part Melengkung (Skenario 2)

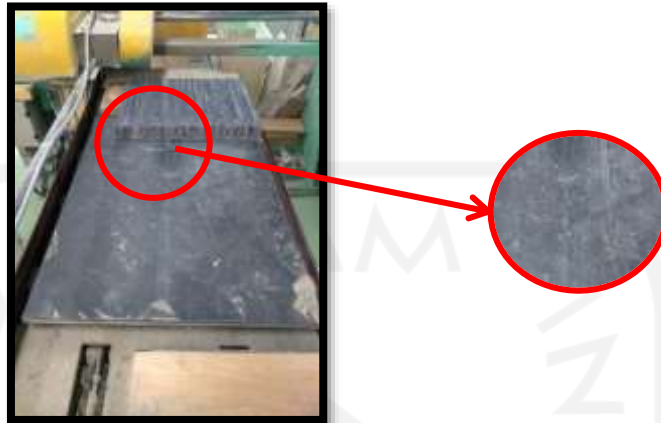
2. Membuat penambahan *felt*/busa ati pada bagian depan dan belakang *stopper* untuk mencegah *part* bergeser dan terpelant. Hal ini dapat mengurangi dan mencegah *part* terpelant atau mengalami *reject*.



Penambahan felt akan
membuat permukaan rata
saat proses buffing
dilakukan

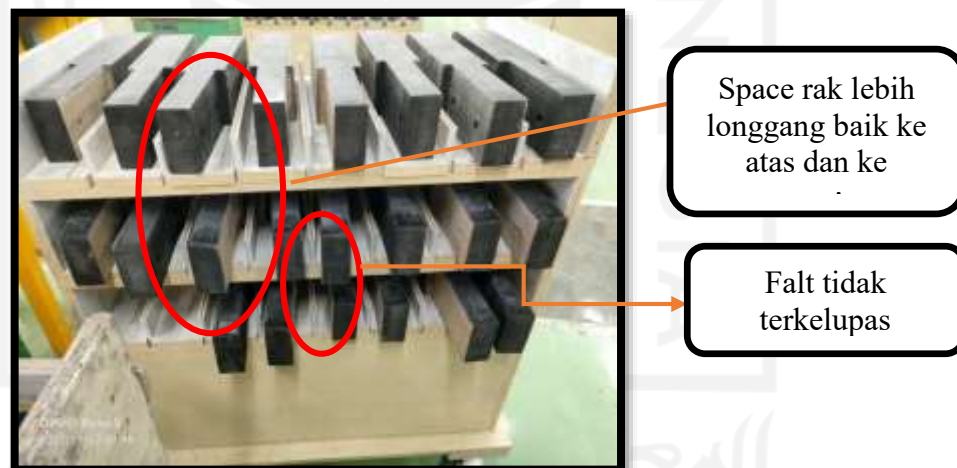
Gambar 4. 12 Penabahan Fels/Busa Ati

3. Mengubah pemakaian busa ati dengan menggunakan *rubber sheet*



Gambar 4. 13 Mengubah Busa Ati menjadi *Rubber Sheet* (Skenario 2)

4. Melakukan perbaikan rak secara bertahap untuk menurunkan pecah dengan membuat *space* lebih lebar bagian kanan kiri dan atas bawah



Gambar 4. 14 Perbaikan Rak

Dengan melakukan perbaikan untuk mengurangi margin pada produk repair di bagian mesin *Ryoto* dan *High Polish* sebesar 15%, sehingga hasilnya adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 29 *Margin After* (Skenario 2)

INFORMATION:	
Margin reguler =	30%
Margin repair =	47%
Margin repair =	63%

INFORMATION:	
High Polish =	20%
Level Manual =	7%
Margin All =	30%
Margin High Polish , repair	31%
Margin Ryoto, repair	40%

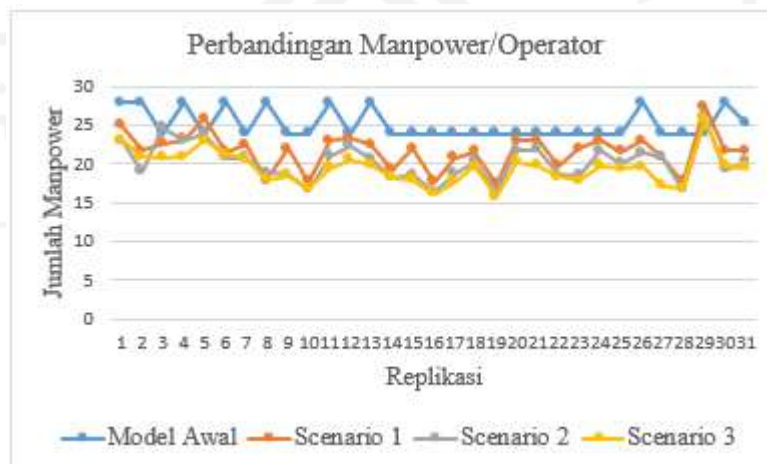
d. Skenario 3

Pada skenario 3 akan dilakukan kombinasi antara kedua kebijakan yang terdapat pada skenario 1 dan skenario 2 yaitu mengurangi waktu *standart time* sebesar 5% dan mengurangi margin *repair* pada bagian mesin *ryoto* dan *high polish* sebesar 15% untuk mengurangi waktu proses produksi dalam memproses ulang produk *repair* atau cacat. Kombinasi ini dilakukan untuk dapat memilih skenario terbaik dari beberapa kebijakan dan kemungkinan yang terjadi.

4.3.9 Perbandingan Jumlah *Manpower*

Dari hasil replikasi yang berjumlah 30 kali dengan 1 model awal dan 3 Skenario yang memiliki kebijakan berbeda, didapatkan hasil perbandingan tingkat jumlah *manpower* untuk bagian *Buffing Small UP* adapun data perbandingannya sebagai berikut.

-Biru : Model Awal, Orange : Skenario 1, Abu-abu : Skenario 2, Kuning :Skenario 3



Gambar 4. 15 Perbandingan *Manpower/Operator*



Gambar 4. 16 Perbandingan Biaya

Tabel 4. 30 Biaya Hasil Simulasi

Simulation	Jumlah Operator		Total Operator	Rata-Rata <i>Undertime</i> dan <i>Overtime</i> (Menit)	
	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>		<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>
Model Awal	16	9	25	48	57
Scenario 1	15	7	22	31	19
Scenario 2	14	6	20	34	15
Scenario 3	13	6	19	46	20

Simulation	Total Cost Rata-Rata		Total Cost	
Model Awal	Rp	4,468,279	Rp	186,952,019
Scenario 1	Rp	1,170,424	Rp	35,112,714
Scenario 2	Rp	1,127,384	Rp	33,821,516
Scenario 3	Rp	1,153,046	Rp	34,592,381

Simulasi Monte Carlo yang telah dilakukan menghasilkan replikasi sebanyak 30 kali untuk model awal dan setiap skenario. Model awal merupakan simulasi yang di bangun berdasarkan kondisi yang ada di bagian *Buffing Small UP* pada saat ini. Pada model awal rata-rata operator sebanyak 25 dengan *shift 1* sebanyak 16 dan *shift 2* sebanyak 9. Total biaya operator keseluruhan selama sebulan yang dikeluarkan adalah Rp. 186.952.019 sedangkan

untuk rata-rata biaya pada model awal sebesar Rp. 4.468.279. Pada skenario 1 membangun kebijakan dengan melakukan perbaikan yang bertujuan untuk mengurangi *standart time* yang ada bagian *Buffing Small UP* sebesar 5% memiliki rata-rata operator sebanyak 22 dengan *shift* 1 sebanyak 15 dan *shift* 2 sebanyak 7. Total biaya operator Skenario 1 selama sebulan sebanyak Rp. 355.112.714 dengan rata-rata biaya sebesar Rp. 1.170.424. Pada skenario 2 dengan mengurangi margin *repair* pada bagian *Ryoto* dan *High Polish* dengan perbaikan yang bertujuan mengurangi produk *repair* sebanyak 15% memiliki rata-rata operator sebanyak 20 dengan *shift* 1 sebanyak 14 dan *shift* 2 sebanyak 6. Dengan menggunakan skenario ini memiliki total biaya operator selama sebulan sebanyak Rp. 33.821,516 dengan rata-rata biaya per replikasi sebesar Rp. 1,127,384. Sedangkan pada skenario 3 dengan mengkombinasikan kebijakan pada skenario 1 dan 2 memiliki rata-rata operator sebanyak 19 dengan *shift* 1 sebanyak 13 dan *shift* 2 sebanyak 6 sehingga total biaya pada skenario 3 sebanyak Rp. 34,592,381 dengan rata-rata replikasi sebanyak Rp. 1,153,046.

4.3.10 Perbandingan Skenario

Kebijakan menentukan jumlah operator terbaik pada *Buffing Small UP* akan dipilih untuk meminimalkan total biaya operator dilakukan dengan melakukan uji anova dan bonferroni sebagai berikut:

1. Uji Anova

a. Menentukan Hipotesis Uji Anova

H0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$: Tidak ada perbedaan rata-rata operator yang dipengaruhi model awal, skenario 1 dan skenario 2.

H1: Ada perbedaan rata-rata operator yang dipengaruhi model awal, skenario 1 dan skenario 2. Yaitu mungkin saja $\mu_1 \neq \mu_2$, $\mu_1 \neq \mu_3$, atau $\mu_2 \neq \mu_3$

b. Kriteria Uji Anova

H0 ditolak, jika nilai $f > f_{crit}$.

Sesuai dengan kriteria pengujian jika nilai $F > F_{crit}$ maka H0 ditolak dan H1 diterima yang berarti terdapat perbedaan rata-rata. Sehingga jika H0 ditolak, maka perlu dilanjutkan ke dalam Uji Bonferroni.

Tabel 4. 31 Hasil Uji Anova

ANOVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	572.4493	3	190.8164	38.34146	2.73E-17	2.682809
Within Groups	577.3049	116	4.976766			
Total	1149.754	119				

FALSE

2. Uji Bonferoni

Dari hasil uji anova dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan rata-rata operator yang terjadi pada model awal, skenario 1, skenario 2 dan skenario 3. Selanjutnya akan dilakukan uji bonferoni dengan analisis perbandingan ganda (*Multiple Comparison Analysis*) untuk mencari kelompok mana yang berbeda. Adapun hipoteses yang dibangun sebagai berikut:

a. Menentukan Hipotesis Uji Bonferoni

H0: Tidak terdapat perbedaan rata-rata operator antara model awal dengan ketiga skenario.

H1: Ada perbedaan rata-rata operator yang dipengaruhi model awal, skenario 1, skenario 2 dan skenario 3. Yaitu mungkin saja $\mu_1 \neq \mu_2$, $\mu_1 \neq \mu_3$, atau $\mu_2 \neq \mu_3$.

Tabel 4. 32 Hasil Uji Bonferoni Model Awal terhadap Skenario 1

	<i>Model</i>	
	<i>Awal</i>	<i>Scenario 1</i>
Mean	25.2	21.2064585
Variance	3.47586207	6.01037904
Observations	30	30
Pooled Variance	4.74312055	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	58	
t Stat	7.10185409	
P(T<=t) one-tail	9.8835E-10	
t Critical one-tail	1.67155276	

P(T<=t) two-tail	1.9767E-09
t Critical two-tail	2.00171748
	0.025
	TRUE

Tabel diatas menunjukkan hasil uji bonferroni model awal dengan skenario 1. Hasil uji tersebut menunjukkan hasil TRUE yang berarti nilai $P(T \leq t)$ *two tail* $< \alpha/n$ (0,025). Sesuai dengan kriteria pengujian maka H_0 diterima yang mana terdapat perbedaan rata-rata antara model awal dengan skenario 1.

Tabel 4. 33 Hasil Uji Bonferoni Model Awal terhadap Skenario 2

	<i>Model Awal</i>	<i>Scenario 2</i>
Mean	25.2	19.9
Variance	3.475862069	4.78275862
Observations	30	30
Pooled Variance	4.129310345	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	58	
t Stat	10.10142717	
P(T<=t) one-tail	1.06636E-14	
t Critical one-tail	1.671552762	
P(T<=t) two-tail	2.13273E-14	
t Critical two-tail	2.001717484	
		0.025
		TRUE

Tabel diatas menunjukkan hasil uji Bonferroni model awal dengan skenario 2. Hasil uji tersebut menunjukkan hasil TRUE yang berarti nilai $P(T \leq t)$ *two tail* $< \alpha/n$ (0,025). Sesuai dengan kriteria pengujian maka H_0 diterima yang mana memang terdapat perbedaan rata-rata antara model awal dengan skenario 2.

Tabel 4. 34 Hasil Uji Bonferoni Model Awal terhadap Skenario 3

	<i>Model Awal</i>	<i>Scenario 3</i>
Mean	25.2	19.47803
Variance	3.475862	4.678282
Observations	30	30
Pooled Variance	4.077072	

Hypothesized		
Mean Difference	0	
df	58	
t Stat	10.97532	
P(T<=t) one-tail	4.41E-16	
t Critical one-tail	1.671553	
P(T<=t) two-tail	8.81E-16	
t Critical two-tail	2.001717	
		0.025
	TRUE	

Tabel diatas menunjukkan hasil uji Bonferroni model awal dengan skenario 3. Hasil uji tersebut menunjukkan hasil TRUE yang berarti nilai $P(T \leq t)$ *two tail* $< \alpha/n$ (0,025). Sesuai dengan kriteria pengujian maka H_0 diterima yang mana memang terdapat perbedaan rata-rata antara model awal dengan skenario 3.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Model

PT. Yamaha Indonesia merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang memproduksi piano. Terdapat tiga departemen yaitu *word working*, *painting* dan *assembly*. Pada departemen *painting* terdapat bagian *Buffing Small UP* yang bertugas untuk melakukan penghalusan atau pengkilapan kabinet piano UP. Permasalahan yang sering terjadi yaitu adanya *Overtime* atau *Undertime* sehingga menambah pengeluaran biaya perusahaan, hal ini terjadi karena ketika jumlah permintaan yang banyak tidak sesuai dengan jumlah tenaga kerja yang ada di *Buffing Small UP* yang sedikit dan jumlah permintaan yang sedikit tetapi jumlah tenaga yang ada di *Buffing Small UP* banyak. Dari permasalahan tersebut data yang digunakan untuk menentukan jumlah tenaga kerja atau *manpower* adalah data *plan* produksi harian dan jumlah operator setiap hari, kedua data ini diperoleh dari data historis bagian *Buffing Small UP* PT. Yamaha Indonesia. Selain itu terdapat data pembagian beban kerja, *standart time* dan margin yang diperoleh berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan. Seluruh data yang dikumpulkan nantinya akan diolah menjadi data input simulasi.

Pembangkitan data selanjutnya dilakukan sesuai dengan data lapangan yang diperoleh dan akan dimunculkan sebagai probabilitas, kemudian dilakukan replikasi (pengulangan) agar hasil simulasi yang telah dijalankan dapat dianalisis. Pembangkitan bilangan *random* menggunakan bantuan *software Microsoft Excel* dan dari pengujian statistik model yang dibuat sudah mempresentasikan sistem nyata. Model ini dibuat guna menentukan jumlah tenaga kerja atau *manpower* terbaik dan biaya tenaga kerja yang minimal pada bagian *Buffing Small UP* serta membuat model simulasi yang dapat digunakan oleh bagian *Buffing Small UP* untuk penentuan jumlah tenaga kerja harian kedepannya.

5.2 Analisis Hasil

Dalam mencari hasil terbaik untuk menentukan jumlah tenaga kerja yang ada di PT. Yamaha Indonesia bagian *Buffing Small UP* dibangun simulasi menggunakan Monte Carlo dengan membangun model awal, skenario 1 dan skenario 2 dengan kebijakan yang dibangun sebagai berikut.

1. Model Awal

Model awal disimulasikan sesuai dengan kondisi *Buffing Small UP*, di mana pada bagian *Buffing Small UP* belum menentukan kebijakan untuk mengatur jumlah tenaga kerja harian yang sesuai dengan *plan* produksi setiap harinya. Tidak menentukannya *plan* produksi terkadang membuat adanya kekurangan atau kelebihan tenaga kerja pada bagian *Buffing Small UP* sehingga menyebabkan adanya *Overtime* dan *Undertime*. Berdasarkan hasil simulasi selama 30 kali replikasi rata-rata jumlah tenaga kerja yang digunakan sebanyak 25 orang dalam sebulan. Sedangkan untuk rata-rata waktu *Overtime* dan *Undertime shift* 1 sebesar 48 menit dan *shift* 2 sebesar 57 menit. *Overtime* disebabkan karena waktu kerja yang digunakan dalam proses produksi melebihi waktu yang telah di tentukan oleh pemerintah yaitu selama 480 menit dalam sehari yang disebabkan waktu yang dibutuhkan dalam melakukan proses produksi kurang dari waktu yang di tentukan yaitu 480 menit. Sedangkan *Undertime* disebabkan adanya waktu menganggur yang tidak dapat dialokasikan secara efektif.

Hal tersebut disebabkan karena *plan* produksi harian yang tidak pasti dan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan tidak sesuai dengan banyaknya *plan* produksi. Dari model awal juga dipertimbangkan mengenai biaya tenaga kerja yang harus dibayarkan oleh perusahaan. Untuk mengetahui keadaan di *Buffing Small UP* di lakukan analisis terhadap model awal dan didapatkan biaya rata-rata *shift* 1 sebesar Rp. 2.314.699 dan *shift* 2 sebesar Rp. 2.153.580 yang di dapatkan karena adanya *Overtime* dan *Undertime* yang dilakukan oleh operator, maka perusahaan harus membayar lebih waktu yang di butuhkan untuk mengejar *plan* produksi (*Overtime*) dan waktu menganggur (*Undertime*) dari operator. Sehingga didapatkan rata-rata total biaya keseluruhan sebesar Rp. 4.468.279 yang di dapatkan hasil penjumlahan *Overtime* dan *Undertime* yang dilakukan selama 30 kali replikasi dengan total produksi keseluruhan sebesar Rp. 138.952.019.

2. Skenario 1

Pada model skenario 1 akan di berikan kebijakan dengan menurunkan *standart time* dengan melakukan perbaikan pada beberapa proses dan mesin yang ada di *Buffing Small UP*. Penurunan *standar time* dilakukan supaya proses pengerjaan piano dapat dilakukan dengan cepat tanpa harus adanya waktu menunggu dan membuat kabinet piano menjadi menumpuk karena banyaknya jumlah *plan* harian. Dengan rekomendasi perbaikan yang sebelumnya diberikan telah dilakukan implementasi di bagian *Buffing Small UP* sehingga dapat menurunkan *standart time* sebesar 5%. Perbaikan yang dilakukan salah satunya dengan cara mengganti langkah proses produksi untuk kabinet *fall front* dan *side base* di mesin *Small Buff* menjadi lebih cepat yang awalnya 4 kali proses menjadi hanya 3 kali proses serta adanya percepatan *cutridge* pada mesin *Level Auto Buff* sehingga proses menjadi lebih cepat dan dapat digunakan untuk mengejar *plan* produksi. Selanjutnya berdasarkan perhitungan skenario 1 akan direkomendasikan jumlah tenaga kerja yang sesuai dengan banyaknya *plan* produksi harian yang harus di proses.

Selain itu pada skenario 1 akan dibuat beberapa *plan* beban kerja yang akan diberikan kepada tenaga kerja/operator sesuai dengan jumlah tenaga kerja yang direkomendasikan untuk masing-masing *shift* agar beban kerja dapat seimbang dan tidak mengalami *Overtime* dan *Undertime* secara berlebihan. Dari simulasi skenario 1 dilakukan replikasi sebanyak 30 kali diperoleh rata-rata jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 22 orang dan dengan menyesuaikan beban kerja memiliki rata-rata *Overtime* dan *Undertime* sebanyak 31 menit untuk *shift* 1 dan *shift* 2 sebanyak 19 menit yang artinya mengalami penurunan di bandingkan dengan model awal. Sehingga didapatkan biaya rata-rata untuk *shift* 1 sebesar Rp. 583.058 dan *shift* 2 sebesar Rp. 588.364 yang merupakan gabungan dari biaya yang harus dikeluarkan perusahaan ketika terjadinya *Overtime* dan *Undertime*. Dan didapatkan rata-rata total biaya keseluruhan sebesar Rp. 1.170.423 dengan total produksi Rp. 35.112.714 yang jauh lebih kecil dibandingkan model awal sebelum dilakukannya perbaikan.

3. Skenario 2

Model skenario 2 akan di berikan kebijakan dengan mengurangi produk repair atau cacat yang ada di bagian *Buffing Small UP*. Dimana pada bagian *Buffing Small UP* seringkali terjadi cacat baik yang disebabkan oleh benturan dengan meja atau kabinet yang lainnya. Produk cacat antara lain karena pecah terdapat *muke* permukaan dan *muke edge* yang

harus di proses ulang sehingga terjadinya pengulangan proses dan memakan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu di berikan beberapa rekomendasi untuk mengurangi produk cacat dan sudah di implementasikan dengan melakukan perbaikan pada beberapa mesin antara lain memindahkan proses untuk *part* yang melengkung dari mesin *High Polish* ke mesin *Ryoto* agar lebih mudah dan menambahkan *felt* pada depan belakang *stopper* di mesin *High Polish* untuk menghindari kabinet terpentak dan menyebabkan pecah serta perbaikan *space* rak agar tidak terbentur dengan yang lainnya dan terjadi pecah. Sehingga dapat menurunkan produk cacat. Karena berkurangnya produk cacat maka produk yang akan di *repair* atau di proses ulang berkurang sehingga dapat mengurangi margin *repair* khususnya pada bagian *Ryoto* dan *High Polish* sebesar 15%.

Berdasarkan perhitungan skenario 2 akan direkomendasikan jumlah tenaga kerja yang sesuai dengan banyaknya *plan* produksi harian yang harus di proses. Pada skenario 2 juga akan dibuat beberapa *plan* beban kerja yang akan diberikan kepada tenaga kerja/operator sesuai dengan jumlah yang direkomendasikan untuk masing-masing *shift* seperti pada skenario 1. Dari simulasi skenario 2 dilakukan replikasi sebanyak 30 kali diperoleh rata-rata jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 20 orang dan dengan menyesuaikan beban kerja memiliki rata-rata *Overtime* dan *Undertime* sebanyak 34 untuk *shift* 1 menit dan *shift* 2 sebanyak 15 menit lebih kecil di bandingkan dengan model awal. Sehingga didapatkan biaya rata-rata *shift* 1 sebesar Rp. 671.709 dan *shift* 2 sebesar Rp. 455.674 yang merupakan gabungan dari *Overtime* dan *Undertime* yang harus dibayarkan oleh perusahaan. Dan didapatkan rata-rata total biaya keseluruhan adalah sebesar Rp. 1.127.383 dengan total biaya tenaga kerja sebesar Rp. 33.821.516 jauh lebih kecil dengan total biaya tenaga kerja di model awal.

4. Skenario 3

Model skenario 3 akan di berikan kebijakan dengan melakukan kombinasi antara kebijakan pertama dan kedua yaitu dengan mengurangi waktu proses produksi dan waktu memproses ulang produk *repair*. Kebijakan ini di ambil untuk dapat membandingkan serta menentukan alternatif terbaik yang dapat diterapkan.

Berdasarkan perhitungan skenario 3 akan direkomendasikan jumlah tenaga kerja yang sesuai dengan banyaknya *plan* produksi harian yang harus di proses. Pada skenario 3 juga akan dibuat beberapa *plan* beban kerja yang akan diberikan kepada tenaga

kerja/operator sesuai dengan jumlah yang direkomendasikan untuk masing-masing *shift* seperti pada skenario 1 dan skenario 2. Dari simulasi skenario 3 dilakukan replikasi sebanyak 30 kali diperoleh rata-rata jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 19 orang dan dengan menyesuaikan beban kerja memiliki rata-rata *Overtime* dan *Undertime* sebanyak 46 untuk *shift* 1 menit dan *shift* 2 sebanyak 20 menit lebih kecil di bandingkan dengan model awal. Sehingga didapatkan biaya rata-rata *shift* 1 sebesar Rp. 592.786 dan *shift* 2 sebesar Rp. 560.259 yang merupakan gabungan dari *Overtime* dan *Undertime* yang harus dibayarkan oleh perusahaan. Dan didapatkan rata-rata total biaya keseluruhan adalah sebesar Rp. 1.153.046 dengan total biaya tenaga kerja sebesar Rp. 34.591.380 jauh lebih kecil dengan total biaya tenaga kerja di model awal.

5.3 Pemilihan Alternatif

Model dikatakan valid dan dapat dipertimbangkan untuk membantu PT. Yamaha Indonesia khususnya bagian *Buffing Small UP* dalam menentukan kebijakan yang tepat untuk menentukan jumlah operator terbaik dengan indikasi biaya tenaga kerja setiap *shift* yang minimal. Hal ini dapat diuji dan dibuktikan dengan 3 skenario yang digunakan untuk menentukan kebijakan penentuan jumlah tenaga kerja yang di uji *statistic* menggunakan uji anova dan uji bonferroni. Dari hasil uji yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa dari perbandingan model awal, skenario 1, skenario 2 dan skenario 3 setelah di uji *anova single factor* memiliki perbedaan rata-rata sehingga harus dilanjutkan ke tahap uji Bonferroni. Perbandingan model awal dengan skenario 1 diterima yang berarti terdapat perubahan yang antara model awal dan skenario 1. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian untuk model awal dengan skenario 2 serta model awal dengan skenario 3 dimana hasil uji tersebut adalah diterima dimana terdapat perbedaan rata-rata. Adapun perbandingan biaya model awal, skenario 1, skenario 2 dan skenario 3 adalah sebagai berikut.

Tabel 5. 1 Perbandingan Biaya

<i>Simulation</i>	Total Cost Rata-Rata	Total Cost
Model Awal	Rp 4,468,279.	Rp 186,952,019
Skenario 1	Rp 1,170,424	Rp 35,112,714

<i>Simulation</i>	<i>Total Cost Rata-Rata</i>		<i>Total Cost</i>	
Skenario 2	Rp	1,127,384	Rp	33,821,516
Skenario 3	Rp	1,153,046	Rp	34,591,381

Berdasarkan perbandingan biaya di atas dapat dilihat bahwa pada model awal memiliki total biaya sebanyak Rp. 186.952.019 dengan rata-rata biaya sebesar Rp. 4.468.279. Setelah dilakukan beberapa kebijakan untuk menentukan jumlah tenaga kerja terbaik dapat diketahui bahwa alternatif terbaik yang dapat diterapkan adalah dengan menggunakan skenario 2 yaitu dengan mengurangi produk repair agar waktu yang dibutuhkan dalam memproses ulang kabinet yang cacat dapat berkurang sehingga proses produksi menjadi lebih cepat. Skenario 2 dipilih karena dapat menurunkan biaya sebanyak Rp. 153.130.503 dan memiliki rata-rata biaya sebesar Rp. 1.127.384. Untuk skenario 1 dapat menurunkan biaya sebanyak Rp. 151.839.305 dengan rata-rata biaya sebesar Rp. 1.170.424. Sedangkan skenario 3 meskipun memiliki jumlah operator lebih sedikit tapi biaya yang dikeluarkan lebih tinggi dibandingkan skenario 2 yaitu sebesar Rp. 1.153.046 dan dapat menurunkan biaya sebanyak Rp. 152.360.638. Model Monte Carlo yang telah dibuat dapat direkomendasikan kepada PT. Yamaha Indonesia guna melakukan peramalan jumlah tenaga kerja untuk jangka waktu kedepan sehingga didapatkan total tenaga kerja terbaik serta dapat meminimalkan pengeluaran biaya tenaga kerja oleh perusahaan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pengolahan data yang telah dilakukan berikut merupakan kesimpulan yang dapat diambil.

1. Berdasarkan hasil simulasi pada model awal dapat diidentifikasi permasalahan yang terdapat di PT. Yamaha Indonesia bagian *Buffing Small UP* berupa jumlah tenaga kerja yang tidak sesuai dengan *plan* produksi harian. Hal tersebut menyebabkan adanya *Overtime* dan *Undertime* yang cukup banyak dengan rata-rata 48 menit untuk *shift* 1 dan 57 menit untuk *shift* 2 serta belum adanya penentuan jumlah tenaga kerja terbaik pada bagian *Buffing Small UP* yang memiliki rata-rata sebanyak 25 operator. Sehingga PT. Yamaha Indonesia juga mengalami kerugian yang cukup besar dengan dilakukan analisis terhadap model awal dan didapatkan total biaya keseluruhan untuk tenaga kerja sebesar Rp. 186.952.019.
2. Jumlah tenaga kerja dapat disesuaikan dengan *plan* produksi harian agar tenaga kerja memiliki jumlah terbaik maka dari hasil analisis model awal dibangun kebijakan dengan melakukan perbaikan proses produksi dan mesin dalam memproduksi piano sehingga dapat menurunkan *standart time* atau waktu yang di butuhkan untuk memproduksi piano sebesar 5%. Sehingga dapat menurunkan *Overtime* dan *Undertime* rata-rata menjadi 31 menit untuk *shift* 1 dan 19 menit untuk *shift* 2 dengan rata-rata jumlah operator 22 orang dan total biaya untuk tenaga kerja sebesar Rp. 35.112.714. Selain itu dapat dilakukan juga kebijakan dengan mengurangi produk repair pada mesin *Ryoto* dan *High Polish* sehingga dapat mengurangi margin *repair* dan waktu memproses ulang dan menurunkan *Overtime* dan *Undertime* dengan rata-rata 34 menit untuk *shift* 1 dan 15 menit untuk *shift* 2 dengan rata-rata jumlah operator sebanyak 20 orang dan total keseluruhan tenaga kerja sebesar Rp. 33.821.516 dapat menurunkan *Overtime* dan *Undertime* rata-rata menjadi 46

menit untuk *shift* 1 dan 20 menit untuk *shift* 2 dengan rata-rata jumlah operator 19 orang dan total biaya untuk tenaga kerja sebesar Rp. 34.591.381.

3. Kebijakan yang tepat untuk menentukan jumlah operator terbaik dan meminimalisasi biaya tenaga kerja pada PT. Yamaha Indonesia adalah dengan mengurangi produk repair/cacat yang menyebabkan margin repair dapat berkurang sehingga waktu proses produksi untuk memproses ulang dapat diminimalkan serta dapat menurunkan biaya sebesar Rp. 153.130.503. Dengan terpilihnya alternatif baru model dapat direkomendasikan sebagai hasil luaran penelitian yang dapat digunakan oleh PT. Yamaha Indonesia bagian *Buffing Small UP* untuk menentukan jumlah tenaga kerja/*manpower* terbaik kedepannya guna meminimalisasi biaya tenaga kerja.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagian *Buffing Small UP* dapat bekerjasama dengan bagian lainya agar dapat menentukan jumlah tenaga kerja terbaik sesuai dengan *plan* produksi harian.
2. *Buffing Small UP* dapat melakukan peramalan dengan model Monte Carlo yang sudah dibuat untuk mengurangi permasalahan *Overtime* dan *Undertime* yang di sebabkan oleh kurangnya dan kelebihannya jumlah tenaga kerja.
3. Penelitian ini dapat diajukan sebagai acuan untuk bagian *Buffing Small UP* dalam menentukan tingkat tenaga kerja terbaik dengan total biaya tenaga kerja yang minimum sehingga tidak menyebabkan kerugian yang terlalu besar.
4. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menganalisis jumlah tenaga kerja di bagian departemen yang lainnya (*word working, painting* dan *assembly*).

DAFTAR PUSTAKA

- Andre, O., & Riyanto, W. (2016). Simulasi Model Sistem Kerja Pada Departemen Injection Untuk Meminimasi Waktu Work-In-Process.
- Arenas, D. J., Lett, L. A., Klusaritz, H., & Teitelman, A. M. (2017). *A Monte Carlo Simulation Approach For Estimating The Health And Economic Impact Of Interventions Provided At A Student-Run Clinic*. *Plos One*, 12(12), 1–12.
- Berik Koichubekov, Azamat Kharin, Marina Sorokina, Ilya Korshukov, B. O. T. U. (2020). *Stochastic Simulation To Project Supply Of The Kazakhstan General Practice Workforce To 2030*. In *Journal of Physics: Conference Series PAPER*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1730/1/012086>
- Busato, P., Sopegno, A., & Riccardo, G. (2019). *Optimisation Of Manpower Utilisation In A Professional Food Service By Means Of Discrete Event Simulation Models* (p. (pp. 164-164). SAFE-School of Agriculture, Forestry, Food and Environmental Sciences-University of Basilicata, with the technical support of Ninetek Innovazioni per l'Agro-industria srl, spin-off company of the University of Basilicata.
- Gibaud, E. (2019). *Numerical Simulation Of Red Blood Cells Flowing In A Blood Analyzeer*. *English: Université Montpellier*.
- Harrel, C., Ghost, B.K, & Bowden, R. O. (2004). *Simulation Using Promodel* (2nd ed.). New York: United States of America : The McGraw-Hill Companies. Inc.
- Herjanto, E. (1999). *Manajemen produksi dan operasi*. Jakarta: Grashindo.
- Holm, A. (2008). *Manpower Planning in Airlines - Modeling and Optimization* (pp. 0348-2960). Linkoping: Linkoping University Electronic Press Linkoping University.
- Hoover, & P. (1989). *Simulation A Problem-Solving Approach*. Evanston: Digital Equipment Corporation and Northeastern University.
- Hu, D., Mohamed, Y., Taghaddos, H., & Hermann, U. R. (2017). *A simulation-based method for effective workforce planning of industrial construction projects*, 6193(November).
- Huang, P. B., Yu, T., Chou, Y., & Lin, Y. (2016). *Simulation Method For Dispatching National Border Security Manpower To Mitigate Manpower Shortage*. *Journal Of Air*

- Transport Management*, 57(April 2012), 43–51.
- Ibojo, B. . (2012). *Manpower Planning and Organization Objectives Nexus: A Theoretical Approach*. *Pakistan Journal of Business and Economic Review*, 3(1), pp.116-24.
- Karabulut, M. (2017). *Application Of Monte Carlo Simulation And PERT/ CPM Techniques In Planning Of Construction Projects : A Case Study*, 5(3), 409–420.
- Kawakubo, S., & Arata, S. (2022). *Study On Residential Environment And Workers ' Personality Traits On Productivity While Working From Home*. *Building And Environment*, 212(January), 108787.
- Kim, J., Golabchi, A., Han, S., & Lee, D. (2021). *Automation In Construction Manual Operation Simulation Using Motion-Time Analysis Toward Labor Productivity Estimation : A Case Study Of Concrete Pouring Operations*. *Automation In Construction*, 126(March), 103669.
- Muhamad Apri, Dasril Aldo, H. (2019). Simulasi Monte Carlo Untuk Memprediksi Jumlah Kunjungan Pasien. *Jurnal Sistem Informasi Dan Manajemen*, 7(2), 32–46.
- Nugroho, H. A., Alhilman, J., & Budiasih, E. (2019). Usulan Retirement Age Dan Jumlah Maintenance Crew Optimal Pada Mesin Huron Di Pt . Xyz Menggunakan Metode Dynamic Life Cycle Cost (Dlcc) Dengan Simulasi Monte Carlo Simulation, 6(2), 7619–7627.
- P Busato, A Sopegno, G. R. (n.d.). *Optimisation Of Manpower Utilisation In A Professional Food Service By Means Of Discrete Event Simulation Models*. In *International Mid-Term Conference* (pp. 164–164).
- Pritasari, N., & Parhusip, H. (2018). ANOVA untuk Analisis Rata-Rata Respon Mahasiswa Kelas Listening, 8–19.
- Ramadhani, Y. (2011). Analisis Efisiensi, Skala Dan Elastisitas Produksi Dengan Pendekatan Cobb-Douglas Dan Regresi Berganda. *Jurnal Teknologi*, 4(1), 53–61.
- Sanjay Choudhari, H. G. (2017). Simulation Modeling For Manpower Planning In Electrical Maintenance Service Facility Abstract Purpose - The Study Presents The Simulation Model For Manpower Planning In Electrical. *Business Process Management Journal*, 24(1), 89–104.
- Santoso, D. A., & Supriyadi, A. (2010). Perhitungan Waktu Baku Dengan Metode Work Sampling, 1–4.

- Sharma, P. (2015). *Discrete-Event Simulation. International Journal of Scientific & Technology Research*, 4(4), 136–140.
- Siska Dwi Angraini¹, G. W. N. (2021). Prediksi Peningkatan Jumlah Pelanggan dengan Simulasi Monte. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis Vol.*, 3(3), 95–100.
- Trio Yonathan Teja Kusuma, M. F. S. F. (2019). Penentuan Jumlah Tenaga Kerja Optimal Untuk Peningkatan Produktifitas Kerja (studi kasus : ud.rekayasa wangi w). *Integrated Lab Journal*, 07(02), 26–36.
- Walpole, R. E. (1995). *Pengantar Statistika Edisi ke-3*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Contoh Data *Plan* Produksi Harian pada bulan November 2021

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following structure:

- Header:** HASIL ACCUMULASI PRODUKSI PIANO
- Section:** Nov-21
- Columns:** 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
- Rows:**
 - Row 1: B1 PE, L.Month OKT'21, L.Month Nov. 21
 - Row 2: 704 SIDE ARM FI (77)
 - Row 3: Q80633775
 - Row 4: 694 SIDE BOARD L (28)
 - Row 5: Q80633778
 - Row 6: 712 SIDE BOARD R (19)
 - Row 7: Q80633777

The data in the table includes accumulated production values and daily production targets for each unit. The spreadsheet also shows a security warning at the top: "SECURITY WARNING Automatic update of links has been disabled".

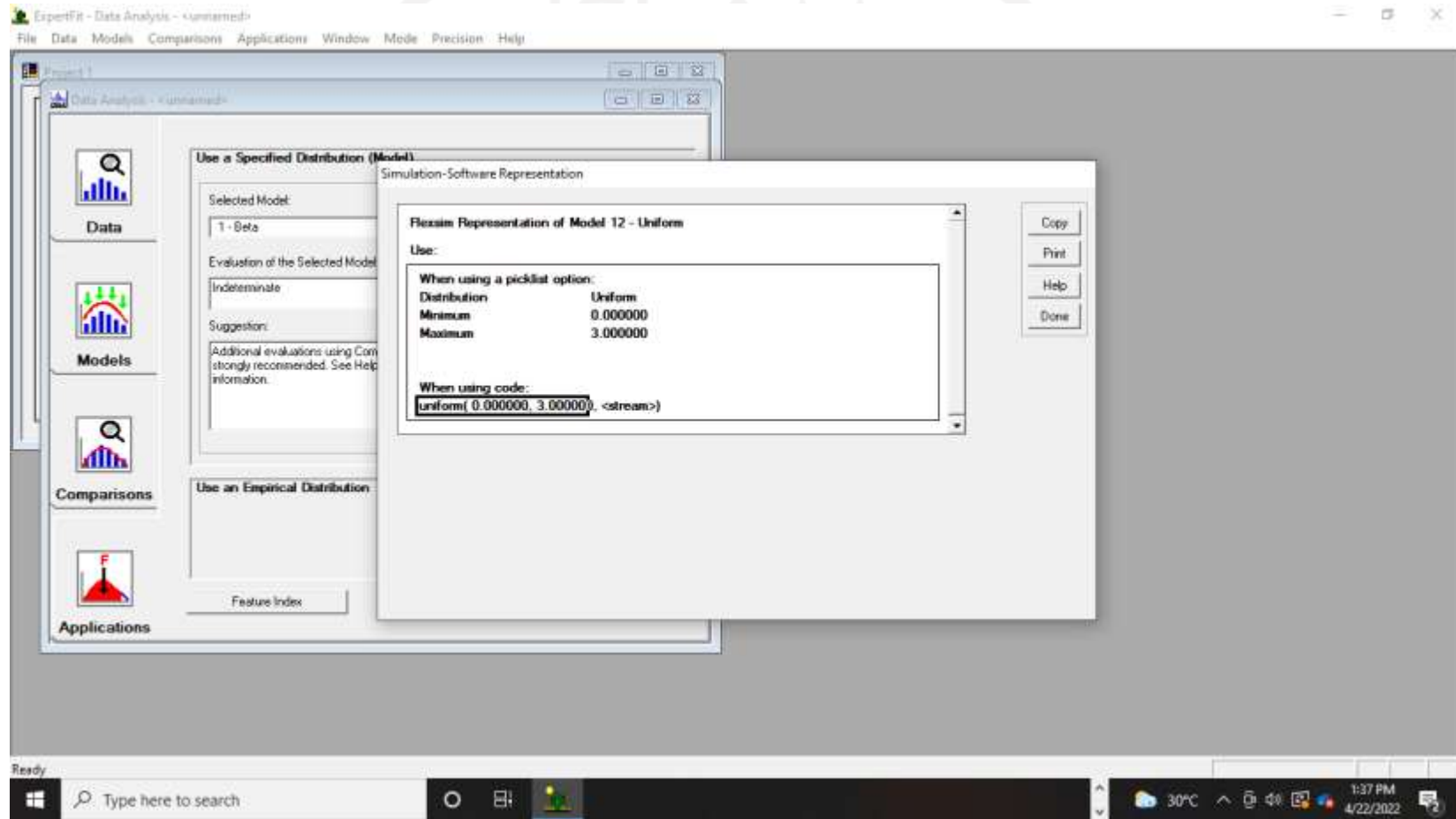
Lampiran 2. Contoh Data Operator Harian pada bulan November 2021

12. Efficiency Buffing Small UP (ST 197) 1 - Excel

SECURITY WARNING Automatic update of links has been disabled Enable Content

BUFFING SMALL UP		TANGGAL : NOVEMBER 2021																			
NO	DESCRIPTION	TOTAL	Tanggal																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Total Time (ST x Qty) Gross (a)		466,472	22,181	22,624	16,437	19,039	19,204	14,671	-	28,442	21,831	19,406	25,167	20,483	20,079	-	22,670	22,545	17,878	19,681	
1 Production Plan																					
2 Production Actual																					
Total Employee		35	35 416107	35 416107	35 416107	35 4161	35 4161	35 4161	0	0	35 41611	35 41611	35 416107	35 416107	35 416107	0	0	35 416107	35 416107	35 416107	35 4161
Total Process Employee		28	28	28	28	28	28	28	0	0	28	28	28	28	28	0	0	28	28	28	28
1 Working Day		22																			
2 Working Time Shift 1		480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480
3 Working Time Shift 2		480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480
4 Employee shift 1		13	13	13	13	13	13	13		13	13	13	13	13	13		13	13	13	13	13
5 Employee shift 2		12	12	12	12	12	12	12		12	12	12	12	12	12		12	12	12	12	12
6 New employee 1 month		1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1
7 New employee 2 month		2	2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2
8 New employee 3 month		0	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
9 Divot Employee New IT (Headling & Pipok)		4,42	4	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4
10 Supporting KK/WKK		3	3	3	3	3	3	3		3	3	3	3	3	3		3	3	3	3	3
Enrollment Time (Opr. X Hari kerja X Wk)		373,984	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	-	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	-	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000
Total Over Time		92,749	3,300	3,570	3,360	3,420	-	####	-	3,360	3,210	3,510	3,210	-	10,470	-	3,210	3,420	900	3,000	3,000
15 - OT Employee Process		74,430	3,090	3,150	3,150	3,000	-	9,780	-	3,210	2,910	3,210	3,060	-	9,660	-	3,000	3,000	900	2,790	2,790
16 - OT Divot Employee New IT (Headling & Pipok)		18,319																			
17 - OT Supporting KK/WKK		5,400	210	420	210	420	-	780	-	150	300	300	150	-	810	-	210	420	-	210	210
Total Enrollment Time		466,743	26,300	20,570	20,360	20,420	17,000	####	-	20,360	20,210	20,510	20,210	17,000	10,470	-	20,210	20,420	17,900	17,900	20,000
23 Absen		5,883	-	-	-	480	480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24 Transfer Out		13,660	400	180	-	-	-	-	-	-	480	600	-	-	-	-	960	960	960	960	960
25 Transfer In		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26 Non Production Time		26,100	1,200	1,080	1,200	1,080	1,080	-	-	1,200	1,080	1,200	1,080	1,080	-	-	1,380	1,260	1,500	1,260	1,260
27 Transferable Time		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Input Time (b)		421,100	18,700	19,310	19,160	18,960	15,440	####	-	19,160	18,650	18,710	19,130	15,920	10,470	-	17,870	18,200	15,440	17,790	17,790

BUFF SMALL UP Detail BUFF SMALL UP EFF BUFF SMALL UP Efisiensi All

Lampiran 3. Contoh Penentuan Distribusi dengan *Software Flexsim*

Lampiran 4. Contoh Simulasi Monte Carlo Skenario 1 pada Mesin Auto Level Buff untuk *shift* 1

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1								
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)
Auto Level Buff	Side Arm	B1 PE	29	20.32	0.29	50%	50%	0.15	2.99	4.27	2.99	4.27
		B1 PM/PW	0	0.00	0.29	50%	50%	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
		B1 PWH	6	4.20	0.29	50%	50%	0.15	0.62	0.88	0.62	0.88
		B2 PE	16	11.21	0.40	50%	50%	0.20	2.22	3.17	2.22	3.17
		B2 PM/PW	2	1.40	0.29	50%	50%	0.15	0.21	0.29	0.21	0.29
		B2 PWH	2	1.40	1.40	50%	50%	0.70	0.98	1.40	0.98	1.40
		B3 PE	41	28.73	0.40	50%	50%	0.20	5.69	8.13	5.69	8.13
		B3 PM	1	0.70	1.40	50%	50%	0.70	0.49	0.70	0.49	0.70
		B3 PWH	0	0.00	1.40	50%	50%	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PE	13	9.11	0.40	50%	50%	0.20	1.80	2.58	1.80	2.58
		U1J PM	1	0.70	0.40	50%	50%	0.20	0.14	0.20	0.14	0.20
		U1J PWH	1	0.70	1.40	50%	50%	0.70	0.49	0.70	0.49	0.70
		P116 PE	0	0.00	0.29	50%	50%	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.29	50%	50%	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	0.29	50%	50%	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
	P121 PE	0	0.00	0.40	50%	50%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
	P121 PWH	0	0.00	1.40	50%	50%	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Leg	B2 PE	16	11.21	0.43	50%	50%	0.21	2.40	3.43	2.40	3.43
	B2 PM/PW	2	1.40	0.43	50%	50%	0.21	0.30	0.43	0.30	0.43	
	B2 PWH	2	1.40	0.43	50%	50%	0.21	0.30	0.43	0.30	0.43	

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1								
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)
		B3 PE	41	28.73	0.43	50%	50%	0.21	6.16	8.79	6.16	8.79
		B3 PM	1	0.70	0.43	50%	50%	0.21	0.15	0.21	0.15	0.21
		B3 PWH	0	0.00	0.43	50%	50%	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PE	13	9.11	0.43	50%	50%	0.21	1.95	2.79	1.95	2.79
		U1J PM	1	0.70	0.43	50%	50%	0.21	0.15	0.21	0.15	0.21
		U1J PWH	1	0.70	0.43	50%	50%	0.21	0.15	0.21	0.15	0.21
		P116 PE	0	0.00	0.43	50%	50%	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.43	50%	50%	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	0.43	50%	50%	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	0.43	50%	50%	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PWH	0	0.00	0.43	50%	50%	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
	Top Frame R/L	B2 PE	16	11.21	0.18	50%	50%	0.09	1.03	1.47	1.03	1.47
		B2 PM/PW	2	1.40	0.18	50%	50%	0.09	0.13	0.18	0.13	0.18
		B2 PWH	2	1.40	0.18	50%	50%	0.09	0.13	0.18	0.13	0.18
		B3 PE	41	28.73	0.18	50%	50%	0.09	2.63	3.76	2.63	3.76
		B3 PM	1	0.70	0.18	50%	50%	0.09	0.06	0.09	0.06	0.09
		B3 PWH	0	0.00	0.18	50%	50%	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PE	13	9.11	0.18	50%	50%	0.09	0.83	1.19	0.83	1.19
		U1J PM	1	0.70	0.18	50%	50%	0.09	0.06	0.09	0.06	0.09
		U1J PWH	1	0.70	0.18	50%	50%	0.09	0.06	0.09	0.06	0.09
		P116 PE	0	0.00	0.18	50%	50%	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.18	50%	50%	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1								
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)
		P118 PE	0	0.00	0.18	50%	50%	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	0.18	50%	50%	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PWH	0	0.00	0.18	50%	50%	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
	Side Base	B2 PE	16	11.21	1.81	50%	50%	0.90	10.13	14.47	10.13	14.47
		B2 PM/PW	2	1.40	1.81	50%	50%	0.90	1.27	1.81	1.27	1.81
		B2 PWH	2	1.40	1.81	50%	50%	0.90	1.27	1.81	1.27	1.81
		B3 PE	41	28.73	1.81	50%	50%	0.90	25.95	37.08	25.95	37.08
		B3 PM	1	0.70	1.81	50%	50%	0.90	0.63	0.90	0.63	0.90
		B3 PWH	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PE	13	9.11	1.81	50%	50%	0.90	8.23	11.76	8.23	11.76
		U1J PM	1	0.70	1.81	50%	50%	0.90	0.63	0.90	0.63	0.90
		U1J PWH	1	0.70	1.81	50%	50%	0.90	0.63	0.90	0.63	0.90
		P116 PE	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PWH	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
	Key Block	B1 PE	29	20.32	0.20	50%	50%	0.10	2.05	2.92	2.05	2.92
		B1 PM/PW	0	0.00	0.20	50%	50%	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
		B1 PWH	6	4.20	0.20	50%	50%	0.10	0.42	0.60	0.42	0.60
		B2 PE	16	11.21	0.34	50%	50%	0.17	1.90	2.71	1.90	2.71
		B2 PM/PW	2	1.40	0.34	50%	50%	0.17	0.24	0.34	0.24	0.34

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1								
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)
		B2 PWH	2	1.40	0.34	50%	50%	0.17	0.24	0.34	0.24	0.34
		B3 PE	41	28.73	0.34	50%	50%	0.17	4.86	6.94	4.86	6.94
		B3 PM	1	0.70	0.34	50%	50%	0.17	0.12	0.17	0.12	0.17
		B3 PWH	0	0.00	0.34	50%	50%	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PE	13	9.11	0.34	50%	50%	0.17	1.54	2.20	1.54	2.20
		U1J PM	1	0.70	0.34	50%	50%	0.17	0.12	0.17	0.12	0.17
		U1J PWH	1	0.70	0.34	50%	50%	0.17	0.12	0.17	0.12	0.17
	Side Sleeve	B2 PE	16	11.21	0.37	50%	50%	0.19	2.09	2.98	2.09	2.98
		B2 PM/PW	2	1.40	0.37	50%	50%	0.19	0.26	0.37	0.26	0.37
		B2 PWH	2	1.40	0.37	50%	50%	0.19	0.26	0.37	0.26	0.37
		B3 PE	41	28.73	0.37	50%	50%	0.19	5.35	7.65	5.35	7.65
		B3 PM	1	0.70	0.37	50%	50%	0.19	0.13	0.19	0.13	0.19
		B3 PWH	0	0.00	0.37	50%	50%	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PE	13	9.11	0.37	50%	50%	0.19	1.70	2.42	1.70	2.42
		U1J PM	1	0.70	0.37	50%	50%	0.19	0.13	0.19	0.13	0.19
		U1J PWH	1	0.70	0.37	50%	50%	0.19	0.13	0.19	0.13	0.19
		P116 PE	0	0.00	0.37	50%	50%	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.37	50%	50%	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	0.37	50%	50%	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	0.37	50%	50%	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PWH	0	0.00	0.37	50%	50%	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PE	13	9.11	0.98	50%	50%	0.49	4.48	6.40	4.48	6.40

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1								
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)
	Top Frame C	U1J PM	1	0.70	0.98	50%	50%	0.49	0.34	0.49	0.34	0.49
		U1J PWH	1	0.70	0.98	50%	50%	0.49	0.34	0.49	0.34	0.49
	Top Frame Side	U1J PE	13	9.11	1.65	50%	50%	0.83	7.52	10.74	7.52	10.74
		U1J PM	1	0.70	1.65	50%	50%	0.83	0.58	0.83	0.58	0.83
		U1J PWH	1	0.70	1.65	50%	50%	0.83	0.58	0.83	0.58	0.83
	Fall Back	U1J PE	13	9.11	0.49	50%	50%	0.24	2.22	3.18	2.22	3.18
		U1J PM	1	0.70	0.69	50%	50%	0.35	0.24	0.35	0.24	0.35
		U1J PWH	1	0.70	0.69	50%	50%	0.35	0.24	0.35	0.24	0.35
	Side Base UP Part	Side Base YUS1	50	50.00	1.35	50%	50%	0.68	33.77	48.24	33.77	48.24
	Side Base UP Part	Side Base YUS 3	0	0.00	0.12	50%	50%	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
	TOTAL				65.00			32.50	152.82	218.31	152.82	218.31

Lampiran 5. Contoh Simulasi Monte Carlo Skenario 2 pada Mesin Auto Level Buff *Shift 1*

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1								
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)
Auto Level Buff	Side Arm	B1 PE	0	0.00	0.29	50%	50%	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
		B1 PM/PW	6	4.20	0.29	50%	50%	0.15	0.62	0.88	0.62	0.88
		B1 PWH	16	11.21	0.40	50%	50%	0.20	2.22	3.17	2.22	3.17
		B2 PE	2	1.40	0.29	50%	50%	0.15	0.21	0.29	0.21	0.29
		B2 PM/PW	2	1.40	1.40	50%	50%	0.70	0.98	1.40	0.98	1.40
		B2 PWH	41	28.73	0.40	50%	50%	0.20	5.69	8.13	5.69	8.13
		B3 PE	1	0.70	1.40	50%	50%	0.70	0.49	0.70	0.49	0.70
		B3 PM	0	0.00	1.40	50%	50%	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00
		B3 PWH	13	9.11	0.40	50%	50%	0.20	1.80	2.58	1.80	2.58
		U1J PE	1	0.70	0.40	50%	50%	0.20	0.14	0.20	0.14	0.20
		U1J PM	1	0.70	1.40	50%	50%	0.70	0.49	0.70	0.49	0.70
		U1J PWH	0	0.00	0.29	50%	50%	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PE	0	0.00	0.29	50%	50%	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.29	50%	50%	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	0.40	50%	50%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	1.40	50%	50%	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00
	P121 PWH	16	11.21	0.96	50%	50%	0.48	5.38	7.69	5.38	7.69	
	Leg	B2 PE	2	1.40	0.96	50%	50%	0.48	0.67	0.96	0.67	0.96
		B2 PM/PW	2	1.40	0.96	50%	50%	0.48	0.67	0.96	0.67	0.96
		B2 PWH	41	28.73	0.96	50%	50%	0.48	13.79	19.70	13.79	19.70

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1								
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)
		B3 PE	1	0.70	0.96	50%	50%	0.48	0.34	0.48	0.34	0.48
		B3 PM	0	0.00	0.96	50%	50%	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
		B3 PWH	13	9.11	0.96	50%	50%	0.48	4.37	6.25	4.37	6.25
		U1J PE	1	0.70	0.96	50%	50%	0.48	0.34	0.48	0.34	0.48
		U1J PM	1	0.70	0.96	50%	50%	0.48	0.34	0.48	0.34	0.48
		U1J PWH	0	0.00	0.96	50%	50%	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PE	0	0.00	0.96	50%	50%	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.96	50%	50%	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	0.96	50%	50%	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	0.96	50%	50%	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PWH	16	11.21	0.41	50%	50%	0.20	2.27	3.24	2.27	3.24
	Top Frame R/L	B2 PE	2	1.40	0.41	50%	50%	0.20	0.28	0.41	0.28	0.41
		B2 PM/PW	2	1.40	0.41	50%	50%	0.20	0.28	0.41	0.28	0.41
		B2 PWH	41	28.73	0.41	50%	50%	0.20	5.82	8.31	5.82	8.31
		B3 PE	1	0.70	0.41	50%	50%	0.20	0.14	0.20	0.14	0.20
		B3 PM	0	0.00	0.41	50%	50%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
		B3 PWH	13	9.11	0.41	50%	50%	0.20	1.84	2.64	1.84	2.64
		U1J PE	1	0.70	0.41	50%	50%	0.20	0.14	0.20	0.14	0.20
		U1J PM	1	0.70	0.41	50%	50%	0.20	0.14	0.20	0.14	0.20
		U1J PWH	0	0.00	0.41	50%	50%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PE	0	0.00	0.41	50%	50%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.41	50%	50%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1								
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)
		P118 PE	0	0.00	0.41	50%	50%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	0.41	50%	50%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PWH	16	11.21	1.81	50%	50%	0.90	10.13	14.47	10.13	14.47
	Side Base	B2 PE	2	1.40	1.81	50%	50%	0.90	1.27	1.81	1.27	1.81
		B2 PM/PW	2	1.40	1.81	50%	50%	0.90	1.27	1.81	1.27	1.81
		B2 PWH	41	28.73	1.81	50%	50%	0.90	25.95	37.08	25.95	37.08
		B3 PE	1	0.70	1.81	50%	50%	0.90	0.63	0.90	0.63	0.90
		B3 PM	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		B3 PWH	13	9.11	1.81	50%	50%	0.90	8.23	11.76	8.23	11.76
		U1J PE	1	0.70	1.81	50%	50%	0.90	0.63	0.90	0.63	0.90
		U1J PM	1	0.70	1.81	50%	50%	0.90	0.63	0.90	0.63	0.90
		U1J PWH	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PE	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
	P121 PWH	29	20.32	0.20	50%	50%	0.10	2.05	2.92	2.05	2.92	
	Key Block	B1 PE	0	0.00	0.20	50%	50%	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
		B1 PM/PW	6	4.20	0.20	50%	50%	0.10	0.42	0.60	0.42	0.60
		B1 PWH	16	11.21	0.34	50%	50%	0.17	1.90	2.71	1.90	2.71
		B2 PE	2	1.40	0.34	50%	50%	0.17	0.24	0.34	0.24	0.34
		B2 PM/PW	2	1.40	0.34	50%	50%	0.17	0.24	0.34	0.24	0.34

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1								
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)
		B2 PWH	41	28.73	0.34	50%	50%	0.17	4.86	6.94	4.86	6.94
		B3 PE	1	0.70	0.34	50%	50%	0.17	0.12	0.17	0.12	0.17
		B3 PM	0	0.00	0.34	50%	50%	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
		B3 PWH	13	9.11	0.34	50%	50%	0.17	1.54	2.20	1.54	2.20
		U1J PE	1	0.70	0.34	50%	50%	0.17	0.12	0.17	0.12	0.17
		U1J PM	1	0.70	0.34	50%	50%	0.17	0.12	0.17	0.12	0.17
		U1J PWH	16	11.21	0.83	50%	50%	0.41	4.63	6.62	4.63	6.62
	Side Sleeve	B2 PE	2	1.40	0.83	50%	50%	0.41	0.58	0.83	0.58	0.83
		B2 PM/PW	2	1.40	0.83	50%	50%	0.41	0.58	0.83	0.58	0.83
		B2 PWH	41	28.73	0.83	50%	50%	0.41	11.88	16.96	11.88	16.96
		B3 PE	1	0.70	0.83	50%	50%	0.41	0.29	0.41	0.29	0.41
		B3 PM	0	0.00	0.83	50%	50%	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00
		B3 PWH	13	9.11	0.83	50%	50%	0.41	3.77	5.38	3.77	5.38
		U1J PE	1	0.70	0.83	50%	50%	0.41	0.29	0.41	0.29	0.41
		U1J PM	1	0.70	0.83	50%	50%	0.41	0.29	0.41	0.29	0.41
		U1J PWH	0	0.00	0.83	50%	50%	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PE	0	0.00	0.83	50%	50%	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.83	50%	50%	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	0.83	50%	50%	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	0.83	50%	50%	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PWH	13	9.11	4.72	50%	50%	2.36	21.48	30.69	21.48	30.69
		U1J PE	1	0.70	4.72	50%	50%	2.36	1.65	2.36	1.65	2.36

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1									
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)	
	Top Frame C	U1J PM	1	0.70	4.72	50%	50%	2.36	1.65	2.36	1.65	2.36	
		U1J PWH	13	9.11	1.65	50%	50%	0.83	7.52	10.74	7.52	10.74	
	Top Frame Side	U1J PE	1	0.70	1.65	50%	50%	0.83	0.58	0.83	0.58	0.83	
		U1J PM	1	0.70	1.65	50%	50%	0.83	0.58	0.83	0.58	0.83	
		U1J PWH	13	9.11	1.06	50%	50%	0.53	4.83	6.90	4.83	6.90	
	Fall Back	U1J PE	1	0.70	1.06	50%	50%	0.53	0.37	0.53	0.37	0.53	
		U1J PM	1	0.70	1.06	50%	50%	0.53	0.37	0.53	0.37	0.53	
		U1J PWH	50	50.00	1.81	50%	50%	0.90	45.17	64.52	45.17	64.52	
	Side Base UP Part	Side Base YUS1	0	0.00	0.12	50%	50%	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Side Base UP Part	Side Base YUS 3	0	0.00	0.12	50%	50%	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	
	TOTAL					94.69	48.00	48.00	47.35	216.29	308.98	216.29	308.98

Lampiran 6. Contoh Simulasi Monte Carlo Skenario 2 pada Mesin Auto Level Buff *Shift 1*

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1								
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)
Auto Level Buff	Side Arm	B1 PE	32	22.42	0.29	50%	50%	0.15	3.30	4.71	3.30	4.71
		B1 PM/PW	0	0.00	0.29	50%	50%	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
		B1 PWH	5	3.50	0.29	50%	50%	0.15	0.52	0.74	0.52	0.74
		B2 PE	20	14.01	0.40	50%	50%	0.20	2.77	3.96	2.77	3.96
		B2 PM/PW	3	2.10	0.29	50%	50%	0.15	0.31	0.44	0.31	0.44
		B2 PWH	3	2.10	1.40	50%	50%	0.70	1.47	2.10	1.47	2.10
		B3 PE	45	31.53	0.40	50%	50%	0.20	6.24	8.92	6.24	8.92
		B3 PM	0	0.00	1.40	50%	50%	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00
		B3 PWH	1	0.70	1.40	50%	50%	0.70	0.49	0.70	0.49	0.70
		U1J PE	18	12.61	0.40	50%	50%	0.20	2.50	3.57	2.50	3.57
		U1J PM	0	0.00	0.40	50%	50%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PWH	3	2.10	1.40	50%	50%	0.70	1.47	2.10	1.47	2.10
		P116 PE	0	0.00	0.29	50%	50%	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.29	50%	50%	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	0.29	50%	50%	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	0.40	50%	50%	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
	P121 PWH	0	0.00	1.40	50%	50%	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Leg	B2 PE	20	14.01	0.43	50%	50%	0.21	3.00	4.29	3.00	4.29
		B2 PM/PW	3	2.10	0.43	50%	50%	0.21	0.45	0.64	0.45	0.64
		B2 PWH	3	2.10	0.43	50%	50%	0.21	0.45	0.64	0.45	0.64

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1								
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)
		B3 PE	45	31.53	0.43	50%	50%	0.21	6.76	9.65	6.76	9.65
		B3 PM	0	0.00	0.43	50%	50%	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
		B3 PWH	1	0.70	0.43	50%	50%	0.21	0.15	0.21	0.15	0.21
		U1J PE	18	12.61	0.43	50%	50%	0.21	2.70	3.86	2.70	3.86
		U1J PM	0	0.00	0.43	50%	50%	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PWH	3	2.10	0.43	50%	50%	0.21	0.45	0.64	0.45	0.64
		P116 PE	0	0.00	0.43	50%	50%	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.43	50%	50%	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	0.43	50%	50%	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	0.43	50%	50%	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PWH	0	0.00	0.43	50%	50%	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
	Top Frame R/L	B2 PE	20	14.01	0.18	50%	50%	0.09	1.28	1.83	1.28	1.83
		B2 PM/PW	3	2.10	0.18	50%	50%	0.09	0.19	0.27	0.19	0.27
		B2 PWH	3	2.10	0.18	50%	50%	0.09	0.19	0.27	0.19	0.27
		B3 PE	45	31.53	0.18	50%	50%	0.09	2.89	4.12	2.89	4.12
		B3 PM	0	0.00	0.18	50%	50%	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
		B3 PWH	1	0.70	0.18	50%	50%	0.09	0.06	0.09	0.06	0.09
		U1J PE	18	12.61	0.18	50%	50%	0.09	1.15	1.65	1.15	1.65
		U1J PM	0	0.00	0.18	50%	50%	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PWH	3	2.10	0.18	50%	50%	0.09	0.19	0.27	0.19	0.27
		P116 PE	0	0.00	0.18	50%	50%	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
	P116 PWH	0	0.00	0.18	50%	50%	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1								
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)
		P118 PE	0	0.00	0.18	50%	50%	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	0.18	50%	50%	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PWH	0	0.00	0.18	50%	50%	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
	Side Base	B2 PE	20	14.01	1.81	50%	50%	0.90	12.66	18.09	12.66	18.09
		B2 PM/PW	3	2.10	1.81	50%	50%	0.90	1.90	2.71	1.90	2.71
		B2 PWH	3	2.10	1.81	50%	50%	0.90	1.90	2.71	1.90	2.71
		B3 PE	45	31.53	1.81	50%	50%	0.90	28.48	40.69	28.48	40.69
		B3 PM	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		B3 PWH	1	0.70	1.81	50%	50%	0.90	0.63	0.90	0.63	0.90
		U1J PE	18	12.61	1.81	50%	50%	0.90	11.39	16.28	11.39	16.28
		U1J PM	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PWH	3	2.10	1.81	50%	50%	0.90	1.90	2.71	1.90	2.71
		P116 PE	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PWH	0	0.00	1.81	50%	50%	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
	Key Block	B1 PE	32	22.42	0.20	50%	50%	0.10	2.26	3.23	2.26	3.23
		B1 PM/PW	0	0.00	0.20	50%	50%	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
		B1 PWH	5	3.50	0.20	50%	50%	0.10	0.35	0.50	0.35	0.50
		B2 PE	20	14.01	0.34	50%	50%	0.17	2.37	3.38	2.37	3.38
		B2 PM/PW	3	2.10	0.34	50%	50%	0.17	0.36	0.51	0.36	0.51

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1								
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)
		B2 PWH	3	2.10	0.34	50%	50%	0.17	0.36	0.51	0.36	0.51
		B3 PE	45	31.53	0.34	50%	50%	0.17	5.33	7.61	5.33	7.61
		B3 PM	0	0.00	0.34	50%	50%	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
		B3 PWH	1	0.70	0.34	50%	50%	0.17	0.12	0.17	0.12	0.17
		U1J PE	18	12.61	0.34	50%	50%	0.17	2.13	3.05	2.13	3.05
		U1J PM	0	0.00	0.34	50%	50%	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PWH	3	2.10	0.34	50%	50%	0.17	0.36	0.51	0.36	0.51
	Side Sleeve	B2 PE	20	14.01	0.37	50%	50%	0.19	2.61	3.73	2.61	3.73
		B2 PM/PW	3	2.10	0.37	50%	50%	0.19	0.39	0.56	0.39	0.56
		B2 PWH	3	2.10	0.37	50%	50%	0.19	0.39	0.56	0.39	0.56
		B3 PE	45	31.53	0.37	50%	50%	0.19	5.87	8.39	5.87	8.39
		B3 PM	0	0.00	0.37	50%	50%	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
		B3 PWH	1	0.70	0.37	50%	50%	0.19	0.13	0.19	0.13	0.19
		U1J PE	18	12.61	0.37	50%	50%	0.19	2.35	3.36	2.35	3.36
		U1J PM	0	0.00	0.37	50%	50%	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PWH	3	2.10	0.37	50%	50%	0.19	0.39	0.56	0.39	0.56
		P116 PE	0	0.00	0.37	50%	50%	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
		P116 PWH	0	0.00	0.37	50%	50%	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
		P118 PE	0	0.00	0.37	50%	50%	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PE	0	0.00	0.37	50%	50%	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
		P121 PWH	0	0.00	0.37	50%	50%	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
		U1J PE	18	12.61	0.98	50%	50%	0.49	6.20	8.86	6.20	8.86

Proses	Kabinet	Model	Plan/Day	Shift 1									
				Plan/Day Shift 1	ST Nett	% Pekerjaan	% Pekerjaan yg Bantu	ST Nett Operator	Total Time (Net)	Total Time (Margin)	Total ST Net (Yg Bantu)	Total ST Margin (Yg Bantu)	
	Top Frame C	U1J PM	0	0.00	0.98	50%	50%	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	
		U1J PWH	3	2.10	0.98	50%	50%	0.49	1.03	1.48	1.03	1.48	
	Top Frame Side	U1J PE	18	12.61	1.65	50%	50%	0.83	10.41	14.87	10.41	14.87	
		U1J PM	0	0.00	1.65	50%	50%	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	
		U1J PWH	3	2.10	1.65	50%	50%	0.83	1.73	2.48	1.73	2.48	
	Fall Back	U1J PE	18	12.61	0.49	50%	50%	0.24	3.08	4.40	3.08	4.40	
		U1J PM	0	0.00	0.69	50%	50%	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	
		U1J PWH	3	2.10	0.69	50%	50%	0.35	0.73	1.04	0.73	1.04	
	Side Base UP Part	Side Base YUS1	50	50.00	1.35	50%	50%	0.68	33.77	48.24	33.77	48.24	
	Side Base UP Part	Side Base YUS 3	50	50.00	0.12	50%	50%	0.06	3.00	4.29	3.00	4.29	
	TOTAL					65.00	48.00	48.00	32.50	183.58	262.26	183.58	262.26

Lampiran 7. Replikasi Model Awal

No	Total ST		Waktu Tersedia		Pitch Time		Jumlah opr		Jumlah Operator	<i>Overtime/ Undertime</i>		Waktu (menit)	
	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>		<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>
1	7602.97	3742.36	480	415	539	413	17	11	28	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	59	2
2	6733.33	3335.15	480	415	450	357	17	11	28	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	30	58
3	6987.52	3433.66	480	415	436	436	16	8	24	<i>Undertime</i>	<i>Overtime</i>	44	21
4	7363.12	3615.87	480	415	470	446	17	11	28	<i>Undertime</i>	<i>Overtime</i>	10	31
5	8630.43	3017.55	480	415	587	393	16	8	24	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	107	22
9	7114.83	2587.85	480	415	492	332	16	8	24	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	12	83
10	6044.13	2372.56	480	415	407	309	16	8	24	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	73	106
11	6860.05	3355.41	480	415	448	436	17	11	28	<i>Undertime</i>	<i>Overtime</i>	32	21
12	8234.39	2919.87	480	415	581	374	16	8	24	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	101	41
13	6982.19	3418.95	480	415	453	431	17	11	28	<i>Undertime</i>	<i>Overtime</i>	27	16
14	6752.2	2432.6	480	415	462	312	16	8	24	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	18	103
15	6936	2754.49	480	415	464	349	16	8	24	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	16	66
16	5942.99	2332.92	480	415	410	322	16	8	24	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	70	93
17	6733.3	2437.71	480	415	441	316	16	8	24	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	39	99
18	6938.02	2767.78	480	415	471	359	16	8	24	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	9	56
19	5671.05	2458.54	480	415	385	313	16	8	24	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	95	102
20	7748.42	2870.44	480	415	507	374	16	8	24	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	27	41
21	7757.12	2970.89	480	415	523	391	16	8	24	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	43	24
22	6921.94	2504.37	480	415	462	323	16	8	24	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	18	92
23	6715.13	2661.49	480	415	452	340	16	8	24	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	28	75
24	7563.87	2789.09	480	415	496	365	16	8	24	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	16	50
25	7143.21	2839.93	480	415	471	363	16	8	24	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	9	52
26	6861.69	3372.51	480	415	430	429	17	11	28	<i>Undertime</i>	<i>Overtime</i>	50	14

No	Total ST		Waktu Tersedia		Pitch Time		Jumlah opr		Jumlah Operator	<i>Overtime/ Undertime</i>		Waktu (menit)	
	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>		<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>
27	6476.87	327.776	480	415	463	328	16	8	24	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	17	87
28	6047.19	2375.14	480	415	418	300	16	8	24	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	62	115
29	9533.92	3619.48	480	415	709	486	16	8	24	<i>Overtime</i>	<i>Overtime</i>	229	71
30	6508.09	3186.37	480	415	432	414	17	11	28	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	48	1

No	<i>Biaya Overtime & Undertime (menit)</i>		Total Biaya	Biaya Keseluruhan		Total Biaya Keseluruhan
	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>		<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>	
1	Rp 40,274	Rp 10,000	Rp 50,274	Rp 684,658	Rp 110,000	Rp 794,658
2	Rp 151,033	Rp 288,666	Rp 439,699	Rp 2,567,558	Rp 3,175,329	Rp 5,742,888
3	Rp 220,995	Rp 40,274	Rp 261,269	Rp 3,535,913	Rp 322,192	Rp 3,858,105
4	Rp 50,043	Rp 40,274	Rp 90,317	Rp 850,733	Rp 443,014	Rp 1,293,747
5	Rp 53,663	Rp 109,856	Rp 163,519	Rp 858,608	Rp 878,849	Rp 1,737,457
9	Rp 40,274	Rp 413,481	Rp 453,755	Rp 644,384	Rp 3,307,850	Rp 3,952,234
10	Rp 366,939	Rp 531,547	Rp 898,486	Rp 5,871,030	Rp 4,252,376	Rp 10,123,405
11	Rp 157,830	Rp 40,274	Rp 198,104	Rp 2,683,106	Rp 443,014	Rp 3,126,120
12	Rp 53,663	Rp 202,982	Rp 256,645	Rp 858,608	Rp 1,623,859	Rp 2,482,467
13	Rp 135,826	Rp 40,274	Rp 176,100	Rp 2,309,042	Rp 443,014	Rp 2,752,056
14	Rp 90,961	Rp 512,911	Rp 603,872	Rp 1,455,378	Rp 4,103,286	Rp 5,558,664
15	Rp 82,130	Rp 329,443	Rp 411,573	Rp 1,314,077	Rp 2,635,546	Rp 3,949,623
16	Rp 350,549	Rp 465,606	Rp 816,154	Rp 5,608,783	Rp 3,724,844	Rp 9,333,627
17	Rp 197,172	Rp 495,591	Rp 692,763	Rp 3,154,754	Rp 3,964,729	Rp 7,119,483
18	Rp 43,949	Rp 279,498	Rp 323,447	Rp 703,188	Rp 2,235,982	Rp 2,939,171
19	Rp 476,283	Rp 509,268	Rp 985,552	Rp 7,620,532	Rp 4,074,147	Rp 11,694,679
20	Rp 40,274	Rp 205,315	Rp 245,589	Rp 644,384	Rp 1,642,521	Rp 2,286,905

No	Biaya Overtime & Undertime (menit)		Total Biaya	Biaya Keseluruhan		Total Biaya Keseluruhan
	Shift 1	Shift 2		Shift 1	Shift 2	
21	Rp 40,274	Rp 120,729	Rp 161,003	Rp 644,384	Rp 965,834	Rp 1,610,218
22	Rp 91,173	Rp 459,539	Rp 550,712	Rp 1,458,774	Rp 3,676,311	Rp 5,135,085
23	Rp 137,631	Rp 375,082	Rp 512,713	Rp 2,202,097	Rp 3,000,659	Rp 5,202,756
24	Rp 40,274	Rp 250,829	Rp 291,103	Rp 644,384	Rp 2,006,632	Rp 2,651,016
25	Rp 44,399	Rp 259,630	Rp 304,029	Rp 710,382	Rp 2,077,037	Rp 2,787,419
26	Rp 250,281	Rp 40,274	Rp 290,555	Rp 4,254,784	Rp 443,014	Rp 4,697,798
27	Rp 82,952	Rp 436,118	Rp 519,070	Rp 1,327,227	Rp 3,488,944	Rp 4,816,172
28	Rp 309,540	Rp 576,576	Rp 886,116	Rp 4,952,635	Rp 4,612,609	Rp 9,565,244
29	Rp 53,663	Rp 53,663	Rp 107,326	Rp 858,608	Rp 429,304	Rp 1,287,912
30	Rp 240,059	Rp 6,106	Rp 246,165	Rp 4,081,009	Rp 67,161	Rp 4,148,170

Lampiran 8. Replikasi Skenario 1

No	Total ST (Model Awal Scenario 1)		Waktu Tersedia		Rek. Jumlah Operator		Jumlah Operator	ST After (Model sesuai dengan jumlah Operator)		Pitch Time (Model sesuai dengan jumlah Operator)	
	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>		<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>
1	8106	3023	480	415	17	7	25	7563	2943	523	448
2	7248	2755	480	415	15	7	22	7248	2664	622	399
3	7613	2812	480	415	16	7	23	7510	2717	487	416
4	7802	2877	480	415	16	7	23	7990	2781	579	426
5	8930	3018	480	415	19	7	26	7497	2820	479	407
6	7097	2822	480	415	15	7	22	7097	2727	528	406
7	7412	2727	480	415	16	7	23	7312	2635	474	402
8	5898	2313	480	415	12	6	18	7369	2600	529	385
9	6862	2494	480	415	15	7	22	6862	2410	540	357
10	5845	2302	480	415	12	6	18	7149	2583	546	388
11	7456	2745	480	415	16	7	23	7355	2653	477	406
12	7949	2812	480	415	17	7	23	7334	2650	480	403
13	7692	2701	480	415	16	7	23	7585	2612	571	399
14	6515	2345	480	415	14	6	19	6545	2634	469	391
15	6726	2660	480	415	15	7	22	6714	2570	504	381
16	5720	2438	480	415	12	6	18	7146	2516	480	388
17	6733	2438	480	415	15	6	21	6764	2738	477	405
18	6938	2768	480	415	15	7	22	6938	2675	498	396
19	5666	2371	480	415	12	6	18	6917	2663	495	394
20	7748	2870	480	415	16	7	23	7643	2774	496	425
21	7475	2850	480	415	16	7	23	7370	2756	491	426
22	6683	2416	480	415	14	6	20	6713	2713	476	404
23	6787	2564	480	415	15	7	22	6487	2478	490	367

No	Total ST (Model Awal Scenario 1)		Waktu Tersedia		Rek. Jumlah Operator		Jumlah Operator	ST After (Model sesuai dengan jumlah Operator)		Pitch Time (Model sesuai dengan jumlah Operator)	
	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2		Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2
24	7564	2789	480	415	16	7	23	7460	2695	485	414
25	6916	2757	480	415	15	7	22	6916	2664	479	396
26	7478	2755	480	415	16	7	23	7377	2662	477	407
27	7140	2470	480	415	15	6	21	6260	2774	445	412
28	5854	2292	480	415	12	6	18	7320	2579	516	382
29	9153	3471	480	415	19	8	27	8081	2740	534	410
30	7083	2587	480	415	15	7	22	7083	2500	551	371

No	Overtime/ Undertime		Waktu (menit)		Biaya		Total Biaya	Biaya Keseluruhan		Total Biaya Keseluruhan
	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2		Shift 1	Shift 2	
1	Overtime	Overtime	43	33	Rp 40,274	Rp 40,274	Rp 80,548	Rp 680,167	Rp 293,321	Rp 973,488
2	Overtime	Undertime	142	16	Rp 53,663	Rp 79,901	Rp 133,564	Rp 810,317	Rp 530,412	Rp 1,340,729
3	Overtime	Overtime	7	1	Rp 40,274	Rp 40,274	Rp 80,548	Rp 638,756	Rp 272,901	Rp 911,657
4	Overtime	Overtime	99	11	Rp 53,663	Rp 40,274	Rp 93,937	Rp 872,224	Rp 279,215	Rp 1,151,439
5	Undertime	Undertime	1	8	Rp 5,573	Rp 38,440	Rp 44,013	Rp 103,680	Rp 279,505	Rp 383,185
6	Overtime	Undertime	48	9	Rp 40,274	Rp 46,581	Rp 86,855	Rp 595,502	Rp 316,748	Rp 912,251
7	Undertime	Undertime	6	13	Rp 31,909	Rp 66,937	Rp 98,846	Rp 510,541	Rp 439,854	Rp 950,394
8	Overtime	Undertime	49	30	Rp 40,274	Rp 152,105	Rp 192,379	Rp 494,863	Rp 847,922	Rp 1,342,785
9	Overtime	Undertime	60	58	Rp 40,274	Rp 290,146	Rp 330,420	Rp 604,110	Rp 2,031,025	Rp 2,635,135
10	Overtime	Undertime	66	27	Rp 53,663	Rp 132,560	Rp 186,223	Rp 653,508	Rp 735,185	Rp 1,388,693
11	Undertime	Undertime	3	9	Rp 16,182	Rp 43,225	Rp 59,406	Rp 251,359	Rp 285,945	Rp 537,304
12	Undertime	Undertime	0	12	Rp 484	Rp 61,169	Rp 61,654	Rp 8,019	Rp 414,437	Rp 422,456

No	Overtime/ Undertime		Waktu (menit)		Biaya		Total Biaya	Biaya Keseluruhan		Total Biaya Keseluruhan
	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2		Shift 1	Shift 2	
13	Overtime	Undertime	91	16	Rp 53,663	Rp 79,606	Rp 133,269	Rp 859,904	Rp 518,198	Rp 1,378,101
14	Undertime	Undertime	11	24	Rp 53,392	Rp 117,701	Rp 171,093	Rp 724,680	Rp 665,131	Rp 1,389,811
15	Overtime	Undertime	24	34	Rp 40,274	Rp 168,331	Rp 208,605	Rp 604,110	Rp 1,178,320	Rp 1,782,430
16	Undertime	Undertime	0	27	Rp 2,243	Rp 137,278	Rp 139,521	Rp 26,736	Rp 806,410	Rp 833,147
17	Undertime	Undertime	3	10	Rp 13,168	Rp 47,795	Rp 60,963	Rp 197,519	Rp 280,748	Rp 478,267
18	Overtime	Undertime	18	19	Rp 40,274	Rp 94,951	Rp 135,225	Rp 604,110	Rp 633,261	Rp 1,237,371
19	Overtime	Undertime	15	21	Rp 40,274	Rp 104,370	Rp 144,644	Rp 475,401	Rp 596,284	Rp 1,071,685
20	Overtime	Overtime	16	10	Rp 40,274	Rp 40,274	Rp 80,548	Rp 650,123	Rp 278,564	Rp 928,687
21	Overtime	Overtime	11	11	Rp 40,274	Rp 40,274	Rp 80,548	Rp 627,184	Rp 276,619	Rp 903,803
22	Undertime	Undertime	4	11	Rp 20,204	Rp 56,509	Rp 76,713	Rp 281,297	Rp 329,000	Rp 610,297
23	Overtime	Undertime	10	48	Rp 40,274	Rp 240,326	Rp 280,600	Rp 604,110	Rp 1,682,285	Rp 2,286,395
24	Overtime	Undertime	5	1	Rp 40,274	Rp 3,081	Rp 43,355	Rp 634,637	Rp 20,704	Rp 655,341
25	Undertime	Undertime	1	19	Rp 6,352	Rp 95,275	Rp 101,627	Rp 95,282	Rp 632,951	Rp 728,233
26	Undertime	Undertime	3	8	Rp 12,689	Rp 42,140	Rp 54,829	Rp 197,685	Rp 279,726	Rp 477,411
27	Undertime	Undertime	35	3	Rp 175,506	Rp 14,909	Rp 190,415	Rp 2,610,588	Rp 88,735	Rp 2,699,323
28	Overtime	Undertime	36	33	Rp 40,274	Rp 167,114	Rp 207,388	Rp 491,144	Rp 923,141	Rp 1,414,285
29	Overtime	Undertime	54	5	Rp 40,274	Rp 23,072	Rp 63,346	Rp 768,008	Rp 192,963	Rp 960,971
30	Overtime	Undertime	71	44	Rp 53,663	Rp 220,338	Rp 274,001	Rp 791,815	Rp 1,542,369	Rp 2,334,184

الجامعة الإسلامية
الاستاذ الدكتور

Lampiran 9. Replikasi Skenario 2

No	Total ST		Waktu Tersedia		Rek. Jumlah Operator		Jumlah Operator	ST After		Pitch Time	
	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>		<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>	<i>Shift 1</i>	<i>Shift 2</i>
1	7473	2862	480	415	16	7	23	7486	2862	480	414
2	7155	2912	480	415	15	7	19	6655	2512	516	409
3	8364	3046	480	415	17	7	25	6550	2566	450	378
4	7455	2727	480	415	16	7	23	7472	2627	625	387
5	8000	2768	480	415	17	7	24	7388	2768	478	400
6	6778	2773	480	415	14	7	21	6380	2573	477	403
7	7138	2500	480	415	15	6	21	6745	2500	481	420
8	6293	2414	480	415	13	6	19	5380	2114	458	380
9	6332	2285	480	415	13	6	19	6128	2285	546	414
10	5355	2294	480	415	11	6	17	4821	2094	527	395
11	6963	2710	480	415	15	7	21	6862	2510	478	401
12	7538	2777	480	415	16	7	22	7355	2577	610	374
13	7093	2472	480	415	15	6	21	7000	2472	476	414
14	6012	2348	480	415	13	6	18	5809	2148	519	390
15	6142	2431	480	415	13	6	19	6063	2431	499	442
16	5270	2261	480	415	11	5	16	4637	2061	474	396
17	6202	2428	480	415	13	6	19	5997	2228	526	406
18	6574	2729	480	415	14	7	20	6279	2529	544	396
19	5199	2371	480	415	11	6	17	4484	2171	447	392
20	7137	2827	480	415	15	7	22	7136	2627	508	424
21	7258	2797	480	415	15	7	22	6858	2597	538	425
22	6163	2412	480	415	13	6	19	5958	2212	520	407
23	6150	2350	480	415	13	6	18	5872	2350	490	425

No	Total ST		Waktu Tersedia		Rek. Jumlah Operator		Jumlah Operator	ST After		Pitch Time	
	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2		Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2
24	7164	2851	480	415	15	7	22	6964	2551	488	413
25	6520	2704	480	415	14	7	20	6224	2504	505	400
26	7177	2716	480	415	15	7	21	6877	2516	516	407
27	7138	2458	480	415	15	6	21	5726	2258	561	414
28	5355	2295	480	415	11	6	17	4710	2095	450	371
29	8568	3396	480	415	18	8	26	7443	3186	476	412
30	6533	2371	480	415	14	6	19	6546	2370	479	402

No	Overtime/ Undertime		Waktu (menit)		Biaya / menit		Total Overtime/Opr	Biaya Overtime Keseluruhan		Total Overtime Keseluruhan Opr
	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2		Shift 1	Shift 2	
1	Undertime	Undertime	0	1	Rp 846	Rp 2,504	Rp 3,351	Rp 13,173	Rp 17,271	Rp 30,444
2	Overtime	Undertime	36	6	Rp 40,274	Rp 28,832	Rp 69,106	Rp 600,326	Rp 202,290	Rp 802,616
3	Undertime	Undertime	30	37	Rp 152,098	Rp 184,783	Rp 336,881	Rp 2,650,354	Rp 1,356,247	Rp 4,006,601
4	Overtime	Undertime	145	28	Rp 53,663	Rp 140,982	Rp 194,645	Rp 833,422	Rp 926,297	Rp 1,759,719
5	Undertime	Undertime	2	15	Rp 8,889	Rp 73,783	Rp 82,672	Rp 148,147	Rp 492,158	Rp 640,306
6	Undertime	Undertime	3	12	Rp 16,582	Rp 57,854	Rp 74,436	Rp 234,172	Rp 386,628	Rp 620,800
7	Overtime	Overtime	1	5	Rp 40,274	Rp 40,274	Rp 80,548	Rp 598,909	Rp 242,610	Rp 841,519
8	Undertime	Undertime	22	35	Rp 109,584	Rp 176,833	Rp 286,417	Rp 1,436,739	Rp 1,028,468	Rp 2,465,207
9	Overtime	Undertime	66	1	Rp 53,663	Rp 3,509	Rp 57,172	Rp 707,895	Rp 19,321	Rp 727,216
10	Overtime	Undertime	47	20	Rp 40,274	Rp 101,244	Rp 141,518	Rp 449,285	Rp 559,672	Rp 1,008,957
11	Undertime	Undertime	2	14	Rp 11,677	Rp 70,698	Rp 82,374	Rp 169,380	Rp 461,631	Rp 631,010
12	Overtime	Undertime	130	41	Rp 53,663	Rp 202,982	Rp 256,645	Rp 842,741	Rp 1,358,207	Rp 2,200,949
13	Undertime	Undertime	4	1	Rp 17,868	Rp 6,265	Rp 24,134	Rp 264,036	Rp 37,316	Rp 301,351

No	<i>Overtime/ Undertime</i>		Waktu (menit)		Biaya / menit		Total <i>Overtime/Opr</i>	Biaya <i>Overtime</i> Keseluruhan		Total <i>Overtime</i> Keseluruhan <i>Opr</i>
	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2		Shift 1	Shift 2	
14	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	39	25	Rp 40,274	Rp 125,992	Rp 166,266	Rp 504,466	Rp 712,973	Rp 1,217,438
15	<i>Overtime</i>	<i>Overtime</i>	19	27	Rp 40,274	Rp 40,274	Rp 80,548	Rp 515,350	Rp 235,939	Rp 751,289
16	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	6	19	Rp 29,536	Rp 97,343	Rp 126,880	Rp 324,257	Rp 530,363	Rp 854,620
17	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	46	9	Rp 40,274	Rp 45,055	Rp 85,329	Rp 520,338	Rp 263,650	Rp 783,989
18	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	64	19	Rp 53,663	Rp 94,828	Rp 148,491	Rp 735,005	Rp 623,613	Rp 1,358,617
19	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	33	23	Rp 164,062	Rp 112,683	Rp 276,744	Rp 1,776,854	Rp 643,873	Rp 2,420,728
20	<i>Overtime</i>	<i>Overtime</i>	28	9	Rp 40,274	Rp 40,274	Rp 80,548	Rp 598,794	Rp 274,351	Rp 873,145
21	<i>Overtime</i>	<i>Overtime</i>	58	10	Rp 40,274	Rp 40,274	Rp 80,548	Rp 608,979	Rp 271,436	Rp 880,414
22	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	40	8	Rp 40,274	Rp 40,416	Rp 80,690	Rp 517,085	Rp 234,894	Rp 751,979
23	<i>Overtime</i>	<i>Overtime</i>	10	10	Rp 40,274	Rp 40,274	Rp 80,548	Rp 515,987	Rp 228,093	Rp 744,080
24	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	8	2	Rp 40,274	Rp 10,400	Rp 50,674	Rp 601,116	Rp 71,443	Rp 672,559
25	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	25	15	Rp 40,274	Rp 74,015	Rp 114,289	Rp 547,046	Rp 482,306	Rp 1,029,352
26	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	36	8	Rp 40,274	Rp 42,124	Rp 82,398	Rp 602,177	Rp 275,680	Rp 877,857
27	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	81	1	Rp 53,663	Rp 6,476	Rp 60,139	Rp 798,026	Rp 38,356	Rp 836,382
28	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	30	44	Rp 148,735	Rp 217,756	Rp 366,491	Rp 1,659,443	Rp 1,204,456	Rp 2,863,899
29	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	4	3	Rp 17,867	Rp 15,663	Rp 33,530	Rp 318,920	Rp 128,172	Rp 447,091
30	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	1	13	Rp 4,675	Rp 63,609	Rp 68,283	Rp 63,627	Rp 363,345	Rp 426,972

Lampiran 10. Replikasi Skenario 3

No	Total ST		Waktu Tersedia		Rek. Jumlah Operator		Jumlah Operator	ST After		Pitch Time	
	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2		Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2
1	7657	2741	480	415	16	7	23	7064	2663	466	389
2	7401	2417	480	415	15	6	21	7073	2512	479	427
3	7137	2470	480	415	15	6	21	7416	2560	659	437
4	7187	2526	480	415	15	6	21	7908	2622	693	443
5	7658	2850	480	415	16	7	23	7558	2574	594	376
6	6855	2878	480	415	14	7	21	6380	2573	477	403
7	7162	2396	480	415	15	6	21	7220	2483	570	424
8	5704	2533	480	415	12	6	18	5391	1981	478	371
9	5979	2491	480	415	12	6	18	6301	2136	531	401
10	5156	2523	480	415	11	6	17	4821	2094	527	395
11	6599	2411	480	415	14	6	20	6538	2219	477	395
12	7052	2469	480	415	15	6	21	6911	2274	576	407
13	6828	2372	480	415	14	6	20	6772	2186	558	392
14	5775	2561	480	415	12	6	18	5988	2009	510	378
15	5920	2336	480	415	12	6	18	6134	2277	540	428
16	5047	2366	480	415	11	6	16	4637	2061	474	396
17	5567	2542	480	415	12	6	18	6187	2088	619	391
18	6614	2432	480	415	14	6	20	6057	2238	474	398
19	4794	2384	480	415	10	6	16	4617	2171	477	392
20	6855	2521	480	415	14	6	20	6792	2320	495	408
21	6599	2500	480	415	14	6	20	6549	2303	526	404
22	5924	2524	480	415	12	6	18	6143	2070	614	389
23	5722	2453	480	415	12	6	18	5928	2196	525	411

No	Total ST		Waktu Tersedia		Rek. Jumlah Operator		Jumlah Operator	ST After		Pitch Time	
	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2		Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2
24	6691	2448	480	415	14	6	20	6630	2253	486	396
25	6493	2421	480	415	14	6	19	6036	2227	493	403
26	6619	2420	480	415	14	6	20	6555	2227	488	398
27	5501	2371	480	415	11	6	17	5179	2258	490	414
28	5162	2513	480	415	11	6	17	4710	2095	450	371
29	8587	3247	480	415	18	8	26	7443	3186	476	412
30	6772	2373	480	415	14	6	20	6214	2092	458	371

No	<i>Overtime/ Undertime</i>		Waktu (menit)		Biaya / menit		Total <i>Overtime/Opr</i>	Biaya <i>Overtime</i> Keseluruhan		Total <i>Overtime</i> Keseluruhan Opr
	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2		Shift 1	Shift 2	
1	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	14	26	Rp 67,522	Rp 132,221	Rp 199,743	Rp 1,077,055	Rp 873,229	Rp 1,950,284
2	<i>Undertime</i>	<i>Overtime</i>	1	12	Rp 2,965	Rp 40,274	Rp 43,239	Rp 45,723	Rp 234,580	Rp 280,303
3	<i>Overtime</i>	<i>Overtime</i>	179	22	Rp 53,663	Rp 40,274	Rp 93,937	Rp 797,895	Rp 239,678	Rp 1,037,572
4	<i>Overtime</i>	<i>Overtime</i>	213	28	Rp 53,663	Rp 40,274	Rp 93,937	Rp 803,465	Rp 245,153	Rp 1,048,618
5	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	114	39	Rp 53,663	Rp 192,949	Rp 246,612	Rp 856,144	Rp 1,325,074	Rp 2,181,218
6	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	3	12	Rp 16,582	Rp 57,854	Rp 74,436	Rp 236,832	Rp 401,232	Rp 638,065
7	<i>Overtime</i>	<i>Overtime</i>	90	9	Rp 53,663	Rp 40,274	Rp 93,937	Rp 800,719	Rp 232,528	Rp 1,033,248
8	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	2	44	Rp 11,423	Rp 219,737	Rp 231,161	Rp 135,742	Rp 1,341,051	Rp 1,476,793
9	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	51	14	Rp 40,274	Rp 72,163	Rp 112,437	Rp 501,671	Rp 433,185	Rp 934,856
10	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	47	20	Rp 40,274	Rp 101,244	Rp 141,518	Rp 432,613	Rp 615,552	Rp 1,048,165
11	<i>Undertime</i>	<i>Undertime</i>	3	20	Rp 16,182	Rp 98,334	Rp 114,515	Rp 222,458	Rp 571,287	Rp 793,746
12	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	96	8	Rp 53,663	Rp 40,400	Rp 94,063	Rp 788,430	Rp 240,330	Rp 1,028,761
13	<i>Overtime</i>	<i>Undertime</i>	78	23	Rp 53,663	Rp 112,759	Rp 166,422	Rp 763,333	Rp 644,589	Rp 1,407,922

No	Overtime/ Undertime		Waktu (menit)		Biaya / menit		Total Overtime/Opr	Biaya Overtime Keseluruhan		Total Overtime Keseluruhan Opr
	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2		Shift 1	Shift 2	
14	Overtime	Undertime	30	37	Rp 40,274	Rp 183,184	Rp 223,458	Rp 484,557	Rp 1,130,442	Rp 1,614,999
15	Overtime	Overtime	60	13	Rp 40,274	Rp 40,274	Rp 80,548	Rp 496,705	Rp 226,729	Rp 723,434
16	Undertime	Undertime	6	19	Rp 29,536	Rp 97,343	Rp 126,880	Rp 310,556	Rp 554,970	Rp 865,526
17	Overtime	Undertime	139	24	Rp 53,663	Rp 120,677	Rp 174,340	Rp 622,371	Rp 739,236	Rp 1,361,607
18	Undertime	Undertime	6	17	Rp 28,115	Rp 83,177	Rp 111,292	Rp 387,384	Rp 487,386	Rp 874,770
19	Undertime	Undertime	3	23	Rp 16,677	Rp 112,683	Rp 129,359	Rp 166,541	Rp 647,247	Rp 813,788
20	Overtime	Undertime	15	7	Rp 40,274	Rp 33,513	Rp 73,787	Rp 575,201	Rp 203,568	Rp 778,769
21	Overtime	Undertime	46	11	Rp 40,274	Rp 56,466	Rp 96,740	Rp 553,683	Rp 340,194	Rp 893,877
22	Overtime	Undertime	134	26	Rp 53,663	Rp 129,183	Rp 182,846	Rp 662,260	Rp 785,599	Rp 1,447,860
23	Overtime	Undertime	45	4	Rp 40,274	Rp 21,984	Rp 62,258	Rp 480,103	Rp 129,948	Rp 610,051
24	Overtime	Undertime	6	19	Rp 40,274	Rp 96,155	Rp 136,429	Rp 561,439	Rp 567,261	Rp 1,128,700
25	Overtime	Undertime	13	12	Rp 40,274	Rp 61,019	Rp 101,293	Rp 544,803	Rp 356,021	Rp 900,824
26	Overtime	Undertime	8	17	Rp 40,274	Rp 87,353	Rp 127,627	Rp 555,368	Rp 509,334	Rp 1,064,702
27	Overtime	Undertime	10	1	Rp 40,274	Rp 6,476	Rp 46,750	Rp 461,561	Rp 36,993	Rp 498,553
28	Undertime	Undertime	30	44	Rp 148,735	Rp 217,756	Rp 366,491	Rp 1,599,464	Rp 1,318,493	Rp 2,917,957
29	Undertime	Undertime	4	3	Rp 17,867	Rp 15,663	Rp 33,530	Rp 319,645	Rp 122,563	Rp 442,208
30	Undertime	Undertime	22	44	Rp 109,145	Rp 219,360	Rp 328,505	Rp 1,539,874	Rp 1,254,330	Rp 2,794,205

Lampiran 11. Perbandingan Jumlah Tenaga Kerja

No	Model Awal	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
1	28	25	23	23
2	28	22	19	21
3	24	23	25	21
4	28	23	23	21
5	24	26	24	23
6	28	22	21	21
7	24	23	21	21
8	28	18	19	18
9	24	22	19	18
10	24	18	17	17
11	28	23	21	20
12	24	23	22	21
13	28	23	21	20
14	24	19	18	18
15	24	22	19	18
16	24	18	16	16
17	24	21	19	18
18	24	22	20	20
19	24	18	17	16
20	24	23	22	20
21	24	23	22	20
22	24	20	19	18
23	24	22	18	18
24	24	23	22	20
25	24	22	20	19
26	28	23	21	20
27	24	21	21	17
28	24	18	17	17
29	24	27	26	26
30	28	22	19	20
Rata-Rata	25	22	20	19

Lampiran 12. Perbandingan Biaya

No	Model Awal	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
1	Rp 794,658	Rp 973,488	Rp 30,444	Rp 1,950,284
2	Rp 5,742,888	Rp 1,340,729	Rp 802,616	Rp 280,303
3	Rp 3,858,105	Rp 911,657	Rp 4,006,601	Rp 1,037,572
4	Rp 1,293,747	Rp 1,151,439	Rp 1,759,719	Rp 1,048,618
5	Rp 1,737,457	Rp 383,185	Rp 640,306	Rp 2,181,218
6	Rp 3,952,234	Rp 912,251	Rp 620,800	Rp 638,065
7	Rp 10,123,405	Rp 950,394	Rp 841,519	Rp 1,033,248
8	Rp 3,126,120	Rp 1,342,785	Rp 2,465,207	Rp 1,476,793
9	Rp 2,482,467	Rp 2,635,135	Rp 727,216	Rp 934,856
10	Rp 2,752,056	Rp 1,388,693	Rp 1,008,957	Rp 1,048,165
11	Rp 5,558,664	Rp 537,304	Rp 631,010	Rp 793,746
12	Rp 3,949,623	Rp 422,456	Rp 2,200,949	Rp 1,028,761
13	Rp 9,333,627	Rp 1,378,101	Rp 301,351	Rp 1,407,922
14	Rp 7,119,483	Rp 1,389,811	Rp 1,217,438	Rp 1,614,999
15	Rp 2,939,170	Rp 1,782,430	Rp 751,289	Rp 723,434
16	Rp 11,694,678	Rp 833,147	Rp 854,620	Rp 865,526
17	Rp 2,286,105	Rp 478,267	Rp 783,989	Rp 1,361,607
18	Rp 1,610,218	Rp 1,237,371	Rp 1,358,617	Rp 874,770
19	Rp 5,135,185	Rp 1,071,685	Rp 2,420,728	Rp 813,788
20	Rp 5,202,156	Rp 928,687	Rp 873,145	Rp 778,769
21	Rp 3,351,900	Rp 903,803	Rp 880,414	Rp 893,877
22	Rp 5,357,219	Rp 610,297	Rp 751,979	Rp 1,447,860
23	Rp 4,693,488	Rp 2,286,395	Rp 744,080	Rp 610,051
24	Rp 2,651,015	Rp 655,341	Rp 672,559	Rp 1,128,700
25	Rp 2,787,419	Rp 728,233	Rp 1,029,352	Rp 900,824
26	Rp 4,697,798	Rp 477,411	Rp 877,857	Rp 1,064,702
27	Rp 4,816,172	Rp 2,699,323	Rp 836,382	Rp 498,553
28	Rp 9,565,244	Rp 1,414,285	Rp 2,863,899	Rp 2,917,957
29	Rp 1,287,912	Rp 960,971	Rp 447,091	Rp 442,208
30	Rp 4,148,170	Rp 2,334,184	Rp 426,972	Rp 2,794,205
Rata-Rata	Rp 4,468,279	Rp 1,170,642	Rp 1,127,570	Rp 1,153,046

Lampiran 14. Contoh Pembagian Beban Kerja Skenario 2 Berdasarkan Rekomendasi Jumlah Operator

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data tables:

	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Operator 4	Operator 5	Operator 6	Operator 7	Operator 8	Operator 9	Operator 10	Operator 11	Operator 12	Operator 13	Operator	Total
Masin															
Level Buff Manusia	65%														35%
Small Buff			100%												100%
Level Buff Auto		50%												50%	100%
Edge Buff		60%												40%	100%
Ryoto Kasar					11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%			11%	100%
High Polish			12%	12%										6%	100%
Ryoto Halus					11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%			11%	100%
Ryoto Finish					11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%			11%	100%
Polish, Bar colouring															100%
	65%	10%	11%	12%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	0%	10%	12%	100%

	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Operator 4	Operator 5	Operator 6	Operator 7	Total
Masin								
Level Buff Manusia	55%	45%						100%
Small Buff		40%	60%					100%
Level Buff Auto	90%						10%	100%
Edge Buff		100%						100%
Ryoto Kasar			20%	20%	20%	20%	20%	100%
High Polish			40%				60%	100%
Ryoto Halus		25%		25%	25%	25%		100%
Ryoto Finish		25%		25%	25%	25%		100%
Plat	100%							100%
	245%	236%	100%	70%	70%	70%	90%	800%

Lampiran 15. Contoh Pembagian Beban Kerja Skenario 3 Berdasarkan Rekomendasi Jumlah Operator

No	Mesin	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Operator 4	Operator 5	Operator 6	Operator 7	Operator 8	Operator 9	Operator 10	Operator 11	Operator 12	Operator 13
1	Level Buff Manual	70%	20%	4%										
2	Small Buff			100%										80%
3	Level Buff Auto		50%											
4	Edge Buff		47%	60%	2%									
5	Plyoto Kasar					10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%		
6	High Polish				60%									3%
7	Plyoto Halus					10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%		10%
8	Plyoto Finish					10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%		10%
9	Polish, Blor, colouring													100%
Total		70%	120%	154%	100%	39%	39%	39%	39%	39%	39%	39%	0%	178%

No	Mesin	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Operator 4	Operator 5	Operator 6	Operator 7	Total
1	Level Buff Manual	50%	45%						100%
2	Small Buff	100%							100%
3	Level Buff Auto	100%							100%
4	Edge Buff		100%						100%
5	Plyoto Kasar	8%	8%	20%	20%	20%	20%		100%
6	High Polish			100%					100%
7	Plyoto Halus		25%		25%	25%	25%		100%
8	Plyoto Finish		25%		25%	25%	25%		100%
9	Plyot	100%							100%
Total		263%	203%	12%	71%	71%	71%	6%	600%

Lampiran 16. Rekomendasi Model Monte Carlo untuk Bagian *Buffing Small UP*

Bismillah gak bikin susah ^-^ (Autosaved) - Excel

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Tell me what you want to do...

Clipboard Font Alignment Number Styles Cells Editing

SECURITY WARNING Automatic update of links has been disabled Enable Content

C42

BA	No	RSPE	Frekuensi	Probabilitas	Probabilitas	BB	BA
0000	1	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	2	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	3	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	4	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	5	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	6	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	7	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	8	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	9	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	10	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	11	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	12	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	13	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	14	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	15	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	16	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	17	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	18	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	19	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	20	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	21	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	22	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	23	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	24	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	25	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	26	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	27	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	28	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	29	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	30	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	31	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	32	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	33	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	34	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	35	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	36	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	37	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	38	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	39	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	40	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	41	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	42	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	43	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	44	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	45	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	46	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	47	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	48	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	49	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	50	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	51	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	52	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	53	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	54	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	55	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	56	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	57	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	58	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	59	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	60	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	61	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	62	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	63	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	64	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	65	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	66	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	67	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	68	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	69	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	70	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	71	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	72	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	73	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	74	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	75	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	76	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	77	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	78	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	79	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	80	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	81	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	82	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	83	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	84	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	85	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	86	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	87	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	88	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	89	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	90	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	91	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	92	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	93	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	94	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	95	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	96	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	97	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	98	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	99	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	100	RDVWS	RDVWS	0	0000		
0000	Jumlah	0	RDVWS				

Resume Biaya Forecasting Model PSI Rekomendasi Resume-Forecast opr Distribusi (Flexsim) (1-Dp

