

**PERBAIKAN KESEIMBANGAN LINI PRODUKSI PEMBUATAN
SARUNG TANGAN UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI KERJA**

(Studi Kasus di PT. Adi Satria Abadi)

TUGAS AKHIR

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

Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri



Disusun Oleh :

Nama : Prayuda Afiyan Musyaddad

NIM : 11 522 312

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

2016

PERNYATAAN KEASLIAN

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

Yogyakarta, Maret 2016

Prayuda Afiyan Musyaddad

11 522 312

SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN**PT. ADI SATRIA ABADI****LEATHER & LEATHER GOODS MANUFACTURING**

JL. Laksda Adisucipto Km. 11 Ds. Sidokerto RT.03 / Rw. 01 Purwomartani, Kalasan, Sleman,
Yogyakarta 55571, Indonesia Telp. (0274) 496662, 497447 Fax. (0274) 498321
E-mail : glove@adisatria.com

SURAT KETERANGAN**118/ASA-MHS/III/2016**

Bersama ini kami menerangkan bahwa :

Nama Prayuda Afian Musyaddad
NIM / NPP 11522312
FAKULTAS Teknologi Industri

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

Dengan ini kami memberitahukan bahwa nama yang tersebut di atas telah melakukan Tugas Akhir di Perusahaan Sbb :

Nama : PT. ADI SATRIA ABADI
Alamat : JL. Laksda Adisucipto Km.11, dusun Sidokerto Rt. 03
Rw. 01 Purwomartani Kalasan Sleman Yogyakarta.

Demikian surat keterangan ini kami buat, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya

Yogyakarta, 14 Maret 2016

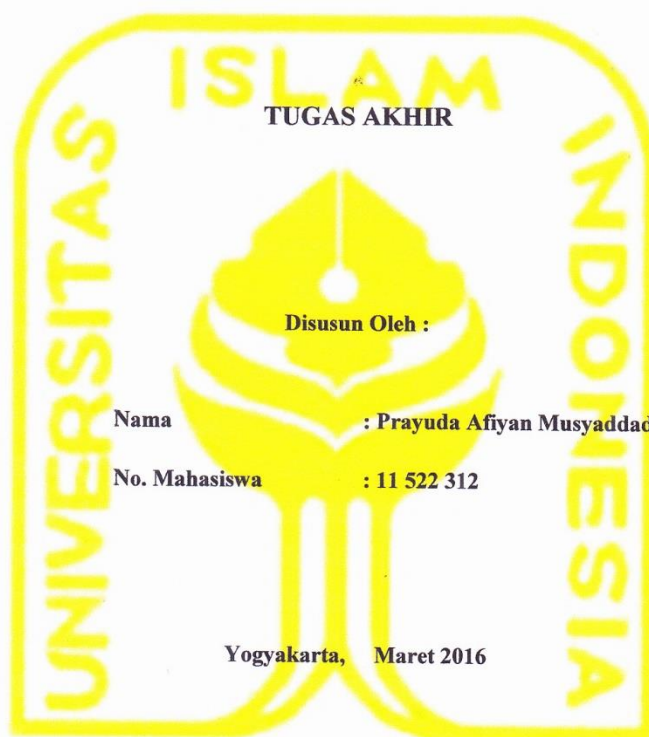
PT.ADI SATRIA ABADI


PT.ADI SATRIA ABADI
YOGYAKARTA
Agung Kuncoro
Manager

LEMBAR PENGESAHAN

**PERBAIKAN KESEIMBANGAN LINI PRODUKSI PEMBUATAN
SARUNG TANGAN UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI KERJA**

(Studi Kasus di PT. Adi Satria Abadi)



Dosen Pembimbing


Sri Indrawati, ST., M.Eng

LEMBAR PENGESAHAN

PERBAIKAN KESEIMBANGAN LINI PRODUKSI PEMBUATAN
SARUNG TANGAN UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI KERJA

(Studi Kasus di PT. Adi Satria Abadi)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Prayuda Afiyan Musyaddad

No. Mahasiswa : 11 522 312

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai
Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri

Yogyakarta, April 2016

Tim Penguji

Sri Indrawati, ST., M.Eng

Ketua

Agus Mansur, ST., M.Eng.Sc.

Anggota I

Harwati, ST., M.T

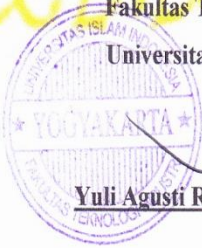
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia


Yuli Agusti Rochman, ST., M.Eng

HALAMAN PERSEMBAHAN



Bacalah dengan menyebut nama Tuhanmu
 Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah Bacalah, dan
 Tuhanmulah Yang Maha Mulia
 Yang mengajar manusia dengan pena,
 Dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya (QS: Al- 'Alaq 1-5)
 Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan? (QS: Ar-Rahman 13)
 Niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman diantaramu dan
 orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat (QS : Al-Mujadilah 11)
 Ya Allah,
 Waktu yang sudah kujalani dengan jalan hidup yang sudah menjadi takdirku, sedih, bahagia,
 dan bertemu orang-orang yang memberiku sejuta pengalaman bagiku, yang telah
 memberi warna-warni kehidupanku. Kubersujud dihadapan-Mu,
 Engaku berikan aku kesempatan untuk bisa sampai
 Di penghujung awal perjuanganku
 Segala Puji bagi Mu ya Allah,

Alhamdulillah..Alhamdulillah..Alhamdulillahirobbil'alamin..

Sujud syukurku kusembahkan kepadamu Tuhan yang Maha Agung nan Maha
 Tinggi nan Maha Adil nan Maha Penyayang, atas takdirmu telah kau jadikan aku
 manusia yang senantiasa berpikir, berilmu, beriman dan bersabar dalam menjalani
 kehidupan ini. Semoga keberhasilan ini menjadi satu langkah awal bagiku untuk
 meraih cita-cita besarku.

Lantunan Al-fatihah beriring Shalawat dalam silahku merintih, menadahkan doa
 dalam syukur yang tiada terkira, terima kasihku untukmu. Kupersembahkan sebuah
 karya kecil ini untuk Ayahanda dan Ibundaku tercinta, yang tiada pernah hentinya
 selama ini memberiku semangat, doa, dorongan, nasehat dan kasih sayang serta
 pengorbanan yang tak tergantikan hingga aku selalu kuat menjalani setiap rintangan
 yang ada didepanku., Ayah,.. Ibu...terimalah bukti kecil ini sebagai kado keseriusanku
 untuk membalas semua pengorbananmu.. dalam hidupmu demi hidupku kalian ikhlas
 mengorbankan segala perasaan tanpa kenal lelah, dalam lapar berjuang separuh
 nyawa hingga segalanya.. Maafkan anakmu Ayah,,, Ibu,, masih saja anakmu
 menyusahkan Ayah,..Ibu,..

Untukmu Ayah (IMAM SUHADI),..Ibu (SRI HARTINI)...Terimakasih....

MOTTO

فَاذْكُرُونِي أَذْكُرْكُمْ وَاشْكُرُوا لِي وَلَا تَكْفُرُونِ ﴿١٥٢﴾

“Maka ingatlah kepada-Ku, aku akan selalu ingat kepadamu. Bersyukurlah atas kenikmatan-Ku dan janganlah mengingkari-Ku”

(QS : Al Baqarah (2) : 152)

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا لَهَا مَا كَسَبَتْ وَعَلَيْهَا مَا اكْتَسَبَتْ رَبَّنَا لَا تُؤَاخِذْنَا إِن نَّسِينَا أَوْ أَخْطَأْنَا رَبَّنَا وَلَا تَحْمِلْ عَلَيْنَا إَصْرًا كَمَا حَمَلْتَهُ عَلَى الَّذِينَ مِن قَبْلِنَا رَبَّنَا وَلَا تُحَمِّلْنَا مَا لَا طَاقَةَ لَنَا بِهِ ۖ وَاعْفُ عَنَّا وَارْحَمْنَا أَنْتَ مَوْلَانَا فَانصُرْنَا عَلَى الْقَوْمِ الْكَافِرِينَ ﴿٢٨٦﴾

“Allah tidak akan membebani seseorang kecuali sepadan dengan kemampuannya. Bagi seseorang, pahala yang ia buat dan baginya pula dosa yang ia buat. Wahai Tuhan kami, janganlah kami disiksa karena kami lalai atau keliru. Ya Tuhan kami, jangan Engkau bebankan kepada kami beban berat, sebagaimana Engkau bebankan kepada orang-orang sebelum kami. Dan janganlah pula Kau bebankan kepada kami sesuatu yang tidak mampu kami lakukan. Maafkanlah dan ampunilah serta kasihanilah kami, Engkaulah Pelindung kami. Tolonglah kami menghadapi orang-orang yang kafir”

(QS : Al Baqarah (2) : 286)

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا يَفْسَحِ اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ انشُزُوا فَانْشُزُوا يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا مِنكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ ۚ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ ﴿١١﴾

“Hai orang-orang yang beriman, bila diminta kepadamu, “Berilah tempat dimajelis” berilah keluasan kepadanya, Allah pasti akan memberimu keluasan. Dan bila kamu diminta, “Bangkitlah,” maka bangkitlah dari tempat dudukmu. Allah pasti akan mengangkat orang-orang yang beriman dan berpengetahuan diantaramu beberapa tingkat lebih tinggi. Allah Maha Mengetahui segala yang kamu lakukan”

(QS : Al Mujaadillah (58) : 11)

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya berupa ilmu, kekuatan dan kesempatan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhirnya. Shalawat dan salam juga saya berikan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarganya dan sahabatnya agar selalu dilimpahkan rahmat dan syafa'atnya.

Laporan Tugas Akhir ini diselesaikan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata-S1 pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Dalam proses pelaksanaan Tugas Akhir ini penulis tidak lepas dari adanya do'a, bimbingan, dorongan, dan juga bantuan dalam bentuk mental, spiritual, maupun material dari pihak-pihak lain yang memiliki peran penting dalam terselesainya Tugas Akhir penulis. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini dengan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Yuli Agusti Rochman, ST., M.Eng, selaku Ketua Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesai.
3. Ibu Sri Indrawati, ST., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam proses penyusunan Tugas Akhir penulis.
4. Kedua orang tua atas segala do'a, bantuan, motivasi, dukungan dan kasih sayang yang tiada hentinya.
5. Ibu Rosa selaku pembimbing di PT. Adi Satria Abadi, terima kasih telah memberikan izin dalam melaksanakan penelitian serta memberikan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir penulis.
6. Semua pihak yang telah memberikan semangat dan bantuan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca maupun masyarakat, khususnya dalam dunia ilmu pengetahuan bagi semua pihak. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis.

Yogyakarta, Maret 2016

Penulis

ABSTRAK

PT. Adi Satria Abadi merupakan perusahaan industri yang bergerak di bidang pembuatan sarung tangan. Permasalahan yang ada di perusahaan adalah terjadinya penumpukan bahan material pada sebagian stasiun kerja yang mengalami beban kerja berlebihan dikarenakan adanya ketidakseimbangannya penugasan kerja antar stasiun kerja. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan efisiensi kerja dan meminimumkan penumpukan bahan material pada stasiun kerja yang mengalami beban kerja berlebih dengan menambahkan operator pada stasiun kerja yang dan mensimulasikan menggunakan software Flexsim. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adanya peningkatan efisiensi lintasan menjadi 80,83%; penurunan smoothing index menjadi 167,813; menurunnya balance delay menjadi 19,17%; dan berkurangnya idle time menjadi 358,217 detik serta peningkatan output lintasan produksi menjadi 282 pcs sarung tangan.

Kata Kunci : penumpukan bahan material, ketidakseimbangannya penugasan kerja, beban kerja, efisiensi kerja, stasiun kerja.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN	ii
SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	5
2.1 Pengukuran Waktu Kerja.....	5
2.1.1 Pengukuran Waktu Kerja Secara Langsung	5
2.1.2 Pengukuran Waktu Kerja Secara Tidak Langsung	6
2.2 Cara Pengukuran dan Pencatatan Waktu.....	6
2.3 Uji Kecukupan dan Keseragaman Data.....	7
2.3.1 Uji Kecukupan Data.....	7
2.3.2 Uji Keseragaman Data	8
2.4 Perhitungan Waktu Normal	10
2.4.1 Penyesuaian Waktu dengan <i>Rating Performance</i>	10

2.4.2	<i>Westinghouse System's Rating</i>	11
2.4.3	Perhitungan Waktu Normal Dengan <i>Westinghouse</i>	17
2.5	Menghitung Waktu Baku.....	17
2.6	Lintasan Produksi	20
2.7	Keseimbangan Lini (<i>Line Balancing</i>).....	21
2.7.1	Terminologi Keseimbangan Lini (<i>Line Balancing</i>).....	22
2.7.2	Metode Dalam Keseimbangan Lini (<i>Line Balancing</i>).....	23
2.8	Pemodelan/ Simulasi Menggunakan <i>Software Flexsim</i>	26
2.9	Kajian Induktif.....	28
BAB III METODE PENELITIAN		32
3.1	Jenis Penelitian	32
3.2	Sumber Data	32
3.3	Objek dan Lokasi Penelitian.....	33
3.4	Metode Pungumpulan Data	33
3.5	Tahapan Penelitian.....	34
3.6	Analisa Data Penelitian.....	36
3.7	Diagram Alur Penelitian/ <i>Flowchart</i>	37
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		38
4.1	Pengumpulan Data.....	38
4.1.1	Proses Produksi.....	38
4.1.2	Data Hasil Pengamatan.....	39
4.2	Pengolahan Data	39
4.2.1	Perhitungan Uji Kecukupan Data	39
4.2.2	Perhitungan Uji Keseragaman Data.....	40
4.2.3	Perhitungan Waktu Baku	41
4.2.4	Perhitungan <i>Line Balancing</i>	44
BAB V PEMBAHASAN		59
5.1	Analisa Lintasan Pada Kondisi Awal	59
5.2	Analisa Lintasan Pada Usulan Perbaikan Lintasan	60
5.3	Analisa Perbandingan Kondisi Awal dan Hasil Usulan Perbaikan Lintasan ...	62
5.4	Analisa Perbandingan <i>Output</i> Produksi Pada Kondisi Awal dan Usulan Perbaikan Lintasan	63

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
6.1 Kesimpulan.....	64
6.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA.....	66
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Rating Westinghouse</i>	11
Tabel 2.2 Kelonggaran/ <i>Allowance</i> Berdasarkan Faktor Yang Berpengaruh	18
Tabel 4.1 Proses Produksi Pembuatan sarung Tangan	38
Tabel 4.2 Perhitungan Uji Kecukupan Data	39
Tabel 4.3 Perhitungan Uji Keseragaman Data	40
Tabel 4.4 Waktu Siklus Rata-Rata Setiap Stasiun Kerja	41
Tabel 4.5 Perhitungan Waktu Normal	43
Tabel 4.6 Perhitungan Waktu Baku	44
Tabel 4.7 Kriteria Performansi Kondisi Awal	46
Tabel 4.8 <i>Output</i> Produksi Sistem Nyata dan Model Simulasi	47
Tabel 4.9 Nilai <i>Mean</i> dan Standar Deviasi	48
Tabel 4.10 Waktu Kerja Setiap Stasiun Kerja	49
Tabel 4.11 <i>Precedence</i> Matriks	50
Tabel 4.12 Ranking Stasiun Kerja Berdasarkan Bobot Posisi	51
Tabel 4.13 Waktu Kerja dan Output Produksi Setiap Stasiun Kerja	52
Tabel 4.14 Penambahan Operator/Mesin Pada Stasiun Kerja Yang Mengalami <i>Bottleneck</i>	53
Tabel 4.15 Pengelompokkan Stasiun Kerja Yang Mengalami Beban Kerja Minimum..	54
Tabel 4.16 Kriteria Performansi Berdasarkan Perbaikan Lintasan	57
Tabel 4.17 <i>Output</i> Produksi Model Simulai	57
Tabel 4.18 Perbandingan Nilai Performansi Antara Kondisi Awal Dengan Usulan Perbaikan Lintasan	58
Tabel 5.1 Stasiun Kerja Pada Kondisi Awal	59
Tabel 5.2 Kriteria Performansi Pada Kondisi Awal	60
Tabel 5.3 Stasiun Kerja Pada Perbaikan Lintasan	60
Tabel 5.4 Kriteria Performansi Pada Perbaikan Lintasan	61

Tabel 5.5 Perbandingan Kriteria Performansi Kondisi Awal dan Usulan	62
Tabel 5.6 Perbandingan Output Produksi Kondisi Awal dan Usulan	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Daerah Penerimaan Uji Kesamaan Dua Rata-Rata	28
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian/ <i>Flowchart</i>	37
Gambar 4.1 <i>Precedence</i> Diagram Pembuatan Sarung Tangan di PT. Adi Satria Abadi	45
Gambar 4.2 Model Simulasi Kondisi Awal Untuk SK 1 – SK 10	46
Gambar 4.3 Model Simulasi Kondisi Awal Untuk SK 11 – SK 20	46
Gambar 4.4 <i>Precedence</i> Diagram Pada Perbaikan Lintasan	55
Gambar 4.5 Model Simulasi Perbaikan Lintasan Untuk SK 1 – SK 10	56
Gambar 4.6 Model Simulasi Perbaikan Lintasan Untuk SK 11 – SK 19	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Prosil Perusahaan	68
Lampiran 2 Lembar Hasil Pengamatan Waktu Untuk Setiap Stasiun Kerja	72
Lampiran 3 Tabel Data Hasil Produksi Bulan Januari 2016	82
Lampiran 4 Perhitungan Uji Kecukupan Data	83
Lampiran 5 Perhitungan Uji Keseragaman Data	88
Lampiran 6 Penentuan Besarnya Faktor Rating <i>Performance</i> / Penyesuaian	93
Lampiran 7 Penentuan Besarnya Kelonggaran/ <i>Allowance</i>	108
Lampiran 8 Perhitungan Kriteria Performansi <i>Line Balancing</i>	122

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi mendorong setiap perusahaan untuk melakukan perbaikan sistem produksi. Banyaknya pesaing industri yang sejenis menyebabkan semakin ketatnya persaingan industri. Apalagi ditambah akan adanya produk asing yang masuk kedalam negeri yang akan semakin menambah persaingan industri. Hal tersebut menuntut setiap perusahaan industri dalam melakukan perbaikan sistem produksi agar tidak ketinggalan oleh laju perkembangan industri sekarang ini. Salah satu perusahaan industri yang harus bisa melakukan perbaikan sistem produksi adalah PT. Adi Satria Abadi.

PT. Adi Satria Abadi adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan sarung tangan dengan berdasarkan *make to order* sehingga kegiatan produksi dilakukan setelah adanya pesanan dari konsumen. Pemesanan sarung tangan yang dilakukan oleh konsumen juga menyesuaikan dari jenis hasil produk yang ada pada perusahaan dan tidak melayani jenis produk yang tidak ada di perusahaan. Oleh karena itu pemesanan konsumen merupakan hal yang penting dan harus benar-benar diperhatikan oleh perusahaan industri sebelum dilakukannya kegiatan produksi (Bukchin et al., 2001).

Perusahaan yang bergantung pada pesanan juga harus dituntut dalam ketepatan waktu dalam menyelesaikan jumlah produk yang telah disepakati oleh konsumen (Prahasta, 2001). Masalah yang ada dalam perusahaan adalah jumlah produk yang dihasilkan sering terjadi ketidaksesuaian dengan target yang telah ditetapkan perhari nya sebesar $\pm 18\%$ oleh perusahaan. Ketidaksesuaian tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang salah satunya yaitu adanya kecenderungan ketidakseimbangan penugasan kerja antar setiap stasiun kerja pada lintasan produksi (Wahyudi, 2011).

Wahyudi (2011) juga menyatakan ketidakseimbangan penugasan kerja antar stasiun kerja mengakibatkan kesibukan pada salah satu stasiun kerja sedangkan stasiun kerja yang lain menganggur yang akan mengakibatkan kerugian. Permasalahan di

perusahaan inilah yang menyebabkan adanya penumpukan bahan material pada stasiun kerja yang mengalami beban kerja berlebihan sehingga membutuhkan waktu yang lebih banyak dalam menyelesaikan produk dibandingkan yang lainnya. Oleh karena itu, haruslah dilakukan penyeimbangan lintasan produksi dengan melakukan perbaikan keseluruhan lintasan sehingga tidak adanya lagi ketidakseimbangan beban kerja yang ada pada lintasan produksi pembuatan sarung tangan.

Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengatasi lintasan produksi pembuatan sarung tangan yang mengalami penumpukan bahan material pada sebagian stasiun kerja karena ketidakseimbangan beban waktu kerja antar stasiun kerja. Dengan menentukan jumlah stasiun kerja yang ada serta menghitung waktu kerja dalam menghasilkan produk akan memberikan nilai efisiensi yang ada pada lintasan kerja tersebut. Maka diharapkan setelah dilakukannya perbaikan keseimbangan lintasan produksi pembuatan sarung tangan akan meningkatkan efisiensi kerja serta tidak adanya yang mengalami ketidakseimbangan antar stasiun kerja.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan diangkat pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana peningkatan nilai performansi lintasan pada kondisi awal dengan setelah dilakukakannya perbaikan lintasan menggunakan metode keseimbangan lini produksi?
2. Bagaimanakah peningkatan jumlah *output* produksi menggunakan simulasi setelah dilakukannya perbaikan lintasan?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mempermudah dalam pemecahan masalah dan agar penelitian ini lebih terarah, mudah dipahami dan topik yang dibahas tidak meluas, maka peneliti membatasi ruang lingkup permasalahan, adapun batasan masalah yang terdapat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Jenis produk yang diteliti adalah produk sarung tangan golf PUMA.
2. Penelitian dilakukan pada lintasan produksi jahit pembuatan sarung tangan.
3. Penelitian ini hanya mengambil aspek waktu proses kegiatan produksi.
4. Menganalisa waktu proses perakitan kerja, yang mana analisa tersebut melingkupi pada proses aliran produksi dalam pembuatan sarung tangan.

5. Membahas permasalahan yang ada hanya terbatas pada pembagian stasiun kerja yang seimbang berdasarkan lintasan produksi yang ada pada saat dilakukan penelitian.
6. Pengambilan data dilakukan dengan perhitungan waktu setiap elemen kerja yang ada distasiun kerja dalam pembuatan sarung tangan.

1.4 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang ada dapat diketahui tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui peningkatan performansi lintasan produksi pada kondisi awal dengan setelah dilakukannya perbaikan menggunakan metode keseimbangan lini produksi.
2. Mengetahui peningkatan jumlah *output* produksi menggunakan simulasi setelah dilakukannya perbaikan lintasan.

1.5 Manfaat Penelitian

Suatu penelitian seharusnya dapat memberikan manfaat baik bagi penulis itu sendiri, maupun bagi pihak lain terkait. Dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai salah satu sarana pembelajaran bagi penulis sekaligus menjadi penambah wawasan dan pengetahuan baru di bidang sistem produksi, khususnya masalah lintasan produksi dan penyeimbangan lini perakitan.
2. Hasil penelitian dapat menjadi salah satu bahan masukan bagi perusahaan lokasi penelitian dalam pengambilan keputusan terkait lintasan produksi ataupun masalah terkait lainnya.
3. Bagi pembaca dapat digunakan sebagai referensi dalam menambah wawasan dan ilmu pengetahuan serta dapat digunakan sebagai pembanding bagi penelitian yang akan datang.

1.6 Sistematika Penelitian

Untuk memudahkan penulisan, pembahasan dan penilaian tugas akhir ini, maka dalam pembuatannya akan dibagi menjadi beberapa bab dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan pengantar dari penulisan laporan menuju pada pembahasan yang lebih lanjut. Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Pada bab ini akan diuraikan secara teoritis yang mendukung dari teori yang disusun oleh penyusun dan penulisan tugas akhir ini. Hal ini bisa didukung dengan kajian-kajian yang ada yang berupa kajian deduktif dan kajian induktif.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan diuraikan tentang jenis penelitian, sumber data, objek dan lokasi penelitian, metode pengumpulan data, tahapan penelitian, analisis penelitian dan diagram alur penelitian/ *flowchart*.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini memuat tentang hasil dari pengumpulan data yang dilakukan diperusahaan serta pengolahan data yang dilakukan dari data yang sudah dikumpulkan diperusahaan.

BABA V PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang analisa dari teori yang telah dilakukan. Pada penelitian ini akan dibahas tentang Metode *Ranked Positional Weight* (RPW), penambahan operator dan *software* Flexsim yang digunakan dalam melakukan peningkatan efesiensi kerja lintasan produksi pada perusahaan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini penelitian akan memberikan simpulan dari apa yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya dan memberikan saran untuk pengembangan dari keefisiensian kerja lintasan produksi.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja adalah pengukuran yang dilakukan pada suatu aktivitas kerja kegiatan seorang operator serta dikaitkan dalam jam kerja untuk menghasilkan suatu *output*. Pengukuran waktu kerja ini digunakan dalam menentukan waktu baku yang akan digunakan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan (Rinawati et al., 2012).

Waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dengan mempunyai kemampuan rata-rata menyelesaikan kegiatan. Waktu baku disini sudah meliputi kelonggaran waktu yang diberikan dengan memperhatikan situasi dan kondisi pekerjaan dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut (Satriyanto dan Yuwono, 2008). Waktu baku yang dihasilkan dalam aktivitas pengukuran kerja sangat diperlukan karena dapat dijadikan sebagai sumber informasi terutama untuk (Prahasta, 2001) :

- a. Perencanaan kebutuhan tenaga kerja.
- b. Estimasi biaya-biaya untuk upah karyawan atau tenaga kerja.
- c. Penjadwalan produksi dan penganggaran.
- d. Perencanaan sistem pemberian bonus dan intensif bagi karyawan atau pekerja yang berprestasi.
- e. Indikasi keluaran atau *output* yang mampu dihasilkan oleh pekerja.

Selain sebagai alat perencanaan maka data hasil pengukuran kerja ini bisa pula dipakai sebagai alat kendali kerja yang membawa kearah upaya perubahan metode kerja ataupun tindakan-tindakan koreksi lainnya agar kondisi-kondisi yang tidak produktif bisa dihilangkan.

2.1.1 Pengukuran Waktu Kerja Secara Langsung

Pada pengukuran waktu kerja secara langsung adalah pengukuran dimana setiap aktivitas yang dilakukan sesuai dengan lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Pengukuran ini dapat dengan menggunakan jam henti (*stopwatch time study*) atau dengan menggunakan *sampling* kerja lainnya (Rinawati et

al., 2012). Hal ini tentunya dipertimbangkan sebagai langkah yang efisien, karena bagaimanapun berbagai macam pekerjaan/operasi akan memiliki elemen-elemen kerja yang tidak sama.

Berikut dibawah ini akan dibahas secara singkat kedua metode pengukuran waktu kerja secara langsung (Henry, 2011).

a. Metode Jam Henti (*Stopwatch time study*)

Pengukuran waktu kerja menggunakan jam henti diperkenalkan FrederickW. Taylor pada abad ke-19. Metode ini baik untuk diaplikasikan pada pekerjaan yang singkat dan berulang (*repetitive*). Dari hasil pengukuran akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan yang akan dipergunakan sebagai waktu standar penyelesaian suatu pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama (Desain Sistem Kerja dan Ergonomi, 2014).

b. Sampling Pekerjaan (*Work Sampling*)

Work sampling adalah suatu aktifitas pengukuran kerja untuk mengestimasi proporsi waktu yang relative lama. Pengamatan dilaksanakan secara random selama siklus kerja berlangsung untuk beberapa saat tertentu. Sebagai contoh aktivitas ini sering kali diaplikasikan guna mengestimasi jumlah waktu yang diperlukan atau harus dialokasikan guna memberi kelonggaran waktu (*allowance*) untuk *personal needs*, melepas lelah ataupun *unavoidable delays* (Henry, 2011).

2.1.2 Pengukuran Waktu Kerja Secara Tidak Langsung

Pengukuran waktu kerja secara tidak langsung adalah pengukuran dimana pengamat tidak harus melakukan pengukuran waktu kerja ditempat pekerjaan yang diukur secara langsung (Purnama, 2008). Pengukuran ini didapatkan hanya dengan melihat atau membaca tabel waktu yang tersedia dengan mengetahui jalannya pekerjaan melalui elemen-elemen pekerjaan atau elemen gerakan.

2.2 Cara Pengukuran dan Pencatatan Waktu

Pada umumnya metode yang digunakan dalam mengukur waktu tiap elemen kerja dengan jam henti atau *stopwatch* antara lain pengukuran waktu secara terus menerus, pengukuran waktu secara berulang dan pengukuran waktu secara penjumlahan (Satriyanto dan Yuwono, 2008).

a. Pengukuran Waktu Secara Terus-Menerus (*Continuous Timing*)

Pada pengukuran waktu secara terus-menerus maka pengukuran waktu kerja harus menekan tombol pada saat elemen kerja pertama dimulai dan membiarkan jarum penunjuk berjalan secara terus-menerus sampai periode atau siklus kerja selesai berlangsung. Disini pengukuran waktu kerja terus mengamati jalannya jarum *stopwatch* dan mencatat pembacaan waktu yang ditunjukkan setiap akhir dari elemen-elemen kerja pada lembar pengamatan. Waktu sebenarnya dari masing-masing elemen diperoleh dari pengurangan pada saat pengukuran waktu selesai dilakukan.

b. Pengukuran Waktu Secara Berulang (*Repetitive Timing*)

Pengukuran waktu kerja secara berulang dilakukan dengan jalan jarum penunjuk *stopwatch* yang selalu dikembalikan keposisi nol pada setiap akhir dari elemen kerja yang diukur. Setelah waktu yang tertera pada *stopwatch* dicatat tombol ditekan lagi dan dengan segera akan mengukur waktu elemen kerja berikutnya, demikian seterusnya sampai elemen kerja terakhir selesai. Dengan cara demikian maka data waktu untuk setiap elemen kerja yang diukur dapat dicatat secara langsung tanpa ada pekerjaan tambahan seperti pada pengukuran waktu kerja secara terus-menerus.

c. Pengukuran Waktu Secara Penjumlahan (*Accumulative Timing*)

Metode pengukuran waktu kerja secara penjumlahan memungkinkan pembacaan data waktu secara langsung untuk masing-masing elemen kerja yang ada. Disini digunakan dua atau lebih jam henti yang akan bekerja secara bergantian.

2.3 Uji Kecukupan dan Keseragaman Data

Uji kecukupan dan keseragaman data adalah uji pengukuran dari data waktu hasil pengamatan yang telah dilakukan oleh operator dalam menyelesaikan pekerjaannya. Pengukuran uji ini dimaksudkan untuk mengetahui berapa kali pengukuran yang harus dilakukan untuk tingkat-tingkat ketelitian dan kepercayaan yang didapat dari hasil pengamatan sehingga data yang diambil bisa dikatakan cukup dan seragam dalam data yang diambil (Prahasta, 2001).

2.3.1 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data digunakan untuk menentukan bahwa jumlah *sample* data yang diambil telah cukup untuk pengolahan pada proses selanjutnya. Untuk menetapkan berapa jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan (N') maka sebelumnya harus

ditentukan terlebih dahulu berapa tingkat kepercayaan dan derajat ketelitian untuk penelitian ini (Daelima et al., 2013).

Dengan demikian untuk mencari nilai N' dapat diformulasikan sebagai berikut (Desain Sistem Kerja dan Ergonomi, 2014) :

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right]^2 \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

N' = Jumlah pengamatan teoritis

N = Jumlah pengamatan yang sudah dilakukan

k = Tingkat kepercayaan

Jika tingkat kepercayaan 99%, maka $k = 2,58 \approx 3$

Jika tingkat kepercayaan 95%, maka $k = 1,96 \approx 2$

Jika tingkat kepercayaan 68%, maka $k \approx 1$

s = Tingkat ketelitian

Xi = data yang diperoleh ke- i

Kesimpulan yang diperoleh yaitu (Desain Kerja dan Ergonomi, 2014) :

- a. Apabila $N' \leq N$ (jumlah pengamatan teoritis lebih kecil atau sama dengan pengamatan yang sebenarnya dilakukan), maka data tersebut dinyatakan telah mencukupi untuk tingkat keyakinan dan derajat ketelitian yang diinginkan tersebut, sehingga data tersebut dapat diolah untuk mencari waktu baku.
- b. Tetapi jika sebaliknya, dimana $N' > N$ (jumlah pengamatan teoritis lebih besar dari jumlah pengamatan yang ada), maka data tersebut dinyatakan tidak cukup. Dan agar data tersebut dapat diolah untuk mencari waktu baku, maka data pengamatan harus ditambah lagi sampai lebih besar dari jumlah data pengamatan teoritis.

2.3.2 Uji Keseragaman Data

Keseragaman data digunakan untuk mencari keseragaman waktu kerja yang telah diukur. Dalam melakukan pengukuran waktu kerja seringkali terjadi penyelesaian waktu kerja yang berubah-ubah atau tidak stabil. Apabila data yang diperoleh dari hasil pengukuran mempunyai penyimpangan yang besar, maka data yang diperoleh dari hasil pengukuran mempunyai penyimpangan yang besar, maka harus dihilangkan/dibuang (Baroto dan Maryati, 2002). Ketidak stabilan data hasil pengukuran biasanya disebabkan kesalahan pengamatan pada saat membaca *stopwatch* atau kekeliruan

penulisan pada lembar pengamatan, bisa juga pada saat pengukuran berlangsung kondisi kerja yang kurang memenuhi syarat sehingga mengakibatkan data waktu yang terukur terlalu besar maupun terlalu kecil (Rinawati et al., 2012).

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk melakukan test keseragaman data adalah dengan mengaplikasikan pada peta kontrol. Peta kontrol adalah suatu cara yang tepat untuk mengetest kesempatan data atau kejanggalan pada data yang diperoleh oleh hasil pengamatan. Data-data dari hasil pengamatan dalam pengujian ini dipiloti dalam peta kontrol dengan lebih dahulu ditentukan harga rata-rata pengamatan. Batas kontrol bawah dan batas kontrol atas. Hal ini dapat diformalisasikan sebagai berikut (Nurhasanah dan Simanjuntak, 2012) :

- a. Mencari Nilai Rata-Rata Setiap Stasiun Kerja

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata waktu pengukuran

$\sum X$ = Waktu siklus pengamatan

N = Jumlah pengamatan

- b. Mencari Standar Deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{N-1}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

σ = Standar Deviasi

Xi = Waktu siklus pengamatan

$\bar{X}$ = Waktu rata-rata pengamatan

N = Jumlah pengamatan

- a. Formulasi Uji Keseragaman Data

Menentukan BKA/BKB

$$BKA = \bar{X} + k . \sigma \dots\dots\dots(2.4)$$

$$BKB = \bar{X} - k . \sigma \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

σ = standar deviasi

k = tingkat kepercayaan

BKA atau batas kontrol atas adalah batas pengontrolan waktu maksimum yang diperbolehkan, sedangkan BKB atau batas kontrol bawah adalah batas pengontrolan yang diperbolehkan dalam waktu minimum dari data yang telah didapatkan dari pengukuran (Rinawati et al., 2012).

2.4 Perhitungan Waktu Normal

Waktu normal untuk suatu elemen operasi kerja adalah semata-mata menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualifikasi baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada kecepatan kerja yang normal (Rinawati et al., 2012). Walaupun demikian pada prakteknya kita akan melihat bahwa tidaklah bisa diharapkan operator tersebut akan mampu bekerja terus-menerus sepanjang hari tanpa adanya instruksi sama sekali. Pada kenyataannya operator akan sering menghentikan kerja dan membutuhkan waktu khusus untuk keperluan seperti *personal needs*, istirahat melepas lelah, dan alasan lain yang berada diluar kontrolnya (Purnama, 2008).

Waktu yang akan kita gunakan untuk membakukan elemen-elemen kerja atau elemen-elemen gerakan pada suatu stasiun kerja yang akan kita teliti haruslah kita ubah dahulu dari waktu siklus yang kita peroleh pada penelitian atau pengukuran menjadi waktu baku, dimana untuk mendapatkan waktu baku maka waktu siklus yang telah diperoleh harus diubah terlebih dahulu kedalam waktu normal. Untuk mengubah kedalam bentuk waktu normal diperlukan suatu penyelesaian waktu dimana pada penelitian ini akan digunakan penyesuaian faktor *Rating Performance* yaitu dengan menggunakan "*Westing House System's Rating*" (Satriyanto dan Yuwono, 2008).

2.4.1 Penyesuaian Waktu dengan *Rating Performance*

Aktifitas untuk menilai atau mengetahui kecepatan kerja operator dikenal dengan "*Rating Performance*". Penyesuaian waktu merupakan teknik yang dilakukan untuk menyamakan waktu hasil observasi terhadap operator dalam menyelesaikan pekerjaan dengan waktu yang diperlukan oleh operator normal dalam menyelesaikan pekerjaannya tersebut (Satriyanto dan Yuwono, 2008).

Dengan melakukan *rating* ini diharapkan waktu yang diukur dapat normal kembali. Ketidaknormalan dari waktu kerja ini diakibatkan oleh operator yang bekerja secara kurang wajar, yaitu bekerja dalam tempo atau kecepatan yang tidak sebagaimana mestinya, suatu saat terlalu cepat disaat yang lain terlalu lambat. Harga faktor penyesuaian (P) ada tiga batasan yaitu (Purnama, 2008) :

- a. Apabila operator dirasakan bekerja terlambat, yaitu bekerja dengan kecepatan dibawah kewajaran (normal), maka rating faktor akan lebih kecil daripada satu ($P < 1$ atau $P < 100\%$).
- b. Apabila operator dirasakan bekerja terlalu cepat, yaitu bekerja dengan kecepatan diatas kewajaran (normal), maka rating faktor akan lebih besar daripada satu ($P > 1$ atau $P > 100\%$).
- c. Apabila operator bekerja secara manual atau wajar, maka rating faktor ini diambil sama dengan satu ($P = 1$ atau $P = 100\%$).

Untuk kondisi kerja dimana operasi secara penuh dilaksanakan oleh mesin, maka waktu yang diukur dianggap merupakan waktu yang normal. Sistem yang digunakan dalam memberikan rating yang dipakai adalah dengan menggunakan “*Westinghouse System's Rating*”.

2.4.2 *Westinghouse System's Rating*

Westinghouse Company (1927) juga ikut dalam memperkenalkan sistem yang dianggap bisa menentukan *performance rating*. Sistem rating *Westinghouse* menguraikan enam kelas yang merepresentasikan kemahiran yang ada dalam evaluasi (Satriyanto dan Yuwono, 2008).

Tabel 2.1 *Rating Westinghouse*

SKILL			EFFORT		
+0,15	A1	Superskill	+0,13	A1	Superskill
+0,13	A2		+0,12	A2	
+0,11	B1	Excellent	+0,10	B1	Excellent
+0,08	B2		+0,08	B2	
+0,06	C1	Good	+0,05	C1	Good
+0,03	C2		+0,02	C2	
0,00	D	Average	0,00	D	Average
-0,05	E1	Fair	-0,04	E1	Fair
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	Poor	-0,12	F1	Poor
-0,22	F2		-0,17	F2	
CONDITION			CONSISTENCY		
+0,06	A	Ideal	+0,04	A	Ideal
+0,04	B	Excellent	+0,03	B	Excellent
+0,02	C	Good	+0,01	C	Good
0,00	D	Average	0,00	D	Average
-0,03	E	Fair	-0,02	E	Fair
-0,07	F	Poor	-0,04	F	Poor

Dari tabel *Rating Westinghouse* yang ada diatas didapatkan ada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidakwajaran dalam bekerja. Faktor-faktor tersebut antara lain (Desain Sistem Kerja dan Ergonomi, 2014) :

1. *Skill/ Keterampilan*

Ketrampilan/ skill didefinisikan sebagai kemampuan untuk mengikuti cara kerja yang ditetapkan. Ketrampilan dapat ditingkatkan melalui latihan tetapi hanya sampai pada tingkat tertentu saja yang merupakan kemampuan maksimal yang dapat diberikan oleh pekerja yang bersangkutan. Namun ketrampilan dapat juga menurun bila pekerja sudah terlampau lama tidak menangani pekerjaan tersebut atau karena sebab lain misalnya karena kesehatannya terganggu, kelelahan yang berlebihan, pengaruh lingkungan sekitar dan sebagainya (Prahasta, 2001). Untuk keperluan penyesuaian keterampilan dibagi menjadi enam kelas dengan ciri – ciri dari setiap kelas seperti yang dikemukakan berikut ini (Desain Sistem Kerja dan Ergonomi, 2014) :

SUPER SKILL :

1. Secara bawaan cocok sekali dengan pekerjaannya.
2. Bekerja dengan sempurna
3. Tampak seperti telah terlatih dengan sangat baik
4. Gerakan – gerakannya halus tetapi sangat cepat sehingga sulit untuk diikuti.
5. Kadang – kadang terkesan tidak berbeda dengan gerakan – gerakan mesin.
6. Perpindahan dari satu elemen pekerjaan ke elemen lainnya tidak terlampau terlihat karena lancarnya.
7. Tidak terkesan adanya gerakan – gerakan berpikir dan merencanakan dan merencanakan tentang apa yang dikerjakan (sudah sangat otomatis)
8. Secara umum dapat dikatakan bahwa pekerjaan bersangkutan adalah pekerjaan yang baik.

EXCELLENT SKILL :

1. Percaya pada diri sendiri
2. Tampak cocok dengan pekerjaannya.
3. Terlihat telah terlatih baik.
4. Bekerjanya teliti dengan tidak banyak melakukan pengukuran–pengukuran atau pemeriksaan–pemeriksaan.
5. Gerakan–gerakan kerja beserta urutan–urutannya dijalankan tanpa kesalahan.
6. Menggunakan peralatan dengan baik.

7. Bekerjanya cepat tanpa mengorbankan mutu.
8. Bekerjanya cepat tetapi halus.
9. Bekerja berirama dan terkoordinasi.

GOOD SKILL :

1. Kualitas hasil baik.
2. Bekerjanya tampak lebih baik dari pada kebanyakan pekerjaan pada umumnya.
3. Dapat memberikann petunjuk – petunjuk pada pekerja lain yang keterampilannya lebih rendah.
4. Tampak jelas sebagai kerja yang cakap.
5. Tidak memerlukan banyak pengawasan.
6. Tiada keragu - raguan
7. Bekerjanya “stabil”
8. Gerakannya – gerakannya terkoordinasi dengan baik.
9. Gerakan – gerakannya cepat.

AVERAGE SKILL :

1. Tampak adanya kepercayaan pada diri sendiri.
2. Gerakannya cepat tetapi tidak lambat.
3. Terlihatnya ada pekerjaan – pekerjaan yang berencana.
4. Tampak sebagai pekerja yang cakap.
5. Gerakan – gerakannya cukup menunjukkan tidak adanya keragu – raguan.
6. Mengkoordinasikan tangan dan pikiran dengan cukup baik.
7. Tampak cukup terlatih dan karenanya mengetahui seluk beluk pekerjaannya.
8. Bekerjanya cukup teliti.
9. Secara keseluruhan cukup memuaskan.

FAIR SKILL :

1. Tampak terlatih tetapi belum cukup baik.
2. Mengenal peralatan dan lingkuan secukupnya.
3. Terlihat adanya perencanaan – perencanaan sebelum melakukan gerakan.
4. Tidak mempunyai kepercayaan diri yang cukup.
5. Tampaknya seperti tidak cocok dengan pekerjaannya tetapi telah ditempatkan dipekerjaan itu sejak lama.

6. Mengetahui apa yang dilakukan dan harus dilakukan tetapi tampak selalu tidak yakin.
7. Sebagian waktu terbuang karena kesalahan – kesalahan sendiri.
8. Jika tidak bekerja sungguh – sungguh outputnya akan sangat rendah
9. Biasanya tidak ragu – ragu dalam menjalankan gerakan – gerakanya.

POOR SKILL :

1. Tidak bisa mengkoordinasikan tangan dan pikiran.
2. Gerakan – gerakannya kaku.
3. Kelihatan ketidak yakinannya pada urutan – urutan gerakan.
4. Seperti yang tidak terlatih untuk pekerjaan yang bersangkutan.
5. Tidak terlihat adanya kecocokan dengan pekerjaannya.
6. Ragu – ragu dalam menjalankan gerakan – gerakan kerja.
7. Sering melakukan kesalahan – kesalahan
8. Tidak adanya kepercayaan pada diri sendiri.
9. Tidak bisa mengambil inisiatif sendiri.

2. *Effort/ Usaha*

Untuk usaha atau *Effort* cara *Westinghouse* membagi juga kedalam kelas – kelas dengan ciri masing - masing. Yang dimaksud dengan usaha disini adalah kesungguhan yang ditunjukkan atau diberikan operator ketika melakukan pekerjaannya. Berikut ini ada enam kelas usaha dengan ciri – cirinya (Desain Sistem Kerja dan Ergonomi, 2014).

EXCESSIVE EFFORT :

1. Kecepatan sangat berlebihan.
2. Usahnya sangat besungguh – sungguh tetapi dapat membahayakan kesehatannya.
3. Kecepatan yang ditimbulkannya tidak dapat dipertahankan sepanjang hari kerja.

EXCELLENT EFFORT :

1. Jelas terlihat kecepatan kerjanya yang tinggi
2. Gerakan – gerakan lebih “ekonomis” daripada operator – operator biasa.
3. Penuh perhatian pada pekerjaannya.
4. Banyak memberi saran - saran.
5. Menerima saran – saran dan petunjuk dengan senang.

6. Percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu.
7. Tidak dapat bertahan lebih dari beberapa hari.
8. Bangga atas kelebihannya.
9. Gerakan – gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali.
10. Bekerja sistematis.
11. Karena lancarnya, perpindahan dari satu element keelemen lainnya tidak terlihat.

GOOD EFFORT :

1. Bekerja berirama
2. Saat – saat menganggur sangat sedikit, bahkan kadang – kadang tidak ada.
3. Penuh perhatian pada pekerjaan.
4. Senang pada pekerjaannya
5. Kecepatannya baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari.
6. Percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu.
7. Menerima saran – saran dan petunjuk – petunjuk dengan senang.
8. Dapat memberikan saran – saran untuk perbaikan kerja.
9. Tempat kerjanya diatur dengan baik dan rapi.
10. Menggunakan alat – alat yang tepat dengan baik.
11. Memelihara dengan baik kondisi peralatan.

AVERAGE EFFORT :

1. Tidak sebaik good, tetapi lebih baik dari poor.
2. Bekerja dengan Stabil.
3. Menerima saran – saran tetapi tidak melaksanakannya.
4. Set Up dilakukan dengan baik.
5. Melakukan kegiatan – kegiatan perencanaan.

FAIR EFFORT :

1. Saran – saran yang baik diterima dengan kesal.
2. Kadang – kadang perhatian tidak ditujukan pada pekerjaannya.
3. Kurang sungguh – sungguh.
4. Tidak mengeluarkan tenaga dengan secukupnya.
5. Terjadi sedikit penyimpangan dari cara kerja baku.
6. Alat – alat yang dipakainya tidak selalu yang terbaik.
7. Terlihat adanya kecenderungan kurang perhatian pada pekerjaannya.

8. Terlampau hati – hati.
9. Sistematika kerjanya sedang – sedang aja.
10. Gerakan – gerakan tidak terencana.

POOR EFFORT

1. Banyak membuang – buang waktu.
2. Tidak memperhatikan adanya minat bekerja.
3. Tidak mau menerima saran – saran.
4. Tampak malas dan lambat bekerja.
5. Melakukan gerakan – gerakan yang tidak perlu untuk mengambil alat – alat dan bahan – bahan.
6. Tempat kerjanya tidak diatur rapi.
7. Tidak peduli pada cocok/ baik tidaknya peralatan yang dipakai.
8. Mengubah – ubah tata letak tempat kerja yang telah diatur.
9. Set Up kerjanya terlihat tidak baik.

3. *Condition/ Kondisi Kerja*

Kondisi kerja adalah lingkungan yang mendukung kenyamanan dalam bekerja seperti keadaan pencahayaan, temperatur ruangan dan kebisingan ruangan. Kondisi kerja merupakan suatu penilaiannya ditujukan bukan pada operator, karena kondisi kerja merupakan sesuatu diluar operator yang diterima apa adanya oleh operator tanpa banyak merubahkannya. Kondisi kerja dibagi menjadi enam kelas antara lain *ideal*, *excellent*, *good*, *average*, *fair* dan *poor* (Prahasta, 2001).

Salah satu kondisi tidak akan sama bagi setiap pekerja karena berdasarkan karakteristik masing-masing pekerjaan. Suatu kondisi yang dianggap *good* bagi suatu pekerjaan belum tentu *good* bagi pekerjaan yang lain, namun pada dasarnya kondisi *ideal* adalah kondisi yang cocok dan memungkinkan performansi yang maksimal dari operator dan sebaliknya kondisi *poor* adalah kondisi lingkungan yang tidak membantu jalannya pekerjaan bahkan dapat menghambat performansi kerja yang baik.

4. *Consistency/ Konsistensi*

Konsistensi adalah penilaian terhadap kestabilan waktu penyelesaian yang digunakan operator dalam menyelesaikan pekerjaan. Faktor konsistensi perlu diperhatikan karena kenyataan bahwa pada setiap pengukuran waktu, angka-angka yang

dicatat yaitu waktu penyelesaian yang ditunjukkan selalu berubah-ubah, sebagaimana halnya dengan faktor-faktor lainnya. Konsistensi juga dibagi menjadi enam kelas yaitu *perfect*, *excellent*, *good*, *average*, *fair* dan *poor*. Seorang pekerja dikatakan sebagai *perfect* apabila pekerja tersebut melakukan pekerjaan secara konstan dan tidak melakukan gerakan-gerakan yang tidak diperlukan dalam suatu sistem kerja dari waktu ke waktu sebaliknya dikatakan *poor* apabila pekerja tersebut banyak melakukan gerakan-gerakan yang tidak sesuai dengan sistem kerja atau memiliki penyelesaian waktu yang berbeda-beda tiap melakukan kerja (Prahasta, 2001).

2.4.3 Perhitungan Waktu Normal Dengan Westinghouse

Perhitungan waktu normal dengan cara *Westinghouse* dapat dirumuskan sebagai berikut (Purnama, 2008) :

$$P = 1 + \text{jumlah semua performance rating} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$W_n = \text{Waktu siklus rata-rata} \times \text{performance rating} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

W_n = Waktu normal

P = Faktor penyesuaian kerja

Untuk $P > 1$ jika kecepatan operator diatas normal

Untuk $P = 1$ jika kecepatan operator sama dengan normal

Untuk $P < 1$ jika kecepatan operator dibawah normal

Nilai waktu yang diperoleh tersebut masih belum bisa kita baku untuk menyelesaikan suatu operasi kerja, karena disini faktor-faktor yang berkaitan dengan kelonggaran waktu agar operasi bekerja dengan baik masih belum dikaitkan.

2.5 Menghitung Waktu Baku

Penentuan waktu baku untuk menentukan target produksi ini dilakukan dengan cara pengukuran langsung dengan menggunakan jam henti. Pengukuran dilakukan dikarenakan di dalam melakukan pekerjaan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang tidak dapat dihindari baik faktor dari dalam maupun dari luar perusahaan. Waktu baku untuk setiap elemen operasi kerja adalah semata-mata untuk menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualifikasi baik akan bekerja menyesuaikan pekerjaannya pada kecepatan/tempo kerja yang normal. Walaupun demikian pada prakteknya kita akan melihat bahwa tindakan bisa diharapkan operator tersebut akan mampu bekerja terus-

menerus sepanjang hari tanpa adanya instruksi sama sekali. Disini kenyataanya operator akan sering menghentikan pekerjaannya dan membutuhkan waktu-waktu khusus untuk keperluan seperti kebutuhan pribadi, istirahat, melepas lelah dan alasan-alasan diluar kontrolnya (Satriyanto dan Yuwono, 2008). Kelonggaran ini diklasifikasikan menjadi kebutuhan waktu untuk keperluan kebutuhan personal kelonggaran waktu dalam menghilangkan lelah dan sebagainya (Desain Sistem Kerja dan Ergonomi, 2014).

Tabel 2.2 Kelonggaran/*Allowance* Berdasarkan Faktor Yang Berpengaruh

FAKTOR		CONTOH PEKERJAAN	KELONGGARAN (%)		
A. Tenaga yang dikeluarkan			Ekuivalen beban (Kg)	Pria	Wanita
1	Dapat diabaikan	Bekerja dimeja, duduk	tanpa beban	0,00 - 6,00	0,00 - 6,00
2	Sangat ringan	Bekerja dimeja, berdiri	0,00 - 2,25	6,00 - 7,5	6,00 - 7,5
3	Ringan	Menyekop, ringan	2,25 - 9,00	7,5 - 12,00	7,5 - 16,00
4	Sedang	Mencangkul	9,00 - 18,00	12,00- 19,00	16,00 - 30,00
5	Berat	Mengayuh palu yang berat	19,00 - 27,00	19,00 -30,00	
6	Sangat berat	Memanggul beban	27,00 - 50,00	30,00- 50,00	
7	Luar biasa berat	Memanggul karung berat	diatas 50		
B. Sikap kerja					
1	Duduk	Berkerja duduk, ringan		0,00 - 1,0	
2	Berdiri diatas dua kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki		1,0 - 2,5	
3	Berdiri diatas satu kaki	Satu kaki mengerjakan alat kontrol		2,5 - 4,0	
4	Berbaring	Pada bagaian sisi, belakang atau depan badan		2,5 - 4,0	
5	Membungkuk	Badan dibungkukana bertumpu pada kedua kaki		4,0 – 10	
C. Gerakan kerja					
1	Normal	Ayunan bebas dari palu		0	
2	Agak terbatas	Ayunan terbatas dari palu		0 – 5	
3	Sulit	Membawa beban berat satu tangan		0 – 5	
4	Pada anggota - anggota badan terbatas	Berkerja dengan tangan diatas kepala		5,00 - 10,00	
5	Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja dilorong pertambangan yang sempit.		10,00 - 15,00	
D. Kelelahan Mata			Pencahayaan baik	Buruk	
1	Pandangan yang terputus - putus	Membawa alat ukur	0,00 - 6,00	0,00 - 6,00	
2	Pandangan yang hampir terus menerus	Pekerjaan - pekerjaan yang teliti	6,00 - 7,5	6,00 - 7,5	
3	Pandangan terus menerus dengan fokus berubah – rubah	Memeriksa cacat - cacat pada kain	7,5 - 12,00 12,00 - 19,00	7,5 - 16,00 16,00 - 30,00	
4	Pandangan teus menerus dengan fokus Tetap	pemeriksaan yang sangat teliti	19,00 -30,00	30,00 – 50,00	

Tabel Terusan 2.2 Kelonggaran/*Allowance* Berdasarkan Faktor Yang Berpengaruh

FAKTOR		CONTOH PEKERJAAN		KELONGGARAN (%)	
E. Keadaan temperatur tempat kerja		Temperatur(oC)	Kelelahan Normal	Berlebihan	
1	Beku	Dibawah 0	diatas 10	diatas 12	
2	Rendah	0 – 13	10 - 0,0	12 - 5,00	
3	Sedang	13 – 22	5,00 - 0	8,00 -0	
4	Normal	22 – 28	0 - 5,00	0 - 8,00	
5	Tinggi	28 – 38	5,00 -40	8 - 100	
6	Sangat Tinggi	diatas 38	diatas 40	diatas 100	
F. Keadaan atmosfer					
1	Baik	Ruang yang berventilasi baik, udara segar			0
2	Cukup	Ventilasi kurang baik, ada bau - bauan (tidak berbahaya)			0 - 5
3	Kurang baik	Adanya debu - debu beracun, atau tidak beracun tetapi banyak			5,00 -10
4	Buruk	Adanya bau - bauan berbahaya yang mengharuskan menggunakan alat - alat pernapasan			10,00 -20
G. Keadaan lingkungan yang baik					
1	Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah				0
2	Siklus kerja berulang - ulang antara 5 -10 detik				0 - 1
3	Siklus kerja berulang - ulang antara 0 - 5 detik				1 - 3
4	Sangat Bising				0 - 5
5	Jika faktor - faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas				0 - 5
6	Terasa adanya getaran lantai				5 - 10
7	Keadaan - keadaan yang luar biasa (bunyi, kebersihan , dll)				

Kelonggaran adalah waktu yang diberikan kepada pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya disamping waktu normal. Misalnya istirahat, ke kamar kecil, meminta bantuan dan sebagainya. Pada umumnya kelonggaran/*allowance* dibagi menjadi 3 hal yaitu (Purnama, 2008) :

- a. Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi.

Yang termasuk kedalam kebutuhan pribadi disini adalah hal-hal seperti minum sekedarnya untuk menghilangkan rasa haus, ke kamar kecil, bercakap-cakap dengan teman sekerja sekedar untuk menghilangkan ketegangan ataupun kejenuhan dalam kerja. Besarnya kelonggaran yang diberikan untuk kebutuhan pribadi seperti itu berbeda-beda dari satu pekerjaan kepekerjaan lainnya karena setiap pekerjaan mempunyai karakteristik sendiri-sendiri dengan tuntutan yang berbeda-beda. Penelitian yang khusus perlu dilakukan untuk menentukan besarnya kelonggaran ini secara tepat seperti dengan sampling pekerjaan ataupun secara fisiologi. Berdasarkan penelitian ternyata besarnya kelonggaran ini bagi pekerja pria berbeda dengan pekerja wanita, misalnya untuk pekerjaan-pekerjaan ringan ada kondisi-kondisi kerja normal pria memerlukan 2-2,5% dan wanita 5%. Persentase ini adalah waktu normal.

b. Kelonggaran untuk menghilangkan rasa lelah (*fatigue*).

Rasa lelah tercermin antara lain dari menurunnya hasil produksi baik jumlah maupun kualitas. Jika rasa lelah (*fatigue*) telah datang dan pekerja harus bekerja untuk menghasilkan performance normalnya, maka usaha yang dikeluarkan pekerja lebih besar dari normal dan ini akan menambah rasa lelah sehingga rasa lelah ini hal yang akan terjadi pada diri seseorang sebagai akibat melakukan pekerjaan. Oleh sebab itu, kelonggaran untuk melepaskan rasa lelah ini perlu ditambahkan untuk pekerja.

c. Kelonggaran untuk hambatan-hambatan tak terhindarkan.

Dalam melaksanakan pekerjaan, pekerja tidak akan lepas dari berbagai hambatan. Ada hambatan yang dapat dihindarkan seperti berbicara dengan berlebihan dan menganggur dengan sengaja dan ada pula hambatan yang tidak dapat dihindarkan karena berada diluar kekuasaan pekerja untuk mengendalikannya. Beberapa contoh hambatan yang termasuk kedalam hambatan yang tidak terhindarkan misalnya menerima atau meminta petunjuk pengawas, menerima atau meminta petunjuk kepada pengawas, Mengambil alat-alat khusus atau bahan-bahan khusus digudang atau sebagainya.

Jika ketiga waktu kelonggaran tersebut diaplikasikan secara bersamaan hal ini akan menyederhanakan perhitungan yang harus dilakukan. Untuk mempermudah mendapatkan waktu standar suatu operasi kerja. Waktu normal harus ditambahkan dengan kelonggaran dan ada kecenderungan untuk mempertimbangkan waktu kelonggaran sebagai waktu yang diberikan untuk berbagai macam hal perhari kerja. Dengan demikian waktu standar tersebut diperoleh dengan mengaplikasikan rumus sebagai berikut (Purnama, 2008) :

$$\text{Waktu Baku} = \text{Waktu Normal} \times \frac{100\%}{100\% - \text{allowance}} \dots\dots\dots(2.8)$$

2.6 Lintasan Produksi

Lintasan produksi merupakan penempatan area-area kerja dimana operasi-operasi diatur secara berurutan dan material bergerak secara *continue* melalui operasi yang terangkai seimbang. Menurut karakteristik proses produksi, lini produksi dibagi menjadi dua, yaitu (Prahasta, 2001) :

- a. Lini fabrikasi, adalah lintasan produksi yang terdiri atas sejumlah operasi pekerjaan yang bersifat membentuk atau mengubah bentuk benda kerja.

- b. Lini perakitan, adalah lintasan produksi yang terdiri atas sejumlah operasi perakitan yang dikerjakan pada beberapa stasiun kerja dan digabungkan menjadi benda *assembly* atau *subassembly*.

2.7 Keseimbangan Lini (*Line Balancing*)

Keseimbangan lini merupakan penyeimbangan penugasan elemen-elemen tugas dari suatu lini perakitan ke stasiun kerja untuk meminimumkan banyaknya stasiun kerja dan meminimumkan total waktu menganggur pada semua stasiun untuk tingkat keluaran tertentu, yang dalam penyeimbangan tugas ini, kebutuhan waktu atau unit produk yang dispesifikasikan untuk setiap tugas dan hubungan antar setiap tugas yang harus dipertimbangkan (Eryuruk et al., 2008).

Penyeimbangan lini perakitan merupakan sebuah proses perancangan suatu lini perakitan yang seimbang dengan cara mengelompokkan sejumlah pekerjaan atau mesin untuk melakukan beberapa tugas (elemen kerja) yang sifatnya sekuensial dalam merakit suatu produk. Dengan demikian arus produksi pada lini perakitan terkait menjadi lancar dan memiliki utilitas fasilitas, tenaga kerja dan peralatan yang tinggi (Perancangan Sistem Industri Terpadu, 2012).

Penyeimbangan lintasan produksi adalah serangkaian proses penyeimbangan lintasan produksi pada stasiun kerja (mesin dan peralatan) perlu dilakukan dalam proses pembuatan produk dengan tujuan membentuk dan menyeimbangkan beban kerja yang dialokasikan pada tiap-tiap stasiun kerja. Jika tidak dilakukan keseimbangan lintasan maka dapat mengakibatkan ketidakefisienan dan menurunkan tingkat fleksibilitas rantai produksi (Sinaga, 2014).

Menurut Sinaga (2014) juga menyatakan fokus penyeimbangan lintasan sendiri adalah dalam upaya untuk meminimumkan waktu menganggur (*idle time*) dan menyeimbangkan waktu senggang (*balance delay*) pada lini produksi. Permulaan munculnya persoalan keseimbangan lini berasal dari ketidakseimbangan lintasan produksi yang berupa adanya proses bekerja pada beberapa stasiun kerja. Sedangkan tujuan utama dari penyeimbangan lintasan produksi adalah sebagai berikut (Perancangan Sistem Industri Terpadu, 2012) :

- a. Menyeimbangkan beban kerja yang dialokasikan pada setiap stasiun kerja sehingga setiap stasiun kerja selesai pada waktu yang seimbang dan mencegah

terjadinya kemacetan (suatu operasi yang membatasi keluaran dan frekuensi produksi).

- b. Menjaga agar pelintasan perakitan tetap lancar dan berlangsung terus menerus.
- c. Meningkatkan efisiensi dan produktivitas.

2.7.1 Terminologi Keseimbangan Lini (*Line Balancing*)

Menurut Henry (2011) menyatakan bahwa terminologi dalam keseimbangan lini (*line balancing*) adalah sebagai berikut :

- a. Elemen kerja adalah pekerjaan yang harus dilakukan dalam suatu kegiatan perakitan.
- b. Waktu operasi (t) adalah waktu standar untuk menyelesaikan suatu operasi.
- c. Stasiun kerja adalah lokasi-lokasi tempat elemen kerja dikerjakan. Setelah menentukan interval waktu siklus.
- d. Waktu Siklus / *Cycle Time* adalah waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk pada satu stasiun. Apabila waktu produksi dan target produksi telah ditentukan, maka waktu siklus dapat diketahui dari hasil bagi waktu produksi dan terget produksi. Dalam mendesain keseimbangan lintasan produksi untuk sejumlah produksi tertentu, waktu siklus harus sama atau lebih besar dari waktu operasi terbesar yang merupakan penyebab terjadinya *bottle neck* (kemacetan) dan waktu siklus juga harus sama atau lebih kecil dari jam kerja efektif per hari dibagi dengan jumlah produksi per hari.
- e. Waktu Stasiun Kerja (ST) adalah waktu yang dibutuhkan oleh sebuah stasiun kerja untuk mengerjakan semua elemen kerja yang didistribusikan pada stasiun kerja tersebut.
- f. *Precedence* diagram merupakan gambaran secara grafis dari urutan operasi kerja, serta ketergantungan pada operasi kerja lainnya dimana suatu operasi kerja tidak dapat melanjutkan pekerjaannya apabila pekerjaan sebelumnya belum terselesaikan (Kumar dan Mahto, 2013).

Adapun tanda yang dipakai dalam *precedence* diagram adalah sebagai berikut (Perancangan Sistem Industri Terpadu, 2012) :

- 1. Simbol lingkaran dengan huruf atau nomor didalamnya untuk mempermudah identifikasi asli dari suatu proses operasi.

2. Tanda panah menunjukkan ketergantungan dan urutan proses operasi. Dalam hal ini, operasi yang ada dipangkal panah berarti mendahului operasi kerja yang ada pada ujung anak panah.
3. Angka diatas simbol lingkaran adalah waktu standar yang diperlukan untuk menyelesaikna setiap proses operasi.

2.7.2 Metode Dalam Keseimbangan Lini (*Line Balancing*)

Permasalahan dalam keseimbangan lini produksi dapat diselesaikan dengan menggunakan metode heuristik. Metode heuristik adalah metode yang menyelesaikan permasalahan berdasarkan pengalaman, instuisi, atau aturan-aturan empiris untuk memperoleh solusi yang lebih baik dari pada solusi yang sebelumnya (Perancangan Sistem Industri Terpadu, 2012). Salah satu metode heuristic yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *ranked positional weight*.

2.7.2.1 Metode Helgeson-Birnie/ *Ranked Positinal Weight* (RPW)

Metode *Ranked Positional Weight* (RPW) dikembangkan oleh Helgeson-Birnie dari General Electric Company pada tahun 1961 (Eryuruk et al., 2008). Hamza & Al-Mana (2013) menyatakan bahwa dalam menentukan *positional weight* (bobot posisi) untuk setiap elemen pekerjaanya dari suatu operasi dengan memperhatikan *predecende* diagram. Cara penentuan bobotnya sebagai berikut (Prahasta, 2001) :

Bobot RPW = waktu proses operasi tersebut + waktu proses operasi selanjutnya ... (2.9)

Pengelompokan operasi ke dalam stasiun kerja dilakukan atas dasar urutan RPW (dari yang terbesar), dan memperhatikan juga pembatas berupa waktu siklus. Metode ini mengutamakan waktu elemen kerja yang terpanjang, dimana elemen kerja ini diprioritaskan terlebih dahulu ditempatkan didalam elemen kerja dan diikuti oleh elemen kerja yang lebih rendah. Proses ini dilakukan dengan memberikan bobot.

Bobot ini diberikan pada setiap elemen kerja dengan memperhatikan *precedence* diagram. Dengan sendirinya elemen pekerjaan memiliki bobot semakin besar pula, dengan kata lain akan lebih diprioritaskan, prosedur dalam metode ini terdiri dari (Mahto dan Kumar, 2012) :

- a. Menggambarkan jaringan precedence diagram sesuai dengan keadaan sebenarnya.
- b. Menentukan elemen pekerjaan berdasarkan *positional wight* berdasarkan (bobot posisi) untuk setiap elemen pekerjaan dari suatu operasi kerja yang memiliki

waktu penyesuaian terpanjang mulai dari awal pekerjaan hingga akhir elemen pekerjaan yang memiliki waktu pekerjaan terendah.

- c. Mengurutkan elemen pekerjaan berdasarkan *positional weight* pada langkah kedua diatas dengan membuat *precedence* matriks. Elemen kerja yang memiliki *positional weight* tertinggi diurutkan pertama kali pada *precedence* matriks.
- d. Melanjutkan dengan menempatkan elemen pekerjaan yang memiliki *positional weight* tertinggi hingga yang terendah kesetiap stasiun kerja.
- e. Jika pada setiap stasiun kerja kelebihan waktu pada hal ini waktu stasiun melebihi waktu siklus. Tukar atau ganti elemen kerja yang ada dalam stasiun kerja tersebut kestasiun kerja berikutnya selama tidak menyalahi *precedence* diagram.
- f. Mengulangi langkah ke 4 dan 5 diatas sampai seluruh elemen pekerjaan sudah ditempatkan kedalam stasiun kerja.

2.7.2.2 Kriteria Performansi dalam Keseimbangan Lini (*Line Balancing*)

Mempunyai kriteria performansi yang harus dicapai dalam keseimbangan lintasan, maka dicari masing-masing kriteria tersebut dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Mahto dan Kumar, 2012) :

a. *Line Efficiency* (Efisiensi Lini)

Line efficiency merupakan rasio antara waktu yang digunakan dengan waktu yang tersedia. Lintasan produksi yang baik adalah yang memiliki *line efficiency* yang tinggi yang menunjukkan bahwa seluruh stasiun kerja memiliki waktu yang sama dengan waktu siklus yang telah ditetapkan. Sehingga dapat dikatakan semakin tinggi nilai efisiensi lintasan maka performansi lintasan tersebut semakin baik (Henry, 2011).

Rumus yang digunakan dalam menghitung *line efficiency* adalah sebagai berikut (Grzechca, 2016) :

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^n ST_i}{n.CT} \times 100\% \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana:

ST_i = waktu stasiun dari stasiun ke-i

n = jumlah (banyaknya) stasiun kerja

CT = waktu siklus

b. *Smoothing Index (SI)*

Smoothing Index (SI) menunjukkan tingkat kelancaran (*smoothing*)/ waktu tunggu relatif dari lintasan produksi yang dibentuk (Kumar dan Mahto, 2013). Lintas produksi yang baik adalah yang memiliki nilai *smoothing index* yang mendekati angka nol (0). Semakin mendekati nol nilai SI suatu lini produksi, hal tersebut mengindikasikan lini perakitan tersebut semakin seimbang karena pembagian beban kerja semakin merata.

Rumus yang digunakan dalam menghitung *smoothing index* adalah sebagai berikut (Kumar dan Mahto, 2013):

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^n (STi \max - STi)^2} \dots\dots\dots(2.11)$$

Di mana:

ST max = maksimum waktu di stasiun

STi = waktu stasiun di stasiun kerja ke-i

c. *Balance Delay (BD)*

Balance Delay adalah rasio antara waktu idle dalam lintasan perakitan dengan waktu yang tersedia. Besar *balance delay* menunjukkan presentase waktu senggang terhadap waktu produksi komponen sejak memasuki stasiun kerja pertama sampai stasiun kerja terakhir. Lintasan produksi yang sempurna memiliki *balance delay* sebesar nol, yang berarti tidak ada waktu senggag pada seluruh stasiun kerja. Dengan kata lain semakin kecil nilai *balance delay* maka performansi lintasan semakin baik (Henry, 2011).

Rumus yang digunakan dalam menghitung *Balance delay* adalah sebagai berikut (Patel et al., 2015) :

$$BD = \frac{(n \cdot CT) - \sum_{i=1}^n ti}{n \cdot CT} \times 100\% \dots\dots\dots(2.12)$$

Di mana:

n = jumlah stasiun kerja

CT = waktu siklus terbesar dalam stasiun kerja

$\sum ti$ = jumlah waktu operasi dari semua operasi

BD = *Balance Delay* (%)

d. *Idle Time (IT)*

Besar waktu menganggur menunjukkan total waktu menunggu dari setiap akibat selisih waktu stasiun kerja terbesar dengan waktu setiap stasiun (Perancangan Sistem Industri Terpadu, 2012). Lintas produksi yang sempurna tidak memiliki waktu menganggur yang berarti waktu setiap stasiun kerja sama. Semakin besar waktu waktu menganggur menunjukkan bahwa lintasan produksi kurang efisien karena banyak waktu terbuang untuk menunggu stasiun kerja yang memiliki waktu stasiun terbesar menyelesaikan elemen kerja.

Rumus yang digunakan dalam menghitung waktu menganggur adalah (Perancangan Sistem Industri Terpadu, 2012) :

$$IT = (n \cdot CT) - \sum ti \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

n = jumlah stasiun kerja

CT = waktu siklus terbesar dalam stasiun kerja

$\sum ti$ = jumlah waktu operasi dari semua operasi

2.8 Pemodelan/ Simulasi Menggunakan *Software Flexsim*

Pemodelan/simulasi adalah cara untuk mengembangkan representasi sederhana dari sistem yang kompleks dengan tujuan untuk menyediakan prediksi dari ukuran performa sistem. Representasi sederhana tersebut dinamakan model. Sebuah model dirancang untuk menangkap aspek perilaku tertentu dari sistem yang dimodelkan dengan tujuan untuk memperoleh pengetahuan dan dapat melihat kedalam isi perilaku sistem tersebut. Pemodelan menyangkut hal abstraksi dan simplifikasi (Sugiarto dan Buliali, 2012).

Software flexsim adalah aplikasi perangkat lunak simulasi berbasis PC digunakan untuk memodelkan, simulasi dan visualisasi proses bisnis. Flexsim dapat membantu menentukan kapasitas pabrik, menyeimbangkan lini manufakturing, mengatur penyebab penundaan, memecahkan masalah inventori, menguji praktek penjadwalan baru, dan mengoptimalkan laju produksi. Setiap model Flexsim dapat digambarkan dalam animasi realitas virtual 3D. Selain itu, Flexsim memungkinkan pemodel dengan kemampuan pemrograman model dan *submode* secara langsung dalam C++ (Nurhasanah et al., 2015).

Langkah-langkah dalam membangun model simulasi dengan menggunakan *software flexsim* adalah sebagai berikut (Sugiarto dan Buliali, 2012) :

- a. Menganalisis masalah dan mengumpulkan informasi
- b. Mengumpulkan data
- c. Membangun model menggunakan *software flexsim*
- d. Melakukan pembangunan model

Dalam pembangunan model ini diharapkan model simulasi dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan dilakukan untuk memastikan model bebas dari *error* dan berjalan sesuai dengan konsep yang diinginkan.

- e. Melakukan analisa perbandingan antara *output* dengan nyata
- f. Melakukan validasi model

Validasi model adalah proses menentukan apakah model simulasi yang dibuat dapat mempresentasikan sistem nyata dengan tepat. Proses validasi yang dilakukan adalah dengan membandingkan antara *output* model dengan *output* pada sistem nyata. Perbandingan ini dilakukan dengan menguji tingkat signifikan kemiripan dari kedua *output* tersebut (Sugiarto dan Buliali, 2012).

Dan dalam memvalidasi model ini menggunakan teknik *statistical test* dengan menggunakan *Historical data validation* yaitu uji kesamaan dua rata-rata. Uji kesamaan ini dimaksudkan untuk mengetahui perbandingan performansi antara sistem nyata dengan model simulasi yang diterjemahkan dalam nilai jumlah *output* dari sistem nyata dan model simulasi (Delsim, 2014).

Karena yang akan diuji adalah kesamaan dua populasi, maka uji yang akan dilakukan adalah uji kesamaan dua rata-rata dengan cara sebagai berikut (Delsim, 2014) :

1. Menentukan *mean* dan standar deviasi

Untuk perhitungan *mean* dan standar deviasi bisa menggunakan Formula *Excel* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Mean} & : "=AVERAGE(data input)" \\ \text{Standar Deviasi (SD)} & : "=STDEV(data input)" \dots\dots\dots(2.14) \end{aligned}$$

2. Menentukan hipotesis

$$\begin{aligned} H_o & : \mu_1 = \mu_2 \\ H_1 & : \mu_1 \neq \mu_2 \dots\dots\dots(2.15) \end{aligned}$$

Dimana :

H_o = probabilitas semua kejadian sama (hasil simulasi sama dengan sistem nyata)

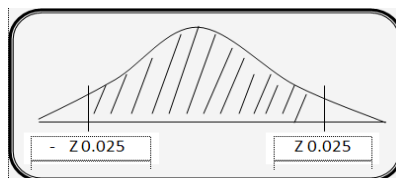
H_1 = hasil simulasi tidak sesuai dengan hasil nyata produksi

μ_1 = rata-rata *output* sistem nyata

μ_2 = rata-rata output model simulasi

3. Taraf Nyata (α) = 0,05

($\alpha/2$) = 0,025



Gambar 2.1 Grafik Daerah Penerimaan Uji Kesamaan Dua Rata-Rata

H_0 diterima apabila $-Z 0.025 < Z \text{ hitung} < Z 0.025$

$-1.96 < Z \text{ hitung} < 1.96$

4. Mencari nilai Z hitung

Untuk mencari Z hitung digunakan rumus sebagai berikut (Delsim, 2014) :

$$Sp^2 = \frac{(n_1-1)V_1^2 + (n_2-1)V_2^2}{n_1+n_2-2} \dots\dots\dots(2.16)$$

$$Z \text{ hitung} = \frac{\text{Mean 1} - \text{Mean 2}}{\sqrt{Sp^2 \times (\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})}} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana :

Sp = Simpangan baku

n_1 = jumlah banyaknya data output sistem nyata

n_1 = jumlah banyaknya data output model simulasi

V_1 = standar deviasi sistem nyata

V_2 = standar deviasi model simulasi

Mean 1 = rata-rata jumlah output sistem nyata

Mean 2 = rata-rata jumlah output model simulasi

g. Membuat rekomendasi akhir

2.9 Kajian Induktif

Ihsan Wahyudi (2011) menyatakan tujuan dari penelitiannya adalah untuk menurunkan tingkat kelambatan operasi dan meningkatkan efisiensi stasiun kerja dalam lintasan produksi pembuatan sarung tangan golf untuk memperoleh harga pokok produksi yang optimal. Penelitian ini dalam menyeimbangkan lintasan menggunakan metode Helgeson-Birnie (*Ranked Positional Weight*) dan Killbridge-Wester (*Region Approach*).

Objek penelitian yang dilakukan adalah waktu perakitan pembuatan sarung tangan AHNS *full leather* dan AHNS *synsthetic*. Hasil penelitian menunjukkan metode terbaik yaitu menggunakan metode Helgeson-Birnie (*Ranked Positional Weight*) yaitu berkurangnya 6 stasiun kerja dari kondisi awal, berkurangnya 20 tenaga kerja langsung dari kondisi awal, berkurangnya *idle time* sebesar 64,35 % dari kondisi awal, berkurangnya *balance delay* sebesar 25,69 % dari kondisi awal, meningkatnya *line efficiency* sebesar 25,69 % dari kondisi awal, meningkatnya kapasitas produksi sebesar 50 produk, dan harga pokok produk satuan yang diperoleh Rp 3.028,16 lebih rendah dari nilai harga pokok produk sebelumnya. Pada sarung tangan AHNS *synthetic*, hasilnya adalah berkurangnya 5 stasiun kerja dari kondisi awal, berkurangnya 21 tenaga kerja langsung dari kondisi awal, berkurangnya *idle time* sebesar 43,83 % dari kondisi awal, berkurangnya *balance delay* sebesar 17,20 % dari kondisi awal, meningkatnya *line efficiency* sebesar 16,84 % dari kondisi awal, meningkatnya kapasitas produksi sebesar 34 produk, dan harga pokok produk satuan yang diperoleh Rp 2.870,95 lebih rendah dari nilai harga pokok produk sebelumnya.

Eben Henry R (2011) menyatakan tujuan dari penelitiannya adalah untuk meningkatkan kapasitas produksi pada perusahaan otomotif perakitan transmisi. Untuk memperbaiki hal tersebut, maka dilakukanlah proses *line balancing*. Proses *line balancing* dilakukan dengan metode Helgeson-Birnie, Moodie Young, dan New Bidirectional. Objek penelitian yang dilakukan pada bagian *line assembly* yaitu waktu pembuatan transmisi. Hasil penelitian menunjukkan rancangan keseimbangan lintasan terbaik menggunakan metode Moodie Young dengan efisiensi lintasan 96,75%, *balance delay* 3,25%, smoothing index 9,25 dan stasiun kerja berjumlah 14.

Jaka Purnama (2008) menyatakan tujuan dari penelitiannya adalah untuk memaksimalkan efisiensi kerja guna meningkatkan *output* produksi dan untuk meminimalkan ketidakseimbangan (*balance delay*) dari lintasan produksi. Metode yang digunakan adalah *Ranked Positional Weight* dan *Region Approach*. Objek penelitian adalah waktu pembuatan lampu Balac (TL). Hasil analisis penelitian menunjukkan metode terbaik dalam penerapan metode sistem keseimbangan lintasan perusahaan adalah metode *Ranked Positional Weight* yang akan dapat meningkatkan efisiensi kerja lintasan produksi sebesar 26,2 % dari 45,2 % menjadi 71,4 %. dan *balance delay* dapat dikurangi sebesar 26,2 % dari 54,8 % menjadi 28,6 %. Dengan stasiun kerja efektif pada lintasan proses produksi Balac 20 W sebanyak 4 stasiun kerja.

Nunung Nurhasanah dan Jann Pratama Simanjutak (2012) menyatakan tujuan dari penelitiannya adalah untuk meningkatkan hasil produksi dengan memaksimalkan proses produksi yang ada di rantai produksi agar kelangsungan aliran bahan di dalam proses produksi dapat berjalan dengan lancar sehingga memaksimalkan hasil produksi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Helgeson-Birnie (Ranked Positional Weight)*, Pendekatan Wilayah (*Region Approach*), Pembebanan Beruntun (*Large Candidate Rule*) dan COMSOAL. Objek penelitian ini adalah lini perakitan pembuatan baju/ kaos. Hasil penelitian menunjukkan metode *Ranked Positional Weight* dipilih sebagai pilihan terbaik karena mempunyai nilai *Line Efficiency* sebesar 90,38% dan *Balance Delayed* sebesar 9,62% dengan besar efisiensi setiap stasiun kerja sebesar Ws1 sebesar 100% Ws2 sebesar 88,2% Ws3 sebesar 82,92% dan mempunyai nilai efisiensi yang merata untuk setiap stasiun kerja.

Tuti Sarma Sinaga (2014) menyatakan tujuan dari penelitiannya adalah untuk mencoba menyelesaikan masalah keseimbangan lintasan produksi yang menghasilkan *powder* dan keramik. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode Helgeson and Birnie (*Ranked Positional Weight*) dengan mempertimbangkan waktu proses pada setiap aktifitas di rantai produksi. Objek penelitian adalah lintasan produksi pembuatan *powder* dan keramik. Hasil dari penelitian yaitu meningkatnya kesetimbangan lintasan produksi dengan tingkat *Balance Delay* pada mesin *powder* sebesar 0,3333 dan *Balance Delay* pada produksi keramik di *Press A1* dan di *Press A2* ialah 0,1968 dan 0,2185. Tingkat efisiensi proses yang dicapai adalah pada produksi *powder* ialah 65,82% , sedangkan efisiensi di mesin *Press A1* ialah 80,31% . Tingkat efisiensi pada produksi keramik di mesin *Press A2* ialah 74,07%.

Teguh Baroto dan Wahyu Eni Maryati (2002) menyatakan tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan efisiensi kerja yang ada di lintasan produksi karena masih adanya pemnumpukan barang disalah satu stasiun pembuatan sepatu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Ranked Positional Weight*. Objek penelitian yang dilakukan pada lintasan pembuatan sepatu. Hasil dari penelitian menunjukkan nilai dari *balance delay* yang menurun yaitu 5,99% yang lebih rendah dibandingkan keadaan awalnya sebesar 60,56% serta efisiensi lintasan sebesar 94,01% yang merupakan efisiensi terbaik bila dibandingkan dengan keadaan semula sebesar 39,44%.

Prayuda Afiyan Musyaddad (2016) melaksanakan penelitian tentang *line balancing* pada lintasan produksi pembuatan sarung tangan di PT. Adi Satria Abadi. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi kerja pada lintasan produksi dengan melakukan perbaikan keseimbangan lintasan produksi untuk meminimumkan penumpukan bahan material pada lintasan produksi pembuatan sarung tangan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Helgeson-Birnie/ *Ranked Positional Weight* (RPW), penambahan operator dan simulasi *software* Flexsim.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini tentang permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan yaitu dalam rangka meningkatkan efisiensi kerja dengan cara menggunakan analisis keseimbangan pada lintasan produksi dalam mengurangi dari adanya waktu menganggur serta penumpukan bahan baku dalam beberapa stasiun kerja. Adapun pengamatan yang dilakukan secara menyeluruh mengenai permasalahan yang ada, sehingga dari penelitian ini diharapkan dapat diperoleh gambaran tentang permasalahan yang ada di perusahaan.

3.2 Sumber Data

Data untuk kegiatan penulisan penelitian diperoleh melalui dua sumber data, yaitu:

a. Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung disumbernya yaitu dilakukan di PT. Adi Satria Abadi. Data primer meliputi :

1. Stasiun kerja setiap bagian proses pada lintasan produksi
2. Waktu siklus yaitu waktu yang dibutuhkan dalam membuat suatu produk.
3. Jumlah stasiun kerja.
4. Urutan aktivitas pekerjaan.
5. Waktu tiap-tiap stasiun kerja kerja dalam pembuatan produk.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang dikumpulkan secara tidak langsung dari sumbernya. Data sekunder ini diperoleh dari pihak intern perusahaan yang berupa dokumen atau berkas yang ada seperti :

1. Sejarah perusahaan.
2. Pengadaan bahan baku.
3. Penjadwalan kerja karyawan dalam sehari.
4. Hasil produk.

3.3 Objek dan Lokasi Penelitian

Objek dan lokasi penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Objek

Objek penelitian yang dilakukan difokuskan pada bagian proses produksi pada pembuatan sarung tangan di PT. Adi Satria Abadi.

2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian perusahaan berada di Jalan. Laksda Adisucipto Km. 11 Ds.Sidokerto RT.03 / RW.01 Purwomartani, Kalasan, Sleman Yogyakarta 55571 Indonesia.

3.4 Metode Pungumpulan Data

Dalam melakukan penelitian, data yang dikumpulkan akan digunakan untuk memecahkan masalah yang ada sehingga data tersebut harus benar-benar dapat dipercaya dan akurat. Dalam suatu penelitian ilmiah, metode pengumpulan data dimaksudkan untuk memperoleh bahan-bahan yang relevan, akurat, dan terpercaya. Metode pengumpulan data yang dipergunakan pada penelitian ini adalah :

- a. Wawancara

Wawancara sebagai tehnik pencarian dan pengumpulan informasi dilakukan dengan mendatangi secara langsung kepada para responden untuk dimintai keterangan mengenai sesuatu yang diketahuinya (bisa mengenai suatu kejadian, fakta, maupun pendapat responden).

- a. Studi Pustaka

Pengumpulan data yang dilakukan dengan membaca buku-buku literatur, jurnal-jurnal, internet, majalah, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan.

- b. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan tehnik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengumpulkan dan mengambil data, catatan dan dokumen perusahaan yang relevan dengan keperluan peneliti yang nantinya diolah sebagai bahan penelitian.

- d. Observasi

Observasi yaitu merupakan tehnik pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan langsung terhadap obyek penelitian yang diamati, kemudian mencatat informasi yang diperoleh selama pengamatan di perusahaan.

3.5 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian dari penelitian awal sampai dengan pengambilan keputusan. Adapun tahapan penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

a. Melakukan Pengukuran Waktu Proses Produksi

Waktu proses produksi ini yang sering disebut waktu siklus adalah waktu yang diperoleh dari seorang operator dalam menghitung waktu pada elemen kerja dalam menghasilkan suatu produk. Pada penelitian kali ini dilakukan pengukuran waktu siklus dengan menggunakan *stopwatch* untuk menghitung waktu setiap stasiun kerja, dimana waktu siklus ini digunakan sebagai dasar dalam melakukan perhitungan-perhitungan selanjutnya.

b. Uji Kecukupan Data

Untuk mengetahui cara menentukan nilai uji kecukupan data setiap stasiun kerja bisa dilihat pada rumus (2.1) beserta keterangannya.

c. Uji Keseragaman Data

Untuk mengetahui cara menentukan nilai uji keseragaman data setiap stasiun kerja bisa dilihat pada rumus (2.2), (2.3), (2.4) dan (2.5) beserta keterangannya.

d. Menentukan *Rating Performance*

Dalam menentukan nilai rating performance bisa dilihat pada tabel 2.1 beserta keterangannya.

e. Menghitung Waktu Normal

Untuk menentukan nilai waktu normal setiap stasiun kerja bisa dilihat pada rumus (2.6) dan (2.7) beserta keterangannya.

f. Menentukan allowance

Dalam menentukan tingkat kelonggaran/ *allowance* yang ada pada setiap stasiun kerja bisa dilihat pada tabel 2.2 beserta keterangannya.

g. Menghitung Waktu Baku

Untuk menghitung nilai waktu baku setiap stasiun kerja bisa dilihat pada rumus (2.8) beserta keterangannya.

h. Membuat *Precedence Diagram*

Penggunaan *precedence* diagram ini yaitu untuk menggambarkan secara grafis dari urutan operasi kerja, serta ketergantungan pada operasi kerja lainnya yang

bertujuan untuk memudahkan pengontrolan dan perencanaan kegiatan yang terkait didalamnya.

i. Membuat Perbaikan Keseimbangan Lintasan Produksi

Keseimbangan Lintasan Produksi dilakukan dengan menggunakan metode *Ranked Positonal Weight (RPW)*. Dipilihnya metode *Ranked Positonal Weight (RPW)* dalam menyeimbangkan perbaikan lintasan karena metode ini merupakan metode terbaik dalam menentukan stasiun kerja berdasarkan bobot posisi kerja dari lintasan kerja. Serta kebanyakan penelitian terdahulu/ kajian induktif yang membahas tentang penyeimbangan lintasan menggunakan metode *Ranked Positonal Weight (RPW)* sebagai pilihan terbaik dalam penyeimbangan lintasan (Wahyudi, 2011; Purnama, 2008; Nurhasanah dan Simanjuntak, 2012; Sinaga, 2014; Baroto dan Maryati, 2002; Prahasta, 2001).

j. Menghitung Bobot Posisi Untuk Setiap Stasiun Kerja

Untuk menghitung bobot posisi untuk stasiun kerja bisa dilihat pada rumus (2.9) beserta keterangannya.

k. Melakukan Penambahan Operator Pada Stasiun Kerja

Penambahan operator pada stasiun kerja ini dilakukan pada stasiun kerja yang mengalami penumpukan bahan material pada lintasan produksi.

l. Perhitungan Kriteria Performansi dalam Keseimbangan Lintasan

Dalam menghitung kriteria performansi dalam menyeimbangan lintasan dengan menggunakan kriteria performansi sebagai berikut :

1. *Line Efficiency* (Efisiensi Lintasan)

Untuk mengetahui nilai dari efisiensi lintasan untuk setiap stasiun kerja bisa dilihat pada rumus (2.10) beserta keterangannya.

2. *Smoothing Index* (SI)

Untuk mengetahui nilai dari *smoothing index* untuk setiap stasiun kerja bisa dilihat pada rumus (2.11) beserta keterangannya.

3. *Balance delay* (BD)

Untuk mengetahui nilai dari *balance delay* untuk setiap stasiun kerja bisa dilihat pada rumus (2.12) beserta keterangannya.

4. *Idle Time* (IT)

Untuk mengetahui nilai dari *idle time* untuk setiap stasiun kerja bisa dilihat pada rumus (2.13) beserta keterangannya.

m. Membuat Model Simulasi Menggunakan *Software* Flexsim

Pendekatan menggunakan *software* flexim pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan model lini perakitan yang didapatkan dari model *Ranked Positonal Weight (RPW)* sesuai dengan sistem nyatanya. Hal ini berdasarkan validasi model sistem nyata dengan model simulasi yang lebih jelasnya bisa dilihat pada rumus (2.14), (2.15), (2.16) dan (2.17) beserta keterangannya.

3.6 Analisa Data Penelitian

Analisis yang dilakukan untuk menganalisa data kuantitatif hasil pengolahan dan dibawa ke kondisi kualitatif sesuai dengan perusahaan. Analisa data tersebut meliputi :

a. Analisa Lintasan Pada Kondisi Awal

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui dari proses-proses apa saja yang dilakukan serta waktu yang dibutuhkan khususnya dalam lintasan produksi untuk menciptakan suatu produk. Hal ini juga memberikan kriteria performansi lintasan produksi apa saja yang ada pada setiap stasiun kerja sehingga bisa mengetahui keefisiensi kerja dalam proses produksi.

b. Analisa Lintasan Pada Usulan Perbaikan Lintasan

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui bagaimanakah perbaikan lintasan yang dilakukan untuk meingkatkan performansi lintasan dan mengurangi dari adanya *idle time* yang ada pada lintasan produksi

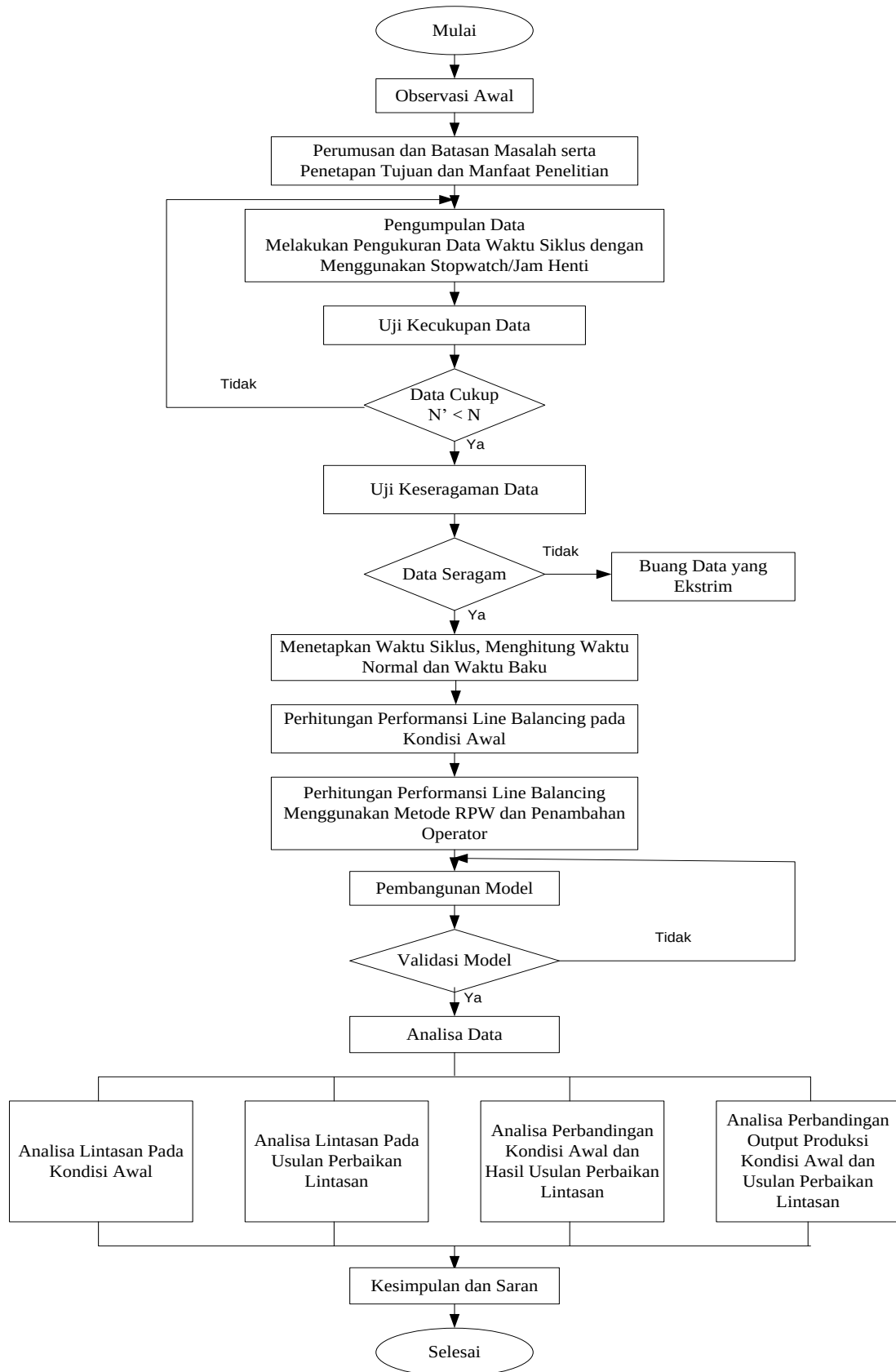
c. Analisa Perbandingan Kondisi Awal dan Hasil Usulan Perbaikan Lintasan

Analisa ini dilakukan dalam memberikan perbandingan antara lintasan kondisi awal dengan lintasan usulan yang telah di kembangkan dengan menggunakan metode *Ranked Positonal Weight* dan penambahan operator pada stasiun kerja.

d. Analisa Perbandingan *Output* Produksi Pada Kondisi Awal dan Usulan Perbaikan Lintasan

Analisa perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui *output* produksi pada kondisi awal apakah mengalami peningkatan setelah dilakukannya perbaikan lintasan produksi.

3.7 Diagram Alur Penelitian/ *Flowchart*



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian/ *Flowchart*

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Proses Produksi

Dalam menghasilkan sarung tangan pastinya dibutuhkan proses-proses yang diperlukan dalam menyelesaikan sarung tangan ini. Proses-proses produksi pembuatan sarung tangan di PT. Adi Satria Abadi adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Proses Produksi Pembuatan Sarung Tangan

Proses	Keterangan
Persiapan	Mempersiapkan dari bahan-bahan yang akan digunakan dalam melakukan pembuatan sarung tangan
Variasi Jarum 1	Variasi pembuatan lubang pori dengan ukuran jarum 1
Variasi Jarum 2	Variasi pembuatan lubang pori dengan ukuran jarum 2
Pasang Karet	Pemasangan/ penjahitan karet elastis pada bagian dalam sarung tangan
Pasang Velcro	Pemasangan alat perekat bagian dalam pada sarung tangan
Pasang Size	Penempelan size ukuran pada sarung tangan
Pasang Ibu Jari	Penjahitan pada ibu jari
Lipat Ibu Jari	Pelipatan pada ibu jari
Pilih Machi	Pemilihan sela-sela jari
Pasang Machi	Penjahitan pada sela-sela jari pada sarung tangan
Caraha	Pengepasan machi dengan jari menggunakan alat caraha
Lipat Omo	Melipat telapak tangan antar bagian satu dengan yang lain
Potong - Potong	Pemotongan kain-kain yang masih belum rapi
Pasang Kancing	Pemasangan bagian perekat bagian luar
Leres Kancing	Perapian pingiran-pingiran dari kancing
Pasang Pita	Pemasangan pita pada pinggiran sarung tangan
Balik Omo	Balik telapak tangan dari bagian dalam ke bagian luar
Kumis - Kumis	Perapian benang jahit dari sarung tangan
Seleksi	Penyeleksian sarung tangan

Proses	Keterangan
Admin	Penerimaan sarung tangan yang sudah siap

4.1.2 Data Hasil Pengamatan

Untuk data hasil pengamatan untuk setiap stasiun kerja pembuatan sarung tangan di PT.Adi Satria Abadi bisa dilihat pada LAMPIRAN 2 Lembar Hasil Pengamatan Waktu Untuk setiap Stasiun Kerja pada Daftar Lampiran.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data ini dilakukan pada masing-masing stasiun kerja yang ada pada proses produksi. Sebelum dilakukannya perhitungan keseimbangan lintasan terlebih dahulu dilakukan perhitungan validasi data yaitu dengan uji kecukupan data dan keseragaman data.

4.2.1 Perhitungan Uji Kecukupan Data

Pengolahan data ini ditujukan untuk tabel data waktu proses pembuatan sarung tangan pada tabel 4.2 diatas. Untuk mengetahui perhitungan uji kecukupan data ini dapat dilihat pada rumus (2.1) beserta keterangannya dan dalam perhitungan manualnya bisa dilihat pada LAMPIRAN 4 Uji Kecukupan Data.

Tabel 4.2 Perhitungan Uji Kecukupan Data

SK	Elemen Kerja	Jumlah Pengamatan	Nilai Teoritis N'	Keterangan
1.	Persiapan	30	20,627	Data Cukup
2.	Variasi Jarum 1	30	16,84	Data Cukup
3.	Variasi Jarum 2	30	27,693	Data Cukup
4.	Pasang Karet	30	19,34	Data Cukup
5.	Pasang Velcro	30	22,15	Data Cukup
6.	Pasang Size	30	26,24	Data Cukup
7.	Pasang Ibu Jari	30	19,25	Data Cukup
8.	Lipat Ibu Jari	30	16,84	Data Cukup
9.	Pilih Machi	30	11,41	Data Cukup
10.	Pasang Machi	30	11,39	Data Cukup
11.	Caraha	30	24,05	Data Cukup
12.	Lipat Omo	30	4,72	Data Cukup

SK	Elemen Kerja	Jumlah Pengamatan	Nilai Teoritis N'	Keterangan
13.	Potong - Potong	30	18,52	Data Cukup
14.	Pasang Kancing	30	14,97	Data Cukup
15.	Leres Kancing	30	11,90	Data Cukup
16.	Pasang Pita	30	20,34	Data Cukup
17.	Balik Omo	30	20,98	Data Cukup
18.	Kumis - Kumis	30	22,77	Data Cukup
19.	Seleksi	30	21,98	Data Cukup
20.	Admin	30	22,43	Data Cukup

Dari data pengolahan uji kecukupan data didapat bahwa nilai teoritis N' dari masing-masing stasiun kerja menunjukkan $N' \leq N$ (jumlah pengamatan teoritis lebih kecil atau sama dengan pengamatan yang sebenarnya dilakukan), maka dapat diartikan bahwa data tersebut dinyatakan telah mencukupi untuk tingkat keyakinan dan derajat ketelitian yang diinginkan tersebut, sehingga data tersebut dapat diolah untuk mencari waktu baku.

4.2.2 Perhitungan Uji Keceragaman Data

Pengolahan data ini ditujukan untuk tabel data waktu proses pembuatan sarung tangan pada tabel 4.2 diatas. Untuk mengetahui perhitungan uji keseragaman data bisa dilihat pada rumus (2.2), (2.3), (2.4) dan (2.5) beserta keterangannya dan dalam perhitungan manualnya bisa dilihat pada LAMPIRAN 5 Uji Keseragaman Data.

Tabel 4.3 Perhitungan Uji Keseragaman Data

SK	Elemen Kerja	$\bar{X}$	σ	BKA	BKB	Keterangan
1.	Persiapan	48,12	11,11	70,34	25,9	Data Terkontrol
2.	Variasi Jarum 1	42,93	8,96	66,04	25,01	Data Terkontrol
3.	Variasi Jarum 2	37,78	8,98	55,74	19,82	Data Terkontrol
4.	Pasang Karet	55,86	12,49	88,84	30,88	Data Terkontrol
5.	Pasang Velcro	44,34	10,61	65,56	23,12	Data Terkontrol
6.	Pasang Size	26,7	6,95	40,6	12,8	Data Terkontrol
7.	Pasang Ibu Jari	78,92	17,61	114,14	43,7	Data Terkontrol
8.	Lipat Ibu Jari	35,08	7,32	49,72	20,44	Data Terkontrol

SK	Elemen Kerja	$\bar{X}$	σ	BKA	BKB	Keterangan
9.	Pilih Machi	34,18	6,84	47,86	20,5	Data Terkontrol
10.	Pasang Machi	113,74	19,52	152,78	74,7	Data Terkontrol
11.	Caraha	47,46	11,84	71,14	23,78	Data Terkontrol
12.	Lipat Omo	117,52	12,99	143,5	91,54	Data Terkontrol
13.	Potong - Potong	35,92	7,86	51,46	20,2	Data Terkontrol
14.	Pasang Kancing	40	9,47	58,94	21,06	Data Terkontrol
15.	Leres Kancing	35,42	6,21	47,84	23	Data Terkontrol
16.	Pasang Pita	46,78	10,73	68,24	25,32	Data Terkontrol
17.	Balik Omo	45,28	10,54	66,36	24,2	Data Terkontrol
18.	Kumis - Kumis	26,06	6,32	38,7	13,42	Data Terkontrol
19.	Seleksi	49	11,68	72,36	25,64	Data Terkontrol
20.	Admin	13,54	3,26	20,06	7,02	Data Terkontrol

Dari data pengolahan uji keseragaman data diatas didapat bahwa nilai rata-rata waktu setiap elemen kerja mempunyai nilai diantara batas kontrol atas dan batas kontrol bawah ($BKA \geq \bar{X} \geq BKB$), sehingga dapat diartikan bahwa data tersebut sudah dianggap seragam dan tidak ada yang melewati batas kontrol atas dan bawah.

4.2.3 Perhitungan Waktu Baku

Sebelum dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode keseimbangan lintasan maka data-data pengamatan yang diambil masih dalam keadaan mentah sehingga perlu diolah menjadi waktu baku.

4.2.3.1 Menghitung Rata-Rata Waktu Setiap Elemen Kerja

Dalam penetapan waktu baku, dasar yang digunakan adalah waktu siklus dari setiap elemen kerja yang sudah diambil kemudian digunakan dalam menghitung rata-rata waktu siklus setiap elemen kerja. Untuk mengetahui perhitungan waktu rata-rata setiap elemen kerja dapat dilihat pada rumus (2.2) beserta keterangannya.

Tabel 4.4 Waktu Siklus Rata-Rata Setiap Stasiun Kerja

SK	Elemen Kerja	$\bar{X}$ dalam detik
1.	Persiapan	48,12
2.	Variasi Jarum 1	42,93

SK	Elemen Kerja	$\bar{X}$ dalam detik
3.	Variasi Jarum 2	37,78
4.	Pasang Karet	55,86
5.	Pasang Velcro	44,34
6.	Pasang Size	26,7
7.	Pasang Ibu Jari	78,92
8.	Lipat Ibu Jari	35,08
9.	Pilih Machi	34,18
10.	Pasang Machi	113,74
11.	Caraha	47,46
12.	Lipat Omo	117,52
13.	Potong - Potong	35,92
14.	Pasang Kancing	40
15.	Leres Kancing	35,42
16.	Pasang Pita	46,78
17.	Balik Omo	45,28
18.	Kumis - Kumis	26,06
19.	Seleksi	49
20.	Admin	13,54

4.2.3.2 Perhitungan Waktu Normal

Waktu siklus rata-rata yang sudah didapatkan akan digunakan untuk perhitungan menentukan waktu normal dengan memperhitungkan faktor penyesuaian. Faktor penyesuaian yang digunakan pada perhitungan disini adalah dengan menggunakan faktor penyesuaian dengan menggunakan metode “*Westinghouse*” yang meliputi faktor ketrampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi.

Setelah ditentukan nilai dari kategori faktor penyesuaian yang ada pada tiap-tiap elemen kerja dengan menggunakan metode “*Westinghouse*” yang meliputi faktor ketrampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi maka dilanjutkan dengan perhitungan dari performance rating. Untuk mengetahui perhitungan waktu normal dapat dilihat menggunakan rumus (2.6) dan (2.7) beserta keterangannya dan untuk mengetahui

kriteria ciri-ciri dalam *performance rating* bisa dilihat pada LAMPIRAN 6 Penentuan Besarnya Faktor *Rating Performance/ Penyesuaian*.

Tabel 4.5 Perhitungan Waktu Normal

SK	Skill	Effort	Condition	Consistency	PR	1+PR	Wn
1.	B1(+0,11)	B1(+0,10)	B(+0,04)	B(+0,03)	0,28	1,28	61,593
2.	B1(+0,11)	C1(+0,05)	B(+0,04)	B(+0,03)	0,23	1,23	52,803
3.	B1(+0,11)	C1(+0,05)	B(+0,04)	C(+0,01)	0,21	1,21	45,713
4.	B1(+0,11)	B1(+0,10)	B(+0,04)	B(+0,03)	0,28	1,28	71,500
5.	B1(+0,11)	C1(+0,05)	B(+0,04)	B(+0,03)	0,23	1,23	54,094
6.	B1(+0,11)	C1(+0,05)	B(+0,04)	C(+0,01)	0,21	1,21	32,307
7.	B1(+0,11)	C1(+0,05)	B(+0,04)	C(+0,01)	0,21	1,21	95,493
8.	B1(+0,11)	B1(+0,10)	B(+0,04)	C(+0,01)	0,26	1,26	44,200
9.	B1(+0,11)	B1(+0,10)	B(+0,04)	B(+0,03)	0,28	1,28	43,750
10.	B1(+0,11)	B1(+0,10)	B(+0,04)	B(+0,03)	0,28	1,28	145,587
11.	B1(+0,11)	C1(+0,05)	C(+0,02)	C(+0,01)	0,19	1,19	56,501
12.	B1(+0,11)	B1(+0,10)	B(+0,04)	C(+0,01)	0,26	1,26	148,075
13.	B1(+0,11)	B1(+0,10)	B(+0,04)	B(+0,03)	0,28	1,28	45,977
14.	B1(+0,11)	B1(+0,10)	B(+0,04)	C(+0,01)	0,26	1,26	50,4
15.	B1(+0,11)	B2(+0,08)	B(+0,04)	C(+0,01)	0,24	1,24	43,920
16.	B1(+0,11)	B2(+0,08)	C(+0,02)	B(+0,03)	0,24	1,24	58,007
17.	B1(+0,11)	C1(+0,05)	B(+0,04)	C(+0,01)	0,21	1,21	54,788
18.	B1(+0,11)	B1(+0,10)	B(+0,04)	B(+0,03)	0,28	1,28	33,356
19.	B1(+0,11)	B1(+0,10)	B(+0,04)	B(+0,03)	0,28	1,28	62,72
20.	B1(+0,11)	B1(+0,10)	B(+0,04)	B(+0,03)	0,28	1,28	17,331

4.2.3.3 Menghitung Waktu Baku

Waktu normal yang telah didapatkan digunakan untuk menghitung waktu baku. Didalam perhitungan waktu baku diperhitungkan besarnya kelonggaran atau *allowance* dimana kelonggaran tersebut untuk kebutuhan pribadi dan untuk melepaskan lelah yang dapat dilihat pada tabel 2.2 dan keterangannya. Untuk mengetahui perhitungan waktu baku dapat dilihat menggunakan rumus (2.8) beserta keterangannya dan dalam

menentukan allowance nya dapat dilihat pada LAMPIRAN 7 Penentuan Besarnya Kelonggaran/*Allowance*.

Tabel 4.6 Perhitungan Waktu Baku

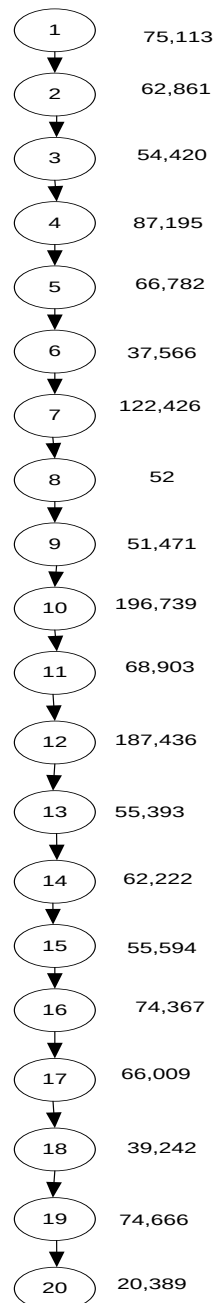
SK	<i>Fatigue All (%)</i>	<i>Dellay All (%)</i>	<i>Personal All (%)</i>	Total All (%)	Waktu Normal (detik)	Waktu Baku (detik)
1.	16	1	1	18	61,593	75,113
2.	14	1	1	16	52,803	62,861
3.	14	1	1	16	45,713	54,420
4.	16	1	1	18	71,500	87,195
5.	16	2	1	19	54,094	66,782
6.	12	1	1	14	32,307	37,566
7.	18	3	1	22	95,493	122,426
8.	13	1	1	15	44,200	52
9.	13	1	1	15	43,750	51,471
10.	21	4	1	26	145,587	196,739
11.	15	2	1	18	56,501	68,903
12.	16	4	1	21	148,075	187,436
13.	14	2	1	17	45,977	55,393
14.	16	2	1	19	50,4	62,222
15.	18	2	1	21	43,920	55,594
16.	19	2	1	22	58,007	74,367
17.	14	2	1	17	54,788	66,009
18.	13	1	1	15	33,356	39,242
19.	13	2	1	16	62,72	74,666
20.	13	1	1	15	17,331	20,389

4.2.4 Perhitungan *Line Balancing*

Setelah didapatkan semua data dari perhitungan-perhitungan sebelumnya yang melibatkan perhitungan menentukan kecukupan data, keseragaman data, waktu normal serta mencari waktu baku untuk masing-masing stasiun kerja, dilanjutkan dengan perhitungan menggunakan metode *line balancing* yang menggunakan metode Helgeson-Birnie/ *Ranked Positinal Weight* (RPW).

4.2.4.1 Lintasan Produksi Pada Kondisi Awal

1. Membuat *Precedence Diagram*



Gambar 4.1 *Precedence Diagram* Pembuatan Sarung Tangan di PT.Adi Satria Abadi

2. Perhitungan Kriteria Performansi *Line Balancing* Pada Kondisi Awal

Kriteria performansi dalam *line balancing* meliputi *line efficiency*, *smoothing index*, *balance delay*, *idle time* dalam produksi. Untuk mengetahui hasil perhitungan dari kondisi awal lintasan produksi pembuatan sarung tangan di perusahaan PT. Adi Satria Abadi dapat dilihat pada rumus perhitungan (2.10), (2.11), (2.12) dan (2.13) beserta

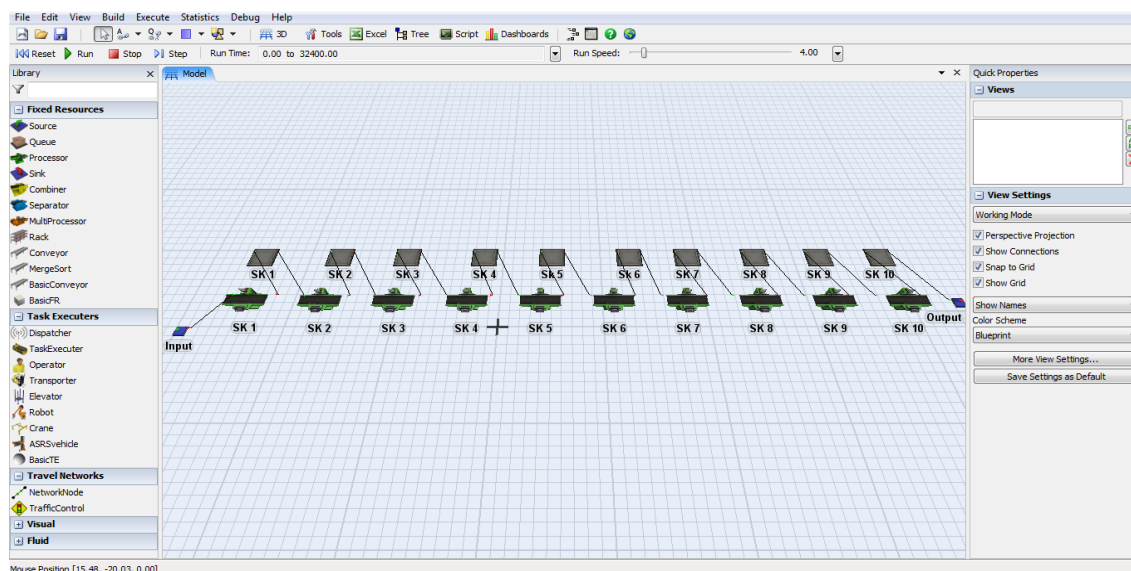
keterangannya dan untuk perhitungan manualnya bisa dilihat pada LAMPIRAN 8 Perhitungan Kriteria Performansi Lintasan.

Tabel 4.7 Kriteria Performansi Kondisi Awal

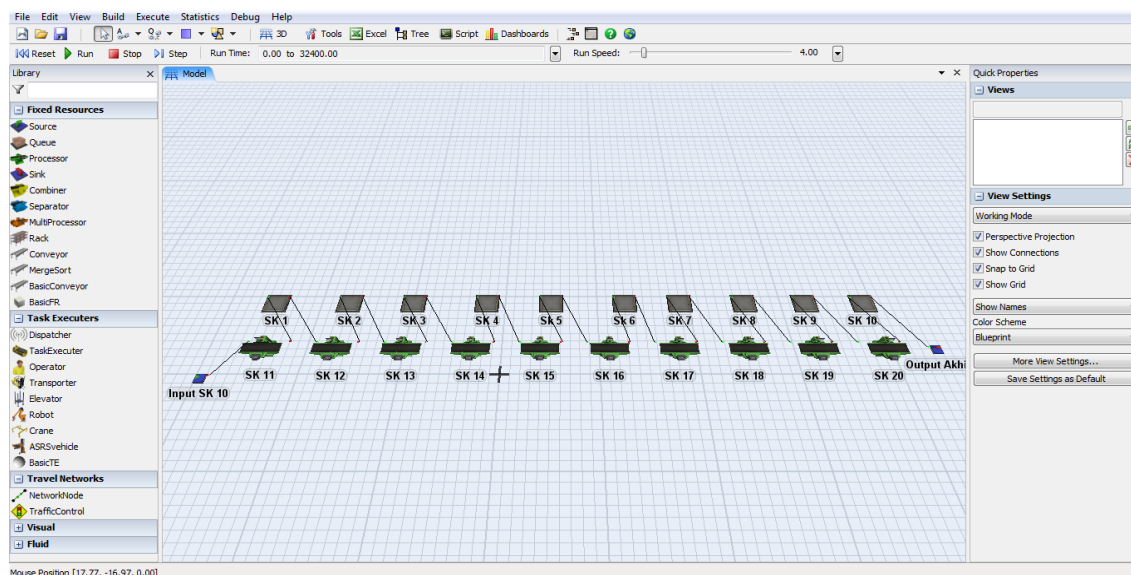
Performansi			
Efisiensi Lintasan	<i>Smoothing Index</i>	<i>Balance Delay</i>	<i>Idle Time</i>
38,39%	576,251	61,61%	2423,986 detik

3. Model Simulasi Kondisi Awal Menggunakan *Software* Flexsim

Model simulasi kondisi awal menggunakan *software* Flexsim adalah sebagai berikut :



Gambar 4.2 Model Simulasi Kondisi Awal Untuk SK 1 – SK 10



Gambar 4.3 Model Simulasi Kondisi Awal Untuk SK 10 – SK 20

Untuk model simulasi menggunakan *software* Flexsim ini dilakukan dua kali proses pembangunan model secara terpisah yaitu model simulasi kondisi awal untuk stasiun kerja 1 – stasiun kerja 10 dan stasiun kerja 11 – stasiun kerja 20. Hal ini dilakukan dikarenakan untuk *software* Flexsim memiliki keterbatasan dari jumlah *item* yang digunakan dalam sekali proses pemodelan sehingga seandainya dilakukan secara bersamaan maka tidak akan mencukupi *space* dari *software* Flexsim. Walaupun dilakukan secara terpisah tetapi tidak mempengaruhi dari nilai sistem pemodelan yang dilakukan karena *input* yang dimasukkan oleh model kedua telah dibuat dari output model pertama sehingga walaupun terpisah bisa dikatakan tetap satu lintasan produksi.

4. Output Produksi

Output produksi ini adalah data dari produksi sistem nyata/*real* dan hasil model simulasi per harinya. Data produksi sistem nyata didapatkan dari data real yang ada diperusahaan sedangkan data produksi model simulasi didapatkan dari model simulasi menggunakan *software* Flexsim. Output produksinya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8 Output Produksi Sistem Nyata dan Model Simulasi

SK	Jumlah Pekerja	Sistem Nyata (pcs)	Model Simulasi (pcs)
1.	1	355	359
2.	1	353	358
3.	1	352	357
4.	1	305	307
5.	1	302	306
6.	1	300	306
7.	1	219	217
8.	1	213	216
9.	1	211	216
10.	1	168	161
11.	1	167	161
12.	1	147	143
13.	1	146	143
14.	1	144	143
15.	1	142	142
16.	1	142	142

SK	Jumlah Pekerja	Sistem Nyata (pcs)	Model Simulasi (pcs)
17.	1	141	142
18.	1	141	141
19.	1	140	141
20.	1	140	141

5. Validasi Model Simulasi dengan Sistem Nyata Pada Kondisi Awal

a. Mencari Nilai *Mean* dan Standar Deviasi

Untuk mencari nilai *mean* dan standar deviasi dari sistem nyata dan model simulasi bisa dilihat pada rumus (2.14) beserta keterangannya. Nilai *mean* dan standar deviasi ini didapatkan dari perbandingan data kapasitas produksi sistem nyata dan model simulasi yang ada pada tabel 4.8 diatas.

Tabel 4.9 Nilai *Mean* dan Standar Deviasi

	Sistem Nyata ₍₁₎	Model Simulasi ₍₂₎
<i>Mean</i>	211,4	212,1
SD (v)	83,31386	85,84312
n	20	20

b. Mencari nilai Z hitung

Untuk mencari nilai Z hitung bisa diketahui dengan menggunakan rumus (2.16) dan (2.17) beserta keterangannya atau dengan perhitungan sebagai berikut :

$$Sp^2 = \frac{(n_1 - 1)V_1^2 + (n_2 - 1)V_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$Sp^2 = \frac{(20 - 1)83,31386^2 + (20 - 1)85,84312^2}{20 + 20 - 2}$$

$$Sp^2 = \frac{(19)6941,1992 + (19)7369,0412}{38}$$

$$Sp^2 = 7155,1202$$

Kemudian menghitung Z hitung sebagai berikut :

$$Z \text{ hitung} = \frac{Mean 1 - Mean 2}{\sqrt{Sp^2 \times (\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})}}$$

$$Z_{hitung} = \frac{211,4 - 212,1}{\sqrt{7155,1202 \times (\frac{1}{20} + \frac{1}{20})}}$$

$$Z_{hitung} = -0,02616914$$

Dengan kata lain, data hasil simulasi dapat diterima atau sesuai dengan hasil dari sistem nyata karena nilai Z_{hitung} diantara $-1.96 < -0,02616914 < 1.96$

4.2.4.2 Perhitungan *Line Balancing* Dengan Metode Helgeson-Birnie/ *Ranked Positional Weight* (RPW)

Dalam perhitungan *line balancing* yang dilakukan menggunakan metode *ranked positional weight* ini adalah sebagai berikut :

4.2.4.2.1. Waktu Kerja Untuk Setiap Stasiun Kerja

Tabel 4.10 Waktu Kerja Setiap Stasiun Kerja

SK	Elemen Kerja	Waktu Kerja (detik)
1.	Persiapan	75,113
2.	Variasi Jarum 1	62,861
3.	Variasi Jarum 2	54,420
4.	Pasang Karet	87,195
5.	Pasang Velcro	66,782
6.	Pasang Size	37,566
7.	Pasang Ibu Jari	122,426
8.	Lipat Ibu Jari	52
9.	Pilih Machi	51,471
10.	Pasang Machi	196,739
11.	Caraha	68,903
12.	Lipat Omo	187,436
13.	Potong - Potong	55,393
14.	Pasang Kancing	62,222
15.	Leres Kancing	55,594
16.	Pasang Pita	74,367
17.	Balik Omo	66,009
18.	Kumis - Kumis	39,242

SK	Elemen Kerja	Waktu Kerja (detik)
19.	Seleksi	74,666
20.	Admin	20,389

4.2.4.2.2. Membuat Matriks Nilai (*Precedence Matriks*)

Dalam pembuatan *precedence* matriks bobot posisi/*positional weight* (PW) dihitung mulai dari belakang aliran menuju ke awal aliran.

Tabel 4.11 *Precedence Matriks*

SK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	PW
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1510,794
2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1435,681
3	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1372,82
4	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1318,4
5	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1231,205
6	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1164,423
7	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1126,857
8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1004,431
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	952,431
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	900,96
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	704,221
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	635,318
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	447,882
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	392,489
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	330,267
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	274,673
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	200,306
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	134,297
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	95,055
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20,389

Angka 1 menunjukkan bahwa elemen kerja ke-n diikuti elemen kerja yang lain yang mengikutinya. Sedangkan angka 0 menunjukkan bahwa elemen kerja ke-n tidak

diikuti elemen kerja yang lain. Penentuan PW adalah dengan menambahkan waktu baku stasiun kerja ke-n dengan waktu baku stasiun kerja yang diikutinya.

4.2.4.2.3. Membuat Tabel Ranking Berdasarkan Bobot Posisi

Sesuai dengan bobot posisi yang telah dihitung seperti terlihat pada tabel *precedence* matriks diatas dapat ditentukan ranking untuk masing-masing stasiun kerja sesuai dengan bobot posisinya.

Tabel 4.12 Ranking Stasiun Kerja Berdasarkan Bobot Posisi

SK	Elemen Kerja	PW (<i>Positional Weight</i>)	Ranking
1.	Persiapan	1510,794	1
2.	Variasi Jarum 1	1435,681	2
3.	Variasi Jarum 2	1372,82	3
4.	Pasang Karet	1318,4	4
5.	Pasang Velcro	1231,205	5
6.	Pasang Size	1164,423	6
7.	Pasang Ibu Jari	1126,857	7
8.	Lipat Ibu Jari	1004,431	8
9.	Pilih Machi	952,431	9
10.	Pasang Machi	900,96	10
11.	Caraha	704,221	11
12.	Lipat Omo	635,318	12
13.	Potong - Potong	447,882	13
14.	Pasang Kancing	392,489	14
15.	Leres Kancing	330,267	15
16.	Pasang Pita	274,673	16
17.	Balik Omo	200,306	17
18.	Kumis - Kumis	134,297	18
19.	Seleksi	95,055	19
20.	Admin	20,389	20

4.2.4.2.4. Melakukan Perbaikan Lintasan Pada Stasiun Kerja Yang Mengalami Penumpukan Material

a. Menentukan Stasiun Kerja Yang Mengalami Penumpukan Material/ *Bottleneck*

Tabel 4.13 Waktu Kerja dan *Output* Produksi Setiap Stasiun Kerja

Stasiun Kerja	Jumlah Pekerja	$\sum ti$	Output Produksi
1	1	75,113	355
2	1	62,861	353
3	1	54,420	352
4	1	87,195	305
5	1	66,782	302
6	1	37,566	300
7	1	122,426	219
8	1	52	213
9	1	51,471	211
10	1	196,739	168
11	1	68,903	167
12	1	187,436	147
13	1	55,393	146
14	1	62,222	144
15	1	55,594	142
16	1	74,367	142
17	1	66,009	141
18	1	39,242	141
19	1	74,666	140
20	1	20,389	140

Dapat dilihat pada tabel 4.13 diatas bahwa stasiun kerja yang mengalami penumpukan material adalah pada stasiun kerja 4, stasiun kerja 7, stasiun kerja 10 dan stasiun kerja 12. Hal ini dapat diketahui bahwa stasiun kerja yang mengalami *bottleneck* bisa dilihat pada *output* produksi yang mempunyai selisih yang besar/banyak dengan stasiun kerja sebelumnya sehingga akan menyebabkan penumpukan material pada

stasiun kerja tersebut karena adanya material yang belum diproses sampai selesai dan menumpuk pada stasiun kerja yang mengalami beban kerja berlebihan.

- b. Melakukan Perbaikan Lintasan Dengan Menambahkan Operator/Mesin Pada Stasiun Kerja Yang mengalami *Bottleneck*

Tabel 4.14 Penambahan Operator/Mesin Pada Stasiun Kerja Yang Mengalami *Bottleneck*

Stasiun Kerja	Jumlah Pekerja/Mesin Sebelum Perbaikan	Jumlah Pekerja/Mesin Setelah Perbaikan	$\sum t_i$
1	1	1	75,113
2	1	1	62,861
3	1	1	54,420
4	1	2	87,195
5	1	1	66,782
6	1	1	37,566
7	1	2	122,426
8	1	1	52
9	1	1	51,471
10	1	2	196,739
11	1	1	68,903
12	1	2	187,436
13	1	1	55,393
14	1	1	62,222
15	1	1	55,594
16	1	1	74,367
17	1	1	66,009
18	1	1	39,242
19	1	1	74,666
20	1	1	20,389

Dari tabel 4.14 diatas dapat diketahui bahwa adanya penambahan operator/mesin yang pada kondisi awal hanya 1 menjadi 2 pada stasiun kerja yang mengalami

penumpukan material dan beban kerja berlebih. Stasiun kerja tersebut adalah pada stasiun kerja 4, stasiun kerja 7, stasiun kerja 10 dan stasiun kerja 12.

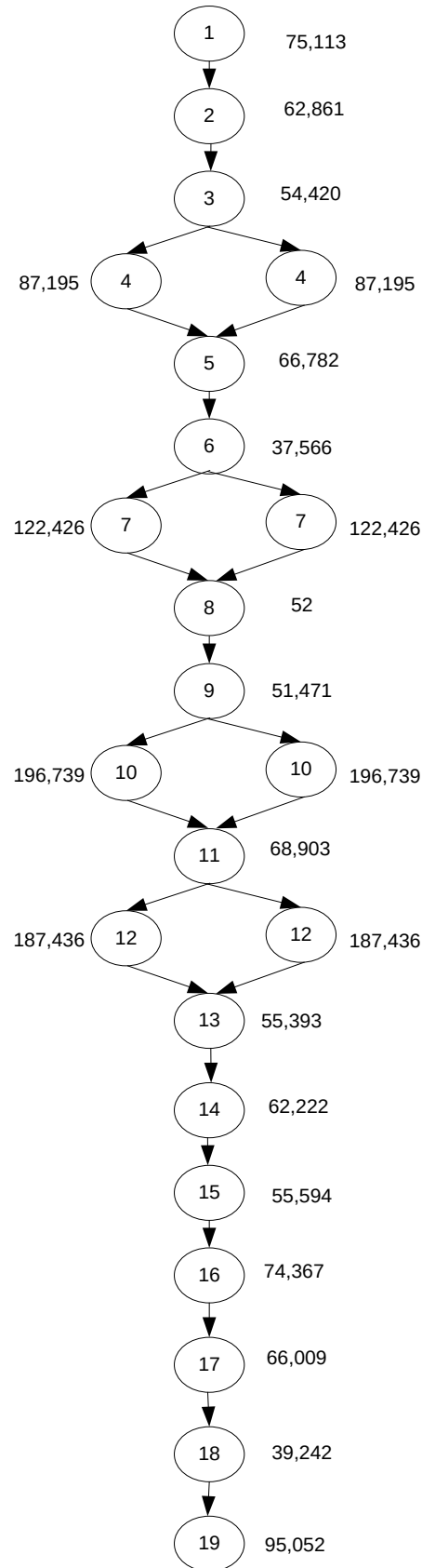
c. Pengelompokkan Stasiun Kerja Yang Memiliki Beban Kerja Minimum Dengan Stasiun Kerja Sebelumnya

Tabel 4.15 Pengelompokkan Stasiun Kerja Yang Mengalami Beban Kerja Minimum

Stasiun Kerja	Jumlah Pekerja/Mesin Setelah Perbaikan	t_i	$\sum t_i$
1	1	75,113	75,113
2	1	62,861	62,861
3	1	54,420	54,420
4	2	87,195	87,195
5	1	66,782	66,782
6	1	37,566	37,566
7	2	122,426	122,426
8	1	52	52
9	1	51,471	51,471
10	2	196,739	196,739
11	1	68,903	68,903
12	2	187,436	187,436
13	1	55,393	55,393
14	1	62,222	62,222
15	1	55,594	55,594
16	1	74,367	74,367
17	1	66,009	66,009
18	1	39,242	39,242
19	1	74,666	95,052
		20,389	

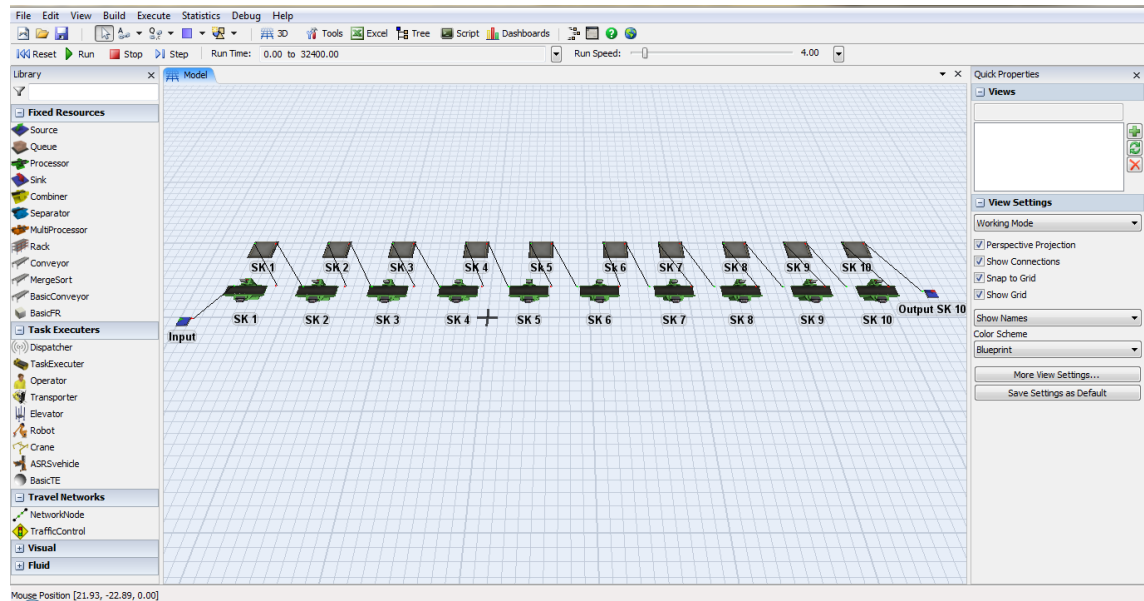
Dalam pengelompokkan stasiun kerja yang mengalami beban kerja minimum ini dilakukan pada stasiun kerja 20 yang memiliki nilai dari waktu proses terkecil. Oleh karenanya dilakukan penggabungan antara stasiun kerja 20 dan stasiun kerja sebelumnya yaitu stasiun kerja 19 agar mengurangi dari nilai dari *idle time* pada stasiun kerja 20 yang hanya memiliki proses yang paling cepat dibandingkan stasiun kerja lain.

d. Pembuatan *Precedence* Diagram Pada Perbaikan Lintasan

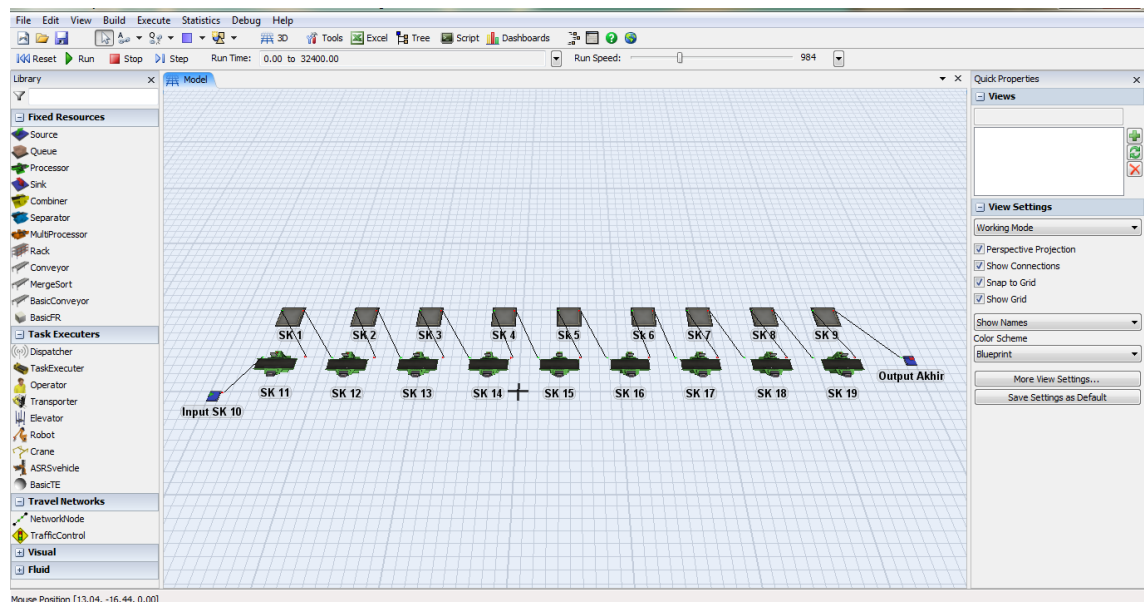


Gambar 4.4 *Precedence* Diagram Pada Perbaikan Lintasan

- e. Membuat Model Simulasi Pada Perbaikan Lintasan Menggunakan *Software* Flexsim
- Model simulasi pada perbaikan lintasan menggunakan *software* flexsim adalah sebagai berikut :



Gambar 4.5 Model Simulasi Perbaikan Lintasan Untuk SK 1 – SK 10



Gambar 4.6 Model Simulasi Perbaikan Lintasan Untuk SK 11 – SK 19

- f. Perhitungan Kriteria Performansi *Line Balancing* Berdasarkan Perbaikan Lintasan

Kriteria performansi dalam *line balancing* meliputi *line efficiency*, *smoothing index*, *balance delay*, *idle time* dalam produksi. Untuk mengetahui hasil perhitungan performansi dari aliran lini produksi berdasarkan lintasan perbaikan dapat dilihat pada rumus perhitungan (2.10), (2.11), (2.12) dan (2.13) beserta keterangannya dan untuk

perhitungan manualnya bisa dilihat pada LAMPIRAN 8 Perhitungan Kriteria Performansi Lintasan.

Tabel 4.16 Kriteria Performansi Berdasarkan Perbaikan Lintasan

Performansi			
Efisiensi Lintasan	<i>Smoothing Index</i>	<i>Balance Delay</i>	<i>Idle Time</i>
80,83%	167,813	19,17%	358,217 detik

g. *Output Produksi*

Output produksi ini didapatkan dari simulasi model menggunakan *software* Flexsim.

Output produksi perharinya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.17 *Output* Produksi Model Simulasi

SK	Jumlah Pekerja	Kapasitas Produksi Model Simulasi (pcs)
1	1	359
2	1	358
3	1	357
4	2	356
5	1	355
6	1	355
7	2	353
8	1	353
9	1	353
10	2	322
11	1	322
12	2	286
13	1	286
14	1	285
15	1	284
16	1	283
17	1	283
18	1	282

SK	Jumlah Pekerja	Kapasitas Produksi Model Simulasi (pcs)
19	1	282

4.2.4.3 Perbandingan Nilai Performansi Antara Kondisi Awal Dengan Usulan Perbaikan Lintasan

Perbandingan nilai performansi antara lintasan pada kondisi awal dengan usulan setelah dilakukannya perbaikan lintasan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.18 Perbandingan Nilai Performansi Antara Kondisi Awal Dengan Usulan Perbaikan Lintasan

Performansi	Kondisi Awal	Usulan Perbaikan Lintasan
Efisiensi Lintasan	38,39%	80,83%
<i>Smoothness Index</i>	576,251	167,813
<i>Balance Delay</i>	61,61%	19,17%
<i>Idle Time</i>	2423,986 detik	358,217 detik
<i>Output Produksi</i>	140 pcs	282 pcs

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisa Lintasan Pada Kondisi Awal

Line assembling pada kondisi awal saat ini terdapat 20 stasiun kerja dimana pada masing-masing stasiun kerja terdapat 1 operator yang bekerja dalam menyelesaikan masing-masing kerja dalam lintasan produksi sehingga jumlah operator yang bekerja adalah 20 operator. Berdasarkan hasil pengukuran waktu baku yang telah dilakukan, maka total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan 20 stasiun kerja sebesar 1510,794 detik.

Berikut adalah alokasi *line assembling* stasiun kerja yang ada pada lintasan kondisi awal.

Tabel 5.1 Stasiun Kerja Pada Kondisi Awal

Stasiun Kerja	Jumlah Operator	Elemen Kerja	t_i (detik)
1.	1	Persiapan	75,113
2.	1	Variasi Jarum 1	62,861
3.	1	Variasi Jarum 2	54,420
4.	1	Pasang Karet	87,195
5.	1	Pasang Velcro	66,782
6.	1	Pasang Size	37,566
7.	1	Pasang Ibu Jari	122,426
8.	1	Lipat Ibu Jari	52
9.	1	Pilih Machi	51,471
10.	1	Pasang Machi	196,739
11.	1	Caraha	68,903
12.	1	Lipat Omo	187,436
13.	1	Potong - Potong	55,393
14.	1	Pasang Kancing	62,222
15.	1	Leres Kancing	55,594

Stasiun Kerja	Jumlah Operator	Elemen Kerja	t_i (detik)
16.	1	Pasang Pita	74,367
17.	1	Balik Omo	66,009
18.	1	Kumis - Kumis	39,242
19.	1	Seleksi	74,666
20.	1	Admin	20,389

Kriteria performansi dalam *line balancing* meliputi efisiensi lintasan, *smoothing index*, *balance delay*, *idle time* dalam produksi. Hasil dari perhitungan kriteria performansi dalam *line balancing* adalah sebagai berikut :

Tabel 5.2 Kriteria Performansi Kondisi Awal

Performansi			
Efisiensi Lintasan	<i>Smoothing Index</i>	<i>Balance Delay</i>	<i>Idle Time</i>
38,39%	576,251	61,61%	2423,986 detik

Dari hasil perhitungan kriteria performansi kondisi awal diatas menunjukkan bahwa performansi *line assembling* pembuatan sarung tangan pada saat dilakukan pengamatan memiliki kondisi yang kurang baik. Sebagaimana yang telah diketahui bahwa lintasan produksi yang baik memiliki efisiensi lintasan yang tinggi, *smoothing index* yang mendekati 0, *balance delay* yang rendah dan *idle time* yang kecil.

5.2 Analisa Lintasan Pada Usulan Perbaikan Lintasan

Line assembling pada usulan perbaikan lintasan ini terdapat 19 stasiun kerja dimana untuk stasiun kerja 4, 7, 10, dan 12 memiliki penambahan operator menjadi 2 operator dan untuk stasiun kerja yang lain tetap memiliki 1 operator. Dan untuk stasiun kerja 19 dan 20 digabungkan menjadi 1 stasiun kerja dan 1 operator. Berikut adalah alokasi *line assembling* stasiun kerja yang ada pada usulan perbaikan lintasan yang telah dilakukan.

Tabel 5.3 Stasiun Kerja Pada Perbaikan Lintasan

Stasiun Kerja	Jumlah Pekerja/Mesin Setelah Perbaikan	t_i	$\sum t_i$
1	1	75,113	75,113
2	1	62,861	62,861
3	1	54,420	54,420

Stasiun Kerja	Jumlah Pekerja/Mesin Setelah Perbaikan	t_i	$\sum t_i$
4	2	87,195	87,195
5	1	66,782	66,782
6	1	37,566	37,566
7	2	122,426	122,426
8	1	52	52
9	1	51,471	51,471
10	2	196,739	196,739
11	1	68,903	68,903
12	2	187,436	187,436
13	1	55,393	55,393
14	1	62,222	62,222
15	1	55,594	55,594
16	1	74,367	74,367
17	1	66,009	66,009
18	1	39,242	39,242
19	1	74,666	95,052
		20,389	

Kriteria performansi dalam *line balancing* meliputi efisiensi lintasan, *smoothing index*, *balance delay*, *idle time* dalam produksi. Hasil dari perhitungan kriteria performansi dalam *line balancing* adalah sebagai berikut :

Tabel 5.4 Kriteria Performansi Pada Perbaikan Lintasan

Performansi			
Efisiensi Lintasan	<i>Smoothing Index</i>	<i>Balance Delay</i>	<i>Idle Time</i>
80,83%	167,813	19,17%	358,217 detik

Dari hasil perhitungan kriteria performansi pada perbaikan lintasan diatas menunjukkan bahwa performansi *line assembling* pembuatan sarung tangan sudah baik. Sebagaimana yang telah diketahui bahwa lintasan produksi yang baik memiliki efisiensi lintasan yang tinggi, *smoothing index* yang mendekati 0, *balance delay* yang rendah dan *idle time* yang kecil dibandingkan dengan performansi pada kondisi awal.

5.3 Analisa Perbandingan Kondisi Awal dan Hasil Usulan Perbaikan Lintasan

Perbandingan kondisi awal dan usulan dapat dilakukan dengan membandingkan kriteria performansi seperti yang terlihat sebagai berikut :

Tabel 5.5 Perbandingan Kriteria Performansi Kondisi Awal dan Usulan

Performansi	Kondisi Awal	Hasil Usulan
Efisiensi Lintasan	38,39%	80,83%
<i>Smoothing Index</i>	576,251	167,813
<i>Balance Delay</i>	61,61%	19,17%
<i>Idle Time</i>	2423,986 detik	358,217 detik

Berdasarkan perbandingan pada tabel 5.5 dapat dilihat bahwa perbaikan lintasan hasil usulan lebih baik daripada lintasan pada kondisi awal. Analisa terhadap tiap masing-masing kriteria performansi adalah sebagai berikut :

a. Efisiensi Lintasan

Efisiensi lintasan adalah rasio antara waktu yang digunakan yang digunakan dengan waktu yang tersedia. Lintasan produksi yang baik memiliki nilai efisiensi lintasan yang tinggi yang menunjukkan bahwa seluruh stasiun kerja memiliki waktu yang mendekati dengan waktu siklus yang telah ditetapkan. Sehingga dapat dikatakan semakin tinggi nilai efisiensi lintasan maka performansi lintasan tersebut semakin baik. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh peningkatan efisiensi lintasan sebesar 42,44%, yaitu dari 38,39% menjadi 80,83%.

b. *Smoothing Index*

Smoothness Index adalah suatu indeks yang mempunyai kelancaran relatif dari penyeimbangan lintasan perakitan tertentu atau tingkat kelancaran dari keseimbangan lintasan yang dibentuk. Lintasan produksi yang baik memiliki nilai *smoothing index* yang mendekati nol. Dengan kata lain semakin kecil nilai *smoothing index* maka performansi lintasan semakin baik. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh penurunan nilai *smoothing index* sebesar 408,438 yaitu dari 576,251 menjadi 167,813.

c. *Balance Delay*

Balance Delay adalah rasio antara waktu idle dalam lintasan perakitan dengan waktu yang tersedia. Besar *balance delay* menunjukkan presentase waktu senggang terhadap waktu produksi komponen sejak memasuki stasiun kerja pertama sampai stasiun kerja terakhir. Lintasan produksi yang sempurna memiliki *balance delay* sebesar

nol, yang berarti tidak ada waktu senggag pada seluruh stasiun kerja. Dengan kata lain semakin kecil nilai *balance delay* maka performansi lintasan semakin baik. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh menurunnya nilai *balance delay* sebesar 42,44% yaitu dari 61,61% menjadi 19,17%.

d. *Idle Time*

Idel Time menunjukkan total waktu menunggu dari setiap akibat selisih waktu stasiun kerja terbesar dengan waktu setiap stasiun. Lintas produksi yang sempurna tidak memiliki waktu menganggur yang berarti waktu setiap stasiun kerja sama. Semakin besar waktu waktu menganggur menunjukkan bahwa lintasan produksi kurang efisien karena banyak waktu terbuang untuk menunggu stasiun kerja yang memiliki waktu stasiun terbesar menyelesaikan elemen kerja. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh menurunnya nilai *idle time* sebesar 2065,769 detik, yaitu dari 2423,986 detik menjadi 358,217 detik.

5.4 Analisa Perbandingan *Output* Produksi Pada Kondisi Awal dan Usulan Perbaikan Lintasan

Perbandingan *output* produksi pada kondisi awal dan usulan perbaikan lintasan adalah sebagai berikut :

Tabel 5.6 Perbandingan *Output* Produksi Kondisi Awal dan Usulan

	Kondisi Awal	Usulan Perbaikan Lintasan
<i>Output</i> Produksi	140 pcs	282 pcs

Setelah dilakukannya perbandingan *output* produksi pada kondisi awal dan usulan perbaikan lintasan dengan disimulasikan menggunakan *software* Flexsim didapatkan bahwa *output* untuk kondisi awal sebesar 140 pcs sedangkan untuk usulan perbaikan lintasan sebesar 282 pcs. Peningkatan *output* produksi yang didapatkan dari perbaikan lintasan ini adalah sebesar 142 psc, dari 140 pcs menjadi 282 pcs produk sarung tangan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari keseluruhan kegiatan yang telah dilakukan dalam penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa :

- a. Dari proses *line balancing* dengan penambahan operator yang telah dilakukan, didapatkan bahwa adanya peningkatan performansi dari kondisi awal dengan setelah dilakukannya perbaikan lintasan. Peningkatannya antara lain tingkat efisiensi lintasan sebesar 80,83%, *smoothing index* sebesar 167,813, *balance delay* sebesar 19,17%, *idle time* sebesar 358,217 detik. Hasil tersebut tentunya lebih baik dibandingkan dengan kondisi awalnya, dimana tingkat efisiensi lintasan sebesar 38,39%, *smoothing index* sebesar 576,251, *balance delay* sebesar 61,61%, *idle time* sebesar 2423,986 detik.
- b. Dari perbaikan lintasan produksi yang telah dilakukan dengan mensimulasikan menggunakan *software* Flexsim didapatkan bahwa jumlah *output* produksi mengalami peningkatan sebesar 142 pcs produk, yang awalnya pada kondisi awal sebesar 140 pcs produk menjadi 282 pcs produk sarung tangan setelah dilakukannya perbaikan lintasan.

6.2 Saran

- a. Pada penelitian ini lintasan produksi merupakan hal yang sangat penting bagi proses produksi. Oleh karenanya diperlukan adanya pembenahan dan perbaikan pada bagian lintasan produksi khususnya pada masing-masing stasiun kerja sehingga lintasan produksi menjadi lebih baik dan seimbang. Hal ini tentunya akan mempengaruhi dari kelancaran produksi.
- b. Penelitian ini hanya mengambil aspek dari waktu proses dan belum menyentuh aspek-aspek lain seperti tata letak dari *line assembling* perusahaan. Oleh karena itu disarankan penelitian ini dilanjutkan penelitian yang lain dengan memasukkan faktor aspek yang lain agar hasil atau rekomendasi dari penelitian ini menjadi lebih sempurna dan siap untuk diaplikasikan.

- c. Atas dasar penelitian ini, maka diharapkan juga untuk penelitian-penelitian selanjutnya dalam melakukan penelitian pada bagian lintasan produksi dapat menerapkan atau menggunakan metode yang lain sehingga dapat mengetahui perbaikan lintasan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Baroto, T. dan Maryati, W.E. 2002. Perencanaan Keseimbangan Lintasan Untuk Meningkatkan Effisiensi Kerja Dengan Menggunakan Metode RPW. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang
- Bukchin, J., Dar-El, E.M., dan Rubinovitz, J. 2001. *Mixed model assembly line design in a make-to-order environment*. Israel: Te-aviv University and Institute of Technology
- Daelima, V.F., Febianti, E., dan Ilhami, M.A. 2013. Analisis Keseimbangan Lintasan Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi dengan Pendekatan *Line Balancing* dan Simulasi. Banten: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
- Delsim. 2014. *Verifikation & Validation*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- Desain Sistem Kerja dan Ergonomi. 2014. *Time Study: Metode Stopwatch*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- Eryuruk, S.H., Kalaoglu, F., dan Baskak, M. 2008. *Assembly Line Balancing in a Clothing Company*. Turkiye: Istanbul Technical University
- Grzechca, W. 2016. *Manufacturing in Flow Shop and Assemblu Line Structure*. Poland: Silesian University of Technology
- Hamza, R.M.A. dan Al-Mana, J.Y. 2013. *Selection of Balancing Method for Manual Assembly Line of Two Stages Gearbox*. Bahrain: Gulf University
- Henry, R.E. 2011. Analisa Peningkatan Kapasitas Produksi Pada *Line Assembling* Transmisi PT.X Dengan Metode *Line Balancing*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Kumar, N. dan Mahto, D. 2013. *Assembly Line Balancing: Areviem of DeDevelopments and Trends in Approach to Industrial Application*. USA: Global Journals Inc
- Mahto, D. dan Kumar, A. 2012. *An Empirical Investigation of Assembly Line Balancing Techniques and Optimized Implementation Approach for Efficiency Improvements*. USA: Global Journals Inc
- Nurhasanah, N. dan Simanjuntak, J.P. 2012. Pengukuran Produktivitas Alur Produksi Menggunakan Metode *Line Balancing* Di PD Sandang Jaya. Jakarta: Binus University

- Nurhasanah, N., Nurlina, S., dan Nugroho, T. 2015. Simulasi Flexsim Untuk Optimasi Sistem Antrian Poli Umum rawat Jalan Rumah Sakit X. Jakarta: Universitas Al Azhar Indonesia
- Patel, P.R., Kulkarni, S., dan Kumar, D. 2015. *Work Optimization in The Assembly Line and Line Balancing in The Sub-Assembly*. India: Karnataka Bangalore
- Perancangan Sistem Industri Terpadu. 2012. Penyeimbangan Lini Perakitan. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- Prahasta, D. 2001. Perbaikan Keseimbangan Lintasan Produksi Dengan Metode Heuristic Untuk Meningkatkan Efisiensi Kerja Di PT. Tricita Karya. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- Purnama, J. 2008. Perancangan Sistem Keseimbangan Lintasan Produksi Untuk Mengurangi *Balance Delay* Guna Meningkatkan *Output* Produksi. Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
- Rinawati, D.I., Puspitasari, D., dan Muljadi, F. 2012. Penentuan Waktu Standar dan Jumlah Tenaga Kerja Optimal Pada Produksi Batik. Semarang: Universitas Diponegoro
- Satriyanto, E. dan Yuwono, W. 2008. Pembuatan Media Teknik Pengukuran Produktivitas Pekerja Terintegrasi Pada Perangkat Pengamat Waktu. Surabaya: Institut teknologi Sepuluh Nopember
- Sinaga, T.S. 2014. Pengukuran Keseimbangan Lintasan Produksi Keramik Dengan Metode Helgeson dan Birnie Di PT.XYZ. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara
- Sugiarto F. dan Buliali, J.L. 2012. Implementasi Simulasi Sistem Untuk Optimasi Proses Produksi Pada Perusahaan Pengalengan Ikan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Wahyudi, I. 2011. Analisis Keseimbangan Lintasan Produksi Menggunakan Metode Helgeson-Birnie (*Ranked Positional Weight*) dan Killbridge-Wester (*Region Approach*) Untuk Mengoptimalkan Harga Pokok Produk. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

LAMPIRAN 1

Profil Perusahaan

1. Sejarah Singkat Perusahaan

PT. Adi Satria Abadi (ASA) merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan sarung tangan dari bahan kulit. Penggunaan bahan kulit sebagai bahan dasar dari pembuatan sarung tangan dari bahan baku domba, kambing dan syntetis yang sudah dihilangkan bulunya serta sudah dalam keadaan diasamkan atau di *pickle*.

PT. Adi Satria Abadi didirikan pada tanggal 26 Juli 1994 oleh Bapak Subiyono, B.Sc., Bapak Diyono, dan Ibu M. Difalik Tantowiyah dengan status penanaman modal bersama dengan akte pendirian nomor: ASA 77.26 Juli 1994, Ijin Ho Nomor: 503/4739/1994 dan Ijin SIUP Nomor: 1.77-94/1202/PB/II/1995. Pada awalnya, perusahaan ini didirikan dengan nama PT. Adi Surya Abadi, namun saat diajukan ke Departemen Kehakiman ternyata nama tersebut sudah terdaftar pada perusahaan lain, maka disarankan untuk memakai nama pengganti lain, sehingga dirubah menjadi PT. Adi Satria Abadi. Dengan nama ini kemudian bisa disyahkan oleh Departemen Kehakiman dan menjadi nama resmi yaitu PT. Adi Satria Abadi.

PT. Adi Satria Abadi mempunyai dua lokasi untuk produksinya. Adapun bagian perusahaan yang mengelola kulit lembaran berlokasi di Desa Banyakan, Kelurahan Siti Mulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. Sedangkan divisi pembuatan sarung tangan berlokasi di Dusun Sidokerto, RT 03 RW 01 Purwomartani, kalasan, Sleman, Yogyakarta.



Gambar 1. PT. Adi Satria Abadi

Pada awal didirikan, PT. Adi Satria Abadi mengkhususkan diri pada pengolahan kulit terutama untuk diekspor. Pada tahun 1997, perusahaan mulai merasakan adanya kulit-kulit yang sobek karena proses maupun jumlah kutu yang terlalu banyak sehingga mengakibatkan kulit-kulit menjadi afkir (tidak dapat digunakan) dan mempengaruhi sulitnya penjualan. Kemudian muncul ide untuk mendirikan pabrik sarung tangan untuk mengelola kulit-kulit yang tidak dapat digunakan. Kulit afkir yang telah diolah kembali dapat mempunyai nilai jual dan tidak terbuang. Sehingga pabrik sarung tangan ini sifatnya sebagai pelengkap pabrik kulit yang memproduksi kulit bahan sarung tangan.

2. Penjadwalan Kerja Karyawan

Penjadwalan kerja karyawan di PT. Adi Satria Abadi sudah diatur oleh perusahaan dan dijadikan sebagai pedoman kegiatan harian. Jumlah jam kerja dalam satu minggu sebesar 40 jam, diatur dalam 6 hari kerja.

Tabel 1. Penjadwalan Kerja Karyawan

Hari	Waktu	Kegiatan
Senin - Kamis	07.30 – 12.00	Produksi
	12.00 – 13.00	Istirahat
	13.00 – 16.30	Produksi
Jum'at	07.30 – 15.30	Produksi
	11.45 – 13.00	Istirahat
	13.00 – 16.30	Produksi

Kerja over time pada dasarnya tergantung situasi pekerjaan, jadi kerja lembur tidak bisa dipastikan/ diatur. Pengupahan kerja lembur mengikuti aturan yang berlaku. Juga minta iji penyimpangan jam kerja dari Depnaker. Supaya kedisiplinan tetap terjaga, jam 07.25 karyawan diharuskan sudah ditempat kerja, siap untuk kerja.

Sebelum mulai kerja, karyawan dengan serentak berdoa bersama-sama semuai dengan kepercayaan masing-masing dan dilanjutkan mengucapkan motto/ slogan “KEPUASAN PELANGGAN ADALAH BUDAYA KAMI”. Agar karyawan selalu ingat motto perusahaan dengan tidak mengurangi produktivitas, karyawan diperbolehkan menukarkan hari libur tapi harus serentak semuanya.

3. Pengadaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan syarat yang paling penting, karena dengan tersedianya bahan baku yang mencukupi kebutuhan proses produksi akan mengurangi kekurangan bahan baku. PT.Adi Satria Abadi memiliki 2 macam bahan baku untuk pembuatan sarung tangan, yaitu :

a. Bahan Baku Utama

Bahan baku utama yang digunakan untuk membuat sarung tangan adalah dari kulit binatang yakni kulit domba, kambing dan syntetis yang sudah dihilangkan bulunya, sudah dalam keadaan diasamkan.



Gambar 2. Bahan Baku Kulit

b. Bahan Baku Pembantu

Selain bahan baku utama, diperlukan juga bahan baku pembantu sebagai berikut :

- | | | |
|-----------|-----------|------------|
| a. Benang | c. Pita | e. Kancing |
| b. Karet | d. Velcro | |

Bahan baku yang diterima dari divisi leather diseleksi terlebih dahulu untuk melihat warna, ketebalan dan kualitas kulit sesuai dengan kriteria atau tidak. Jika ada yang tidak sesuai maka akan dijadikan produk yang peringkatnya lebih rendah, biasanya produk yang peringkatnya lebih rendah tidak untuk di ekspor tetapi untuk dalam negeri. Jika kulit yang sudah sesuai akan langsung diproses menjadi sarung tangan.

4. Hasil Produk

Gambar dibawah ini merupakan contoh dari hasil produksi di PT. Adi Satria Abadi adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Hasil Produk Sarung Tangan

LAMPIRAN 2

Lembar Hasil Pengamatan Waktu Untuk Setiap Stasiun Kerja

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan : Persiapan					
Satuan Waktu : Detik					
Tanggal Pelaksanaan : 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016					
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
43,8	77,4	40,8	31,2	52,8	48,12
46,2	30,6	50,4	39	46,2	
49,2	55,8	47,4	61,2	37,2	
34,2	49,2	47,4	37,2	37,8	
53,4	44,4	58,2	53,4	69,6	
57	47,4	61,2	49,2	49,8	

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan : Variasi Jarum 1					
Satuan Waktu : Detik					
Tanggal Pelaksanaan : 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016					
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
41,4	50,4	46,8	38,4	61,2	42,93
40,2	31,2	32,4	48,2	58,8	
50,4	43,2	27	49,8	57	
42	38,8	43,2	52,8	26,4	
35,4	37,8	55,8	41,4	44,4	
43,2	37	41,4	31,8	40,2	

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan : Variasi Jarum 2					
Satuan Waktu : Detik					
Tanggal Pelaksanaan : 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016					
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
31,2	25,2	53,4	45,6	34,8	37,78
31,8	43,8	40,8	37,8	23,4	
31,2	57,6	43,2	27,6	49,2	
36,6	51	40,2	38,4	52,2	
33,6	37,2	23,4	28,2	39,2	
33,4	28,2	40,8	39	35,4	

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan		: Pasang Karet			
Satuan Waktu		: Detik			
Tanggal Pelaksanaan		: 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016			
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
58,8	61,8	40,2	50,4	55,2	55,86
47,4	49,8	67,8	55,8	43,8	
63,6	43,2	68,4	72,6	51,8	
65,2	37,2	43,8	47,8	67,2	
80,4	57,8	40,2	87	58,8	
66,6	52,2	57,8	42	41,4	

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan : Pasang Velcro					
Satuan Waktu : Detik					
Tanggal Pelaksanaan : 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016					
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
63,6	57,6	69	46,8	53,4	44,34
39	48,6	44,4	34,8	40,8	
37,8	31,8	40,8	45,6	34,2	
51,6	41,4	25,8	50,4	49,2	
47,4	43,2	34,2	49,2	66,6	
37,2	31,2	37,8	46,2	30,6	

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan		: Pasang Size			
Satuan Waktu		: Detik			
Tanggal Pelaksanaan		: 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016			
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
19,2	31,8	25,2	20,4	18	26,7
31,2	25,8	27	37,2	31,8	
27,6	37,8	27	38,4	31,2	
13,8	19,2	25,8	13,2	25,8	
25,2	25,2	19,2	27	28,2	
37,2	21	28,8	23,4	38,4	

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan : Pasang Ibu Jari					
Satuan Waktu : Detik					
Tanggal Pelaksanaan : 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016					
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
80,4	73,8	67,2	55,8	85,2	78,92
82,2	49,8	80,4	58,8	93,6	
49,8	70,2	81,6	73,8	105,6	
111,6	89,4	100,8	86,4	80,4	
56,4	105	67,2	73,8	97,8	
85,2	67,2	109,2	55,2	73,8	

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan		: Lipat Ibu Jari			
Satuan Waktu		: Detik			
Tanggal Pelaksanaan		: 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016			
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
37,8	31,8	22,2	25,2	43,2	35,08
31,2	39,6	25,2	28,2	39,6	
32,4	43,8	31,8	28,8	37,8	
33,6	43,8	38,4	25,2	25,2	
37,2	29,4	43,8	39	44,4	
27	43,8	37,8	35,4	49,8	

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan		: Pilih Machi			
Satuan Waktu		: Detik			
Tanggal Pelaksanaan		: 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016			
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
31,8	36,6	20,4	31,2	22,2	34,18
46,8	31,8	38,4	35,4	37,2	
45,6	33	44,4	35,4	37,8	
29,4	32,4	28,2	31,8	37,8	
45,6	31,8	43,8	34,8	26,4	
31,2	35,4	24	38,4	26,4	

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan : Pasang Machi					
Satuan Waktu : Detik					
Tanggal Pelaksanaan : 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016					
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
94,2	139,2	134,4	100,2	109,2	113,74
87,6	115,2	97,8	151,2	110,4	
94,2	115,8	97,8	105	99	
103,8	111,6	88,8	113,4	97,2	
157,2	103,2	110,4	151,2	127,8	
139,8	103,2	115,8	100,8	136,8	

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan : Caraha					
Satuan Waktu : Detik					
Tanggal Pelaksanaan : 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016					
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
34,2	49,8	37	46,8	41,6	47,46
33,6	50,4	44,4	44,4	39,6	
81,6	37,8	52,2	49,8	38,2	
40,8	67,2	61,2	40,8	50,4	
56,4	48,8	40,8	50,4	33,6	
45	42,4	38,4	78,6	47,8	

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan : Lipat Omo					
Satuan Waktu : Detik					
Tanggal Pelaksanaan : 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016					
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
145,2	128,4	107,4	113,4	97,8	117,52
110,4	140,4	127,2	107,4	133,2	
103,2	113,4	127,8	108	107,4	
124,2	114	118,2	113,4	122,4	
113,4	109,8	117,6	107,4	103,8	
116,4	151,8	127,2	103,2	112,2	

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan		: Potong – Potong			
Satuan Waktu		: Detik			
Tanggal Pelaksanaan		: 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016			
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
46,8	37,8	44,4	34,2	21	35,92
28,2	25,2	37,8	35,4	25,2	
31,8	49,8	25,2	34,2	43,2	
25,2	27,6	43,8	49,2	33	
31,2	38,4	43,8	43,2	31,8	
37,2	37,8	40,2	31,2	43,8	

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan : Pasang Kancing					
Satuan Waktu : Detik					
Tanggal Pelaksanaan : 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016					
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
38,4	25,8	40,8	33	37,8	40
44,4	36	45	44,4	33	
34,8	46,2	22,8	62,4	47,4	
44,4	32,4	40,8	27	44,4	
40,8	35,4	45	28,2	57,6	
27	47,4	40,2	57,6	39,6	

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan		: Leres Kancing			
Satuan Waktu		: Detik			
Tanggal Pelaksanaan		: 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016			
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
46,8	37,8	27	44,4	26,4	35,42
32,4	38,4	34,2	28,8	35,4	
28,8	34,8	40,8	27	45,6	
40,2	34,8	27,6	30,6	25,2	
34,8	39	41,4	40,8	33	
33,6	38,4	44,4	40,2	30	

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan : Pasang Pita					
Satuan Waktu : Detik					
Tanggal Pelaksanaan : 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016					
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
55,8	46,8	30,6	52,2	55,8	46,78
43,8	66	58,8	45,6	41,4	
53,4	44,4	51,6	52,2	35,4	
38,4	46,8	34,8	51,6	41,4	
37,2	44,4	33	43,8	36	
32,4	40,8	58,8	78,6	51,6	

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan : Balik Omo					
Satuan Waktu : Detik					
Tanggal Pelaksanaan : 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016					
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
46,8	56,4	40,8	38,4	46,8	45,28
51	57	47,4	35,4	40,8	
47,4	53,4	40,8	45	33	
46,8	35,4	70,8	47,4	35,4	
40,8	41,4	40,2	38,4	33,6	
54	48,6	37,2	30,6	77,4	

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan		: Kumis – Kumis			
Satuan Waktu		: Detik			
Tanggal Pelaksanaan		: 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016			
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
21	34,4	27,6	25,2	21,6	26,06
20,4	23,4	25	12,6	31,8	
25,2	36,6	28,8	19,2	37,8	
36,8	23,4	34,4	25,6	28,6	
19,2	21,6	24,6	26,2	27,6	
19,2	22,8	21,6	37,2	22,6	

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan : Seleksi					
Satuan Waktu : Detik					
Tanggal Pelaksanaan : 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016					
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
75,6	67,2	46,8	50,4	48,6	49
57,6	41,4	37,8	36,6	29,4	
53,4	85,2	49,8	43,8	48	
46,8	49,8	44,4	34,8	47,4	
50,4	40,2	58,8	34,8	54,6	
48,6	53,4	41,4	50,4	42,6	

Lembar Pengamatan					
Pekerjaan : Admin					
Satuan Waktu : Detik					
Tanggal Pelaksanaan : 5 – 8 – 11 – 12 Januari 2016					
Data Waktu Pengamatan					Waktu Rata-Rata
14,4	10,8	15	12,6	5,4	13,54
11,4	13	20,4	17,4	10,8	
21,6	12,6	10,2	9,6	13,8	
12,6	15	14,8	16,2	15,6	
16,2	11,4	9,6	15	13,2	
12	17	14,4	12,6	11,8	

LAMPIRAN 3

Tabel Data Hasil Produksi Bulan Januari 2016 PT. Adi Satria Abadi

No.	Tanggal	Produksi Perhari	Target Produksi Perhari
1.	2-01-2016	± 850	1000 pcs perhari
2.	4-01-2016	± 800	1000 pcs perhari
3.	5-01-2016	± 750	1000 pcs perhari
4.	6-01-2016	± 850	1000 pcs perhari
5.	7-01-2016	± 800	1000 pcs perhari
6.	8-01-2016	± 800	1000 pcs perhari
7.	2-01-2016	± 850	1000 pcs perhari
8.	11-01-2016	± 800	1000 pcs perhari
9.	12-01-2016	± 800	1000 pcs perhari
10.	13-01-2016	± 800	1000 pcs perhari
11.	14-01-2016	± 850	1000 pcs perhari
12.	15-01-2016	± 900	1000 pcs perhari
13.	18-01-2016	± 800	1000 pcs perhari
14.	19-01-2016	± 800	1000 pcs perhari
15.	20-01-2016	± 750	1000 pcs perhari
16.	21-01-2016	± 850	1000 pcs perhari
17.	22-01-2016	± 900	1000 pcs perhari

LAMPIRAN 4

UJI KECUKUPAN DATA

Stasiun Kerja 1

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X1^2 - (\sum X1)^2}}{\sum X1} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30 \cdot 73048,32 - (1443,6)^2}}{1443,6} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{2191449,6 - 2083980,96}}{1443,6} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{107468,64}}{1443,6} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{6556,481}{1443,6} \right]^2$$

$$N' = 20,627$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N (20,627 \leq 30)$$

Stasiun Kerja 3

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X3^2 - (\sum X3)^2}}{\sum X3} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30 \cdot 45158,84 - (1133,4)^2}}{1133,4} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{1241125,2 - 1152187,56}}{1133,4} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{88937,64}}{1133,4} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{5964,482}{1133,4} \right]^2$$

$$N' = 27,693$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N (27,693 \leq 30)$$

Stasiun Kerja 2

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X2^2 - (\sum X2)^2}}{\sum X2} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30 \cdot 57626,64 - (1288)^2}}{1288} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{1728799,2 - 1658944}}{1288} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{69855,2}}{1288} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{5286,02}{1288} \right]^2$$

$$N' = 16,84$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N (16,84 \leq 30)$$

Stasiun Kerja 4

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X4^2 - (\sum X4)^2}}{\sum X4} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30 \cdot 98160,08 - (1676)^2}}{1676} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{2944802,4 - 2808976}}{1676} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{135826,4}}{1676} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{7370,92}{1676} \right]^2$$

$$N' = 19,34$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N (19,34 \leq 30)$$

Stasiun Kerja 5

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X5^2 - (\sum X5)^2}}{\sum X5} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30.62247,96 - (1330,2)^2}}{1330,2} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{1867438,8 - 1769432,04}}{1330,2} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{98006,76}}{1330,2} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{6261,21}{1330,2} \right]^2$$

$$N' = 22,15$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N(22,15 \leq 30)$$

Stasiun Kerja 6

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X6^2 - (\sum X6)^2}}{\sum X6} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30.22789,8 - (801)^2}}{801} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{683694 - 641601}}{801} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{42093}}{801} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{4103,31}{801} \right]^2$$

$$N' = 26,24$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N(26,24 \leq 30)$$

Stasiun Kerja 7

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X7^2 - (\sum X7)^2}}{\sum X7} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30.195845,8 - (2367,6)^2}}{2367,6} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{5875374 - 5605529,76}}{2367,6} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{269844,24}}{2367,6} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{10389,31}{2367,6} \right]^2$$

$$N' = 19,25$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N(19,25 \leq 30)$$

Stasiun Kerja 8

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X8^2 - (\sum X8)^2}}{\sum X8} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30.38472,48 - (1052,4)^2}}{1052,4} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{1154174,4 - 1107545,76}}{1052,4} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{46628,64}}{1052,4} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{4318,73}{1052,4} \right]^2$$

$$N' = 16,84$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N(16,84 \leq 30)$$

Stasiun Kerja 9

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X9^2 - (\sum X9)^2}}{\sum X9} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30.36048,6 - (1025,4)^2}}{1025,4} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{1081458 - 1051445,16}}{1025,4} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{30012,84}}{1025,4} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{2464,84}{1025,4} \right]^2$$

$$N' = 11,41$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N (11,41 \leq 30)$$

Stasiun Kerja 10

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X10^2 - (\sum X10)^2}}{\sum X10} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30.399156,8 - (3412,2)^2}}{3412,2} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{11974704 - 11643108,84}}{3412,2} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{331595,16}}{3412,2} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{11516,86}{3412,2} \right]^2$$

$$N' = 11,39$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N (11,39 \leq 30)$$

Stasiun Kerja 11

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X11^2 - (\sum X11)^2}}{\sum X11} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30.71658 - (1424)^2}}{1424} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{2149740 - 2027776}}{1424} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{121964}}{1424} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{6984,66}{1424} \right]^2$$

$$N' = 24,05$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N (24,05 \leq 30)$$

Stasiun Kerja 12

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X12^2 - (\sum X12)^2}}{\sum X12} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30.419227,2 - (3525,6)^2}}{3525,6} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{12576816 - 12429855,36}}{3525,6} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{146960,64}}{3525,6} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{7667,08}{3525,6} \right]^2$$

$$N' = 4,72$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N (4,72 \leq 30)$$

Stasiun Kerja 13

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X_{13}^2 - (\sum X_{13})^2}}{\sum X_{13}} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30.40500 - (1077,6)^2}}{1077,6} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{1215000 - 1161221,76}}{1077,6} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{53778,24}}{1077,6} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{4638,027}{1077,6} \right]^2$$

$$N' = 18,52$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N (18,52 \leq 30)$$

Stasiun Kerja 14

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X_{14}^2 - (\sum X_{14})^2}}{\sum X_{14}} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30.50600,88 - (1200)^2}}{1443,6} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{1518026,4 - 1440000}}{1443,6} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{78026,4}}{1443,6} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{5586,64}{1443,6} \right]^2$$

$$N' = 14,97$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N (14,97 \leq 30)$$

Stasiun Kerja 15

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X_{15}^2 - (\sum X_{15})^2}}{\sum X_{15}} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30.38757,24 - (1062,6)^2}}{1062,6} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{1162717,2 - 1129118,76}}{1062,6} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{33598}}{1062,6} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{3665,97}{1062,6} \right]^2$$

$$N' = 11,90$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N (11,90 \leq 30)$$

Stasiun Kerja 16

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X_{16}^2 - (\sum X_{16})^2}}{\sum X_{16}} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30.68990,76 - (1403,4)^2}}{1403,4} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{2069722,8 - 1969531,56}}{1403,4} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{100191,24}}{1403,4} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{6330,59}{1403,4} \right]^2$$

$$N' = 20,34$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N (20,34 \leq 30)$$

Stasiun Kerja 17

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X_{17}^2 - (\sum X_{17})^2}}{\sum X_{17}} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30.64735,2 - (1358,4)^2}}{1358,4} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{1942056 - 1845250,56}}{1358,4} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{96805,44}}{1358,4} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{6222,71}{1358,4} \right]^2$$

$$N' = 20,98$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N(20,98 \leq 30)$$

Stasiun Kerja 19

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X_{19}^2 - (\sum X_{19})^2}}{\sum X_{19}} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30.75988,8 - (1470)^2}}{1470} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{2279664 - 2160900}}{1470} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{118764}}{1470} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{6892,43}{1470} \right]^2$$

$$N' = 21,98$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N(21,98 \leq 30)$$

Stasiun Kerja 18

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X_{18}^2 - (\sum X_{18})^2}}{\sum X_{18}} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30.21544,64 - (782)^2}}{782} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{646339,2 - 611524}}{782} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{34815,2}}{782} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{3731,76}{782} \right]^2$$

$$N' = 22,77$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N(22,77 \leq 30)$$

Stasiun Kerja 20

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum X_{20}^2 - (\sum X_{20})^2}}{\sum X_{20}} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{30.5814,16 - (406,4)^2}}{406,4} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{174424,8 - 165160,96}}{406,4} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{9263,84}}{406,4} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{1924,97}{406,4} \right]^2$$

$$N' = 22,43$$

Data dikatakan cukup apabila

$$N' \leq N(22,43 \leq 30)$$

LAMPIRAN 5

UJI KESERAGAMAN DATA

Stasiun Kerja 1

$$\bar{X} = 48,12$$

$$\sum(X_1 - \bar{X})^2 = 3582,288$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_1 - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{3582,288}{30-1}} \\ &= \sqrt{123,527} = 11,11\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 48,12 + 2.11,11 = 70,34\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 48,12 - 2.11,11 = 25,9\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$
 $(70,34 \geq 48,12 \geq 25,9)$

Stasiun Kerja 2

$$\bar{X} = 42,93$$

$$\sum(X_2 - \bar{X})^2 = 2328,506$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_2 - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{2328,506}{30-1}} \\ &= \sqrt{80,29} = 8,96\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 42,93 + 2.8,96 = 66,04\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 42,93 - 2.8,96 = 25,01\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$
 $(66,04 \geq 42,93 \geq 25,01)$

Stasiun Kerja 3

$$\bar{X} = 37,78$$

$$\sum(X_3 - \bar{X})^2 = 2338,988$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_3 - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{2338,988}{30-1}} \\ &= \sqrt{80,65} = 8,98\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 37,78 + 2.8,98 = 55,74\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 37,78 - 2.8,98 = 19,82\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$
 $(55,74 \geq 37,78 \geq 19,82)$

Stasiun Kerja 4

$$\bar{X} = 55,86$$

$$\sum(X_4 - \bar{X})^2 = 4527,546$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_4 - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{4527,546}{30-1}} \\ &= \sqrt{156,12} = 12,49\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 55,86 + 2.12,49 = 80,84\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 55,86 - 2.12,49 = 30,88\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$
 $(80,84 \geq 55,86 \geq 30,88)$

Stasiun Kerja 5

$$\bar{X} = 44,34$$

$$\sum(X_5 - \bar{X})^2 = 3266,892$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_5 - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{3266,892}{30-1}} \\ &= \sqrt{112,65} = 10,61\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 44,34 + 2.10,61 = 65,56\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 44,34 - 2.10,61 = 23,12\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$

$$(65,56 \geq 44,34 \geq 23,12)$$

Stasiun Kerja 6

$$\bar{X} = 26,7$$

$$\sum(X_6 - \bar{X})^2 = 1403,1$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_6 - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{1403,1}{30-1}} \\ &= \sqrt{48,38} = 6,95\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 26,7 + 2.6,95 = 40,6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 26,7 - 2.6,95 = 12,8\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$

$$(40,6 \geq 26,7 \geq 12,8)$$

Stasiun Kerja 7

$$\bar{X} = 78,92$$

$$\sum(X_7 - \bar{X})^2 = 8994,76$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_7 - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{8994,76}{30-1}} \\ &= \sqrt{310,16} = 17,61\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 78,92 + 2.17,61 = 114,14\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 78,92 - 2.17,61 = 43,7\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$

$$(114,14 \geq 78,92 \geq 43,7)$$

Stasiun Kerja 8

$$\bar{X} = 35,08$$

$$\sum(X_8 - \bar{X})^2 = 1554,28$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_8 - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{1554,28}{30-1}} \\ &= \sqrt{53,59} = 7,32\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 35,08 + 2.7,32 = 49,72\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 35,08 - 2.7,32 = 20,44\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$

$$(49,72 \geq 35,08 \geq 20,44)$$

Stasiun Kerja 9

$$\bar{X} = 34,18$$

$$\sum(X_9 - \bar{X})^2 = 1360,42$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_9 - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{1360,42}{30-1}} \\ &= \sqrt{46,91} = 6,84\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 34,18 + 2.6,84 = 47,86\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 34,18 - 2.6,84 = 20,5\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$

$$(47,86 \geq 34,18 \geq 20,5)$$

Stasiun Kerja 10

$$\bar{X} = 113,74$$

$$\sum(X_{10} - \bar{X})^2 = 11053,21$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_{10} - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{11053,21}{30-1}} \\ &= \sqrt{381,14} = 19,52\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 113,74 + 2.19,52 = 152,78\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 113,74 - 2.19,52 = 74,7\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$

$$(152,78 \geq 113,74 \geq 74,7)$$

Stasiun Kerja 11

$$\bar{X} = 47,46$$

$$\sum(X_{11} - \bar{X})^2 = 4065,46$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_{11} - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{4065,46}{30-1}} \\ &= \sqrt{140,18} = 11,84\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 47,46 + 2.11,84 = 71,14\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 47,46 - 2.11,84 = 23,78\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$

$$(71,14 \geq 47,46 \geq 23,78)$$

Stasiun Kerja 12

$$\bar{X} = 117,52$$

$$\sum(X_{12} - \bar{X})^2 = 4898,68$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_{12} - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{4898,68}{30-1}} \\ &= \sqrt{168,92} = 12,99\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 117,52 + 2.12,99 = 143,5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 117,52 - 2.12,99 = 91,54\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$

$$(143,5 \geq 117,52 \geq 91,54)$$

Stasiun Kerja 13

$$\bar{X} = 35,92$$

$$\sum(X_{13} - \bar{X})^2 = 1792,61$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_{13} - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{1792,61}{30-1}} \\ &= \sqrt{61,81} = 7,86\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 35,92 + 2.7,86 = 51,46\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 35,92 - 2.7,86 = 20,2\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$

$$(51,46 \geq 35,92 \geq 20,2)$$

Stasiun Kerja 14

$$\bar{X} = 40$$

$$\sum(X_{14} - \bar{X})^2 = 2600,88$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_{14} - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{2600,88}{30-1}} \\ &= \sqrt{89,68} = 9,47\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 40 + 2.9,47 = 58,94\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 40 - 2.9,47 = 21,06\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$

$$(58,94 \geq 40 \geq 21,06)$$

Stasiun Kerja 15

$$\bar{X} = 35,42$$

$$\sum(X_{15} - \bar{X})^2 = 1119,94$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_{15} - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{1119,94}{30-1}} \\ &= \sqrt{38,61} = 6,21\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 35,42 + 2.6,21 = 47,84\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 35,42 - 2.6,21 = 23\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$

$$(47,84 \geq 35,42 \geq 23)$$

Stasiun Kerja 16

$$\bar{X} = 46,78$$

$$\sum(X_{16} - \bar{X})^2 = 3339,71$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_{16} - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{3339,71}{30-1}} \\ &= \sqrt{115,16} = 10,73\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 46,78 + 2.10,73 = 68,24\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 46,78 - 2.10,73 = 25,32\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$

$$(68,24 \geq 46,78 \geq 25,32)$$

Stasiun Kerja 17

$$\bar{X} = 45,28$$

$$\sum(X_{17} - \bar{X})^2 = 3226,84$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_{17} - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{3226,84}{30-1}} \\ &= \sqrt{111,27} = 10,54\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 45,28 + 2.10,54 = 66,36\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 45,28 - 2.10,54 = 24,2\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$

$$(66,36 \geq 45,28 \geq 24,2)$$

Stasiun Kerja 18

$$\bar{X} = 26,06$$

$$\sum(X_{18} - \bar{X})^2 = 1160,5$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_{18} - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{1160,5}{30-1}} \\ &= \sqrt{40,01} = 6,32\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 26,06 + 2.6,32 = 38,7\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 26,06 - 2.6,32 = 13,42\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$

$$(38,7 \geq 26,06 \geq 13,42)$$

Stasiun Kerja 19

$$\bar{X} = 49$$

$$\sum(X_{19} - \bar{X})^2 = 3958,8$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_{19} - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{3958,8}{30-1}} \\ &= \sqrt{136,51} = 11,68\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 49 + 2.11,68 = 72,36\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 49 - 2.11,68 = 25,64\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$

$$(72,36 \geq 49 \geq 25,64)$$

Stasiun Kerja 20

$$\bar{X} = 13,54$$

$$\sum(X_{20} - \bar{X})^2 = 308,79$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_{20} - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{308,79}{30-1}} \\ &= \sqrt{10,64} = 3,26\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKA &= \bar{X} + k.\sigma \\ &= 13,54 + 2.3,26 = 20,06\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BKB &= \bar{X} - k.\sigma \\ &= 13,54 - 2.3,26 = 7,02\end{aligned}$$

Data dikatakan seragam apabila nilai
 $BKA \geq \bar{X} \geq BKB$

$$(20,06 \geq 13,54 \geq 7,02)$$

LAMPIRAN 6

Penentuan Besarnya Faktor Rating Performance/ Penyesuaian

Besarnya Rating Performance yang diberikan kepada operator pada masing-masing stasiun kerja berdasarkan kondisi yang ada dengan Westing House Sistem's Rating adalah sebagai berikut :

1. Stasiun Kerja 1 Persiapan

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, operator menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.
- b. Usaha/*Effort* : (Excellent Effort, B1 (+0,10)), karena operator penuh perhatian pada kerjanya, banyak memberi saran-saran, menerima saran dan petunjuk dengan tenang, percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu, gerakan-gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali, bekerja sistematis.
- c. Kondisi kerja/*Condition* : (Excellent, B (+0,04)), karena kondisi kerja yang dimiliki operator tidak adanya hambatan yang berarti antar elemen kerja yang telah disesuaikan sebagai tempat kerja. Suhu didalam ruangan memiliki suhu udara sekitar $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dengan dilengkapi penyaring udara yang berada diatas bangunan serta untuk pencahayaan cukup terang karena memiliki penerangan yang besar diatas dan penerangan individu untuk masing-masing stasiun kerja jika diperlukan dan suasana lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan yang rendah.
- d. Konsistensi/*Consistency* : (Excellent, B (+0,03)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk tidak mengalami perbedaan yang jauh dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

2. Stasiun Kerja 2 Fariasi Jarum 1

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, operator

menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.

- b. Usaha/*Effort* : (Good Effort, C1 (+0,05)), karena operator bekerja berirama, penuh perhatian pada pekerjaannya, senang pada pekerjaannya, kecepatannya baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari, menerima saran-saran dan petunjuk-petunjuk dengan senang, tempat kerjanya diatur dengan baik dan rapi, menggunakan alat-alat yang tepat dengan baik, memelihara dengan baik kondisi peralatan.
- c. Kondisi kerja/*Condition* : (Excellent, B (+0,04)), karena kondisi kerja yang dimiliki operator tidak adanya hambatan yang berarti antar elemen kerja yang telah disesuaikan sebagai tempat kerja. Suhu didalam ruangan memiliki suhu udara sekitar $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dengan dilengkapi penyaring udara yang berada diatas bangunan serta untuk pencahayaan cukup terang karena memiliki penerangan yang besar diatas dan penerangan individu untuk masing-masing stasiun kerja jika diperlukan dan suasana lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan yang rendah.
- d. Konsistensi/*Consistency* : (Excellent, B (+0,03)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk tidak mengalami perbedaan yang jauh dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

3. Stasiun Kerja 3 Fariasi Jarum 2

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, gerakan-gerakan kerja beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa masalah, operator menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.
- b. Usaha/*Effort* : (Good Effort, C1 (+0,05)), karena operator bekerja berirama, senang pada pekerjaannya, menerima saran-saran dan petunjuk-petunjuk dengan senang, tempat kerjanya diatur dengan baik dan rapi, menggunakan alat-alat yang tepat dengan baik, memelihara dengan baik kondisi peralatan.
- c. Kondisi kerja/*Condition* : (Excellent, B (+0,04)), karena kondisi kerja yang dimiliki operator tidak adanya hambatan yang berarti antar elemen kerja yang

telah disesuaikan sebagai tempat kerja. Suhu didalam ruangan memiliki suhu udara sekitar $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dengan dilengkapi penyaring udara yang berada diatas bangunan serta untuk pencahayaan cukup terang karena memiliki penerangan yang besar diatas dan penerangan individu untuk masing-masing stasiun kerja jika diperlukan dan suasana lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan yang rendah.

- d. Konsistensi/*Consistency* : (Good, C (+0,01)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk mengalami perbedaan yang sedikit signifikan dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

4. Stasiun Kerja 4 Pasang Karet

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, gerakan-gerakan kerja beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa masalah, operator menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.
- b. Usaha/*Effort* : (Excellent Effort, B1 (+0,10)), karena operator jelas terlihat kecepatan kerjanya yang tinggi, gerakan-gerakan lebih “ekonomis” daripada operator-operator biasa, penuh perhatian pada kerjanya, menerima saran dan petunjuk dengan tenang, percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu, gerakan-gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali, bekerja sistematis, karena lancarnya, perpindahan dari satu elemen keelemen lainnya tidak terlihat.
- c. Kondisi kerja/*Condition* : (Excellent, B (+0,04)), karena kondisi kerja yang dimiliki operator tidak adanya hambatan yang berarti antar elemen kerja yang telah disesuaikan sebagai tempat kerja. Suhu didalam ruangan memiliki suhu udara sekitar $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dengan dilengkapi penyaring udara yang berada diatas bangunan serta untuk pencahayaan cukup terang karena memiliki penerangan yang besar diatas dan penerangan individu untuk masing-masing stasiun kerja jika diperlukan dan suasana lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan yang rendah.

- d. Konsistensi/*Consistency* : (Excellent, B (+0,03)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk tidak mengalami perbedaan yang jauh dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

5. Stasiun Kerja 5 Pasang Velcro

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, gerakan-gerakan kerja beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa masalah, operator menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.
- b. Usaha/*Effort* : (Good Effort, C1 (+0,05)), karena operator bekerja berirama, saat-saat menganggur sangat sedikit, bahkan kadang-kadang tidak ada, senang pada pekerjaannya, kecepatannya baik dan dapat dipertahankan, menerima saran-saran dan petunjuk-petunjuk dengan senang, tempat kerjanya diatur dengan baik dan rapi, menggunakan alat-alat yang tepat dengan baik, memelihara dengan baik kondisi peralatan.
- c. Kondisi kerja/*Condition* : (Excellent, B (+0,04)), karena kondisi kerja yang dimiliki operator tidak adanya hambatan yang berarti antar elemen kerja yang telah disesuaikan sebagai tempat kerja. Suhu didalam ruangan memiliki suhu udara sekitar $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dengan dilengkapi penyaring udara yang berada diatas bangunan serta untuk pencahayaan cukup terang karena memiliki penerangan yang besar diatas dan penerangan individu untuk masing-masing stasiun kerja jika diperlukan dan suasana lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan yang rendah.
- d. Konsistensi/*Consistency* : (Excellent, B (+0,03)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk tidak mengalami perbedaan yang jauh dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

6. Stasiun Kerja 6 Pasang Size

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, operator

menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.

- b. Usaha/*Effort* : (Good Effort, C1 (+0,05)), karena operator saat-saat menganggur sangat sedikit bahkan kadang-kadang tidak ada, penuh perhatian pada pekerjaannya, senang pada pekerjaannya, kecepatannya baik dan dapat dipertahankan, percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu, menerima saran-saran dan petunjuk-petunjuk dengan senang, tempat kerjanya diatur dengan baik dan rapi, menggunakan alat-alat yang tepat dengan baik, memelihara dengan baik kondisi peralatan.
- c. Kondisi kerja/*Condition* : (Excellent, B (+0,04)), karena kondisi kerja yang dimiliki operator tidak adanya hambatan yang berarti antar elemen kerja yang telah disesuaikan sebagai tempat kerja. Suhu didalam ruangan memiliki suhu udara sekitar $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dengan dilengkapi penyaring udara yang berada diatas bangunan serta untuk pencahayaan cukup terang karena memiliki penerangan yang besar diatas dan penerangan individu untuk masing-masing stasiun kerja jika diperlukan dan suasana lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan yang rendah.
- d. Konsistensi/*Consistency* : (Good, C (+0,01)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk mengalami perbedaan yang sedikit signifikan dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

7. Stasiun Kerja 7 Pasang Ibu Jari

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, operator menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.
- b. Usaha/*Effort* : (Good Effort, C1 (+0,05)), karena operator bekerja berirama, saat-saat menganggur sangat sedikit bahkan kadang-kadang tidak ada, penuh perhatian pada pekerjaannya, senang pada pekerjaannya, tempat kerjanya diatur dengan baik dan rapi, menggunakan alat-alat yang tepat dengan baik, memelihara dengan baik kondisi peralatan.

- c. Kondisi kerja/*Condition* : (Excellent, B (+0,04)), karena kondisi kerja yang dimiliki operator tidak adanya hambatan yang berarti antar elemen kerja yang telah disesuaikan sebagai tempat kerja. Suhu didalam ruangan memiliki suhu udara sekitar ± 27 °C dengan dilengkapi penyaring udara yang berada diatas bangunan serta untuk pencahayaan cukup terang karena memiliki penerangan yang besar diatas dan penerangan individu untuk masing-masing stasiun kerja jika diperlukan dan suasana lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan yang rendah.
- d. Konsistensi/*Consistency* : (Good, C (+0,01)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk mengalami perbedaan yang sedikit signifikan dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

8. Stasiun Kerja 8 Lipat Ibu Jari

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, operator menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.
- b. Usaha/*Effort* : (Excellent Effort, B1 (+0,10)), karena operator penuh perhatian pada kerjanya, banyak memberi saran-saran, menerima saran dan petunjuk dengan tenang, percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu, gerakan-gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali, bekerja sistematis.
- c. Kondisi kerja/*Condition* : (Excellent, B (+0,04)), karena kondisi kerja yang dimiliki operator tidak adanya hambatan yang berarti antar elemen kerja yang telah disesuaikan sebagai tempat kerja. Suhu didalam ruangan memiliki suhu udara sekitar ± 27 °C dengan dilengkapi penyaring udara yang berada diatas bangunan serta untuk pencahayaan cukup terang karena memiliki penerangan yang besar diatas dan penerangan individu untuk masing-masing stasiun kerja jika diperlukan dan suasana lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan yang rendah.
- d. Konsistensi/*Consistency* : (Good, C (+0,01)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk mengalami perbedaan yang sedikit signifikan dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

9. Stasiun Kerja 9 Pilih Machi

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, gerakan-gerakan kerja beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa kesalahan, operator menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.
- b. Usaha/*Effort* : (Excellent Effort, B1 (+0,10)), karena operator penuh perhatian pada kerjanya, banyak memberi saran-saran, menerima saran dan petunjuk dengan tenang, percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu, gerakan-gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali, bekerja sistematis.
- c. Kondisi kerja/*Condition* : (Excellent, B (+0,04)), karena kondisi kerja yang dimiliki operator tidak adanya hambatan yang berarti antar elemen kerja yang telah disesuaikan sebagai tempat kerja. Suhu didalam ruangan memiliki suhu udara sekitar $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dengan dilengkapi penyaring udara yang berada diatas bangunan serta untuk pencahayaan cukup terang karena memiliki penerangan yang besar diatas dan penerangan individu untuk masing-masing stasiun kerja jika diperlukan dan suasana lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan yang rendah.
- d. Konsistensi/*Consistency* : (Excellent, B (+0,03)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk tidak mengalami perbedaan yang jauh dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

10. Stasiun Kerja 10 Pasang Machi

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, gerakan-gerakan kerja beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa kesalahan, operator menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.
- b. Usaha/*Effort* : (Excellent Effort, B1 (+0,10)), karena operator jelas terlihat kecepatannya yang tinggi, gerakan-gerakan lebih “ekonomis” daripada operato-operator biasa, penuh perhatian pada kerjanya, percaya pada kebaikan

maksud pengukuran waktu, gerakan-gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali, bekerja sistematis, karena lancarnya, perpindahan dari satu elemen keelemen lainnya tidak terlihat.

- c. Kondisi kerja/*Condition* : (Excellent, B (+0,04)), karena kondisi kerja yang dimiliki operator tidak adanya hambatan yang berarti antar elemen kerja yang telah disesuaikan sebagai tempat kerja. Suhu didalam ruangan memiliki suhu udara sekitar $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dengan dilengkapi penyaring udara yang berada diatas bangunan serta untuk pencahayaan cukup terang karena memiliki penerangan yang besar diatas dan penerangan individu untuk masing-masing stasiun kerja jika diperlukan dan suasana lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan yang rendah.
- d. Konsistensi/*Consistency* : (Excellent, B (+0,03)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk tidak mengalami perbedaan yang jauh dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

11. Stasiun Kerja 11 Caraha

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, gerakan-gerakan kerja beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa kesalahan, operator menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.
- b. Usaha/*Effort* : (Good Effort, C1 (+0,05)), karena operator bekerja berirama, saat-saat menganggur sangat sedikit bahkan kadang-kadang tidak ada, senang pada pekerjaannya, kecepatan baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari, tempat kerjanya diatur dengan baik dan rapi, menggunakan alat-alat yang tepat dengan baik, memelihara dengan baik kondisi peralatan.
- c. Kondisi kerja/*Condition* : (Good, C (+0,02)), karena kondisi kerja yang dimiliki operator adanya sedikit hambatan yang tidak terlalu berarti seperti penutupan material antar elemen kerja yang telah disesuaikan sebagai tempat kerja. Suhu didalam ruangan memiliki suhu udara sekitar $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dengan dilengkapi penyaring udara yang berada diatas bangunan serta untuk pencahayaan cukup terang karena memiliki penerangan yang besar diatas dan

penerangan individu untuk masing-masing stasiun kerja jika diperlukan dan suasana lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan yang rendah.

- d. Konsistensi/*Consistency* : (Good, C (+0,01)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk mengalami perbedaan yang sedikit signifikan dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

12. Stasiun Kerja 12 Lipat Omo

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, gerakan-gerakan kerja beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa kesalahan, operator menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.
- b. Usaha/*Effort* : (Excellent Effort, B1 (+0,10)), karena operator penuh perhatian pada kerjanya, banyak memberi saran-saran, menerima saran dan petunjuk dengan tenang, percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu, gerakan-gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali, bekerja sistematis.
- c. Kondisi kerja/*Condition* : (Excellent, B (+0,04)), karena kondisi kerja yang dimiliki operator tidak adanya hambatan yang berarti antar elemen kerja yang telah disesuaikan sebagai tempat kerja. Suhu didalam ruangan memiliki suhu udara sekitar $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dengan dilengkapi penyaring udara yang berada diatas bangunan serta untuk pencahayaan cukup terang karena memiliki penerangan yang besar diatas dan penerangan individu untuk masing-masing stasiun kerja jika diperlukan dan suasana lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan yang rendah.
- d. Konsistensi/*Consistency* : (Good, C (+0,01)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk mengalami perbedaan yang sedikit signifikan dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

13. Stasiun Kerja 13 Potong – Potong

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, gerakan-gerakan kerja

beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa kesalahan, operator menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.

- b. Usaha/*Effort* : (Excellent Effort, B1 (+0,10)), karena operator jelas terlihat kecepatan kerjanya yang tinggi, gerakan-gerakan yang ekonomis daripada operator-operator biasa, penuh perhatian pada kerjanya, percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu, gerakan-gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali, bekerja sistematis, karena lancarnya, perpindahan dari satu elemen ke elemen lainnya tidak terlihat.
- c. Kondisi kerja/*Condition* : (Excellent, B (+0,04)), karena kondisi kerja yang dimiliki operator tidak adanya hambatan yang berarti antar elemen kerja yang telah disesuaikan sebagai tempat kerja. Suhu didalam ruangan memiliki suhu udara sekitar $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dengan dilengkapi penyaring udara yang berada diatas bangunan serta untuk pencahayaan cukup terang karena memiliki penerangan yang besar diatas dan penerangan individu untuk masing-masing stasiun kerja jika diperlukan dan suasana lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan yang rendah.
- d. Konsistensi/*Consistency* : (Excellent, B (+0,03)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk tidak mengalami perbedaan yang jauh dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

14. Stasiun Kerja 14 Pasang Kancing

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, gerakan-gerakan kerja beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa kesalahan, operator menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.
- b. Usaha/*Effort* : (Excellent Effort, B1 (+0,10)), karena operator penuh perhatian pada kerjanya, banyak memberi saran-saran, menerima saran dan petunjuk dengan tenang, percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu, gerakan-gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali, bekerja sistematis.

- c. Kondisi kerja/*Condition* : (Excellent, B (+0,04)), karena kondisi kerja yang dimiliki operator tidak adanya hambatan yang berarti antar elemen kerja yang telah disesuaikan sebagai tempat kerja. Suhu didalam ruangan memiliki suhu udara sekitar $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dengan dilengkapi penyaring udara yang berada diatas bangunan serta untuk pencahayaan cukup terang karena memiliki penerangan yang besar diatas dan penerangan individu untuk masing-masing stasiun kerja jika diperlukan dan suasana lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan yang rendah.
- d. Konsistensi/*Consistency* : (Good, C (+0,01)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk mengalami perbedaan yang sedikit signifikan dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

15. Stasiun Kerja 15 Leres Kancing

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, gerakan-gerakan kerja beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa kesalahan, operator menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.
- b. Usaha/*Effort* : (Excellent Effort, B2 (+0,08)), karena operator penuh perhatian pada kerjanya, percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu, gerakan-gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali, bekerja sistematis.
- c. Kondisi kerja/*Condition* : (Excellent, B (+0,04)), karena kondisi kerja yang dimiliki operator tidak adanya hambatan yang berarti antar elemen kerja yang telah disesuaikan sebagai tempat kerja. Suhu didalam ruangan memiliki suhu udara sekitar $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dengan dilengkapi penyaring udara yang berada diatas bangunan serta untuk pencahayaan cukup terang karena memiliki penerangan yang besar diatas dan penerangan individu untuk masing-masing stasiun kerja jika diperlukan dan suasana lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan yang rendah.
- d. Konsistensi/*Consistency* : (Good, C (+0,01)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk mengalami perbedaan yang sedikit signifikan dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

16. Stasiun Kerja 16 Pasang Pita

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, gerakan-gerakan kerja beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa kesalahan, operator menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.
- b. Usaha/*Effort* : (Excellent Effort, B2 (+0,08)), karena operator jelas terlihat kecepatannya yang tinggi, penuh perhatian pada kerjanya, banyak memberi saran-saran, menerima saran dan petunjuk dengan tenang.
- c. Usaha/*Effort* : (Good Effort, C1 (+0,05)), karena operator bekerja berirama, saat-saat menganggur sangat sedikit bahkan kadang-kadang tidak ada, senang pada pekerjaannya, kecepatan baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari, tempat kerjanya diatur dengan baik dan rapi, menggunakan alat-alat yang tepat dengan baik, memelihara dengan baik kondisi peralatan.
- d. Konsistensi/*Consistency* : (Excellent, B (+0,03)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk tidak mengalami perbedaan yang jauh dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

17. Stasiun Kerja 17 Balik Omo

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, gerakan-gerakan kerja beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa kesalahan, operator menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.
- b. Usaha/*Effort* : (Good Effort, C1 (+0,05)), karena operator bekerja berirama, saat-saat menganggur sangat sedikit bahkan kadang-kadang tidak ada, penuh perhatian pada pekerjaannya, senang pada pekerjaannya, Kecepatannya baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari, dapat memberikan saran-saran untuk perbaikan kerja, tempat kerjanya diatur dengan baik dan rapi.
- c. Kondisi kerja/*Condition* : (Excellent, B (+0,04)), karena kondisi kerja yang dimiliki operator tidak adanya hambatan yang berarti antar elemen kerja yang

telah disesuaikan sebagai tempat kerja. Suhu didalam ruangan memiliki suhu udara sekitar $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dengan dilengkapi penyaring udara yang berada diatas bangunan serta untuk pencahayaan cukup terang karena memiliki penerangan yang besar diatas dan penerangan individu untuk masing-masing stasiun kerja jika diperlukan dan suasana lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan yang rendah.

- d. Konsistensi/*Consistency* : (Good, C (+0,01)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk mengalami perbedaan yang sedikit signifikan dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

18. Stasiun Kerja 18 Kumis – Kumis

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, gerakan-gerakan kerja beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa kesalahan, operator menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.
- b. Usaha/*Effort* : (Excellent Effort, B1 (+0,10)), karena operator penuh perhatian pada kerjanya, banyak memberi saran-saran, menerima saran dan petunjuk dengan tenang, percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu, gerakan-gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali, bekerja sistematis.
- c. Kondisi kerja/*Condition* : (Excellent, B (+0,04)), karena kondisi kerja yang dimiliki operator tidak adanya hambatan yang berarti antar elemen kerja yang telah disesuaikan sebagai tempat kerja. Suhu didalam ruangan memiliki suhu udara sekitar $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dengan dilengkapi penyaring udara yang berada diatas bangunan serta untuk pencahayaan cukup terang karena memiliki penerangan yang besar diatas dan penerangan individu untuk masing-masing stasiun kerja jika diperlukan dan suasana lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan yang rendah.
- d. Konsistensi/*Consistency* : (Excellent, B (+0,03)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk tidak mengalami perbedaan yang jauh dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

19. Stasiun Kerja 19 Seleksi

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, gerakan-gerakan kerja beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa kesalahan, operator menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.
- b. Usaha/*Effort* : (Excellent Effort, B1 (+0,10)), karena operator penuh perhatian pada kerjanya, banyak memberi saran-saran, menerima saran dan petunjuk dengan tenang, percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu, gerakan-gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali, bekerja sistematis, karena lancarnya, perpindahan dari elemen keelemen lainnya tidak terlihat.
- c. Kondisi kerja/*Condition* : (Excellent, B (+0,04)), karena kondisi kerja yang dimiliki operator tidak adanya hambatan yang berarti antar elemen kerja yang telah disesuaikan sebagai tempat kerja. Suhu didalam ruangan memiliki suhu udara sekitar $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dengan dilengkapi penyaring udara yang berada diatas bangunan serta untuk pencahayaan cukup terang karena memiliki penerangan yang besar diatas dan penerangan individu untuk masing-masing stasiun kerja jika diperlukan dan suasana lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan yang rendah.
- d. Konsistensi/*Consistency* : (Excellent, B (+0,03)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk tidak mengalami perbedaan yang jauh dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

20. Stasiun Kerja 20 Admin

- a. Ketrampilan/*Skill* : (Excellent Skill, B1 (+0,11)), karena operator memiliki rasa percaya diri sendiri, operator tampak cocok dengan pekerjaannya, cara kerja yang dimiliki operator terlihat telah terlatih dengan baik, operator menggunakan peralatan dengan baik, bekerja cepat tanpa mengorbankan mutu, operator bekerjanya cepat tetapi halus, bekerja berirama dan terkoordinasi.
- b. Usaha/*Effort* : (Excellent Effort, B1 (+0,10)), karena operator jelas terlihat kecepatan kerjanya yang tinggi, gerakan-gerakan yang lebih ekonomis daripada operator-operator biasa, penuh perhatian pada kerjanya, gerakan-

gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali, bekerja sistematis, karena lancarnya, perpindahan dari elemen keelemen lainnya tidak terlihat.

- c. Kondisi kerja/*Condition* : (Excellent, B (+0,04)), karena kondisi kerja yang dimiliki operator tidak adanya hambatan yang berarti antar elemen kerja yang telah disesuaikan sebagai tempat kerja. Suhu didalam ruangan memiliki suhu udara sekitar ± 27 °C dengan dilengkapi penyaring udara yang berada diatas bangunan serta untuk pencahayaan cukup terang karena memiliki penerangan yang besar diatas dan penerangan individu untuk masing-masing stasiun kerja jika diperlukan dan suasana lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan yang rendah.
- d. Konsistensi/*Consistency* : (Excellent, B (+0,03)), karena waktu penyelesaian untuk pembuatan produk tidak mengalami perbedaan yang jauh dengan waktu rata-rata yang ada pada stasiun kerja tersebut.

LAMPIRAN 7

Penentuan Besarnya Kelonggaran/ *Allowance*

Besarnya faktor kelonggaran/ allowance yang diberikan kepada operator pada masing-masing stasiun kerja berdasarkan kondisi yang ada adalah sebagai berikut :

1. Stasiun Kerja 1 Persiapan

A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*

- a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 5% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.
- b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
- c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
- d. Kelelahan mata : diberi nilai 8% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
- e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$
- f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
- g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah

B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Dellay allowance*

Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 1% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.

C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*

Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

2. Stasiun Kerja 2 Fariasi Jarum 1

A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*

- a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 3% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.

- b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
- c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
- d. Kelelahan mata : diberi nilai 8% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
- e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$
- f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
- g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah

B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Dellay allowance*

Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 1% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.

C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*

Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

3. Stasiun Kerja 3 Fariasi Jarum 2

A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*

- a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 3% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.
- b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
- c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
- d. Kelelahan mata : diberi nilai 8% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
- e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$
- f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
- g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah

B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Dellay allowance*

Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 1% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.

C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*

Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

4. Stasiun Kerja 4 Pasang Karet

A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*

- a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 4% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.
- b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
- c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
- d. Kelelahan mata : diberi nilai 9% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
- e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$
- f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
- g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah

B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Dellay allowance*

Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 1% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.

C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*

Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

5. Stasiun Kerja 5 Pasang Velcro

A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*

- a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 4% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.

- b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
- c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
- d. Kelelahan mata : diberi nilai 9% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
- e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$
- f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
- g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah

B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Dellay allowance*

Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 2% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.

C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*

Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

6. Stasiun Kerja 6 Pasang Size

A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*

- a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 1% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.
- b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
- c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
- d. Kelelahan mata : diberi nilai 8% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
- e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$
- f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
- g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah

B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Dellay allowance*

Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 1% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.

C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*

Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

7. Stasiun Kerja 7 Pasang Ibu Jari

A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*

- a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 5% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.
- b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
- c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
- d. Kelelahan mata : diberi nilai 10% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
- e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$
- f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
- g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah

B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Dellay allowance*

Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 3% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.

C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*

Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

8. Stasiun Kerja 8 Lipat Ibu Jari

A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*

- a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 2% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.
- b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
- c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
- d. Kelelahan mata : diberi nilai 8% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
- e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$
- f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
- g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah

B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Delay allowance*

Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 1% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.

C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*

Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

9. Stasiun Kerja 9 Pilih Machi

A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*

- a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 2% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.
- b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
- c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
- d. Kelelahan mata : diberi nilai 8% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
- e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$

- f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
- g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah
- B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Dellay allowance*
Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 1% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.
- C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*
Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

10. Stasiun Kerja 10 Pasang Machi

- A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*
 - a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 6% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.
 - b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
 - c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
 - d. Kelelahan mata : diberi nilai 12% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
 - e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$
 - f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
 - g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah
- B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Dellay allowance*
Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 4% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.
- C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*
Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

11. Stasiun Kerja 11 Caraha

A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*

- a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 3% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.
- b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
- c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
- d. Kelelahan mata : diberi nilai 9% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
- e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$
- f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
- g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah

B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Dellay allowance*

Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 2% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.

C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*

Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

12. Stasiun Kerja 12 Lipat Omo

A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*

- a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 5% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.
- b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
- c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
- d. Kelelahan mata : diberi nilai 8% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
- e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$

- f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
- g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah
- B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Dellay allowance*
 Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 4% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.
- C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*
 Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

13. Stasiun Kerja 13 Potong-Potong

- A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*
 - a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 3% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.
 - b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
 - c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
 - d. Kelelahan mata : diberi nilai 9% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
 - e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$
 - f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
 - g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah
- B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Dellay allowance*
 Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 1% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.
- C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*
 Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

14. Stasiun Kerja 14 Pasang Kancing

A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*

- a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 4% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.
- b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
- c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
- d. Kelelahan mata : diberi nilai 9% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
- e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$
- f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
- g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah

B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Dellay allowance*

Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 2% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.

C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*

Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

15. Stasiun Kerja 15 Leres Kancing

A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*

- a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 5% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.
- b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
- c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
- d. Kelelahan mata : diberi nilai 10% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
- e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$

- f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
- g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah
- B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Dellay allowance*
Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 2% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.
- C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*
Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

16. Stasiun Kerja 16 Pasang Pita

- A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*
 - a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 5% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.
 - b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
 - c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
 - d. Kelelahan mata : diberi nilai 11% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
 - e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$
 - f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
 - g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah
- B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Dellay allowance*
Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 2% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.
- C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*
Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

17. Stasiun Kerja 17 Balik Omo

A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*

- a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 3% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.
- b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
- c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
- d. Kelelahan mata : diberi nilai 8% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
- e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$
- f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
- g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah

B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Delay allowance*

Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 2% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.

C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*

Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

18. Stasiun Kerja 18 Kumis-Kumis

A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*

- a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 2% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.
- b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
- c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
- d. Kelelahan mata : diberi nilai 8% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
- e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$

- f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
- g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah
- B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Dellay allowance*
Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 1% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.
- C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*
Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

19. Stasiun Kerja 19 Seleksi

- A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*
 - a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 2% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.
 - b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
 - c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
 - d. Kelelahan mata : diberi nilai 8% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
 - e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$
 - f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
 - g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah
- B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Dellay allowance*
Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 2% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.
- C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*
Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

20. Stasiun Kerja 20 Admin

A. Kelonggaran untuk kelelahan/ *Fatigue allowance*

- a. Tenaga yang dikeluarkan : diberi nilai 2% karena seorang wanita bekerja dimeja, duduk dengan tanpa beban yang tidak mengeluarkan tenaga yang besar.
- b. Sikap kerja : diberi nilai 1% karena bekerja dengan keadaan duduk dan melakukan pekerjaan ringan.
- c. Gerakan kerja : diberi nilai 0% karena bekerja dengan keadaan normal.
- d. Kelelahan mata : diberi nilai 8% karena dalam bekerja operator memerlukan pandangan yang terus menerus dengan fokus berubah-ubah
- e. Temperatur : diberi nilai 1% karena keadaan temperatur yang $\pm 27^{\circ}\text{C}$
- f. Keadaan atmosfer : diberi nilai 1% karena karena ventilasi udara yang kurang baik dan juga ada bau-bauan yang tidak berbahaya.
- g. Keadaan lingkungan : diberi nilai 0% karena keadaan tempat kerja yang bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah

B. Kelonggaran untuk keterlambatan/ *Delay allowance*

Pada kelonggaran untuk keterlambatan ini beri nilai 1% karena tidak adanya faktor-faktor yang menghambat kelancaran proses produksi.

C. Kelonggaran untuk ketentuan pribadi/ *Personal allowance*

Pada kelonggaran ini diberi nilai 1% karena operator distasiun kerja ini hampir tidak mempunyai waktu untuk melakukan kegiatan pribadi.

LAMPIRAN 8

Perhitungan Kriteria Performansi *Line Balancing*

1. Perhitungan Kriteria Performansi *Line Balancing* Pada Kondisi Awal

Kriteria performansi dalam line balancing meliputi *line efficiency*, *smoothing index*, *balance delay*, *idle time* dalam produksi. Untuk mengetahui hasil perhitungan dari kondisi awal lintasan produksi pembuatan sarung tangan di perusahaan PT. Adi Satria Abadi dapat dilihat pada perhitungan berikut :

a. *Line Efficiency* (Effisiensi Lini)

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^n ST_i}{n \cdot CT} \times 100\%$$

$$LE = \frac{1510,794}{20 \cdot 196,739} \times 100\%$$

$$LE = 38,39\%$$

b. *Smoothing Index* (SI)

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n (ST_i \text{ max} - ST_i)^2}$$

$$SI = \sqrt{(196,739 - 75,113)^2 + (196,739 - 62,861)^2 + \dots + (196,739 - 20,389)^2}$$

$$SI = \sqrt{332065,95}$$

$$SI = 576,251$$

c. *Balance delay* (BD)

$$BD = \frac{(n \cdot CT) - \sum_{i=1}^n t_i}{n \cdot CT} \times 100\%$$

$$BD = \frac{(20 \cdot 196,739) - 1510,794}{20 \cdot 196,739} \times 100\%$$

$$BD = \frac{2423,986}{3934,78} \times 100\%$$

$$BD = 61,61\%$$

d. *Idle Time* (IT)

$$IT = (n \cdot CT) - \sum ti$$

$$IT = (20 \cdot 196,739) - 1510,794$$

$$IT = 3934,78 - 1510,794$$

$$IT = 2423,986 \text{ detik}$$

2. Perhitungan Kriteria Performansi *Line Balancing* Berdasarkan Perbaikan Lintasan

Perhitungan kriteria *line balancing* setelah dilakukannya perbaikan lintasan adalah sebagai berikut :

a. *Line Efficiency* (Effisiensi Lini)

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^n STi}{n \cdot CT} \times 100\%$$

$$LE = \frac{1510,794}{19 \cdot 98,369} \times 100\%$$

$$LE = 80,83\%$$

b. *Smoothing Index* (SI)

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^n (STi \text{ max} - STi)^2}$$

$$SI = \sqrt{(98,369 - 75,113)^2 + (98,369 - 62,861)^2 + \dots + (98,369 - 95,052)^2}$$

$$SI = \sqrt{28161,35}$$

$$SI = 167,813$$

c. *Balance delay* (BD)

$$BD = \frac{(n \cdot CT) - \sum_{i=1}^n ti}{n \cdot CT} \times 100\%$$

$$BD = \frac{(19 \cdot 98,369) - 1510,794}{19 \cdot 98,369} \times 100\%$$

$$BD = \frac{358,217}{1869,011} \times 100\%$$

$$BD = 19,17\%$$

d. *Idle Time* (IT)

$$IT = (n.CT) - \sum ti$$

$$IT = (19.98,369) - 1510,794$$

$$IT = 1967,38 - 1510,794$$

$$IT = 358,217 \text{ detik}$$