

***ANALISIS PERBANDINGAN KESEIMBANGAN LINTASAN
PRODUKSI PAINTING SOUNDBOARD GP DENGAN
PENDEKATAN MATEMATIK DAN HEURISTIK***

STUDI KASUS DI PT YAMAHA INDONESIA

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Nama : Era Istiranto

No. Mahasiswa : 125 22 144

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

2017

PERNYATAAN KEASLIAN

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

Jakarta, 27 Februari 2017



12 522 144



PT. YAMAHA INDONESIA

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

SURAT KETERANGAN

No. : 065/YI/PKL/III/2017

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

Nama : ERA ISTIRANTO
Nomor Induk Mahasiswa : 12522144
Jurusan : TEHNIK INDUSTRI
Fakultas : TEKNOLOGI INDUSTRI
Alamat : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA

Telah melakukan program Internship melalui penelitian dan pengamatan dalam penyusunan Tugas Akhir dengan Judul "*Analisis Perbandingan Keseimbangan Lintasan Produksi Painting Sound Board GP dengan Pendekatan Matematik dan Heuristik*". Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 05 September 2016 sampai dengan Tanggal 03 Maret 2017. Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 03 Maret 2017

HRD Department
PT. YAMAHA INDONESIA



Manager

CC: - Arsip

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**ANALISIS PERBANDINGAN KESEIMBANGAN LINTASAN PRODUKSI
PAINTING SOUNDBOARD GP DENGAN PENDEKATAN MATEMATIK DAN
HEURISTIK**

Studi Kasus PT. Yamaha Indonesia

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

Jurusan Teknik Industri – Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Disusun Oleh :

Era Istiranto

NIM. 12 522 144

Jakarta, 1 Maret 2017

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Ir. Elisa Kusriani, M.T., CPIM., CSCP.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

ANALISIS PERBANDINGAN KESEIMBANGAN LINTASAN PRODUKSI
PAINTING SOUNDBOARD GP DENGAN PENDEKATAN MATEMATIK DAN
HEURISTIK

Studi Kasus PT. Yamaha Indonesia

TUGAS AKHIR

Oleh

Nama : Era Istiranto

No. Mahasiswa : 12522144

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

Jakarta, 1 Maret 2017

Tim Penguji

Dr. Ir. Elisa Kusriani, M.T., CPIM., CSCP.

Ketua

Muchamad Sugarindra, S.T., M.T.

Anggota I

Sutoyo

Anggota II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Universitas Islam Indonesia




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

MOTTO

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”

(QS Al-Insyirah: 6)

لَخَاشِعِينَ عَلَىٰ إِلَٰهٍ كَبِيرٍ وَإِنهَا وَالصَّلَاةِ بِالصَّبْرِ وَاسْتَعِينُوا
رَاجِعُونَ إِلَيْهِ وَأَنَّهُمْ رَبُّهُمْ مَلَأُوا أَنَّهُمْ يَظُنُّونَ الَّذِينَ

“Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat kecuali bagi orang-orang yang khusyu’, (yaitu) orang-orang yang meyakini bahwa mereka akan menemui Tuhannya dan bahwa mereka akan kembali kepada-Nya”.

(Al-Baqarah [2] : 45-46)

Hidup itu harus bersabar, tegar, menang

Nothing I can't handle

KATA PENGANTAR



Assalamu`alaikum Wr.Wb

Alhamdulillah Puji dan Syukur Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, zat Yang Maha Indah dengan segala keindahan-Nya, zat yang Maha Pengasih dengan segala kasih sayang-Nya, yang terlepas dari segala sifat lemah semua makhluk-Nya. Alhamdulillah berkat Rahmat dan Hidayah-Nya Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir “Analisis Perbandingan Keseimbangan Lintasan Produksi *Painting Soundboard GP* dengan Pendekatan Matematik dan *Heuristik*” ini dengan baik, Shalawat serta salam senantiasa dilimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, sebagai pembawa risalah Allah terkahir dan penyempurna seluruh risalah-Nya.

Akhirnya dengan selesainya Tugas Akhir ini , izinkanlah penulis untuk menyampaikan terima kasih dan penghargaan sebesar besarnya kepada semua pihak yang telah berjasa membantu dalam pelaksanaan kerja praktek dan Penulisan Laporan Kerja Praktek ini yang merupakan salah satu prasyarat kelulusan untuk menyelesaikan program studi S-1, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Untuk ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo M.Eng.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universtas Islam Indonesia.
2. Bapak Yuli Agusti Rochman S.T., M.Eng. selaku Ketua Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
3. Dr. Ir. Elisa Kusrini, M.T., CPIM., CSCP selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktek yang telah memberikan bimbingan dan pengarahannya.
4. Bapak Slamet, Bapak Faizin, dan Bang Zanurip selaku pembimbing. Terimakasih atas bimbingan dan bantuannya selama magang dan penelitian berlangsung.
5. Kedua Orang Tua, Adik adik dan keluarga besar yang tiada henti memberikan dukungan dan motivasi.

6. Teman teman, Sahabat dari Teknik Industri terutama Nina Yulipurwanti, Diana, Fauzal Akbar yang telah memberikan dukungan, motivasi, membantu segala bentuk keperluan selama penelitian ini berlangsung.
7. Bapak Solihin, dan Bapak Samian yang memberikikan masukan, motivasi dan membimbing selama magang.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu dalam penyusunan penelitian Tugas Akhir ini. Atas keterlibatan semua pihak, peneliti mengucapkan terimakasih dan semoga kebaikan dan amal ibadah yang diberikan dibalas lebih baik oleh Allah SWT.

Semoga semua ini bisa memberikan sedikit kebahagiaan, menuntun kearah yang lebih baik lagi sehingga kebaikan serta bantuan yang diberikan oleh semua pihak kepada Peneliti mendapat balasan dan kebaikan yang berlipat ganda dari Allah Subhana wa Ta'ala, Amin.

Akhir kata, semoga penelitian Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya, dan perusahaan pada khususnya. Peneliti menyadari bahwa laporan ini jauh dari kesempurnaan, maka Peneliti mengharapkan masukan dan kritikan yang bersifat membangun untuk kesempurnaan dan perbaikan dilain waktu. Wassalamu`alaikum Wr.Wb.

Jakarta, 16 Februari 2017
Peneliti

(Era Istiranto)

ABSTRAK

PT Yamaha Indonesia merupakan suatu perusahaan manufaktur yang bergerak pada pembuatan piano baik itu *Upright Piano* maupun *Grand Piano*. Untuk menjaga daya saing produknya, PT Yamaha Indonesia melakukan *continous improvement* salah satunya menyeimbangkan stasiun kerja. Permasalahan yang timbul adalah bagaimana menentukan jumlah stasiun kerja yang optimal dimana stasiun kerja pada penelitian ini terbentuk dari operator yang melakukan beberapa elemen kerja dan untuk menjawab hasil diskusi level 4 *Painting Soundboard GP* dimana terjadi pemotongan jumlah operator dari 4 menjadi 3 operator. Dalam penelitian ini, untuk dapat menentukan jumlah stasiun kerja yang seimbang menggunakan metode *line balancing* dengan pendekatan Heuristik (*Ranked Position Weight* dan *Killbridge Wester*) dan metode Analitik. Hasil dari penelitian ini didapat bahwa metode Heuristik dan Analitik menghasilkan hasil yang sama yaitu stasiun kerja dari kondisi awal berjumlah 4 stasiun kerja menjadi 3 stasiun kerja dengan *Line Efficiency* sebesar 79%, *Balanced Delay* 21%, *Smoothness Index* 11,02 dengan total *idle time* menjadi 13,68 menit.

Kata Kunci : Keseimbangan Lintasan, Stasiun Kerja, Metode Heuristik, *Ranked Position Weight*, *Killbridge Wester*, Metode Analitik

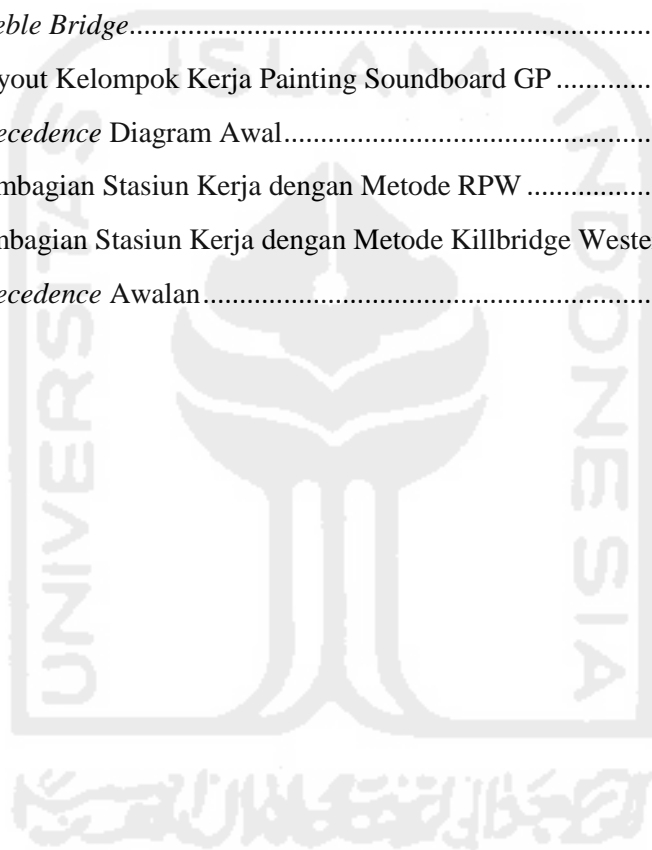
DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN LITERATUR	5
2.6 Kajian Teoritis.....	5
2.1.1 Definisi Keseimbangan Lintasan	5
2.1.2 Pengukuran Waktu Kerja Dengan Jam Henti	6
2.1.3 Uji kecukupan Data	10
2.1.4 Uji Keseragaman Data.....	11
2.1.5 Perhitungan Waktu Standart.....	12
2.1.6 Faktor Penyesuaian.....	14
2.1.7 Faktor Kelonggaran (<i>Allowance</i>).....	20
2.1.8 Pengaruh Kecepatan Lintasan Terhadap Stasiun Kerja	22
2.1.9 Metode Heuristik.....	28
2.1.10 Metode Matematis / Analitis	29
2.2 Kajian Empiris	31
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.2 Objek Penelitian	34
3.2 Sumber Data.....	34
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	35

3.4	Metode Pengolahan Data.....	36
3.5	Metode Analisis Data	37
3.6	Alur Penelitian.....	38
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		39
4.2	Pengumpulan Data.....	39
4.2.1	Rencana Produksi	39
4.2.2	JamKerja Efektif.....	40
4.2.3	Urutan Proses Kerja <i>Painting Soundboard GP</i>	41
4.2.4	Data Pengukuran Waktu Siklus	44
4.3.1	Uji Kecukupan Data	46
4.3.2	Uji Keseragaman Data.....	47
4.3.3	Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku	50
4.3.4	Perhitungan Kondisi Awal Kelompok Kerja <i>Painting Soundboard GP</i>	53
4.3.5	Penyeimbangan Lini dengan Metode <i>Heuristik (Ranked Position Weight)</i> ..	61
4.3.6	Penyeimbangan Lini dengan <i>Heuristik Metode (Killbridge – Wester)</i>	65
4.3.7	Metode Analitis (<i>Mathematical Programming Formulation</i>)	68
BAB V PEMBAHASAN		75
5.1	Analisis Data.....	75
5.2	Perancangan Lintasan Produksi.....	75
5.3	Uji Kecukupan dan Keseragaman Data.....	76
5.4	Waktu Normal dan Waktu Baku.....	76
5.1	Perbandingan Kondisi Awal dan Kondisi Usulan metode <i>Heuristik dan Analitic (Matematis)</i>	77
BAB VI PENUTUP		79
6.1	Kesimpulan	79
6.2	Saran	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alur Perhitungan Waktu Standart	13
Gambar 2. 2 <i>Precedence</i> Diagram Seri	23
Gambar 2. 3 <i>Precedence</i> Diagram Paralel	24
Gambar 3. 1 <i>Flow Chart</i> Penelitian	38
Gambar 4. 1 <i>Soundboard</i>	41
Gambar 4. 2 <i>Rib Piano</i>	41
Gambar 4. 3 <i>Treble Bridge</i>	42
Gambar 4. 4 Layout Kelompok Kerja Painting <i>Soundboard</i> GP	54
Gambar 4. 5 <i>Precedence</i> Diagram Awal	59
Gambar 4. 6 Pembagian Stasiun Kerja dengan Metode RPW	62
Gambar 4. 7 Pembagian Stasiun Kerja dengan Metode Killbridge Wester	66
Gambar 4. 8 <i>Precedence</i> Awalan	69



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Rating Factor</i>	19
Tabel 2. 2 <i>Allowance</i>	21
Tabel 2. 4 Tabel Rencana Produksi.....	39
Tabel 4. 1 Tabel rencana Produksi bulan November	40
Tabel 4. 2 Tabel rencana produksi <i>Soundboard</i> November 2016.....	40
Tabel 4. 3 Tabel Rencana Produksi GB Bulan periode 193.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4 Tabel Waktu Siklus Kelompok Kerja <i>Painting Soundboard</i>	45
Tabel 4. 5 Rekap Hasil Uji Kecukupan Data	47
Tabel 4. 6 Rata Rata dan Stdev	48
Tabel 4. 7 rekap Uji Keseragaman Data	49
Tabel 4. 8 Rincian <i>Allowance</i> Kelompok Kerja <i>Painting Soundboard</i>	50
Tabel 4. 9 <i>Allowance</i> Kelompok Kerja <i>Painting Soundboard GP</i>	51
Tabel 4. 10 Rincian WS,WN,WB	51
Tabel 4. 11 Tabel Pembagian Stasiun kerja Awalan.....	57
Tabel 4. 12 Rincian Pembagian Kerja Kelompok <i>Kerja Painting Soundboard GP</i>	58
Tabel 4. 13 Rincian <i>Idle time</i> , Waktu Baku, Eff Sk Awalan	60
Tabel 4. 14 <i>Smoothness Index</i> Stasiun Kerja Awalan.....	60
Tabel 4. 15 Pembobotan Dengan Metode RPW	62
Tabel 4. 16 Pembagian Stasiun Kerja Berdasarkan Metode RPW..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 17 Pembagian Stasiun Kerja Metode RPW	64
Tabel 4. 18 Rincian <i>Idle time</i> , Effisiensi Stasiun kerja	64
Tabel 4. 19 Perhitungan <i>Smoothness Index</i> metode <i>Killbridge Wester</i>	65
Tabel 4. 20 Rincian Pembagian Kerja Kelompok <i>Kerja Painting Soundboard GP</i>	64
Tabel 4. 21 Rincian <i>Idle time</i> , Waktu Baku, Eff Sk Awalan	65
Tabel 4. 22 <i>Smoothness Index Metode Analitic</i>	65
Tabel 4. 23 Perhitungan LP	68
Tabel 4. 21 Pembagian operator	70
Tabel 4. 21 Rincian <i>Idle time</i> , Waktu Baku, Eff Sk.....	71
Tabel 4. 22 <i>Smoothness Index Metode Analitic</i>	72
Tabel 5. 1 <i>Perbandingan Antara Metode</i>	74



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Persaingan dalam dunia industri merupakan persaingan yang cukup ketat antar perusahaan dimana kualitas merupakan kunci utama untuk menarik minat konsumen pada sebuah produk dan faktor utama yang membawa keberhasilan suatu perusahaan. Menurut ISO-8420 kualitas adalah totalitas fasilitas dan karakteristik dari produk atau jasa yang memenuhi kebutuhan. Untuk itu, menciptakan produk yang baik dan berkualitas, perusahaan harus memiliki keseimbangan lintasan yang baik.

Permasalahan keseimbangan lintasan produksi umumnya terjadi pada lintasan perakitan dibandingkan dengan fabrikasi, karena pada lintasan perakitan tingkat fleksibilitas tergolong kecil. Menurut Hari Purnomo (2004) pengaturan dan perencanaan yang tidak tepat akan menimbulkan stasiun kerjanya mempunyai kecepatan produksi yang berbeda beda. sehingga dapat menimbulkan masalah penumpukan material diantara stasiun kerja yang tidak berimbang kecepatan produksinya, waktu tunggu yang tinggi, adanya perbedaan beban kerja yang mencolok sehingga menyebabkan operator lebih banyak menganggur. Selain itu, yang dapat menyebabkan tidak seimbang lintasan produksi adalah kekurangan tenaga kerja, perubahan rencana produksi, kekurangan atau keterlambatan bahan, adanya penumpukan bahan dibeberapa stasiun kerja dan arena susunan dari stasiun kerja yang kurang baik (Asih , 2015)

Berkaca pada permasalahan tersebut, metode yang tepat dalam menyelesaikan permasalahan tersebut adalah metode *Line Balancing*. Metode *Line Balancing* merupakan sejumlah perakitan yang dikelompokkan kedalam beberapa pusat pekerjaan yang selanjutnya disebut dengan stasiun kerja (Kusuma, 1999). Untuk itu, tujuan akhir dari keseimbangan lintasan adalah meminimalisasi waktu menganggur pada setiap stasiun kerja sehingga dapat dicapai efisiensi stasiun kerja yang tinggi pada setiap stasiun kerja (Andari, 2008). Dalam penyelesaian permasalahan tersebut, Gaspersz (1998) metode keseimbangan lintasan dibagi menjadi 3 bagian, diantaranya adalah metode matematik, metode probabilistik dan metode heuristic. Metode analitik atau matematik merupakan metode yang berdasarkan pada perhitungan kualitatif, metode *heuristic* merupakan metode yang berdasarkan pengalaman (kualitatif) atau intuisi.

PT Yamaha Indonesia merupakan salah perusahaan yang memproduksi alat musik berupa piano, dimana piano yang diproduksi dibagi menjadi 2 jenis yaitu *upright piano* dan *grand piano*. Untuk tetap menjaga ke eksistensiannya PT Yamaha Indonesia aktivitas kaizen per tahun dengan tujuan meneliti apakah tiap kelompok kerja pada departement produksi tersebut terjaga kualitas tim kerja kelompok tersebut termasuk salah satunya menjaga keseimbangan lintasan (*line balancing*) tiap tiap kelompok departement produksi tersebut. Kelompok kerja *Painting Soundboard GP* merupakan kelompok kerja dengan hasil akhir *Soundboard GP* dimana pada kondisi saat ini stasiun kerja yang terbentuk adalah 4 stasiun kerja dengan 4 operator termasuk salah satunya kepala kelompok tersebut. Pada penelitian ini, ingin menjawab hasil diskusi level 4 kelompok Kerja *Painting Soundboard GP*, apakah dengan jumlah operator tersebut sudah optimal untuk produksi sejumlah 19 unit (model GB), pemotongan jumlah operator dari 4 menjadi 3 orang dan bagaimana kondisi yang optimal setelah diadakannya penelitian ini. Dalam memecahkan permasalahan tersebut, penelitian ini melakukan analisis keseimbangan lintasan dengan metode heuristik dan analitik / matematis dengan tujuan agar dapat melihat keseimbangan yang dihasilkan berdasarkan masing masing karakteristik metode tersebut, dan solusi yang dihasilkan merupakan solusi yang optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka rumusan permasalahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perbandingan metode *line balancing* pada kelompok kerja *Painting Soundboard GP* PT. Yamaha Indonesia saat ini ?
2. Bagaimanakan hasil yang didapat pada masing masing metode baik itu metode matematis dan *heuristic* ?
3. Berapa Stasiun Kerja yang terbentuk dari keseimbangan jumlah stasiun kerja yang optimal dan Apakah dengan penyeimbangan lintasan yang terbentuk dapat menurunkan jumlah waktu yang menganggur (*idle time*) dan berapakah penurunan yang terjadi ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk

1. Untuk mengetahui perbandingan metode sebelum dan sesudah dilakukannya penelitian
2. Untuk mengetahui *smoothing indeks* yang paling baik dari tiap metode
3. Untuk mengetahui metode yang tepat untuk digunakan pada kelompok kerja *Painting Soundboard GP*

1.4 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini dapat tercapai dan tidak menyimpang dari tujuan yang di harapkan, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Penelitian ini menggunakan metode *Kilbridge-Weston Heuristic*, *Ranked Position Weight* dan Matematik. Metode lain yang mempunyai pengaruh yang sama tidak diperhatikan.
- b. Objek dari penelitian ini adalah kelompok kerja Painting *Soundboard GP*.
- c. Proses pengerjaan merupakan proses standart, sehingga tidak ada penambahan dan pengurangan proses.
- d. Penelitian ini tidak memperhitungkan biaya biaya terkait

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Bagi Perusahaan
 - a. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat menjadi pertimbangan dalam penyeimbangan lini produksi *Soundboard GP*.
 - b. Memberikan rancangan agar aliran produksi menjadi lancar dan pembagian beban kerja menjadi rata disetiap stasiun kerja.
 - c. Dapat mengurangi aktivitas menganggur pada operator.
2. Bagi Peneliti
 - a. Sebagai persiapan diri dan bekal ketika menghadapi dunia kerja setelah menyelesaikan masa studinya.
 - b. Menambah wawasan dan pemahaman teknik dalam mengaplikasikan ilmu-ilmu dalam memecahkan masalah.
 - c. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bagi Pihak Lain
 - a. Sebagai salah satu refrensi, sumbangan pemikiran dan informasi untuk dijadikan perbandingan bagi penelitian yang sebelumnya berkaitan dengan penelitian ini.

1.1 Sistematika Penelitian

Adapun sistematika pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. BAB I : Pendahuluan
Berisi tentang latar belakang, rumusan permasalahan, batasan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan Tugas Akhir.
- b. BAB II : Kajian Literatur
Berisi tentang kajian literature deduktif dan induktif.
- c. BAB III : Metode Penelitian
Berisi tentang obyek penelitian, data yang digunakan, tahapan yang akan dilakukan pada penelitian.
- d. BAB IV : Pengumpulan dan Pengolahan Data
Berisi tentang proses pengolahan data dengan prosedur tertentu, termasuk gambar dan grafik yang berhubungan dengan proses pengolahan penelitian.
- e. BAB V : Pembahasan,
Berisi tentang pembahasan lebih lanjut mengenai bab sebelumnya. Hasil pada bab ini dapat dijadikan sebagai dasar dalam mengambil keputusan perusahaan, sebagai usulan perbaikan dan sebagai dasar dalam penentuan usulan penelitian selanjutnya pada bab berikutnya.
- f. BAB VI : Penutup
Berisi tentang Kesimpulan dan Saran, dimana kesimpulan menjawab rumusan permasalahan dalam penelitian atau sebagai hasil dari penelitian ini. Sedangkan saran merupakan masukan atau rekomendasi pengembangan penelitian selanjutnya dengan menggunakan cara, alat, ataupun metode lain dengan tujuan untuk memperluas pengembangan ilmu Teknik Industri.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Teoritis

2.1.1 Definisi Keseimbangan Lintasan

Usaha menyeimbangkan lintasan merupakan salah satu tantangan yang harus diperhatikan secara seksama oleh suatu industry manufaktur. Seperti ungkapan “hasil tidak akan mengkhianati proses” dalam dunia industry berarti kesuksesan dalam mencapai output atau hasil dipengaruhi secara signifikan oleh adanya keseimbangan stasiun kerja. Sehingga banyak peneliti mencoba mencari metode yang terbaik yang dapat digunakan untuk dapat menjaga keseimbangan stasiun kerja dan membuatnya agar lebih efisien.

Keseimbangan stasiun kerja (*Line Balancing*) adalah serangkaian stasiun kerja (mesin dan peralatan) yang dipergunakan untuk membuat suatu produk. line balancing biasanya terdiri dari sejumlah area kerja yang disebut dengan stasiun kerja yang ditangani oleh seorang operator atau lebih dan ada kemungkinan ditangani dengan bermacam macam alat (Ginting , 2007), sedangkan menurut (Falkenauer, 2005) keseimbangan stasiun kerja atau *line balancing* merupakan suatu metode penugasan dan penyeimbangan beban kerja dari

sejumlah pekerjaan yang saling berkaitan dalam satu lini produksi sehingga setiap stasiun kerja memiliki waktu yang tidak melebihi waktu siklus dari stasiun tersebut maka penugasan yang dilakukan terjadi secara optimal dan masuk akal. Adapun tujuan utama dilakukannya keseimbangan stasiun kerja adalah untuk menyeimbangkan dan menjaga agar stasiun kerja berjalan secara kontinyu (Purnomo, 2004). Karena, apabila hal ini tidak mendapatkan perhatian serius dari perusahaan maka akan mengakibatkan penumpukan material, beban kerja yang tidak merata, waktu menganggur dan kurang maksimalnya stasiun kerja tersebut dalam memproduksi outputnya.

2.1.2 Pengukuran Waktu Kerja Dengan Jam Henti

Pada suatu sistem produksi, perancangan stasiun kerja bukan hal yang mudah. Kesalahan dalam perancangan maupun metode akan sangat berdampak pada keseluruhan proses produksi. Pengukuran waktu kerja merupakan pengukuran yang dilakukan pada suatu elemen kerja pada operator dalam menyelesaikan pekerjaannya. Pengukuran waktu kerja bertujuan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan suatu pekerjaan. Untuk itu teknik pengukuran waktu kerja dibagi menjadi 2 yaitu (Wignjosoebroto, 1989).

1. Pengukuran waktu kerja langsung
yaitu pengukuran dilakukan secara langsung di tempat dimana pekerjaan yang diukur sedang berlangsung.
2. Pengukuran waktu kerja tidak langsung
pengukuran yang dilakukan tanpa di tempat kerja yang diukur sedang berlangsung namun peneliti harus memahami proses pekerjaan yang diukur.

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti (*stopwatch time study*) diperkenalkan pertama kali oleh *Frederick W. Taylor* pada abad 19 lalu metode ini di aplikasikan untuk produksi massal dengan jenis pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang ulang. Dari hasil pengukuran

tersebut, maka didapatkan waktu baku untuk menyelesaikan 1 siklus pekerjaan dimana waktu ini digunakan sebagai standar penyelesaian waktu yang di gunakan oleh operator dalam menyelesaikan tugasnya tersebut. Langkah langkah yang digunakan untuk melaksanakan pengukuran waku adalah sebagai berikut :

1. Langkah persiapan : pilih dan definisikan pekerjaan yang akan diukur dan ditetapkan waktu standartnya, informasikan maksud dan tujuan pengukuran pekerjaan kerja kepada *supervisor* / pekerja , pilih operator dan catat semua data yang berkaitan dengan system operasi kerja.
2. *Elemental Breakdown* : bagi siklus kegiatan yang berlangsung kedalam elemen elemen kegiatan sesuai dengan aturan yang ada.
3. Pengamatan dan pengukuran : lakukan pengamatan dan pengukuran waktu sejumlah N pengamatan untuk setiap siklus / elemen kegiatan (X_1, X_2, \dots, X_n).
4. Tetapkan *performance* rating dari kegiatan yang ditujukan operator.
5. *Check* Kecukupan dan Keseragaman Data
6. Perhitungan Waktu Standart. (Wignjosoebroto, 1989)

Asumsi yang digunakan dalam pengukuran waktu kerja menggunakan *stopwatch* diantaranya:

1. Pekerjaan tersebut harus dilaksanakan secara *repetitive* dan *uniform*.
2. Isi / macam kegiatan tersebut harus homogen.
3. Hasil kerja (*output*) harus dapat dihitung secara nyata (*kuantitatif*) baik secara keseluruhan maupun untuk tiap tiap elemen kerja yang berlangsung.
4. Pekerjaan terseut cukup banyak dilaksanakan dan teratur sifatnya, sehingga akan memadai untuk diukur dan dihitung waktu bakunya. (Wignjosoebroto, 1989)

Untuk memperoleh waktu yang wajar ada setiap proses operasi dan dapat di terapkan pada perusahaan maka perlu diperhatikan kondisi kerja, cara pengukuran, jumlah pengukuran, operator, dll. Hal hal yang harus dilakukan agar hasil pengukuran waktu tercapai adalah :

1. Penetapan tujuan pengukuran.

Sebagaimana dengan penelitian penelitian yang lain, tujuan penelitian haruslah ditetapkan terlebih dahulu. Dalam pengukuran kerja, ada beberapa hal yang harus peneliti ketahui dan ditetapkan untuk apa hasil pengukuran (waktu baku) itu di gunakan / dimanfaatkan didalam kaitannya dalam proses produksi.

2. Mengumpulkan dan mencatat informasi tentang operasi dan operator yang sedang dipelajari. Setelah tujuan pengukuran ditetapkan, peneliti harus mencatat dan mengetahui segala informasi mengenai operasi dan operator secara lengkap, dengan tujuan agar hasil penelitian dapat dijadikan sumber informasi pada waktu yang akan datang.

3. Membagi operasi menjadi elemen elemen yang lebih sederhana dan mencatat lengkap deskripsi serta proses dari operasi. Dalam mengukur waktu kerja, pengukuran pada saat persimpangan hingga akhir dari operasi merupakan hal yang tidak dibenarkan, sehingga pada umumnya pelaksanaan pengukuran kerja dilakukan dengan cara membagi elemen kerja terlebih dahulu dan mengukur masing masing elemen kerja yang mempunyai tujuan sebagai berikut :

- a. Untuk mendapatkan penggambaran suatu operasi kedalam elemen elemen kerja yang lebih detail dan mampu untuk diukur secara terpisah
- b. Dapat ditetapkannya besaran waktu baku berdasarkan elemen elemen pekerjaan yang ada.
- c. Dengan membagi kedalam elemen elemen kerja maka dapat dianalisa waktu waktu yang berlebihan untuk tiap tiap elemen yang ada atau waktu yang terlalu singkat untuk elemen elemen kerja yang lain.

- d. Seorang operator dapat bekerja dengan tempo waktu yang berbeda beda waktu siklus yang sedang berlangsung. Dengan membagi operasi kerja menjadi elemen elemen kerja yang lebih kecil maka *performance rating* untuk setiap elemen kerja akan dapat dengan mudah diaplikasikan..
- e. Mengamati dan mencatat waktu yang diperlukan operator untuk bekerja

Terdapat 3 metode yang digunakan untuk mengukur elemen kerja menggunakan jam henti (*stopwatch*) diantaranya :

1. Pengukuran kerja secara berulang ulang (*continuous repetitive*)
Pengukuran kerja secara berulang ulang / *continuous repetitive* merupakan pengukuran dimana peneliti menekan tombol *stopwatch* pada saat elemen dari operasi kerja berlangsung dan membiarkan jarum penunjuk *stopwatch* berjalan secara terus menerus hingga hingga periode elemen operas kerja tersebut berakhir.
2. Pengukuran waktu secara berulang ulang (*repetitive timing*).
Pengukuran waktu kerja secara berulang ulang atau *repetitive timing* merupakan pengukuran dimana dalam pengoprasiaannya jarum penunjuk *stopwatch* akan selalu dikembalikan lagi pada posisi 0 .
3. Pengukuran waktu secara akumulatif
Pengukuran waktu kerja secara akumulatif merupakan pengukuran dimana peneliti menggunakan 2 buah *stopwatch* atau lebih yang diletakkan berdekatan dengan papan pengamatan. Sehingga apabila *stopwatch* pertama dijalankan maka *stopwatch* ke 2 dan ke 3 dalam keadaan berhenti. Sehingga apabila elemen kerja pertama sudah berakhir maka tuas ditekan untuk menghentikan gerakan jarum dari *stopwatch* pertama dan menggerakkan *stopwatch* kedua untuk mengukur elemen kerja berikutnya begitupun seterusnya.

4. Penetapan jumlah siklus kerja yang harus diukur dan diamati.

Konsekuensi yang diperoleh dari aktivitas pengukuran kerja atau sampling, bahwa semakin besar jumlah siklus kerja yang diamati maka semakin besar pula kebenaran akan data waktu yang diperoleh. Semakin kecil tingkat variansi atau perbedaan data waktu maka semakin kecil pula pengamatan atau pengukuran begitu pun juga apabila semakin besar variabilitas dari data pengukuran maka akan menyebabkan jumlah siklus kerja yang diamati semakin besar untuk memperoleh ketelitian yang dikehendaki. (Wignjosoebroto, 1989).

2.1.3 Uji kecukupan Data

Tujuan uji kecukupan data untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan yang telah diambil sudah cukup populasinya, bila belum maka perlu diadakannya pengamatan tambahan hingga dianggap cukup mewakili populasinya. Menurut Hari Purnomo (2004) persamaan dalam uji kecukupan data adalah sebagai berikut:

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

(Purnomo , 2004)

Dimana

- N' = Banyaknya pengukuran sesungguhnya yang diperlukan
 N = Jumlah Pengukuran pendahulu yang telah dilakukan
 Xi = Waktu penyelesaian yang teramati selama pengukuran yang telah dilakukan.
 k = Harga indeks yang besarnya tergantung tingkat keyakinan.

Menurut *Barnes* (2008) banyaknya pengamatan yang harus dilaksanakan dalam kegiatan sampling kerja dipengaruhi oleh 2 hal, diantaranya adalah :

1. Tingkat keyakinan / tingkat kepercayaan

Nilai k ditentukan berdasarkan tingkat keyakinan dengan rincian sebagai berikut

- a. Jika tingkat keyakinan 99%, maka $k = 2,58$
- b. Jika tingkat keyakinan 95% maka $k = 1,96$
- c. Jika tingkat keyakinan 68% maka $k = 1$

2. Tingkat Ketelitian

Tingkat ketelitian merupakan suatu cara agar jumlah observasi sesuai dengan harapan yang diinginkan.

Jika hasil $N \geq N'$, maka data hasil pengamatan yang diambil telah mencukupi $N \leq N'$, maka perlu diadakannya penambahan data.

2.1.4 Uji Keseragaman Data

Selain uji kecukupan data, hal yang tak kalah penting dalam melakukan *time study* adalah uji keseragaman dengan tujuan agar data yang diperoleh seragam secara tes keseragaman data dan sebelum data yang digunakan diolah untuk menetapkan waktu standart. Adapun rumus yang digunakan dalam uji keseragaman data adalah sebagai berikut :

$$\text{BKA} = \bar{x} + k\sigma$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - k\sigma$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N-1}}$$

(Purnomo , 2004)

Dengan

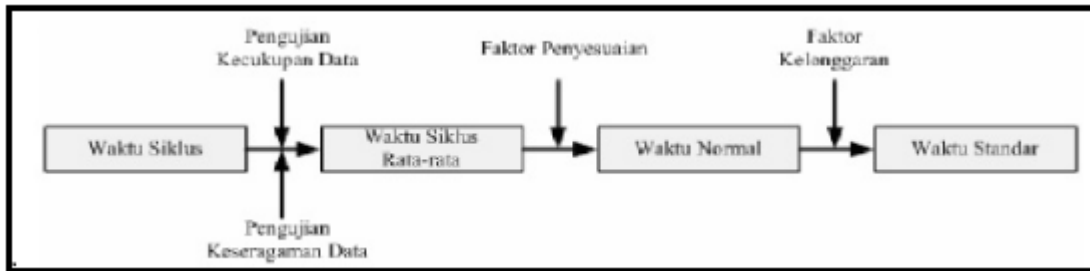
BKA = Batas kontrol atas

BKB	=	Batas kontrol bawah
\bar{x}	=	Nilai rata-rata
σ	=	Standart deviasi
k	=	Tingkat keyakinan

Uji keseragaman data hanya dianalisis secara visual yang dilakukan dengan mengidentifikasi data, apabila ditemukan data yang “ekstrim” atau data yang mempunyai nilai yang terlalu besar ataupun terlalu kecil, maka data tersebut dapat dikatakan menyimpang dari trendnya, sehingga data ekstrim tersebut sebaiknya tidak digunakan dalam perhitungan yang selanjutnya (Wignjosoebroto, 1989). Begitupun sebaliknya, apabila semua data masuk dalam range BKA dan BKB maka data tersebut dikatakan seragam (Purnomo , 2004).

2.1.5 Perhitungan Waktu Standart

Apabila data data telah memenuhi tingkat keseragaman yang dikehendaki dan jumlah yang dibutuhkan telah memenuhi tingkat keyakinan dan ketelitian, maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan waktu siklus dan waktu normal. Waktu standart / waktu siklus / *cycle time* (t_c) / merupakan waktu yang digunakan untuk menyelesaikan satu pekerjaan pada satu stasiun kerja (Purnomo , 2004). Secara garis besar, urutan pengukuran waktu kerja dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2. 1 Alur Perhitungan Waktu Standart

Dengan rumus perhitungan adalah sebagai berikut :

1. Hitung waktu siklus rata rata dengan cara :

$$W_s = \frac{\sum x_i}{N'}$$

(Sutalaksana, 1982)

2. Hitung waktu normal dengan cara :

$$W_n = \text{Rata Rata Elemen Kerja} \times \text{Rating Factor}$$

(Sutalaksana, 1982)

Menurut Sutalaksana (1982) p merupakan faktor penyesuaian. Faktor ini diperhitungkan apabila operator bekerja dalam kecepatan yang tidak wajar. Sehingga hasil perhitungan waktu diharuskan untuk disesuaikan terlebih dahulu sebelum dilakukannya perhitungan.

Menurut Sutalaksana (1982) :

- a. jika operator bekerjanya terlalu lambat, maka, harga $p < 1$
- b. jika operator bekerja terlalu cepat, maka harga $p > 1$
- c. jika operator bekerja dalam kecepatan normal, maka harga $p = 1$

3. Hitung waktu baku dengan cara :

$$W_b = W_n \times \frac{100}{100 - Allowance}$$

(Barnes , 1980)

2.1.6 Faktor Penyesuaian

Pada saat pengukuran berlangsung, peneliti diharuskan untuk melihat sikap kewajaran dan ketidakwajaran kerja yang ditunjukkan oleh operator. Ketidakwajaran tersebut dapat dilihat dari ketidaksungguhan operator, kerja yang terlalu diburu buru waktu dan keadaan lingkungan yang tidak mendukung. Pengukuran dibutuhkan agar peneliti mengetahui seberapa jauh hal itu terjadi. Ketidakwajaran yang biasa terjadi pada suatu lintasan produksi adalah apabila operator bekerja dibawah kecepatan atau diatas kecepatan yang telah telah ditentukan, untuk itu perlu adanya penyesuaian agar waktu kerja yang diukur dapat dinormalkan kembali.

Untuk dapat menormalkan waktu kerja yang diperoleh, maka dilakukan penyesuaian dengan cara mengalikan waktu pengamatan rata rata dengan penyesuaian. *Westing House Company* (1927) memperkenalkan system yang dianggap penting dan lengkap dibandingkan dengan system yang ada, diantaranya keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. ((Sutalaksana, Anggawisastra, & Tjakraatmadja, 1982).Keterampilan atau skill merupakan suatu cara untuk mengikuti tata cara kerja yang diterapkan, untuk itu keterampilan dibagi menjadi 6 kelas dengan ciri ciri dan definisi sebagai berikut :

1. *Super Skill*

- a. Secara bawaan cocok dengan pekerjaannya
- b. Bekerja dengan sempurna
- c. Tampak seperti telah berlatih secara baik
- d. Gerakan gerakannya halus dan sangat cepat sehingga sangat sulit untuk diikuti
- e. Kadang kadang terkesan tidak berbeda dengan gerakan gerakan mesin
- f. Perpindahan darisatu elemen pekerjaan ke elemen pekerjaan lainnya tidak terlampau terlihat karena lancarnya
- g. Tidak terkesan adanya gerakan gerakan berfikir dan merencana tentang apa yang dikerjakan (sudah sangat otomatis)
- h. Secara umum dapat dikatakan bahwa pekerja yang bersangkutan merupakan pekerja yang terbaik.

2. *Excellent Skill*

- a. Percaya pada diri sendiri.
- b. Tampak cocok dengan pekerjaannya
- c. Terlihat telah terlatih baik
- d. Bekerja teliti dengan tidak banyak melakukan pengukuran pengukuran atau pemeriksaan pemeriksaan
- e. Gerakan gerakannya kerjanya beserta urutan urutan kerjanya dijalankan tanpa kesalahan
- f. Menggunakan peralatan dengan baik
- g. Bekerjanya cepat tanpa mengorbankan mutu
- h. Bekerjanya cepat tetapi halus
- i. Bekerja berirama dan terkoordinasi

3. *Good Skill*

- a. Kualitas hasil baik
- b. Bekerjanya tampak lebih baik dari pada kebanyakan pekerja umumnya
- c. Dapat memberi petunjuk petunjuk pada pekerja lain yang keterampilannya lebih rendah

- d. Tampak jelas sebagai pekerja yang cakap
- e. Tidak memerlukan banyak pengawasan
- f. Tiada keragu raguan
- g. Bekerjanya stabil
- h. Gerakan gerakannya terkoordinasi dengan baik
- i. Gerakan gerakannya cepat

4. *Average Skill*

- a. Tampak adanya kepercayaan pada diri sendiri
- b. Gerakan gerakannya tidak cepat tetapi tidak lambat
- c. Terlihat adanya perencanaan perencanaan pekerjaan
- d. Gerakan gerakannya cukup menunjukkan tiadanya keragu raguan
- e. Mengkoordinasi tangan dan pikiran dengan cukup baik
- f. Tampak cukup terlatih dan karenanya mengetahui seluk beluk pekerjaannya
- g. Bekerja cukup teliti
- h. Secara keseluruhan cukup memuaskan

5. *Fair Skill*

- a. Tampak terlatih tapi belum cukup baik
- b. Mengenal peralatan dan lingkungan secukupnya
- c. Terlihat adanya perencanaan perencanaan sebelum melakukan gerakan.
- d. Tidak mempunyai kepercayaan diri yang cukup
- e. Tampaknya seperti tidak cocok dengan pekerjaannya tetapi telah ditempatkan dipekerjaan itu sejak lama
- f. Mengetahui apa yang dilakukan dan harus dilakukan tetapi tampak tidak selalu yakin
- g. Sebagian waktu terbuang karena kesalahan kesalahan sendiri
- h. Jika tidak bekerja sungguh sungguh outputya akan sangat rendah
- i. Biasanya tidak ragu ragu dalam menjalankan gerakan gerakannya.

6. *Poor Skill*

- a. Tidak bisa mengkoordinasi tangan dan pikiran

- b. Gerakan gerakannya kaku
- c. Kelihatan tidak adanya keyakinan pada urutan pekerjaan
- d. Seperti yang tidak terlatih untuk pekerjaan yang bersangkutan
- e. Tidak terlihat adanya kecocokan pada pekerjaannya
- f. Ragu ragu dalam menjalankan gerakan kerja
- g. Sering melakukan kesalahan
- h. Tidak adanya kepercayaan pada diri sendiri
- i. Tidak bias mengambil inisiatif sendiri.

Untuk usaha atau effort, westing house membagi dalam kelas kelas dan ciri ciri sebagai berikut :

1. *Excessive Effort*

- a. Kecepatannya sangat berlebihan
- b. Usahanya sangat sungguh sungguh tetapi dapat membahayakan kesehatannya
- c. Kecepatan yang ditimbulkan tidak dapat dipertahankan sepanjang hari kerja

2. *Excellent Effort*

- a. Jelas terlihat kecepatan kerjanya yang tinggi
- b. Gerakan gerakannya lebih “ekonomis” dari pada operator operator biasa
- c. Penuh perhatian pada pekerjaannya
- d. Banyak memberi saran saran
- e. Menerima saran saran dan petunjuk petunjuk dengan senang
- f. Percaya kepada kebaikan maksud pengukuran waktu
- g. Tidak dapat bertahan lebih dari beberapa hari
- h. Bangga atas kelebihannya
- i. Gerakan gerakan yang salah terjadi sangat arang sekali
- j. Bekerjanya sistematis
- k. Karena lancarnya, perpindahan darisatu elemen ke elemen yang lain tidak terlihat

3. *Good Effort*

- a. Bekerja berirama

- b. Saat saat mengganggu sangat sedikit, bahkan tidak ada
- c. Penuh perhatian pada pekerjaannya
- d. Kecepatannya baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari
- e. Percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu
- f. Memberi saran saran dan petunjuk petunjuk dengan senang
- g. Dapat memberikan saran saran untuk perbaikan kerja
- h. Tempat kerjanya diatur baik dan rapih
- i. Menggunakan alat alat yang tepat dengan baik
- j. Memelihara dengan baik kondisi peralatan.

4. *Average Effort*

- a. Tidak sebaik *good*, tetapi lebih baik dari *poor*
- b. Bekerja dengan stabil
- c. Menerima saran saran tetapi tidak melaksanakannya
- d. *Set up* dilaksanakan dengan baik
- e. Melakukan kegiatan kegiatan perencanaan

5. *Poor Effort*

- a. Banyak membuang buang waktu
- b. Tidak memperlihatkan adanya minat kerja
- c. Tidak mau menerima saran saran
- d. Tampak malas dan bekerja lambat
- e. Melakukan gerakan gerakan yang tidak perlu untuk mengambil alat alat dan bahan bahan
- f. Tempat kerjanya tidak diatur dengan rapih
- g. Tidak peduli pada cocok / baik tidaknya peralatan yang dipakai
- h. Mengubah ubah tata letak tempat kerja yang telah diatur
- i. *Set up* kerjanya terlihat tidak baik.

Kondisi fisik dalam *westing house* dibagi menjadi 6 kelas diantaranya : *Excellent*, *Good*, *Average*, *Fair* dan *Poor*. kondisi kerja menurut *Westinghouse* adalah kondisi fisik

lingkungan meliputi keadaan pencahayaan, temperatur dan kebisingan ruangan. Faktor kondisi kerja merupakan faktor yang ada dikuar kondisi operator, sehingga dalam mengubahnya, pihak managementlah yang dapat merubahnya. Kondisi fisik yang ideal tidak selalu sama antara kondisi fisik proses kerja satu dengan prose kerja yang lainnya. Hal ini dikarenakan menyesuaikan proses kerja yang terjadi guna mendukung *performance* kerja operator yang bersangkutan. Sehingga dalam proses penilaiannya peneliti harus mengetahui kondisi seperti apa untuk mendukung performance kerja operator tersebut.

Faktor terakhir yang harus diperhatikan dalam penyesuaian *westing house* adalah konsistensi, hal ini karena pada saat pengukuran waktu, waktu penyelesaian operator selalu berubah ubah. Sebagaimana dengan hal tersebut, konsistensi dibagi menjadi 6 kelas yaitu : *perfect, excellent, good, average, fair* dan *poor*. Operator dapat dikatakan *perfect* apabila dapat bekerja dengan waktu yang dapat dikatakan tetap dari saat ke saat. Sebaliknya operator dapat dikatakan memiliki konsistensi *poor* apabila waktu penyelesaiannya berselisih jauh jauh dari rata rata secara acak. Berikut ini merupakan tabel penyesuaian atau *rating factor* adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Rating Factor

WESTING HOUSE RATING FACTORS

SKILL			EFFORT		
0,15	A1	<i>Super Skill</i>	0,13	A1	<i>Excessive</i>
0,13	A2		0,12	A2	
0,11	B1	<i>Excellent</i>	0,1	B1	<i>Excellent</i>
0,08	B2		0,08	B2	
0,06	C1	<i>Good</i>	0,05	C1	<i>Good</i>
0,03	C2		0,02	C2	
0	D	<i>Average</i>	0	D	<i>Average</i>
-0,05	E1	<i>Fair</i>	-0,04	E1	<i>Fair</i>
-0,1	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	<i>Poor</i>	-0,12	F1	<i>Poor</i>
-0,22	F2		-0,17	F2	
CONDITION			CONSISTENCY		
0,06	A	<i>Ideal</i>	0,04	A	<i>Perfect</i>

0,04	B	<i>Excellent</i>	0,03	B	<i>Excellent</i>
0,02	C	<i>Good</i>	0,01	C	<i>Good</i>
0	D	<i>Average</i>	0	D	<i>Average</i>
-0,03	E	<i>Fair</i>	-0,02	E	<i>Fair</i>
-0,07	F	<i>Poor</i>	-0,04	F	<i>Poor</i>

2.1.7 Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

Menurut Satalaksana (1982) kelonggaran diberikan untuk 3 hal, diantaranya adalah kelonggaran untuk keperluan pribadi, menghilangkan rasa fatigue dan hambatan hambatan yang tak dapat dihindarkan. Hal ini merupakan yang sangat dibutuhkan oleh operator. Untuk lebih jelasnya, penjelasan mengenai faktor kelonggaran adalah sebagai berikut :

1. Kelonggaran untuk keperluan pribadi

Yang termasuk dalam kelonggaran keperluan pribadi adalah minum untuk menghilangkan rasa haus, bercakap cakap sekedarnya dengan tujuan untuk menghilangkan ketegangan, dan kekamar mandi (Satalaksana, Anggawisastra, & Tjakraatmadja, 1982).

2. Kelonggaran untuk menghilangkan *Fatigue*

Kelonggaran akibat kelelahan terlihat dari menurunnya hasil produksi baik jumlah kualitas. Sehingga, salah satu cara dalam memberikan penilaian kelonggaran akibat kelelahan, peneliti harus melakukan pengamatan seharian untuk mengidentifikasinya meskipun dapat dikatakan sulit karena menurunnya jumlah produksi tidak hanya dari kelelahan, namun ada banyak faktor yang menyebabkannya.

3. Kelonggaran yang tidak dapat dihindarkan

Dalam pekerjaannya, operator tidak akan lepas dai berbagai hambatan. Beberapa contoh termasuk kedalam hambatan yang tak terhindarkan adalah :

- a. Menerima atau meminta petunjuk kepada pengawas
- b. Melakukan penyesuaian penyesuaian mesin
- c. Memperbaiki kemacetan kemacetan singkat seperti mengganti alat potong yang patah, memasang kembali ban yang lepas dan sebagainya.
- d. Mengasah peralatan
- e. Mengambil alat alat khusus atau bahan bahan khusus dari gudang
- f. Hambatan hambatan karena kesalahan kesalahan pemakaian alat ataupun bahan
- g. Mesin berhenti karena mati aliran listrik.

Adapun tabel faktor kelonggaran adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Allowance

FAKTOR		KELONGGARAN %	
KEBUTUHAN PRIBADI			
1	Pria	0-2,5	
2	Wanita	2-5,0	
KEADAAN LINGKUNGAN			
1	Besih, Sehat dan Tidak Bising	0	
2	Siklus kerja berulang - ulang Antara 5 - 10 detik	0-1	
3	Siklus kerja berulang - ulang Antara 0 - 5 detik	3-Jan	
4	Sangat bising	0-5	
5	Ada faktor penurunan kualitas	0-5	
6	Ada getaran lantai	5-10.	
7	Keadaan yang luar biasa	5-10.	
TENAGA YANG DIKELUARKAN		Pria	Wanita
1	Dapat diabaikan	Tanpa Beban	
2	Sangat ringan	0- 2,25 Kg	
3	Ringan	2,25 - 9 Kg	
4	Sedang	9 - 18 Kg	
5	Berat	18 - 27 Kg	
6	Sangat berat	27 - 50 Kg	
7	Luar biasa berat	> 50 Kg	
SIKAP KERJA			
1	Duduk	0-1	

FAKTOR	KELONGGARAN %	
2 Berdiri diatas 2 kaki	1-2,5	
3 Berdiri diatas 1 kaki	2,5-4	
4 Berbaring	2,5-4	
5 Membungkuk	4-10	
GERAKAN KERJA		
1 Normal	0	
2 Agak terbatas	0-5	
3 Sulit	0-5	
4 Anggota badan terbatas	5-10.	
5 Seluruh badan terbatas	10-15.	
KELELAHAN MATA		
1 Pandangan terputus	TERANG	BURUK
2 Pandangan terus menerus	0	1
3 Pandangan terus menerus dengan faktor berubah ubah	2	2
4 Pandangan terus menerus dengan fokus tetap	2	5
	4	8
TEMPERATUR TEMPAT KERJA (C)		
	NORMAL	LEMBAB
1 Beku	>10	>12
2 Rendah	10-0.	12-5.
3 Sedang	5-0.	8-0.
4 Normal	0-5.	0-8.
5 Tinggi	5-40.	8-100.
6 Sangat Tinggi	>40	>100.

2.1.8 Pengaruh Kecepatan Lintasan Terhadap Stasiun Kerja

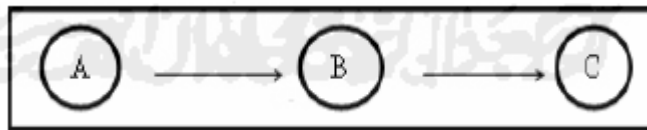
Pengaturan dan perencanaan yang tidak tepat dapat mengakibatkan stasiun kerja pada lintasan perakitan memiliki kecepatan yang berbeda beda (Purnomo , 2004) untuk itu, upaya yang dilakukan adalah meminimumkan ketidakseimbangan lini produksi untuk mendapatkan waktu sama pada setiap stasiun kerja sesuai dengan kecepatan produksi yang diinginkan.

1. *Precedence Diagram*

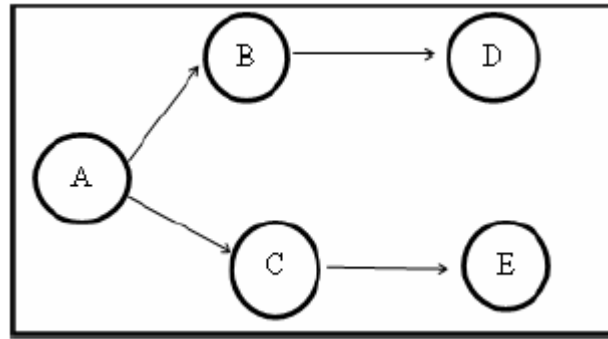
Precedence diagram merupakan gambaran secara grafis dari urutan operasi kerja, serta ketergantungan pada operasi kerja lainnya yang tujuannya untuk memudahkan pengontrolan dan perencanaan kegiatan yang terkait di dalamnya (Gonzali , Andreas, & Feriyatis, 2015). *precedence* diagram ditandai dengan (Dilworth , 1993):

- a. Symbol lingkaran (*node*) atau huruf didalamnya yang bertujuan untuk mempermudah identifikasi dari suatu proses operasi yang membedakan aktifitas satu dengan aktivitas yang lainnya.
- b. Tanda panah yang menunjukkan ketergantungan dari urutan proses operasi yang dimana dalam hal ini operasi yang berada pada pangkal panah berarti mendahului operasi yang berada pada ujung panah.
- c. Angka diatas symbol lingkaran merupakan waktu baku / waktu standart yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap operasi. Sehingga dengan cara ini dapat terlihat apakah hubungan antara operasi tersebut memiliki hubungan yang seri (berurutan) ataupun parallel (*mutually independent*)

Gambar mengenai *precedence* diagram seri (berurutan) ataupun parallel (*mutually independent*) adalah sebagai berikut (Prabowo,2016)



Gambar 2. 2 *Precedence Diagram Seri*



Gambar 2. 3 Precedence Diagram Paralel

2. Rumus dan Istilah yang digunakan dalam *line balancing* adalah sebagai berikut :
 - a. Elemen Kerja
(Gonzali , Andreas, & Feriyatis, 2015) elemen kerja merupakan bagian dari seluruh proses operasi yang dilakukan.
 - b. Stasiun Kerja
Tempat lini perakitan dimana proses perakitan dilakukan. (Gonzali , Andreas, & Feriyatis, 2015).rumus yang digunakan untuk menentukan stasiun kerja minimum adalah sebagai berikut :

$$K \text{ min} = \frac{\sum_{i=1}^k t_i}{c}$$

Dengan

t_i = waktu operasi (elemen)

C = waktu siklus stasiun kerja

c. Waktu Siklus (*Cycle Time*)

Waktu merupakan interval waktu antara komponen keluar masuk dari lintasan produksi atau waktu menyelesaikan satu unit produk mulai dari awal sampai akhir (Prabowo,2016). Perhitungan waktu siklus digunakan sebagai dasar pengelompokan stasiun kerja (Asih , 2015)

Rumus dalam menghitung CT adalah sebagai berikut

$$CT = \frac{T}{Q}$$

(bedworth & Bailey , 1987)

Dengan

- C = Waktu Siklus
 T = Waktu tersedia
 Q = Target Produksi

d. Waktu menganggur (*Idle Time*)

Menurut Baroto (2002) *Idle Time* merupakan selisih atau perbedaan antara Cycle Time (CT) dan waktu siklus stasiun.rumus dalam menghitung *Idle Time* adalah sebagai berikut :

$$Idle Time = n \times W_s - \sum_{i=1}^n W_i$$

(Asih , 2015)

Dengan :

- n = Jumlah Stasiun Kerja
 W_s = Waktu Stasiun Kerja Terbesar
 W_i = Waktu Siklus Stasiun Kerja
 i = 1,2,3,...,n

e. *Balanced Delay*

Balanced Delay merupakan rasio antara waktu *idle* atau menganggur dalam lini perakitan dengan waktu yang tersedia. (Purnomo , 2004). Kegunaan dari *Balanced Delay* adalah untuk mengukur ketidakefisienan lintasan produksi atau perakitan akibat waktu *idle* yang disebabkan alokasi stasiun kerja yang tidak tepat (Prabowo , 2016).

Rumus dalam menghitung *balanced delay* adalah sebagai berikut :

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

(Asih , 2015)

Dengan :

D = *Balance Delay* (%) n = Jumlah stasiun kerja

C = Waktu siklus terbesar dalam stasiun kerja

$\sum t_i$ = Jumlah semua waktu operasi t_i = Waktu operasi

f. *Effisiensi Stasiun Kerja*

Effisiensi stasiun kerja merupakan rasio antara waktu operasi tiap stasiun kerja (W_i) dan waktu operasi stasiun kerja terbesar (W_s) (Nasution A. H., 1999) .sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Eff S.K} = \frac{W_i}{W_s} \times 100\%$$

(Nasution A. H., 1999)

Dimana

W_i = Stasiun kerja ke i

Ws = Waktu Siklus Maksimum

g. Effisiensi Lintasan Produksi (*Line Efficiency*)

Effisiensi lintasan merupakan rasio antara waktu yang digunakan dengan waktu yang tersedia. Keseimbangan lintasan akan tercapai apabila setiap daerah stasiun kerja memiliki waktu yang sama (Purnomo, 2004). Rumus efisiensi lintasan adalah sebagai berikut :

$$\text{Line eff} = \frac{\sum_{i=1}^k St_i}{CT \times K} \times 100\%$$

(Nasution & Yudha, 2008)

Dimana :

ST_i = Waktu stasiun kerja ke I

CT = waktu siklus

K = jumlah stasiun kerja yang terbentuk

h. *Smoothness Index*

Smoothness Index merupakan kelancaran relative dari penyeimbangan lini perakitan tertentu (Elsayed, 1994). Rumus dari *Smoothness Index* adalah sebagai berikut :

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^N (Ws_{\max} - Ws_i)^2}$$

(Purnomo, 2004)

Dengan

Ws max = maksimum waktu pada stasiun kerja

W_{s_i} = waktu stasiun kerja ke i

2.1.9 Metode Heuristik

Pada awalnya metode keseimbangan lintasan merupakan metode yang dikembangkan dengan pendekatan matematik dan analitis. Namun metode tersebut masih dirasa kurang praktis dan tidak ekonomis untuk menyelesaikan *assembling* atau kondisi produksi yang melibatkan pekerjaan dalam jumlah besar secara manual (Purnama , 2008). Metode Heuristik merupakan metode yang dalam pengerjaannya menggunakan aturan aturan yang logis dalam pemecahan masalah. Sehingga, metode tersebut tidak menjamin untuk dapat mencapai hasil yang optimal, namun metode ini dirancang untuk dapat menghasilkan strategi yang baik dengan adanya pembatas pembatas tertentu. Metode heuristik yang digunakan dalam penelitian ini dan cara pengerjaannya adalah sebagai berikut :

1. Metode RPW (*Ranked Positional Weight*)

Metode RPW (*Ranked Positional Weight*) merupakan metode yang diusulkan oleh *Helgeson* dan *Birnie* dimana konsep yang diusulkan oleh metode ini adalah menentukan jumlah stasiun kerja minimal dan melakukan pembagian elemen elemen pekerjaan ke dalam stasiun kerja dengan memberikan bobot posisi kepada setiap stasiun kerja sehingga setiap elemen kerja ditempatkan pada stasiun kerja tersebut berdasarkan urutan bobotnya (Perwitasari,2008).

Langkah langkah perhitungan pada metode *Ranked Positional Weight* adalah sebagai berikut :

- a. Lakukan Perhitungan bobot posisi untuk setiap stasiun kerja. bobot posisi pada setiap elemen kerja dihitung dari bobot elemen kerja itu sendiri ditambah dengan bobot elemen kerja setelahnya setelahnya.
- b. Lakukan pengurutan stasiun kerja tersebut berdasarkan bobot posisi,yaitu dengan mengurutkan dari bobot yang terbesar hingga bobot yang terkecil.

- c. Tempatkan stasiun kerja dengan bobot terbesar pada stasiun kerja sepanjang tidak melanggar *precedence diagram constrain* dan waktu stasiun kerja tidak melebihi waktu siklus.
- d. Lakukan langkah 3 hingga semua elemen kerja sudah ditempatkan.

2. Metode *Killbridge – Wester*

Metode *Killbridge – Wester* merupakan metode yang dikembangkan oleh *Killbridge* dan *Wester* dengan langkah langkah pengerjaan sebagai berikut (Purnomo , 2004) :

- a. Buat *precedence diagram* dari precedence data yang telah ada, dan berikan tanda pada daerah daerah yang memuat elemen kerja yang saling tidak bergantung.
- b. Tentukan waktu siklus dengan mencoba faktor faktor dari total elemen kerja yang ada. Lalu tentukan jumlah stasiun kerja.
- c. Tempatkan elemen kerja pada setiap stasiun kerja dengan catatan bahwa total waktu elemen kerja pada sebuah stasiun tidak boleh melebihi waktu siklus yang telah ditetapkan.
- d. Ulangi langkah 3 hingga seluruh elemen kerja terdistribusikan pada stasiun kerja.

2.1.10 Metode Matematis / Analitis

Metode Analitis merupakan metode yang akan memberikan solusi optimal tetapi memerlukan perhitungan yang besar dan rumit seperti menggunakan *Linear Programming* dan *dynamic programming* (Prabowo,2016). Pokok utama dalam program linear atau linear programming adalah merumuskan masalah dengan sejumlah informasi yang tersedia dan kemudian menerjemahkan permasalahan tersebut dalam bentuk fungsi matematika (Purnomo , 2004). Karakteristik yang digunakan dalam pemodelan *Linear Programming* menurut Purnomo (2004) adalah sebagai berikut :

1. Variabel keputusan
Merupakan variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan keputusan yang akan dibuat.
2. Fungsi Tujuan
Suatu fungsi dari variabel keputusan yang akan dimaksimumkan (keuntungan) danakan diminimumkan (kerugian)
3. Pembatas
Kendala yang dihadapi sehingga kita tidak bias menentukan variabel variabel keputusan secara sembarang.
4. Pembatas kendala
Merupakan pembatas yang menjalankan apakah variabel keputusan yang diasumsikan hanya berharga non negative atau berharga positif.

Sisi lain kelemahan dalam *Linear Programing* adalah tidak semua karakteristik dalam system dapat dengan mudah dimodelkan menggunakan fungsi matematika karena penyelesaiannya yang sulit diperoleh karena kompleksitas fungsi dan teknik yang dibutuhkan (Prahmana, 2013). Bentuk umum yang biao digunakan dalam penyelesaian masalah Linear Programing dapat dilihat sebagai berikut :

Fungsi Tujuan :

Maksimumkan atau Minimumkan

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$$

Sumber daya yang membatasi (Fungsi Kendala)

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 \dots + a_{1n}X_n = \text{atau} \leq \text{atau} \geq b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 \dots + a_{2n}X_n = \text{atau} \leq \text{atau} \geq b_2$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 \dots + a_{mn}X_n = \text{atau} \leq \text{atau} \geq b_m$$

$$X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0$$

Symbol X_1, X_2, \dots, X_n adalah variabel keputusan dimana banyaknya variabel keputusan ditentukan oleh banyaknya aktivitas untuk mencapai suatu fungsi tujuan. Symbol C_1, C_2, \dots, C_n merupakan koefisien dari suatu fungsi tujuan. a_1, a_2, \dots, a_n merupakan penggunaan perunit variabel keputusan akan sumber daya yang membatasi.

2.2 Kajian Empiris

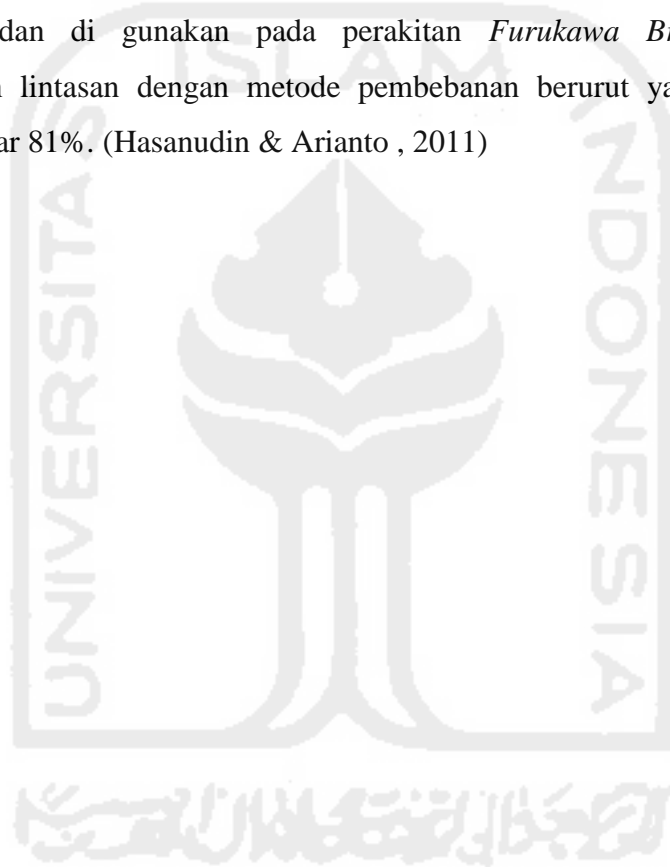
Kajian Induktif merupakan sebuah pendekatan yang menekankan pada penelitian / penelitian terdahulu. Penelitian pertama yang mendukung dalam penelitian ini berjudul “ Analisis Keseimbangan Lintasan untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi dengan Pendekatan *Line Balancing* dan Simulasi “. objek pada penelitian ini pada bidang Industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dimana perusahaan belum mampu memenuhi target permintaan dan target produksi yang telah di tetapkan oleh perusahaan karena adanya indikasi *Bottleneck* pada stasiun 11 (mesin *heater*). Hal ini diperkuat dengan adanya penemuan waktu siklus yang lebih lama dibandingkan dengan waktu produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Dengan demikian diperlukan adanya identifikasi *bottleneck* dan upaya menurunkan waktu siklus pada stasiun yang mengalami *bottleneck* untuk meningkatkan kapasitas produksi sehingga target permintaan dan target produksi dapat tercapai. Kesimpulan yang didapat pada penelitian ini dalam meningkatkan kapasitas produksinya perusahaan mere-*layout* lantai produksinya dan menekan waktu siklusnya sesuai usulan yang diberikan oleh peneliti dengan menambah 1 mesin pada mesin *water* dan mesin *heater*, dan dalam mengatasi *cycle time* dapat dengan cara menggabungkan stasiunnya saja tanpa menambah jumlah mesin. Kapasitas produksi berbanding terbalik dengan waktu siklus, dimana semakin kecil waktu siklus maka akan semakin besar *output* yang dihasilkan. Dari metode simulasi didapatkan

bahwa kondisi usulan lebih baik dibandingkan dengan kondisi sebelumnya, hal itu didukung dengan hasil output simulasi mencapai 2043 unit/*shift*, sedangkan sebelumnya hanya mencapai 1732 unit/*shift*. Dengan *takt time* permintaan 2043 unit / *shift* dan *takt time* produksi 1963 unit/*shift*. (Daelima , Febianti , & Ilhami , 2013)

Pada penelitian ke 2, dengan judul “ Penerapan Model Optimasi *Line Balancing* dan *Genetic Algorithm*” dengan studi kasus pada PT. Karya Mekar Dewata Mali. Pada penelitian tersebut, peneliti meneliti keseimbangan lintasan dimana terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi diantaranya adalah volume produksi, jenis urutan operasi pada lintasan produksi, dan waktu penyelesaian masing masing elemen kerja pada stasiun kerja dalam mengoptimalkan jumlah pekerja atau operator. Metode yang diterapkan pada perusahaan tersebut adalah *Algoritma Genetik* dengan tujuan meminimasi jumlah stasiun kerja dan mengoptimalkan pengalokasian elemen kerja pada stasiun kerja sehingga biaya pengadaan stasiun kerja, biaya waktu siklus, biaya operator, dan biaya idle operator dapat diminimasi. hasil dari kesimpulan tersebut didapat, 1. bahwa *algoritma genetik* hanya menyimpang 0,0001% dari hasil model optimasi yang artinya model tersebut tepat untuk diterapkan pada kondisi nyata, 2. Dengan *algoritma genetik*, terbentuk 5 stasiun kerja dengan total biaya sebesar Rp. 75.071.690,00. (Lisanto , Dewi , & Rahayu , 2014)

Jurnal ke 3 yang digunakan untuk mendukung penelitian ini berjudul “ Optimalisasi Lintasan Produksi Furukawa Breaker Menggunakan *Line Balancing*” studi kasus pada PT Katsushiro Indonesia, dimana permasalahan yang di hadapi adalah perusahaan menemukan adanya *idle time* yang cukup tinggi karena adanya waktu proses pada stasiun kerja belum seimbang. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui keterkaitan waktu siklus dengan penempatan fasilitas pabrik, mengetahui efisiensi lini perakitan setelah menggunakan line balancing iap elemen kerja, dan mengetahui metode apa yang tepat untuk perencanaan keseimbangan lintasan atau line balancing. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode “*Ranked Positional Weights Methode*” dimana metode ini diperkenalkan oleh Halgeson dan Bimi pada tahun 1961. “*Ranked Positional Weights Methode*” menghitung

setiap elemen kerja, menghitung nilai T_e dari tiap elemen dan juga posisinya dalam *predence diagram* yang kemudian elemen elemen kerja tersebut ditugaskan kedalam stasiun stasiun kerja berdasarkan nilai dari perhitungan RPW. Kesimpulan yang didapat pada penelitian ini adalah : a. waktu siklus lintasan produksi sebesar 302,8 menit. b. penyeimbangan lintasan menggunakan pembobotan menghasilkan efisiensi sebesar 64% dengan total operator sebesar 5 orang. c. penyeimbangan lintasan dengan metode pembebanan berurut menghasilkan nilai efisiensi sebesar 81% dengan jumlah operator 4 stasiun kerja. d. metode yang dipilih dan di gunakan pada perakitan *Furukawa Breaker* adalah metode penyeimbangan lintasan dengan metode pembebanan berurut yang menghasilkan nilai efisiensi sebesar 81%. (Hasanudin & Arianto , 2011)



BAB III

METODE PENELITIAN

3.2 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bagian *Assy GP (Assembly Grand Piano)* pada bagian *Painting Soundboard GP* Yamaha Indonesia yang bertempat di jalan raya Rawa Gelam 1 no 5, Kawasan Industri Pulo Gadung, Jakarta Timur. *Painting Soundboard GP* merupakan proses awal *Asembly Grand Piano* dimana pada proses ini output yang dihasilkan adalah *soundboard* yang merupakan jantung sebuah piano dimana *soundboard* merupakan tempat melekatnya *frame* dan *string*.

3.2 Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data jenis primer dan sekunder. Data primer pada penelitian ini diperoleh melalui observasi dan wawancara yang dilakukan kepada kepala kelompok *Soundboard GP*. Pengambilan data ini dimulai dari bulan November 2016 dengan rincian data sebagai berikut :

1. Data Primer

merupakan data yang diperoleh secara langsung dari subjek penelitian dengan menggunakan alat pengambilan data atau bias disebut sebagai data yang diperoleh melalui tangan pertama.

Data primer yang digunakan pada penelitian ini berupa :

- a. Pengambilan video yang dijadikan sebagai data waktu proses
- b. Waktu siklus
- c. Alur proses produksi.

2. Data Sekunder

Merupakan data yang diperoleh dari pihak lain atau data yang berwujud dokumentasi atau data yang telah tersedia oleh perusahaan. Data sekunder juga dapat berupa literature, hasil penelitian, dan jurnal yang di perlukan untuk menunjang penelitian. Data primer dan sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- a. Sejarah singkat perusahaan
- b. Data jam kerja efektif
- c. Data jadwal hari kerja
- d. Rencana Produksi Perusahaan
- e. Tabel *Rating Factor* dan *Allowance*
- f. Jurnal, artikel dan penelitian yang bertemakan *line balancing*.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Wawancara

Pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti kepada ketua kelompok untuk mengetahui jalannya suatu proses produksi dan keadaan lingkungan kerja fisik kelompok *Painting Soundboard GP*. Teknik ini juga digunakan untuk menentukan *rating factor* untuk masing masing operator serta untuk mengamati jalannya proses produksi pada kelompok kerja *Painting Soundboard GP*.

2. Observasi atau Pengamatan

Merupakan pengamatan yang dilakukan secara langsung terhadap suatu objek. pada penelitian ini di dapatkan waktu siklus suatu stasiun kerja beserta dengan kondisi saat aktivitas kerja tersebut berlangsung.

3. Studi Literatur

Pada penelitian ini *studi literature* yang digunakan berupa buku, jurnal dan artikel artikel terkait dengan kasus yang ingin diangkat (*line balancing*) guna memperkuat hasil penelitian ini sebagai solusi dari suatu permasalahan tersebut.

3.4 Metode Pengolahan Data

Tahap pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Tahap pengumpulan data

Pada tahap ini peneliti melakukan perhitungan waktu siklus, dimana waktu siklus setiap elemen kerja dilakukan pengambilan data sebanyak 10 kali.

b. Uji Kecukupan data

Tujuan dari uji kecukupan data ini adalah untuk membuktikan bahwa data yang diambil telah mewakili untuk dapat di jadikan sample dengan cara mencari nilai N' dengan ketentuan bahwa data dapat dikatakan cukup apabila nilai $N' \leq N$. pada penelitian ini tingkat keyakinan yang dipilih adalah sebesar 95% dengan nilai k 1,96 dan drajat ketelitian sebesar 5%.

c. Uji Kecukupan Data

Tujuan dari uji kecukupan data adalah untuk mengetahui apakah data yang di ambil oleh peneliti seragam atau tidak menyimpang dari batas atas dan batas bawah. Sehingga data waktu siklus akan dikatakan seragam apabila data tersebut berada didalam batas atas dan batas bawah yang telah ditentukan.

d. Perhitungan Waktu Normal

Waktu normal merupakan waktu dimana operator memulai hingga menyelesaikan pekerjaannya tersebut dalam kecepatan normal. Faktor yang diperhitungkan dalam menghitung waktu normal adalah faktor penyesuaian.

e. Perhitungan Waktu Baku

Perhitungan waktu baku merupakan perhitungan waktu normal di tambah dengan kelonggaran yang diberikan kepada operator untuk dapat menyelesaikan pekerjaannya. Kelonggaran yang diberikan untuk hal hal seperti kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa kelelahan serta gangguan gangguan yang dapat yang tak dapat dihindarkan oleh operator.

f. Perhitungan *Line Balancing*

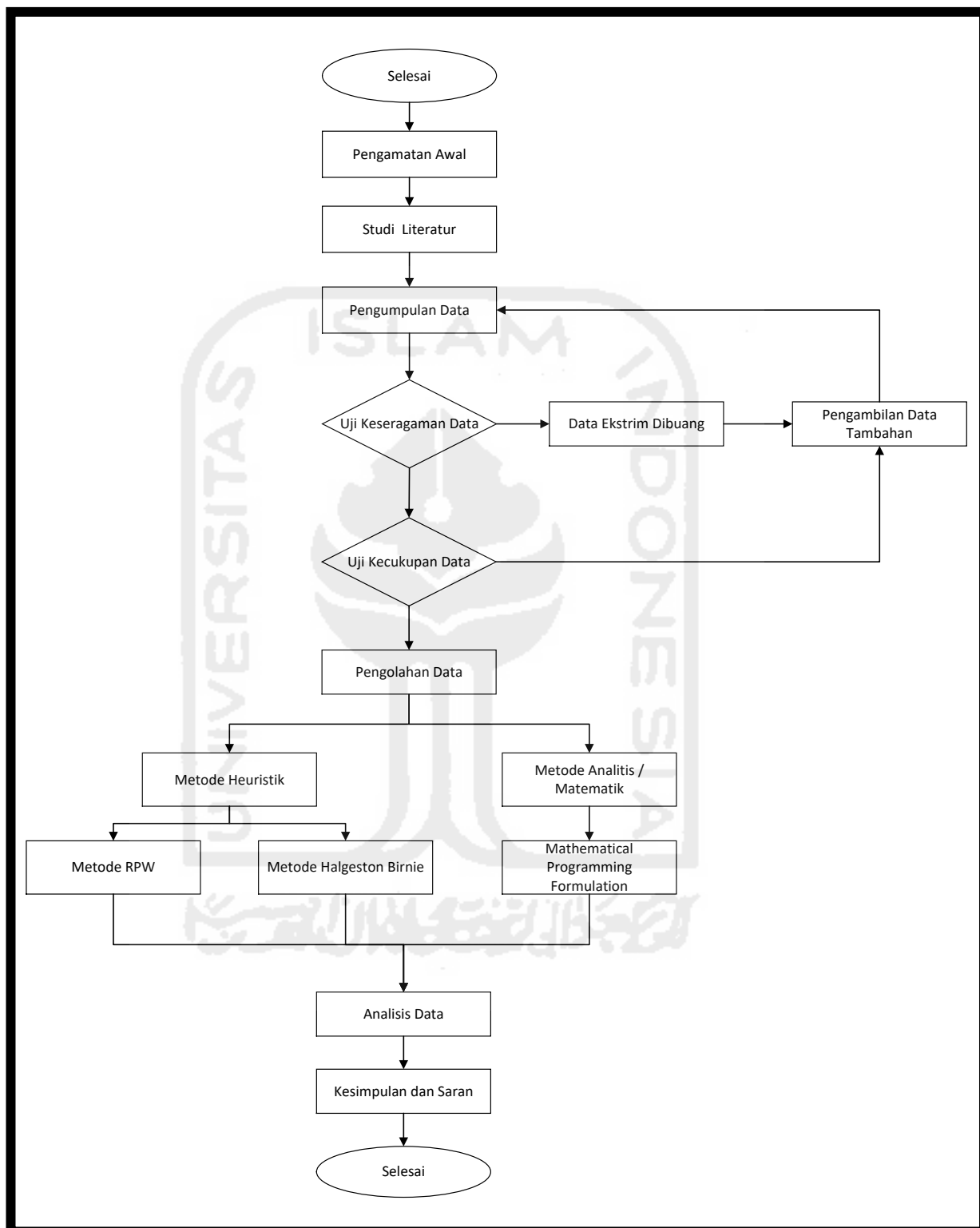
Perhitungan *line balancing* pada penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut

- a. Menghitung keseimbangan real lapanagan kelompok kerja *Painting Soundboard GP*
- b. Melakukan perhitungan keseimbangan dengan metode *RPW*
- c. Melakukan perhitungan keseimbangan dengan metode *Killbridge Wester* dan
- d. Melakukan perhitungan keseimbangan dengan pendekatan Matematis.

3.5 Metode Analisis Data

Berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan, maka selanjutnya dilakukan analisa mengenai hasil pengolahan data tersebut, tujuan analisa yang dilakukan pada penelitian ini adalah ntuk menjawab rumusan masalah yang menjadi tujuan dari diadakannya penelitian ini dan untuk mengevaluasi keseimbangan lini perakitan pada kelompok kerja *Panting Soundboard GP*.

3.6 Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Flow Chart Penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Rencana Produksi

PT Yamaha Indonesia sebagai perusahaan yang memproduksi 2 jenis piano yaitu *upright piano* dan *grand piano*, dalam mencapai target output berpedoman terhadap *Planning Schedule* periode 193 dari bulan Maret 2016 - maret 2017. Pada penelitian ini, objek pengamatan pada kelompok kerja *Painting Soundboard* dengan rencana produksi yang digunakan adalah bulan November 2016 dan model *soundboard GB*. Dipilihnya model *Soundboard GB* dikarenakan model tersebut merupakan *model soundboard* yang paling banyak diproduksi oleh kelompok kerja departement *Painting Soundboard*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 1 Tabel Rencana Produksi

GB 1	GN 2, CN 161	KC 151
18,45	35	0

Tabel 4. 2 Tabel rencana Produksi bulan November

Tahun	Bulan	Rencana Bulanan	Hari Kerja	Rencana / Hari
2016	April	437	21	21
	Mei	417	20	20
	Juni	459	21	21
	July	360	16	16
	Agustus	495	22	22
	September	407	20	20
	Oktober	397	21	21
	November	414	22	19
	Desember	378	19	19
	2017	Januari	388	20
Februari		403	20	20
Maret		422	21	21

4.2.2 Jam Kerja Efektif

Jam kerja efektif PT Yamaha Indonesia terdiri dari jam kerja normal dan jam kerja lembur dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 4. 3 Tabel Rincian Jam Kerja Normal dan Jam Kerja Lembur

No	Hari	Jam Kerja Normal	Jam Kerja Lembur
1	Senin – Kamis	480 Menit	150 Menit
2	Jumat	148 Menit	120 menit

4.2.3 Urutan Proses Kerja *Painting Soundboard GP*

Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi *Soundboard GP* adalah sebagai berikut :

1. *Soundboard*



Gambar 4. 1 *Soundboard*

2. Rib



Gambar 4. 2 *Rib Piano*

3. *Treble Bridge*



Gambar 4. 3*Treble Bridge*

Dengan urutan proses kerja kelompok *Painting Soundboard* adalah sebagai berikut :

1. *Bore Q1*

Proses yang dilakukan pada elemen kerja ini adalah bor pada bagian atas *soundboard*, fungsi bor pada bagian ini adalah untuk mengunci *soundboard* pada proses *press* agar *soundboard* tidak mudah bergeser. Dan berguna untuk penguncian pada kelompok kerja selanjutnya yaitu *soundboard glue*.

2. *Press Rib*

Proses *press* merupakan proses penggabungan 2 bahan yaitu *soundboard* dengan rib dengan cara rib dilekatkan pada *soundboard* dengan lem, sehingga rib dapat melekat dengan *soundboard* secara sempurna. Pada proses ini mesing yang digunakan adalah mesin *press*.

3. Membersihkan Lem Sisa Rib

Proses kerja ini, tahap tahap yang dilakukan antara lain :

a. Kerok Rib

Pada saat proses press atau penekanan, lem yang yang digunakan tak jarang meluber atau keluar pada sela sela rib sehingga dilakukan proses kerok dengan bantuan nomi atau pahat.

b. Bor

yang berguna untuk mengunci *soundboard* agar pada kelompok kerja selanjutnya (*side glue*) untuk pemasangan *doel* tidak mudah bergerak saat dipress dengan *back post*.

c. Router R Rib

Berguna untuk memotong rib yang menempel pada *soundboard* agar sesuai mengikuti lubang bokaki

4. Press Bass *Treble Bridge*

Proses press merupakan proses penggabungan 2 bahan yaitu *soundboard* rib dengan *treble bridge* dengan cara *treble bridge* dilekatkan pada sisi lain *soundboard* dengan lem, sehingga *treble bridge* dapat melekat dengan *soundboard* secara sempurna. Pada proses ini mesin yang digunakan adalah mesin press.

5. Membersihkan Lem Sisa *Bridge*

Pada saat proses press atau penekanan, lem yang yang digunakan tak jarang meluber atau keluar pada sela sela *treble bridge* sehingga dilakukan proses kerok dengan bantuan nomi atau pahat.

6. Spray *Laquer Rib dan Bridge*

Kegunaan *spray laquer rib dan bridge* pada *soundboard* ini berguna untuk menutup pori pori pada *soundboard*. Bahan *spray* yang digunakan pada proses ini adalah *ClearD* dan *Tinner NC*

7. *Sanding Laquer Rib*

Kegunaan *Sanding Laquer Rib* adalah untuk menghaluskan permukaan *soundboard*. Bahan yang digunakan pada proses ini adalah *Clear D* dan *Tinner NC*.

8. *Spray Urethane Rib*

Kegunaan urethane rib membuat tampilan *soundboard* lebih mengkilap, halus dan bening. Bahan yang digunakan pada proses ini adalah *Urethane* dan *Mxr-3*

9. *Sanding Laquer Bridge*

Kegunaan *Sanding Laquer Bridge* adalah untuk menghaluskan permukaan *soundboard*. Bahan yang digunakan pada proses ini adalah *Clear D* dan *Tinner NC*.

10. *Pasang Logo Mark*

Pemasangan logo Yamaha dengan cara menempelkan stiker menggunakan bantuan air

11. *Spray Urethane Mark*

Kegunaan *urethane Mark* membuat tampilan *soundboard* lebih mengkilap, halus dan bening. Bahan yang digunakan pada proses ini adalah *Urethane* dan *Mxr-3*

12. *Cek Mutu*

Proses ini merupakan proses *quality control*, dimana terjadi pengecekan apakah hasil dari *soundboard* terdapat goresan atau debu debu yang menempel dengan cara bensin *wash*.

4.2.4 Data Pengukuran Waktu Siklus

Pengukuran waktu yang dilakukan pada penelitian ini merupakan pengukuran waktu langsung dimana pengukuran waktu dilakukan secara berulang ulang (*repetitive timing*) jarum penunjuk atau *stop watch* akan selalu di kembalikan pada posisi nol pada setiap akhir dari elemen kerja yang diukur, Setelah dilihat dan dicatat maka jarum penunjuk atau

stopwatch di kembalikan pada posisi 0 dan begitupun seterusnya. Rincian waktu siklus kelompok *Painting Soundboard* adalah sebagai berikut :



Tabel 4. 4 Tabel Waktu Siklus Kelompok Kerja Painting Soundboard

No	Proses	Satuan	Waktu Siklus										Total	\bar{x}
			Waktu	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	<i>Bore Q 1</i>	Menit	0.37	0.38	0.38	0.37	0.40	0.32	0.39	0.34	0.32	0.39	3.66	0.37
2	Press rib	Menit	7.32	7.45	7.32	8.54	7.14	8.42	8.52	8.30	7.56	8.54	79.11	7.91
3	Membersihkan Lem Sisa Rib	Menit	7.18	7.38	7.50	7.53	7.04	7.05	7.05	7.02	7.01	7.29	72.06	7.21
4	<i>Press Bass Treble Bridge</i>	Menit	4.32	4.26	4.36	4.06	4.31	4.18	4.08	4.05	4.17	4.33	42.13	4.21
5	membersihkan lem sisa <i>bridge</i>	Menit	2.88	2.84	2.70	2.79	2.88	2.85	2.81	2.79	2.72	2.77	28.05	2.80
6	<i>Spray Laquer Rib dan Bridge</i>	Menit	1.85	2.15	1.89	1.84	1.85	2.12	1.97	2.02	2.06	1.82	19.58	1.96
7	<i>Sanding Laquer Rib</i>	Menit	3.46	3.50	3.59	3.59	3.66	3.54	3.48	3.44	3.64	3.56	35.44	3.54
8	<i>Spray Urethane Rib</i>	Menit	2.81	2.94	2.79	2.83	2.70	2.74	2.91	2.96	2.95	2.69	28.32	2.83
9	<i>Sanding Laquer Bridge</i>	Menit	1.98	2.07	1.84	2.13	2.01	1.81	1.91	2.24	2.22	1.82	20.03	2.00
10	Pasang Logo <i>Mark</i>	Menit	3.83	3.50	3.64	3.93	3.76	3.86	3.64	3.90	3.77	3.70	37.52	3.75
11	<i>spray urethane mark</i>	Menit	6.78	6.78	6.09	7.25	6.54	6.16	6.14	6.22	6.74	6.24	65.01	6.50
12	Cek Mutu	Menit	4.66	4.33	4.33	4.87	3.98	4.85	4.76	4.69	4.10	4.64	45.20	4.52

4.1 Pengolahan Data

4.3.1 Uji Kecukupan Data

Tujuan dari uji kecukupan data adalah untuk memastikan bahwa data yang telah dikumpulkan merupakan data yang dapat dikatakan cukup secara objektif. Pada uji kecukupan data terdapat 2 faktor yang mempengaruhi yaitu tingkat keyakinan dan tingkat ketelitian. Pada penelitian ini, tingkat keyakinan yang diperlukan sebesar 95% dengan tingkat ketelitian sebesar 5%. Untuk itu rumus yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

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

Dengan

N = Jumlah data

N' = Jumlah data teoritis

K = Tingkat keyakinan

Jika tingkat keyakinan 99% maka k = 2,58

Jika tingkat keyakinan 95% maka k = 1,96

Jika tingkat keyakinan 68% maka k = 1

S = tingkat ketelitian

Apabila $N' \leq N$ maka data yang digunakan dikatakan cukup. Berikut merupakan contoh perhitungan uji kecukupan data bor Q1 adalah sebagai berikut :

$$N' = \left[\frac{\frac{1,96}{5\%} \sqrt{(12 \times 1,35 \Sigma) - (13.4017)}}{11,146} \right]^2$$

$$N' = 9,27$$

Maka $N'(9,27) \leq N(10)$

Maka data dapat dikatakan seragam dan dapat lanjut pada tahap selanjutnya.

Tabel 4. 5 Rekap Hasil Uji Kecukupan Data

No	Proses	N	N'	Keterangan
1	<i>Bore Q 1</i>	10	9.3	Cukup
2	<i>Press Rib</i>	10	7.9	Cukup
3	Membersihkan Lem Sisa Rib	10	1.1	Cukup
4	<i>Press Bass Treble Bridge</i>	10	1.1	Cukup
5	Membersihkan Lem Sisa <i>Bridge</i>	10	0.6	Cukup
6	<i>Spray Laquer Rib dan Bridge</i>	10	5.6	Cukup
7	<i>Sanding Laquer Rib</i>	10	0.6	Cukup
8	<i>Spray Urethane Rib</i>	10	1.8	Cukup
9	<i>Sanding Laquer Bridge</i>	10	8.9	Cukup
10	Pasang Logo <i>Mark</i>	10	1.8	Cukup
11	<i>Spray Urethane Mark</i>	10	4.9	Cukup
12	Cek Mutu	10	6.7	Cukup

Dari tabel diatas maka keseluruhan data pada penelitian ini dapat dikatakan cukup.

4.3.2 Uji Keseragaman Data

Selain uji kecukupan data, dalam penelitian ini juga diperlukan uji keseragaman data dengan tujuan agar data yang diperoleh masih dalam batas control sebelum data yang diperoleh digunakan dalam menetapkan waktu standart. Uji keseragaman data dipengaruhi oleh standart deviasi, tingkat kepercayaan dan rata rata waktu elemen kerja. tingkat kepercayaan yang digunakan pada penelitian ini adalah 95% atau 1,96. Rumus yang digunakan dalam uji keseragaman data adalah sebagai berikut :

$$\text{BKA} = \bar{x} + k\sigma$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - k\sigma$$

Tabel 4. 6 Rata Rata dan Stdev

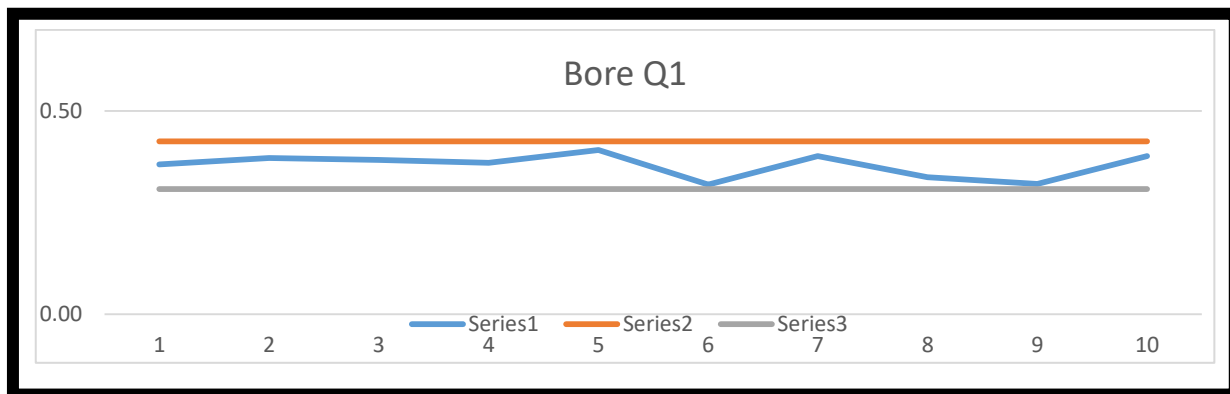
No	Proses	rata rata	stdev
1	<i>Bore Q 1</i>	0.4	0.03
2	<i>Press Rib</i>	7.9	0.60
3	Membersihkan Lem Sisa Rib	7.2	0.21
4	<i>Press Bass Treble Bridge</i>	4.2	0.12
5	Membersihkan Lem Sisa <i>Bridge</i>	2.8	0.06
6	<i>Spray Laquer Rib dan Bridge</i>	2.0	0.12
7	<i>Sanding Laquer Rib</i>	3.5	0.08
8	<i>Spray Urethane Rib</i>	2.8	0.10
9	<i>Sanding Laquer Bridge</i>	2.0	0.16
10	Pasang Logo Mark	3.8	0.13
11	<i>Spray Urethane Mark</i>	6.5	0.40
12	Cek Mutu	4.5	0.31

Tabel diatas menunjukkan waktu setiap elemen dalam satuan menit, serta menunjukkan informasi terkait mengenai nilai standart deviasi masing masing elemen kerja sehingga langkah selanjutnya informasi tersebut dapat diolah menjadi batasan BKA dan BKB dengan contoh perhitungan UCL dan LCL pada elemen kerja *bore Q1* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= 0,4 + (1,96 \times 0,03) \\ &= 0,42 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= 0,4 - (1,96 \times 0,03) \\ &= 0,31 \end{aligned}$$

Sehingga grafiknya dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 4. 4 Grafik Uji Keseragaman Data

Pada grafik diatas terdapat informasi bahwa pengukuran terhadap waktu pada elemen kerja *Bore Q1* sebanyak 10 kali pengamatan dengan keseluruhan waktu siklus berada dibawah BKA yaitu sebesar 0,42 dan BKB sebesar 0,31. Rekap data keseluruhan hasil uji keseragaman data *Painting Soundboard GP* adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 7 Rekap Uji Keseragaman Data

No	Proses	Keterangan
1	<i>Bore Q 1</i>	Seragam
2	<i>Press Rib</i>	Seragam
3	Membersihkan Lem Sisa Rib	Seragam
4	<i>Press Bass Treble Bridge</i>	Seragam
5	Membersihkan Lem Sisa <i>Bridge</i>	Seragam
6	<i>Spray Laquer Rib dan Bridge</i>	Seragam
7	<i>Sanding Laquer Rib</i>	Seragam
8	<i>Spray Urethane Rib</i>	Seragam
9	<i>Sanding Laquer Bridge</i>	Seragam
10	Pasang Logo Mark	Seragam
11	<i>Spray Urethane Mark</i>	Seragam
12	Cek Mutu	Seragam

Dari tabel diatas, didapat informasi bahwa keseluruhan elemen kerja pada kelompok kerja *Painting Soundboard* adalah seragam dan dapat dilakukan perhitungan selanjutnya.

4.3.3 Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku

Pada tahap ini, dilakukan perhitungan waktu normal dan waktu baku pada setiap operator. Pada perhitungan waktu normal, seluruh elemen kerja dikalikan dengan faktor faktor penyesuaian, sedangkan pada perhitungan waktu baku, seluruh elemen kerja dikalikan dengan faktor kelonggaran. nilai rating factor didapatkan dari hasil wawancara dengan ketua kelompok bagian *Painting Soundboard* dan *Skill Map* yang didapat dari posko Assy UP tersebut, hasil penilaian adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 8 Rincian Allowance Kelompok Kerja *Painting Soundboard*

Operator	Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian	Jumlah
Tatak	Keterampilan	<i>Excellent</i>	B1	0.11	0.19
	Usaha	<i>Good</i>	C1	0.05	
	Kondisi	<i>Good</i>	C	0.02	
	Konsistensi	<i>Good</i>	C	0.01	
Siti	Keterampilan	<i>Excellent</i>	B1	0.11	0.21
	Usaha	<i>Good</i>	C1	0.05	
	Kondisi	<i>Good</i>	C	0.02	
	Konsistensi	<i>Excellent</i>	B	0.03	
Joko	Keterampilan	<i>Excellent</i>	B2	0.08	0.11
	Usaha	<i>Good</i>	C1	0.05	
	Kondisi	<i>Fair</i>	D	-0.03	
	Konsistensi	<i>Good</i>	C	0.01	
Samian	Keterampilan	<i>Excellent</i>	B1	0.11	0.19
	Usaha	<i>Good</i>	C1	0.05	
	Kondisi	<i>Good</i>	C	0.02	
	Konsistensi	<i>Good</i>	C	0.01	

Dari tabel diatas didapat informasi penilaian masing masing operator beserta nilai yang di berikan. Nilai yang didapat masing masing operator berupa penilaian usaha, kondisi, konsistensi dan keterampilan masing masing operator. Untuk itu dapat dilakukan perhitungan selanjutnya yaitu perhitungan waktu normal dengan rumus :

$$W_n = \text{Rata Rata Elemen Kerja} \times \text{Rating Factor}$$

Dari tabel diatas, didapat informasi hasil penilaian rating factor pada masing masing operator sehingga, dapat dilanjutkan dengan melakukan perhitungan waktu normal. Contoh salah satu perhitungan waktu normal pada elemen *Bore Q1* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} W_n &= \text{Rata Rata Elemen Kerja} \times \text{Rating Factor} \\ &= 0,4 \times 1,2 \\ &= 0,44 \end{aligned}$$

Nilai *rating factor* yang digunakan pada contoh perhitungan diatas merupakan nilai *rating factor* operator Tatak, karena pada kondisi lapangan, elemen kerja tersebut dikerjakan oleh operator Tatak, untuk perhitungan waktu normal elemen kerja yang selanjutnya disesuaikan dengan operator yang mengerjakan elemen kerja tersebut. Setelah dilakukannya perhitungan waktu normal elemen kerja *Bore Q1*, selanjutnya adalah melakukan perhitungan waktu baku. Perhitungan waktu baku dengan mengalikan waktu normal dengan *allowance* atau kelonggaran. Kelonggaran merupakan waktu yang dibutuhkan operator atau karyawan untuk melakukan aktivitas yang dapat memenuhi kebutuhan pribadi, melepas rasa lelah (*fatigue*) dan hambatan hambatan lain yang tak dapat dihindarkan, sehingga kelonggaran untuk masing masing operator dapat dilihat pada tabel seperti dibawah ini .:

Tabel 4. 9 Allowance Kelompok Kerja Painting Soundboard GP

Operator	Faktor Kelonggaran	Deskripsi Kondisi Kerja	%
Tatak	Kebutuhan pribadi	Pria	3%
	Keadaan lingkungan	Siklus kerja berulang ulang antara 5-10 detik	1%
	Tenaga yang dikeluarkan	Sangat ringan	4%
	Sikap kerja	Berdiri diatas dua kaki	2%
	Gerakan kerja	Normal	0%
	Kelelahan mata	pandangan yang terus menerus dengan faktor berubah ubah	2%
	Temperatur tempat kerja	Sedang	3%
	Total		15%
Siti	Kebutuhan pribadi	wanita	3%
	Keadaan lingkungan	Siklus kerja berulang ulang antara 5-10 detik	1%

Operator	Faktor Kelonggaran	Deskripsi Kondisi Kerja	%
	Tenaga yang dikeluarkan	Sangat ringan	4%
	Sikap kerja	Berdiri diatas dua kaki	2%
	Gerakan kerja	Normal	0%
	Kelelahan mata	Pandangan terputus	0%
	Temperatur tempat kerja	Sedang	3%
	Total		13%
Joko	Kebutuhan pribadi	Pria	3%
	Keadaan lingkungan	Sangat bising	5%
	Tenaga yang dikeluarkan	Sangat ringan	4%
	Sikap kerja	Berdiri diatas dua kaki	2%
	Gerakan kerja	Normal	0%
	Kelelahan mata	Pandangan terus menerus dengan faktor berubah ubah	2%
	Temperatur tempat kerja	Rendah	6%
	Total		22%
Samian	Kebutuhan pribadi	Pria	3%
	Keadaan lingkungan	Siklus kerja berulang ulang antara 5-10 detik	1%
	Tenaga yang dikeluarkan	Sangat ringan	4%
	Sikap kerja	Berdiri diatas dua kaki	2%
	Gerakan kerja	Normal	0%
	Kelelahan mata	Pandangan terus menerus dengan faktor berubah ubah	2%
	Temperatur tempat kerja	Sedang	3%
	Total		15%

Pada tabel diatas, didapatkan informasi bahwa total kelonggaran masing masing operator berbeda beda dikarenakan masing operator berada pada stasiun kerja yang berbeda beda dengan kondisi yang berbeda antara operator 1 dengan yang lainnya. Perbedaan ini juga timbul dikaren adanya 3 operator laki laki dan 1 operator perempuan pada kelompok kerja *Painting Soundboard GP* tersebut. Setelah dilakukannya perhitungan nilai *allowance* masing masing operator tersebut, selanjutnya adalah dilakukan perhitungan waktu baku dengan rumus :

$$W_b = W_n \times \frac{100}{100-l}$$

Dengan

W_n = Waktu Normal

l = *Allowance* masing masing operator.

Contoh perhitungan waktu baku pada kelompok kerja *Painting Soundboard GP* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} W_b &= 0,44 \times \frac{100}{100-15\%} \\ &= 0,44 \end{aligned}$$

Sehingga waktu baku elemen kerja *Bore Q1* adalah 0,44 menit. tabel *resume* waktu siklus,waktu baku dan waktu normal kelompok kerja *Painting Soundboard* adalah sebagai berikut :

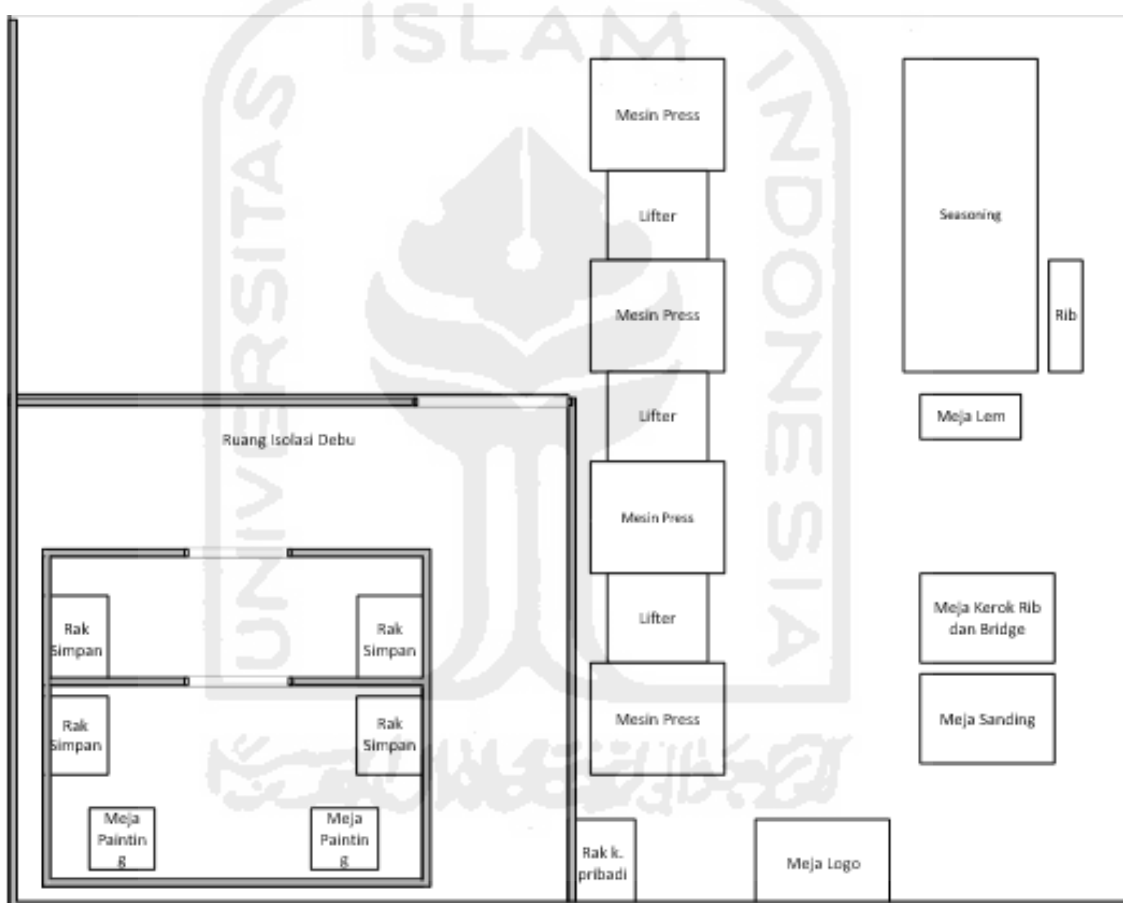
Tabel 4.10 Rincian W_s, W_n, W_b

No	Proses	W_s	W_n	W_b
1	<i>Bore Q 1</i>	0.37	0.44	0.44
2	<i>Press rib</i>	7.91	9.57	9.58
3	Membersihan Lem Sisa <i>Rib</i>	7.21	8.58	8.59
4	<i>Press Bass Treble Bridge</i>	4.21	5.10	5.10
5	membersihkan lem sisa <i>bridge</i>	2.80	3.39	3.40
6	<i>Spray Laquer Rib dan</i> <i>Bridge</i>	1.96	2.33	2.34
7	<i>Sanding Laquer Rib</i>	3.54	4.22	4.22
8	<i>Spray Urethane Rib</i>	2.83	3.37	3.38
9	<i>Sanding Laquer Bridge</i>	2.00	2.38	2.39
10	Pasang Logo <i>Mark</i>	3.75	4.88	4.89
11	<i>Spray Urethane Mark</i>	6.50	7.73	7.75
12	Cek Mutu	4.52	5.38	5.39

4.3.4 Perhitungan Kondisi Awal Kelompok Kerja *Painting Soundboard GP*

Perhitungan selanjutnya adalah perhitungan line balancing kondisi awal kelompok kerja *Painting Soundboard Gp*, hal ini penting dilakukan untuk mengetahui sejauh mana

kondisi awal *line balancing* sebelum dilakukannya penelitian dan sesudahnya. Kondisi awal kelompok kerja *Painting Soundboard* terdiri dari 4 stasiun kerja dimana stasiun kerja tersebut memiliki peran yang berbeda beda. Pembagian stasiun kerja ini berdasarkan pengamatan peneliti berdasarkan jumlah operator (4 orang) dengan *layout* kerja yang berbeda antara 1 operator dengan operator yang lainnya. Operator pada kelompok kerja *Painting Soundboard Gp* terdiri dari 3 laki laki dan 1 wanita, dimana salah satunya adalah ketua kelompok bagian tersebut. *Layout* kelompok kerja *Painting Soundboard GP* adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 4Layout Kelompok Kerja Painting Soundboard GP

Pada stasiun kerja saat ini, proses kerja yang dilakukan oleh kelompok kerja Soundboard GP elemen kerjanya tidak urut, dikarenakan agar operator yang mengerjakan bagian tersebut tetap berada pada satu lokasi. Untuk informasi mengenai langkah operator dan pembagian stasiun kerja dalam pengerjaannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini

	Isi Pekerjaan	Kerja	Handling	Inspeksi	Diam	Simpan	Langkah	Waktu
		○	➔	◇	D	▽		
24	lem trible bridge	1						0.9
25	Pasang trible pada soaund board	1						0.2
26	Pasang jig pada trible	1						0.2
27	Masukan Kabinet pada mesin press	1						0.7
28	Press	1						40.0
29	Keluarkan hasil press trible	1						0.7
30	Buka jig	1						0.6
31	Simpan		1				10	0.2
	Membersihkan lem bridge							
32	Ambil Sound board						8	0.1
33	Ambil Abrasive							0.1
34	Proses sanding SB	1						0.8
35	Kerok Lem	1						2.2
36	Simpan		1				8	0.2
	Spray laquer Rib dan Bridge							
37	Ambil Sound board		1				10	0.1
38	Ambil & Pasang jig		1				4	0.1
39	Sanding rib	1						0.3
40	Isi Cat Ke dalam Cup Spray gun		1				4	0.3
41	Proses spray muka 1 (Bagian rib)	1						0.7
42	Lepaskan jig						4	0.1
43	Balik kabinet							0.1
44	Ambil & Pasang jig		1				4	0.1
45	Proses spray muka 2 (Bagian Tribble)	1						0.9
46	Lepasakan Jig							0.1
47	Taruh kabinet di rak						4	0.1
	Sanding laquer rib							
48	Ambil Sound board		1				10	0.2
49	Ambil Free sander	1						0.1
50	Proses sander							1.3
51	Hand sanding rib							0.7
52	Proses bor sounding Button							0.6
53	Pasang Sounding button							0.8
54	Simpan		1				8	0.1
	Spray urethane rib							
55	Ambala Sound board		1				10	0.1
56	Bersihkan Kabinet							0.4
57	Pasang jig						4	0.2
58	campur cat		1					0.1
59	Proses spray							1.3
60	Simpan jig		1				4	0.2
61	Simpan		1				4	0.1
	Sanding Soundbard Bridge							
62	Ambil Soundboard		1					0.18

	Isi Pekerjaan	Kerja	Handling	Inspeksi	Diam	Simpan	Langkah	Waktu
		○	→	◇	D	▽		
63	Proses Sanding							1.20
64	Amplas							0.48
65	Menyimpan Material							0.15
	Pasang Yamaha Mark							
66	Ambil Material		1					0.15
67	Membersihkan	1						0.60
68	Proses Mark	1						4.31
69	Meletakkan Material		1					0.21
	Spray urethane mark							
70	Ambil Sound board		1				5	0.2
71	Sanding Sound board	1						2.1
72	Bersihkan Sound board	●	●	●				0.9
73	Ambil jig						4	0.4
74	Isi Cat Ke dalam Cup Spray gun						4	0.2
75	Proses cat	1						3.1
76	Cek kabinet			1				2.3
77	Taruh jig							0.1
78	Simpan		1				4	0.1
	Cek Mutu							
79	Ambil Material		1					0.13
80	Proses							1.72
81	Meletakkan Material							0.09
	Total	52	41	4		1	215	55.69

Tabel 4. 11 Tabel Pembagian Stasiun kerja Awalan

No	Stasiun Kerja Ke...	Elemen Kerja	Operator
1	Stasiun Kerja ke 1	Press Rib (2) Press Bass Treble Bridge (Memberishkan Lem Sisa Bridge	Siti
2	Stasiun Kerja ke 2	Bore Q1 Memberishkan Lem Sisa Rib Sanding Laquer Rib Sanding Laquer Bridge	Tatak
3	Stasiun Kerja ke 3	Spray Laquer Rib dan Bridge Pasang Logo Mark	Samian
4	Stasiun Kerja ke 4	Spray Laquer Rib dan Bridge Spray Urethane Rib Spray Urethane Mark	Joko

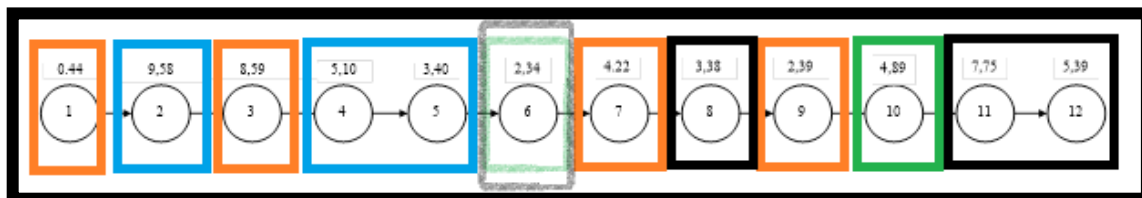
Cek Mutu

Dengan pembagian kerja pada kelompok kerja *Painting Soundboard GP* adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 12 Rincian Pembagian Kerja Kelompok Kerja Painting Soundboard GP

No	Nama	Pembagian Kerja	Presentase	Total waktu (menit)	Total waktu workstation
1	Siti	<i>Press Rib</i>	100%	9,58	18,09
		<i>Press Bass Treble Bridge</i>	100%	5,10	
		<i>Membersihkan Lem Sisa Bridge</i>	100%	3,40	
2	Tatak	<i>Bore Q1</i>	100%	0,44	15,63
		<i>Membersihkan lem sisa Rib</i>	100%	8,59	
		<i>Sanding Laquer Rib</i>	100%	4,22	
		<i>Sanding Laquer Bridge</i>	100%	2,39	
3.	Joko	<i>Spray Laquer Rib dan Bridge</i>	100%	2,34	16,91
		<i>Spray Urethane Rib</i>	100%	3,38	
		<i>Spray Urethane Mark</i>	75%	7,75	
		<i>Cek Mutu</i>	100%	5,39	
4.	Samian	<i>Pasang Logo Mark</i>	100%	4,89	6,82
		<i>Spray Urethane Mark</i>	25%	7,75	
Total					57,45
Waktu tertinggi maksimal					18,90

Setelah diketahui pembagian elemen kerja pada kelompok kerja *Painting Soundboard GP* seperti diatas, maka langkah selanjutnya adalah membuat *precedence diagram* kelompok kerja *Painting Soundboard* adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 5 *Precedence Diagram Awal*

Keterangan Gambar

1. Biru = Stasiun Kerja 1
2. Orange = Stasiun Kerja 2
3. Hijau = Stasiun Kerja 3
4. Hitam = Stasiun Kerja 4

Terlihat pada gambar precedence diagram diatas bahwa pada elemen kerja 6 di kerjakan oleh 2 stasiun kerja yaitu stasiun kerja 3 dan stasiun kerja 4. *Precedence diagram* diatas menunjukkan bahwa aliran elemen kerja *Painting Soundboard GP* adalah saling ketergantungan sehingga langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan *line balancing* awal kelompok kerja *Painting Soundboard GP* meliputi *effisiensi* pada setiap stasiun kerja, *effisiensi* kelompok kerja *Painting Soundboard GP*, waktu menganggur, *Balanced Delay*, *Smoothness Index* adalah sebagai berikut :

1. Menentukan *Cycle Time*

Penentuan *cycle time* pada penelitian ini berpedoman pada *Production Rate* dengan rumus adalah sebagai berikut :

$$CT = \frac{\text{Jam Kerja Efektif}}{\text{Target Produksi-Hari}}$$

$$CT = \frac{460}{19}$$

Maka $CT = 24,21$ menit

2. Menentukan Jumlah Stasiun Kerja

Perhitungan jumlah stasiun kerja minimum adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{SK Minimum} &= \frac{64.87}{24.21} \\ &= 2,68 \text{ stasiun kerja atau } 3 \text{ stasiun kerja} \end{aligned}$$

3. Effisiensi Stasiun Kerja

Rumus perhitungan effisiensi stasiun kerja adalah sebagai berikut

$$\text{Effisiensi Stasiun Kerja} = \frac{W_i}{W_b \text{ max}} \times 100\%$$

Dengan Contoh perhitungan pada staiun kerja 1 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Effisiensi Stasiun Kerja} &= \frac{18,09}{18,09} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

4. Waktu Menganggur (*Idle Time*)

Rumus perhitungan *idle time* adalah sebagai berikut :

$$\text{IT} = \text{waktu proses terbesar} - \text{waktu proses ke } i$$

Contoh perhitungan pada stasiun kerja 1 adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} &= 18,09 - 18,09 \\ &= 0 \text{ menit} \end{aligned}$$

Resume perhitungan Waktu Baku, *idle Time* dan Effisiensi ke 4 stasiun kerja awalan *Painting Soundboard* adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 13 Rincian *Idle time*, Waktu Baku, Eff Sk Awalan

No	Stasiun Kerja ke...	WB	IT	EFF.Sk
1	1	18,09	0	100%
2	2	15,63	2,45	86%
3	3	16,91	1,18	100%
4	4	6,82	11,27	33%
Total		57,45	14,89	318%

Setelah dilakukan perhitungan seperti diatas, maka perhitungan *line efficiency*, *balanced delay*, *smoothness index* adalah sebagai berikut :

a. *Line Efficiency*

Rumus *line efficiency* yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Line efficiency} &= \frac{\sum_{i=1}^k STI}{(k)(CT)} \\ \text{Line Efficiency} &= \frac{57,46}{(4 \times 24,21)} \times 100\% \\ &= 59\% \end{aligned}$$

b. *Balanced Delay*

Rumus *balanced delay* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Balanced Delay} &= 100\% - \text{line efficiency} \\ \text{Balanced Delay} &= 100\% - 59\% \\ &= 41\% \end{aligned}$$

c. *Smoothness Index*

Perhitungan *smoothness index* adalah sebagai berikut

Tabel 4. 14 *Smoothness Index Stasiun Kerja Awalan*

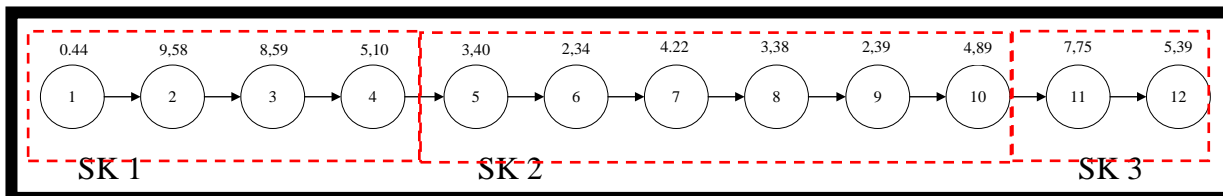
No	Proses Stasiun Kerja ke...	(Wb max - Wb i)	(Wb max - Wb i) ²
1	1	0,00	0,00
2	2	2,45	6,01
3	3	1,18	1,38
4	4	11,27	126,91
Total		14,89	134,30
SQRT			11,59

$$\begin{aligned} \text{Smoothness Index} &= \sqrt{134,25} \\ \text{Smoothness Index} &= 11,59 \end{aligned}$$

4.3.5 Penyeimbangan Lini dengan Metode *Heuristik (Ranked Position Weight)*

Perhitungan pada metode *Ranked Position Weight* merupakan perhitungan yang berdasarkan penempatan elemen kerja pada stasiun kerja berdasarkan bobot posisi yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya dengan catatan bahwa penempatan tidak boleh

menyalahi aturan *Precedence Diagram*. *Precedence Diagram* berdasarkan jaringan kerja dengan metode *Ranked Position Weight* adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 6Pembagian Stasiun Kerja dengan Metode RPW

Karena aliran produksi pada kelompok kerja *Painting Soundboard* merupakan aliran produksi kontinyu, maka bobot setiap elemen kerja dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 15 Pembobotan Dengan Metode RPW

SK	Waktu Baku	Sample ke...												Bobot Posisi
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	0.44	-	9.58	8.59	5.10	3.40	2.34	4.22	3.38	2.39	4.89	7.75	5.39	57.45
2	9.58	0	-	8.59	5.10	3.40	2.34	4.22	3.38	2.39	4.89	7.75	5.39	57.02
3	8.59	0	0	-	5.10	3.40	2.34	4.22	3.38	2.39	4.89	7.75	5.39	47.43
4	5.10	0	0	0	-	3.40	2.34	4.22	3.38	2.39	4.89	7.75	5.39	38.85
5	3.40	0	0	0	0	-	2.34	4.22	3.38	2.39	4.89	7.75	5.39	33.74
6	2.34	0	0	0	0	0	-	4.22	3.38	2.39	4.89	7.75	5.39	30.34
7	4.22	0	0	0	0	0	0	-	3.38	2.39	4.89	7.75	5.39	28.01
8	3.38	0	0	0	0	0	0	0	-	2.39	4.89	7.75	5.39	23.78
9	2.39	0	0	0	0	0	0	0	0	-	4.89	7.75	5.39	20.41
10	4.89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	7.75	5.39	18.02
11	7.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	5.39	13.14
12	5.39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	5.39

Langkah selanjutnya adalah menempatkan elemen kerja pada stasiun kerja minimum berdasarkan bobot posisi dan tidak melebihi *Cycle Time* yang telah ditetapkan yaitu 24,21 menit. Pembagian elemen kerja pada setiap stasiun kerja dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Dengan pembagian beban kerja sebagai berikut :

Stasiun Kerja	Operasi	Total
1.	1,2,3 dan 4	23.71
2.	5,6,7,8,9 dan 10	20.61
3.	11 dan 12	13,14



Tabel 4. 17 Pembagian Stasiun Kerja Metode RPW

Stasiun Kerja	Pembagian Kerja	Presentase	Total Waktu (menit)	Total Waktu Stasiun Kerja
1	<i>Bore Q1</i>	100%	0.44	23.71
	<i>Press Rib</i>	100%	9.58	
	Membersihkan Lem Sisa Rib	100%	8.59	
	<i>Press Bass Treble Bridge</i>	100%	5.1	
2	<i>Spray Laquer Rib dan Bridge</i>	100%	3.4	20.61
	<i>Sanding Laquer Bridge</i>	100%	2.34	
	<i>Sanding Laquer Rib</i>	100%	4.22	
	<i>Spray Urethane Rib</i>	100%	3.38	
	<i>Sanding Laquer Bridge</i>	100%	2.39	
	<i>Paang Logo Mark</i>	100%	4.89	
3	<i>Spray Urethane Mark</i>	100%	7.75	13.14
	Cek Mutu	100%	5.39	
Total				57.45
Waktu Tertinggi Maksimal				23.71

Selanjutnya dilakukan perhitungan Efisiensi Stasiun Kerja, waktu menganggur, *line efficiency*, *balanced delay* dan *smoothness index* sebagai berikut

1. Efisiensi Stasiun Kerja

Contoh perhitungan Efisiensi Stasiun Kerja pada stasiun kerja 1 adalah

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Stasiun Kerja} &= \frac{23.71}{23.71} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

2. Waktu Menganggur (*Idle Time*)

Contoh perhitungan *Idle Time* pada stasiun kerja 1 adalah

$$\begin{aligned} IT &= 23,71 - 23,71 \\ &= 0 \end{aligned}$$

Dengan pembagian beban kerja sebagai berikut:

Tabel 4.18 Rindcian Eff,sk dan Idle time

Stasiun Kerja	Operasi	Total	Eff. SK	Idle Time
1	1,2,3,4	23.71	100%	0.00
2	5,6,7,8,9,10	20.61	87%	3.11
3	11,12	13.14	55%	10.58

1. Line Efficiency

$$\begin{aligned} \text{Line Efficiency} &= \frac{57.46}{(3 \times 24.21)} \times 100\% \\ &= 79\% \end{aligned}$$

2. Balanced Delay

Rumus balanced delay yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Balanced Delay} &= 100\% - \text{line efficiency} \\ \text{Balanced Delay} &= 100\% - 79\% \\ &= 21\% \end{aligned}$$

3. Smoothness Index

Perhitungan *smoothness index* adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Smoothness Index} &= \sqrt{121.36} \\ \text{Smoothness Index} &= 11.02 \end{aligned}$$

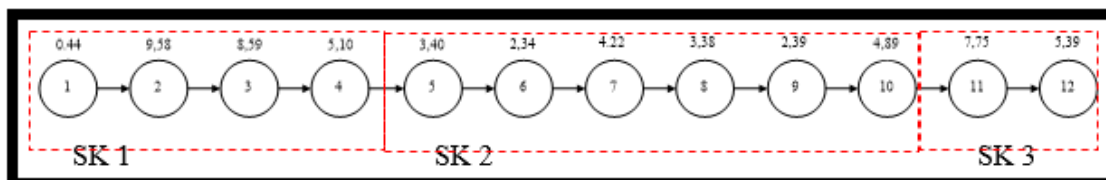
Tabel 4. 19 Perhitungan Smoothness Index metode Killbridge Wester

No	(Tsimax - Tsi)	(Tsimax - Tsi) ²
1	0.00	0.00
2	3.11	9.65
3	10.58	111.88
Total	13.68	121.53
SQRT		11.02

4.3.6 Penyeimbangan Lini dengan Heuristik Metode (Killbridge – Wester)

Penyeimbangan lini perakitan metode Killbridge – Wester merupakan pengelompokan pekerjaan kedalam sejumlah kelompok yang mempunyai tingkat keterhubungan yang sama. Pengelompokan elemen dengan metode killbridge wester ke dalam stasiun kerja

memperhatikan Cycle Time yaitu 24,21 menit. pembagian beban kerja pada metode killbridge wester adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 7Pembagian Stasiun Kerja dengan Metode Killbridge Wester

Dengan pembagian kedalam stasiun kerja adalah sebagai berikut :

Tabel 4.16 Pembagian Kelompok Kerja Painting Soundboard GP

Stasiun Kerja	Pembagian Kerja	Presentase	Total Waktu (menit)	Total Waktu Stasiun Kerja
1	<i>Bore Q1</i>	100%	0.44	23.71
	<i>Press Rib</i>	100%	9.58	
	<i>Membersihkan Lem Sisa Rib</i>	100%	8.59	
	<i>Press Bass Treble Bridge</i>	100%	5.1	
2	<i>Spray Laquer Rib dan Bridge</i>	100%	3.4	20.61
	<i>Sanding Laquer Bridge</i>	100%	2.34	
	<i>Sanding Laquer Rib</i>	100%	4.22	
	<i>Spray Urethane Rib</i>	100%	3.38	
	<i>Sanding Laquer Bridge</i>	100%	2.39	
	<i>Paang Logo Mark</i>	100%	4.89	
3	<i>Spray Urethane Mark</i>	100%	7.75	13.14
	<i>Cek Mutu</i>	100%	5.39	
Total			57.45	
Waktu Tertinggi Maksimal				23.71

Setelah diketahui pembagian elemen kerja pada kelompok kerja Painting Soundboard GP seperti diatas, maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan line balancing awal kelompok kerja Painting Soundboard GP meliputi efisiensi pada setiap stasiun

kerja, efisiensi kelompok kerja painting soundboard GP, waktu mengganggu, *balanced delay*, *smoothness index* adalah sebagai berikut :

Selanjutnya dilakukan perhitungan Efisiensi Stasiun Kerja, waktu mengganggu, *line efficiency*, *balanced delay* dan *smoothness index* sebagai berikut

1. Efisiensi Stasiun Kerja

Contoh perhitungan Efisiensi Stasiun Kerja pada stasiun kerja 1 adalah

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Stasiun Kerja} &= \frac{23.71}{23.71} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

2. Waktu Mengganggu (*Idle Time*)

Contoh perhitungan Idle Time pada stasiun kerja 1 adalah

$$\begin{aligned} \text{IT} &= 23,71 - 23,71 \\ &= 0 \end{aligned}$$

Dengan rincian masing masing stasiun kerjanya adalah sebagai berikut:

Tabel 4.17 Rincian *Idle Time*, Waktu baku, Eff Awalan

Stasiun Kerja	Operasi	Total	Eff. SK	Idle Time
1	1,2,3,4	23.71	100%	0.00
2	5,6,7,8,9,10	20.61	87%	3.11
3	11,12	13.14	55%	10.58

1. *Line Efficiency*

$$\begin{aligned} \text{Line Efficiency} &= \frac{57.46}{(3 \times 24,21)} \times 100\% \\ &= 79\% \end{aligned}$$

2. *Balanced Delay*

Rumus balanced delay yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Balanced Delay} &= 100\% - \text{line efficiency} \\ \text{Balanced Delay} &= 100\% - 79\% \\ &= 21\% \end{aligned}$$

3. *Smoothness Index*

Perhitungan *smoothness index* adalah sebagai berikut

$$\text{Smoothness Index} = \sqrt{121.36}$$

$$\text{Smoothness Index} = 11.02$$

Tabel 4.18 Rincian *Smoothness Index*

No	(Tsimax - Tsi)	(Tsimax - Tsi) ²
1	0.00	0.00
2	3.11	9.65
3	10.58	111.88
Total	13.68	121.53
SQRT		11.02

4.3.7 Metode Analitis (*Mathematical Programming Formulation*)

Masalah keseimbangan lintasan yang terdiri dari beberapa pekerjaan, waktu, sekumpulan pekerjaan terdahulu, dan sekumpulan pekerjaan sesudahnya yang ditugaskan pada sekumpulan stasiun kerja. dengan demikian solusi optimal dari masalah ini dapat diselesaikan dengan metode optimasi yang menggunakan formulasi matematis sebagai berikut (Elsayed, 1994)

$$\begin{aligned} \text{Minimasi Total Waktu Standart Seluruh Elemen Kerja} &= \\ &24,21(X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7+X_8+X_9+X_{10}+X_{11}+X_{12}) \end{aligned}$$

Dengan Pembatas :

1. Waktu kerja tidak melebihi waktu siklusnya

$$\frac{S_i}{X_i} \leq C$$

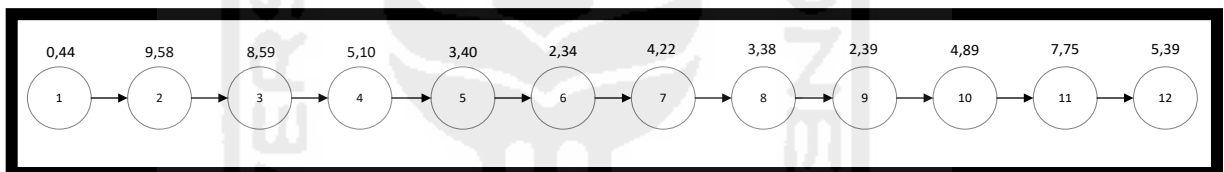
$$S_i \leq X_i C$$

$$S_i - X_i C \leq 0$$

2. Tenaga Kerja lebih besar dari pada 1 pada setiap stasiun kerja

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12} \geq 1$$

Dengan precedence kerja sebagai berikut :



Gambar 4. 8 *Precedence* Awalan

Dengan formulasi dan fungsi kendala adalah sebagai berikut :

Formasi Masalah

Minimasi Waktu Standart setiap elemen kerja

$$\text{Minimasi} = 24,21(X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7+X_8+X_9+X_{10}+X_{11}+X_{12})$$

Kendala

- a. *Cycle Time* Constrains

$$0,44 - 24,21 X_i \leq 0$$

$$9,58 - 24,21 X_i \leq 0$$

$$8,59 - 24,21 X_i \leq 0$$

$$5,10 - 24,21 X_i \leq 0$$

$$3,40 - 24,21 X_i \leq 0$$

$$2,34 - 24,21 X_i \leq 0$$

$$4,25 - 24,21 X_i \leq 0$$

$$3,38 - 24,21 X_i \leq 0$$

$$2,38 - 24,21 X_i \leq 0$$

$$4,87 - 24,21 X_i \leq 0$$

$$7,81 - 24,21 X_i \leq 0$$

$$5,32 - 24,21 X_i \leq 0$$

b. *Completion Constraints*

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12} \geq 1$$

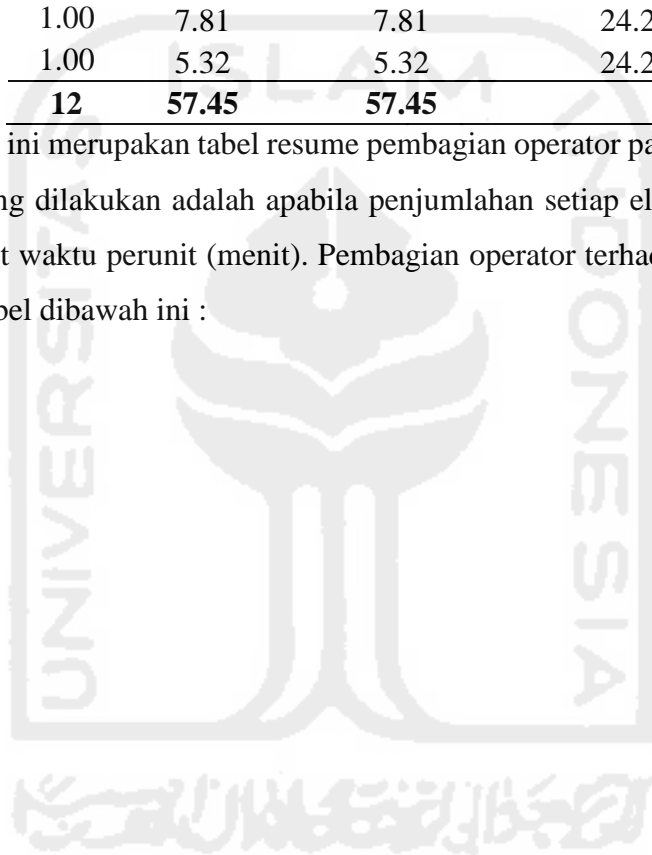
Tabel dibawah ini merupakan tabel perhitungan *Linear Programming* menggunakan excel, pada tabel dapat dilihat bahwa X_i merupakan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada setiap stasiun kerja, karena pada pada batasan yang kedua meyakinkan bahwa jumlah tenaga kerja harus ≥ 1 . Sehingga untuk resumennya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.19 Perhitungan LP

X_i	Waktu tiap elemen	Waktu maksimal per proses $\{(T_i/X_i) \leq 24,21\}$	Target waktu proses maksimal
1.00	0.44	0.44	24.21
1.00	9.58	9.58	24.21
1.00	8.59	8.59	24.21
1.00	5.10	5.10	24.21

Xi	Waktu tiap elemen	Waktu maksimal per proses $\{(Ti/Xi) \leq 24,21\}$	Target waktu proses maksimal
1.00	3.40	3.40	24.21
1.00	2.34	2.34	24.21
1.00	4.25	4.25	24.21
1.00	3.38	3.38	24.21
1.00	2.38	2.38	24.21
1.00	4.87	4.87	24.21
1.00	7.81	7.81	24.21
1.00	5.32	5.32	24.21
12	57.45	57.45	

Tabel dibawah ini merupakan tabel resume pembagian operator pada setiap stasiun kerja. pembagian yang dilakukan adalah apabila penjumlahan setiap elemen kerja tidak lebih dari nilai target waktu perunit (menit). Pembagian operator terhadap stasiun kerja dapat dilihat pada tabel dibawah ini :



Tabel 4.20 Rekapitulasi Perhitungan *Line Balancing*

No	Urutan Proses	Jumlah Pengamatan Waktu Proses	Waktu Standard	Kapasitas /Jam	Jumlah tenaga kerja (Teoritis)	Jumlah tenaga kerja
1	<i>Bore Q 1</i>	10	0.44	8253	0.02	
2	<i>Press Rib</i>	10	9.58	376	0.40	1.00
3	<i>Membersihkan Lem Sisa Rib</i>	10	8.59	419	0.35	
4	<i>Press Bass Treble Bridge</i>	10	5.10	705	0.21	
5	<i>Membersihkan Lem Sisa Bridge</i>	10	3.40	1060	0.14	
6	<i>Spray Laquer Rib dan Bridge</i>	10	2.34	1539	0.10	1.00
7	<i>Sanding Laquer Rib</i>	10	4.25	847	0.18	
8	<i>Spray Urethane Rib</i>	10	3.38	1066	0.14	
9	<i>Sanding Laquer Bridge</i>	10	2.38	1510	0.10	
10	<i>Pasang Logo Mark</i>	10	4.87	739	0.20	
11	<i>Spray Urethane Mark</i>	10	7.81	461	0.32	1.00
12	<i>Cek Mutu</i>	10	5.32	677	0.22	
Total			57.45	17652.86	2.37	3
LINE EFFICIENCY					79%	

Selanjutnya dilakukan perhitungan Efisiensi Stasiun Kerja, waktu mengganggu, *line efficiency*, *balanced delay* dan *smoothness index* sebagai berikut

1. Efisiensi Stasiun Kerja

Contoh perhitungan Efisiensi Stasiun Kerja pada stasiun kerja 1 adalah

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Stasiun Kerja} &= \frac{23.71}{23.71} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

2. Waktu Menganggur (*Idle Time*)

Contoh perhitungan Idle Time pada stasiun kerja 1 adalah

$$\begin{aligned} \text{IT} &= 23,71 - 23,71 \\ &= 0 \end{aligned}$$

Dengan rincian masing masing stasiun kerjanya adalah sebagai berikut:

Tabel 4.21 Pembagian Operator

Stasiun Kerja	Operasi	Total	Eff. SK	Idle Time
1	1,2,3,4	23.71	100%	0.00
2	5,6,7,8,9,10	20.61	87%	3.11
3	11,12	13.14	55%	10.58

3. *Line Efficiency*

$$\begin{aligned} \text{Line Efficiency} &= \frac{57.46}{(3 \times 24,21)} \times 100\% \\ &= 79\% \end{aligned}$$

4. *Balanced Delay*

Rumus *balanced delay* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Balanced Delay} &= 100\% - \text{line efficiency} \\ \text{Balanced Delay} &= 100\% - 79\% \\ &= 21\% \end{aligned}$$

5. *Smoothness Index*

Perhitungan *smoothness index* adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Smoothness Index} &= \sqrt{121.36} \\ \text{Smoothness Index} &= 11.02 \end{aligned}$$

Tabel 4.22 *Smoothness Index*

No	(Tsimax - Tsi)	(Tsimax - Tsi) ²
1	0.00	0.00
2	3.11	9.65
3	10.58	111.88
Total	13.68	121.53
SQRT		11.02



BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Data

Berdasarkan hasil pengumpulan dan pada bab sebelumnya mengenai pengumpulan data rencana produksi dan jamkerja efektif, didapat bahwa rencana produksi *Painting Soundboard GP* untuk model GB perhari pada bulan November adalah 18,45 atau 19 unit dan jam kerja efektif adalah 460 menit.

5.2 Perancangan Lintasan Produksi

Berdasarkan keadaan stasiun kerja saat ini, maka untuk dapat mengoptimalkan lintasan stasiun kerja dapat menggunakan metode *Line Balancing*. Metode *Line Balancing* yang digunakan pada penelitian ini dibedakan menjadi 2 yaitu metode *Line Balancing Heuristic (Ranked Position Weight dan Killbridge Wester)* dan metode *Line Balancing Analitis*.

5.3 Uji Kecukupan dan Keseragaman Data

Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan 10 kali pada setiap elemen kerjanya dengan menggunakan *stopwatch*. Untuk mengetahui apakah data tersebut telah cukup (dapat mewakili untuk dijadikan sample) dan seragam (dalam batas control BKA dan BKB) maka dilakukan uji kecukupan dan keseragaman data. Tingkat keyakinan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar 95% dengan nilai 1,96 dengan tingkat ketelitian sebesar 5% .

Hasil dari perhitungan uji kecukupan data didapat bahwa seluruh elemen pekerjaan bernilai $N' \leq N$ dimana jumlah data teoritis berjumlah 10, dari keseluruhan data elemen pekerjaan, data sudah cukup. Sedangkan pada uji keseragaman data, data pada seluruh elemen pekerjaan sudah didalam ambang batas atas dan batas bawah sehingga data tersebut telah seragam dan siap untuk dilakukan perhitungan atau pengolahan selanjutnya.

5.4 Waktu Normal dan Waktu Baku

setelah mengetahui data waktu siklus telah seragam dan dapat dilakukan perhitungan selanjutnya, maka tahap selanjutnya adalah menghitung waktu normal dan waktu baku masing masing elemen kerja. Penilaian *Rating Factor* dan *Allowance* berdasarkan penilaian ketua kelompok kerja *Painting Soundboard* dimana KK tersebut terlibat dalam proses produksi tersebut. Untuk *allowance* dibagi menjadi 4 berdasarkan dengan jumlah operator dilapangan. Pembagian tersebut memiliki nilai yang berbeda beda karena masing masing operator bekerja dalam lingkungan kerja yang berbeda meskipun berdekatan.

5.1 Perbandingan Kondisi Awal dan Kondisi Usulan metode Heuristik dan Analitic (Matematis)

Ikhtisiar perbandingan indikator *Line Balancing* kondisi awal dan usulan masing masing metode dapat dilihat pada tabel dibawah ini yaitu :

Tabel 5.1 Perbandingan Antara Metode

Indikator	Awal	RPW	Killbridge Wester	Analitic (Matematis/Linear Programing)
Jumlah Stasiun Kerja	4	3	3	3
<i>Line Efficiency</i>	59%	79%	79%	79%
<i>Balanced Delay</i>	41%	21%	21%	21%
<i>Smoothness Index</i>	11,59	11,02	11,02	11,02
<i>Total Idle Time</i>	14.89	13,68	13,68	13,68

Hasil *Line Balancing* dengan metode RPW, *Killbridge Wester*, didapat sama.artinya ketiga metode tersebut menghasilkan jumlah operator dan stasiun kerja paling optimal. Untuk hasil minimasi metode matematis *linear programming*, didapat hasil optimal dari metode tersebut adalah 3 atau 3 operator.

Line efficiency merupakan rasio waktu stasiun kerja terhadap *cycle time* dikalikan dengan jumlah stasiun. Pada penelitian ini, dari 3 metode didapat bahwa *line efficiency* ketiga metode tersebut sebesar 79%. *Balanced delay* merupakan rasio antara waktu *idle* dalam stasiun kerja dengan waktu yang tersedia sehingga semakin kecil *balanced delay* semakin kecil pula waktu mengganggu pada kelompok kerja tersebut. Terlihat bahwa dari ketiga metode diatas *balanced delay* sebesar 21%. Untuk *smoothness index*, semakin

kecil nilai *smoothness index* yang didapat maka semakin mendekati nilai keseimbangan yang sempurna. Berdasarkan ketiga metode diatas, didapat bahwa hasil yang didapat merupakan solusi yang optimal dikarenakan dalam ketiga metode tersebut tidak ada perbedaan dalam hasil antarmetode heuristic dengan matematik (*linear programming*).

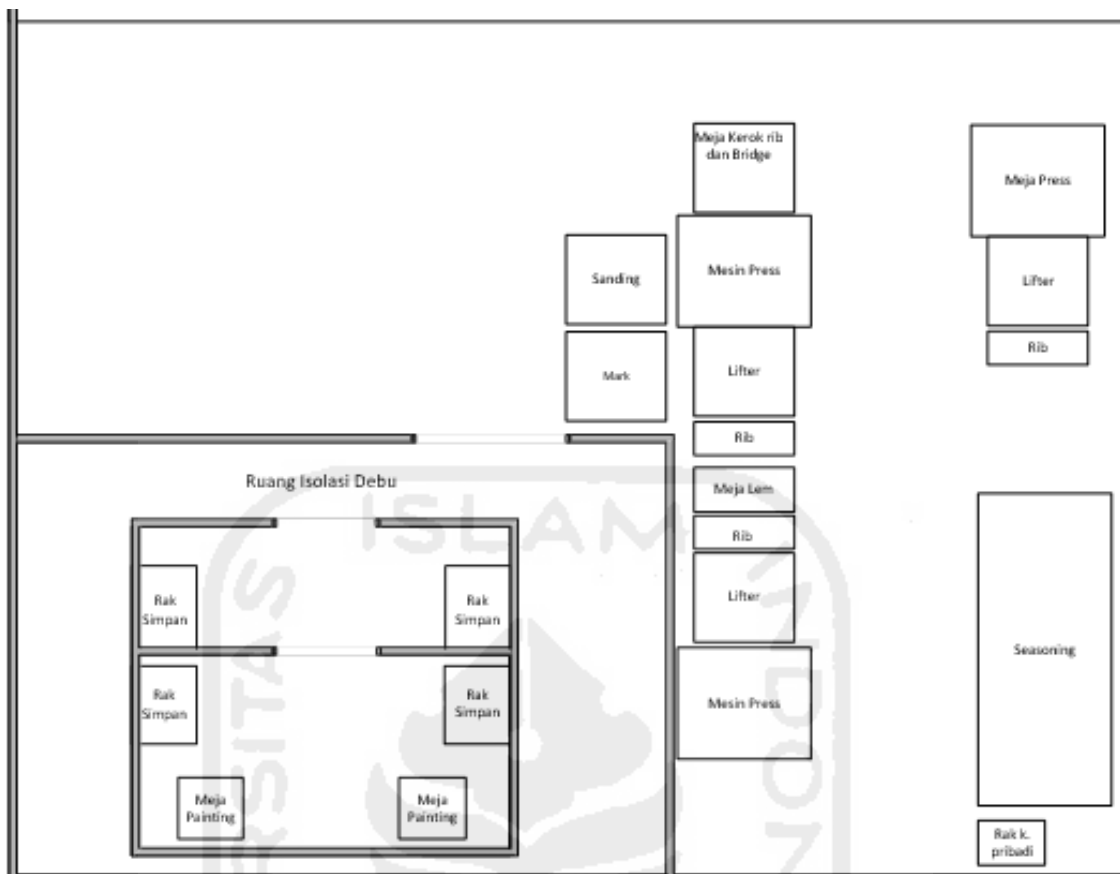


BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

1. Perbandingan *Line Balancing* pada kondisi saat ini dengan metode *Line Balancing* Heuristic dan Matematis adalah *Line Balancing* sebesar 59% dan 79%.
2. Hasil dari perhitungan *Line Balancing* sebelum dan sesudah pada kelompok kerja *Painting Soundboard GP* pada kondisi saat ini menunjukkan bahwa *line efficiency* saat ini sebesar 59%, *Balanced Delay* 41% dan *Smoothness Index* sebesar 11,59. Sedangkan dari metode *Line Balancing Heuristic* dan Analitik –Matematis didapat hasil yang sama yaitu *Line Efficiency* sebesar 79% , *Balanced Delay* 21% dan *Smoothness Index* sebesar 11,02.
3. Dengan melakukan penelitian penyeimbangan lintasan produksi atau line balancing, didapat bahwa jumlah stasiun kerja awal yang terbentuk sebesar 4 stasiun kerja dengan *Line efficiency* sebesar 59%, setelah dilakukan penelitian *line efficiency* yang terbentuk sebesar 79% dengan jumlah 3 stasiun kerja. Jumlah Penuunan *Idle Time* dengan *idle time* awal sebesar 14.89 menit menjadi 13,68 menit dengan total operator dan stasiun kerja optimal 3. Dengan penurunan *Idle Time* sebesar 1,21 menit. dengan layout usulan dan FPC sebagai berikut



Tabel 5.2 FPC Usulan

Keterangan	Sebelum Kaizen		
	Jumlah	Waktu	Presentase
○ Kerja	47.00	124.74	93%
➡ Handling	38.00	5.9	4%
◇ Inspeksi	4.00	3.15	2%
□ Diam	0.00	0.00	0%
▽ Simpan	1.00	0.15	0%
Total	90.00	133.94	124.73

	Isi Pekerjaan	Kerja	Handling	Inspeksi	Diam	Simpan	Langkah	Waktu	
		○	→	◇	D	▽			
	Proses bore Q1								
1	Ambil sound board		1				4	0.2	
2	Pasang jig dan bore Q 1		1					0.05	
3	Proses bore Q1		1					0.1	
4	Taruh kabinet di rak						4	0.2	
	Press rib sound board								
5	Ambil Sound board		1				4	0.4	
6	Pasang Jig		1					0.1	
7	Ambil & Cek rib			1			4	0.9	
8	Lem dan pasang jig rib	1						2.5	
9	Pasang Rib pada sound board	1						0.6	
10	Pasang Jig rib	1						0.8	
11	Masukakn kabinet ke back Press	1						0.8	
12	Press	1						40.0	
13	keluarkan kabinet dari back press	1						0.3	
14	Buka jig press		1					0.6	
15	Simpan hasil proses					1		0.2	
	Membersihkan lem rib								
16	Ambil Sound board		1				6	0.4	
17	Kerok lem kering dgn pahat		1					3.9	
18	Bore dan router rib sound board		1					3.3	
19	Sanding		1					3.2	
20	Angkat						6	0.2	
	Press bass treble bridge								
21	Ambil Sound board						10	0.3	
22	Pasang Jig	1						0.3	
23	Ambil trible bridge		1				4	0.1	
24	lem trible bridge		1					0.9	
25	Pasang trible pada soound board		1					0.2	
26	Pasang jig pada trible		1					0.2	
27	Masukan Kabinet pada mesin press		1					0.7	
28	Press		1					40.0	
29	Keluarkan hasil press trible		1					0.7	
30	Buka jig		1					0.6	
31	Simpan						10	0.2	
	Membersihkan lem bridge								
32	Ambil Sound board		1				8	0.1	
33	Ambil Abrasive		1					0.1	
34	Proses sanding SB		1					0.8	
35	Kerok Lem		1					2.2	
36	Simpan		1				8	0.2	
	Spray laquer Rib dan Bridge								
37	Ambil Sound board		1				10	0.1	
38	Ambil & Pasang jig		1				4	0.1	

	Isi Pekerjaan	Kerja	Handling	Inspeksi	Diam	Simpan	Langkah	Waktu
		○	→	◇	D	▽		
69	Taruh jig	1						0.1
70	Simpan						4	0.1
	Cek Mutu							
	Ambil Material							0.13
	Proses	1						1.72
	Meletakkan Material		1					0.09
	Total	47	38	4		1	185	55.69

6.2 Saran

Untuk dapat menerapkan saran dari *line balancing*, dimana terdapat pengurangan operator dari 4 orang (termasuk kepala kelompok) menjadi 3 orang (termasuk kepala kelompok) hal hal yang menjadi permasalahan yang di hadapi kelompok kerja *Painting Soundboard* adalah sebagai berikut

1. Kurangnya pencegahan produk cacat.

Produk cacat pada kelompok kerja *Painting Soundboard GP* dikarenakan standart mutu setiap stasiun kerja *Painting Soundboard GP* berbeda beda artinya pada stasiun kerja 1 dan 2 tidak melihat adanya cacat pada produk tersebut yang menyebabkan stasiun kerja memiliki *effort* yang lebih dalam memperbaiki cacat pada *soundboard* tersebut.

2. Terdapat gerakan gerakan yang bernilai *non value added*.

Seperti saat operator mengerjakan elemen kerja *Bore QI* dimana operator tersebut banyak melakukan kegiatan mengangkat *soundboard* dari rak *soundboard*-meja bor-meletakkan pada rak-memasukkan dalam *seasoning room*. Agar lebih efisien dalam pengerjaannya sebaiknya dibuatkan jig bor dan *seasoning room* di modifikasi sehingga operator dapat mengerjakan *soundboard* tersebut tetap pada raknya dan memasukkannya kedalam *seasoning room* bersama raknya, sehingga dapat mengurangi proses angkat angkat pada *soundboard*.

3. Penggunaan mesin yang tidak tepat.

Pada saat proses *spray* yang dilakukan operator harus menuang cairan untuk proses *urethane* dan *laquer*. Agar lebih efisien sebaiknya digunakan *pressure tank* agar dapat ditiadakannya proses tuang cat yang bernilai *non value added*.

4. Suhu Lingkungan dan Kebisingan

Saat ini kondisi lingkungan pada kelompok kerja *Painting Soundboard* khususnya ruang *Painting* suhunya mencapai 31°C sedangkan suhu standart yang digunakan sebaiknya 26°C ± 2. Sehingga untuk suhu tersebut operator sering mengalami ketidak nyamanan seperti kepanasan sehingga mengabaikan APD yang seharusnya digunakan pada kelompok kerja tersebut, serta kebisingan pada kelompok kerja *Painting Soundboard* karena *blower* penyedot debu menempel langsung pada dinding ruang *painting*.

5. Cara kerja yang berkali kali.

Sebaiknya untuk proses *bore soundboard* pada proses kerok lem dilakukan sekali saja pada *bore Q1* menggunakan jig, sehingga tidak ada pengulangan pekerjaan.

6. Pelatihan *Multi Skill*

Sebaiknya operator pada setiap stasiun kerja diberikan peatihan kerja secara rutin, agar operator tersebut memiliki *multi skill*, selain itu untuk meningkatkan pemahaman operator terhadap bidang kerja yang dilakukannya yang diharapkan operator tersebut telah terlatih, terbiasa dan lebih cekatan dalam bekerja tanpa mengabaikan K3 pada kelompok kerja tersebut. Selain itu apabila terjadi peningkatan produksi, penurunan ataupun salah satu kelompok tersebut tidak hadir maka operator lain dapat *memback up* meskipun terdapat *transfer in*, sehingga target produksi harian pada kelompok kerja *Painting Soundboard* tersebut dapat tercapai.

7. Menciptakan Keadaan Kerja

Sebaiknya pihak *management* dapat menciptakan keadaan kerja yang produktif dan aktif memberikan motivasi dan perhatian terhadap operatornya, karena apabila *mood operator* tersebut baik maka pekerjaan yang dilakukannya pun baik hasilnya.

Sehingga, saran untuk tetap mencapai target dengan pengurangan operator dari 4 menjadi 3 tanpa mengabaikan mutunya adalah sebagai berikut :

- a. Pencegahan terhadap produk cacat dengan cara memperhatikan kebersihan pada kelompok kerja *Painting Soundboard GP* dan rutin melakukan *Cleaning* pada kelompok kerja tersebut.
- b. Mengurangi kegiatan yang bernilai *non value added*.
- c. Menggunakan mesin yang tepat.
- d. Memperhatikan faktor lingkungan kerja kelompok kerja tersebut.
- e. Pelatihan *multi skill*.
- f. Menciptakan keadaan kerja yang baik.



DAFTAR PUSTAKA

- Andari, N. D. (2008). *Penentuan Jumlah Tenaga Kerja Guna Meningkatkan Produktivitas*. Yogyakarta: Skripsi, Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Widya Mataram Yogyakarta.
- Asih , P. (2015). Penentuan Jumlah Tenaga Kerja Pada Proses Pembuatan Kawat Perak Menggunakan Metode Heuristik . *Tekinfor Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi*, 15-25.
- Barnes , R. (1980). *Motion and Time Study and Measurement of Work* . New York : Jhon W Sons, Inc.
- bedworth, D., & Bailey , J. (1987). *Integrated production Control System*. New York : John Wiley & Sons .
- Daelima , V. F., Febianti , E., & Ilhami , M. A. (2013). Analisis Keseimbangan Lintasan untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi dengan Pendekatan Line Balancing dan Simulasi . *Jurnal Teknik Industri* , 1-7.
- Daelima, V. F., E. F., & Ilhami, M. A. (2013). Analisis Keseimbangan Lintasan untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi dengan Pendekatan Line Balancing dan Simulasi . *Jurnal Teknik Industri* , 1-7.
- Dilworth , J. B. (1993). *Production and Operation Management* . McGraw-Hill, Inc.
- Elsayed. (1994). *Analysis and Control of Production System*. Prentice Hall International Inc.
- Falkenauer, E. (2005). Line Balancing in Real World. *International Conference on Product Lifecycle Management* , 360-370.
- Ginting , R. (2007). *Sistem Produksi* . Yogyakarta : Graha Ilmu .
- Gonzali , L., Andreas, & Feriyatis. (2015). PENENTUAN JUMLAH TENAGA KERJA DENGAN METODE KESEIMBANGAN. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* , 2.
- Hasanudin , M., & Arianto , B. (2011). Optimalisasi Lintasan Produksi Furukawa Breaker Menggunakan Line Balancing . *Teknik Industri Universitas Suryadarma Jakarta* , 1-13.
- Kusuma , H. (1999). *Manajemen Produksi Perencanaan dan Pengendalian Produksi* . Yogyakarta : Andi Offset .
- Lisanto , A., Dewi , D. R., & Rahayu , D. E. (2014). Penerapan Model Optimasi Line Balancing dan Genetic Algorithm. *Jurnal Ilmiah Widya teknik* , 1-14.

- Nasution , A. H., & Yudha , P. (2008). *Perancangan Pengendalian Produksi* . Yogyakarta : Graha Ilmu .
- Nasution, A. H. (1999). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Guna Wijaya.
- Prabowo , R. (2016). Penerapan Konsep Line Balancing Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja Pada PT. HM. Sampoerna Tbk. *Jurnal IPTEK* , 12-13.
- Prabowo, R. (2016). Penerapan Konsep Line Balancing Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja Pada PT. HM. Sampoerna Tbk. *Jurnal Iptek* , 4.
- Prahmana, R. C. (2013). *Modul Mata Kuliah pemograman Linear*. Tangerang : STKIP Surya .
- Purnama , J. (2008). Perancangan Sistem Keseimbangan Lintasan Produksi untuk Mengurangi Balanced Delay guna Meningkatkan Output Produksi . *Prosiding Seminar Nasional Management Teknologi VIII*, 1-10.
- Purnomo , H. (2004). *Pengantar Teknik Industri* . Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Suryadi , D., Aisya, Z., & Fransiscus , H. (2013). Perancangan Lintasan Penjahitan dan Perbaikan Tata Letak untuk Meningkatkan Kapasitas produksi PT.Fariza . *Indonesia Statistical Analysis Conference* , 146-151.
- Sutalaksana, I. Z., Anggawisastra, R., & Tjakraatmadja, J. H. (1982). *Teknik Tata Cara Kerja* . Bandung : ITB.
- Wignjosoebroto, S. (1989). *Teknik Tata Cara Pengukuran Kerja* . Surabaya : Guna Widya.

Script Wawancara terkait Allowance dan Rating Factor

Keterangan

P : Peneliti

K : Kepala Kelompok Soundboard GP

P : Dalam penentuan nilai performansi pada operator, ada beberapa penilaian salah satunya skill, bagaimana skill pada operator Painting Soundboard GP?

K : Skill operator Painting Soundboard GP rata sama, karena di soundboard GP sendiri operator harus belajar diluar elemen kerja yang dilakukannya, sehingga operator memiliki multi skill.

P : Bagaimana performansi masing masing operator dalam segi usaha, konsistensi dan kondisi fisik lingkungan kerjanya ?

K : Kondisi performansi masing masing operator dalam usaha dan kondisi stabil, karena operator harus dapat memenuhi target harian, untuk lingkungan kerja, antara mesin press dan painting berbeda, pada mesin press, kondisi lingkungan kerjanya tidak bising, udara nyaman sedangkan pada kondisi ruangan painting, udara panas dan bising karena mesin yang menempel langsung pada dinding ruang Painting Soundboard GP.

P : Bagaimana tingkat ketelitian yang dimiliki operator?

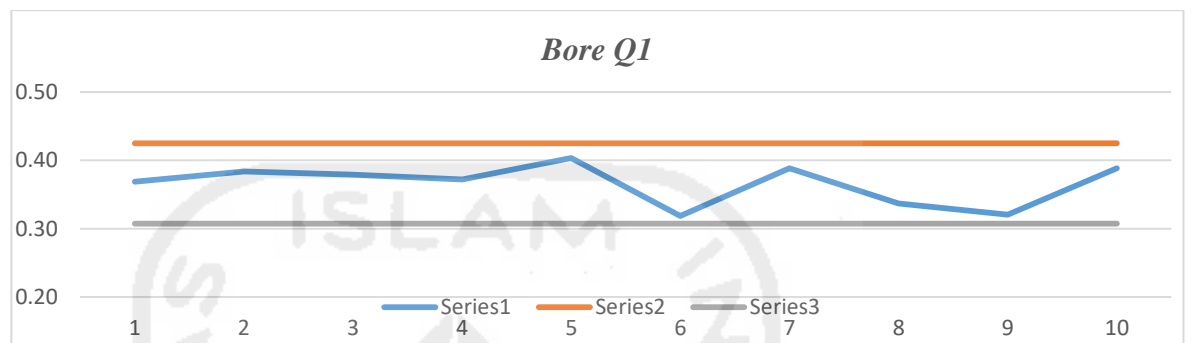
K : Pada Painting Soundboard GP, tingkat ketelitian yang dimiliki operator harus tinggi dikarenakan soundboard cukup rentan tergores. Untuk mengurangi beban operator painting dan mengurangi repair, sebelum masuk keruangan painting, operator harus melihat sisi dari soundboard tersebut dan segera melakukan perbaikan pada soundboard tersebut.

UJI KECUKUPAN DATA

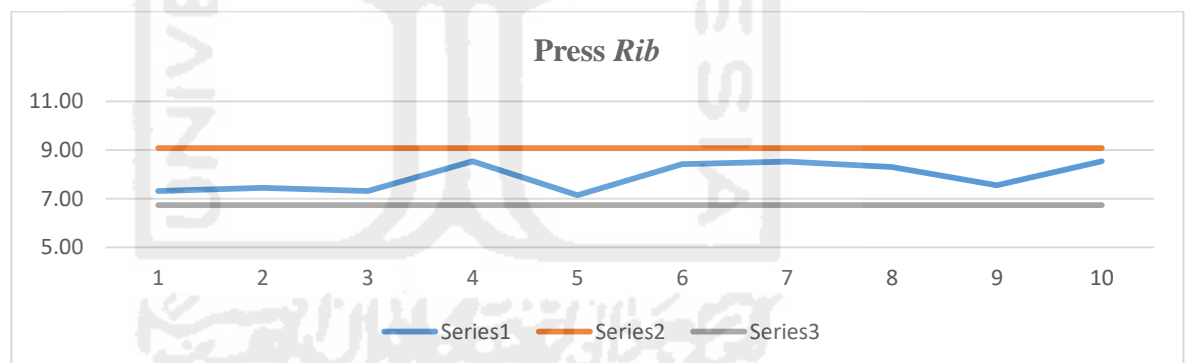
No	Proses	Satuan Waktu	Sound Board GP										Σx	$(\Sigma x)^2$	Σx^2	rata rata	N'	Keterangan
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	Bore Q 1	Menit	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	3.7	13.4	1.3	0.4	0.1	Cukup
2	Press Rib	Menit	7.3	7.5	7.3	8.5	7.1	8.4	8.5	8.3	7.6	8.5	79.1	6257.9	629.0	7.9	62.6	Cukup
3	Membersihkan Lem Sisa Rib	Menit	7.2	7.4	7.5	7.5	7.0	7.1	7.1	7.0	7.0	7.3	72.1	5192.8	519.7	7.2	51.9	Cukup
4	Press Bass Treble Bridge	Menit	4.3	4.3	4.4	4.1	4.3	4.2	4.1	4.1	4.2	4.3	42.1	1774.9	177.6	4.2	17.7	Cukup
5	Membersihkan Lem Sisa Bridge	Menit	2.9	2.8	2.7	2.8	2.9	2.8	2.8	2.8	2.7	2.8	28.0	786.6	78.7	2.8	7.9	Cukup
6	Spray Laquer Rib dan Bridge	Menit	1.8	2.2	1.9	1.8	1.9	2.1	2.0	2.0	2.1	1.8	19.6	383.3	38.5	2.0	3.8	Cukup
7	Sanding Laquer Rib	Menit	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.5	3.5	3.4	3.6	3.6	35.4	1256.3	125.7	3.5	12.6	Cukup
8	Spray Urethane Rib	Menit	2.8	2.9	2.8	2.8	2.7	2.7	2.9	3.0	3.0	2.7	28.3	801.8	80.3	2.8	8.0	Cukup
9	Sanding Laquer Bridge	Menit	2.0	2.1	1.8	2.1	2.0	1.8	1.9	2.2	2.2	1.8	20.0	401.0	40.3	2.0	4.0	Cukup
10	Pasang Logo Mark	Menit	3.8	3.5	3.6	3.9	3.8	3.9	3.6	3.9	3.8	3.7	37.5	1407.9	141.0	3.8	14.1	Cukup
11	Spray Urethane Mark	Menit	6.8	6.8	6.1	7.3	6.5	6.2	6.1	6.2	6.7	6.2	65.0	4226.2	424.1	6.5	42.3	Cukup
12	Cek Mutu	Menit	4.7	4.3	4.3	4.9	4.0	4.8	4.8	4.7	4.1	4.6	45.2	2042.8	205.2	4.5	20.4	Cukup

UJI KESERAGAMAN DATA

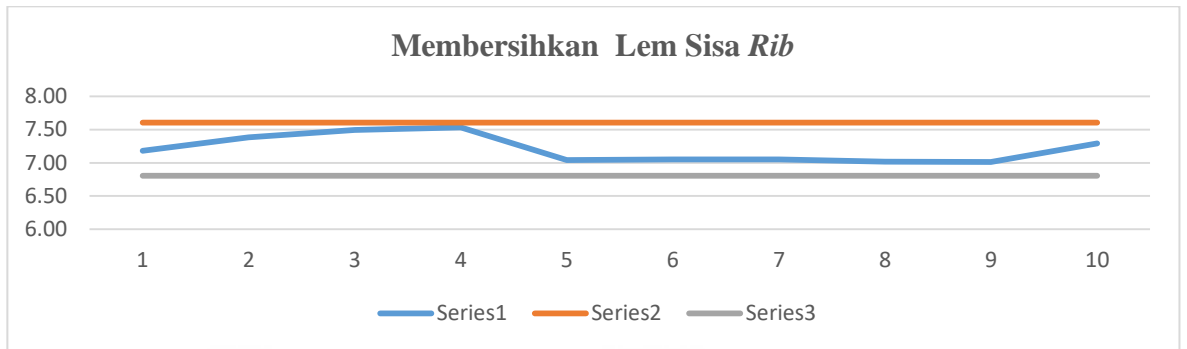
a. **Bore Q1**



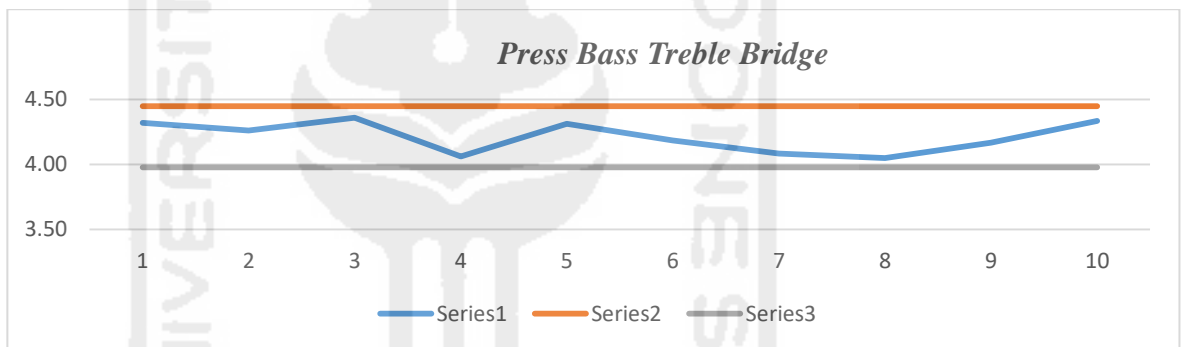
b. **Press Rib**



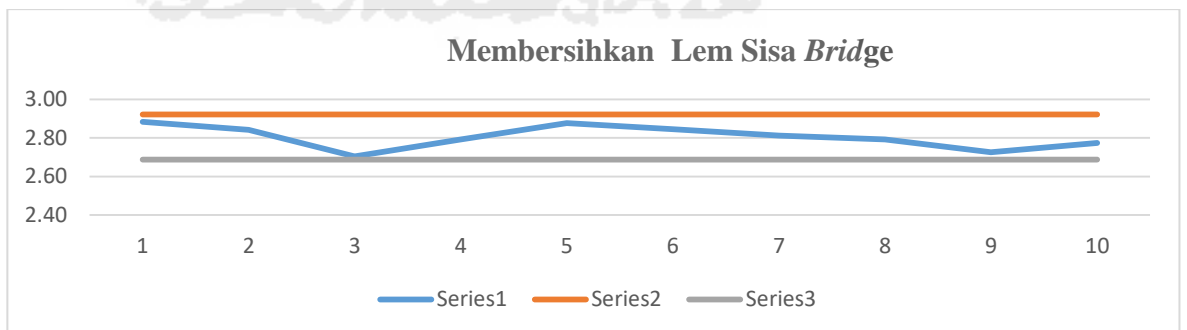
c. **Membersihkan Lem Sisa Rib**



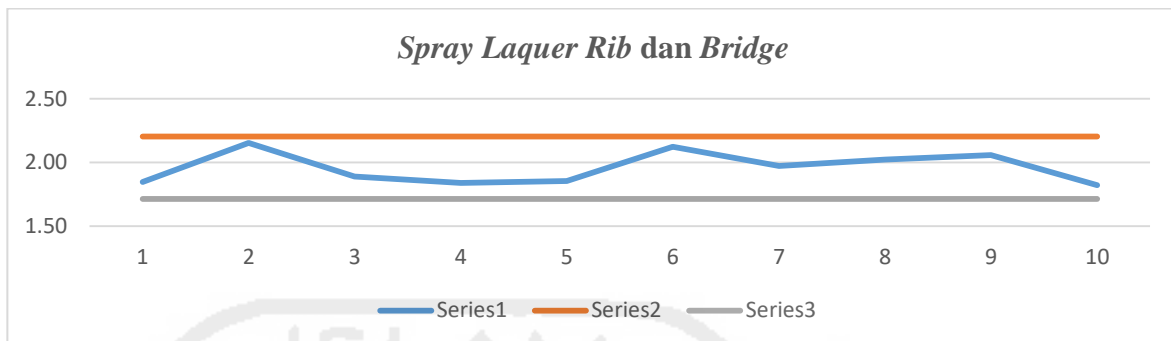
d. **Press Bass Treble Bridge**



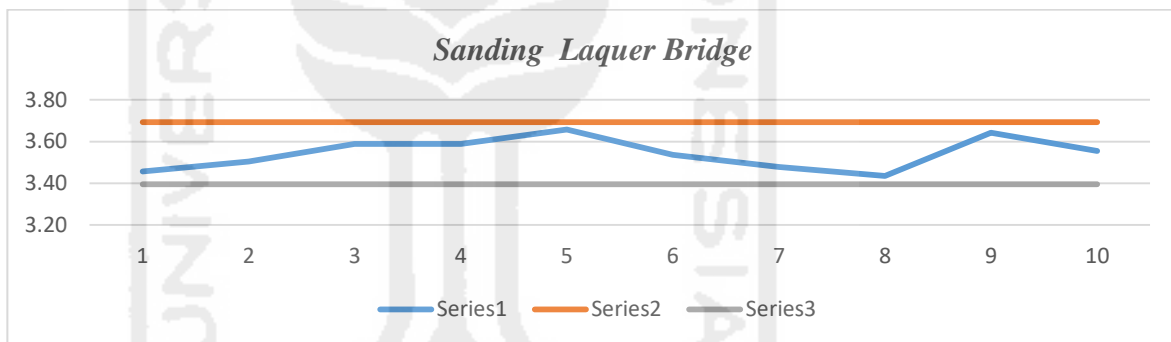
e. **Membersihkan Lem Sisa Bridge**



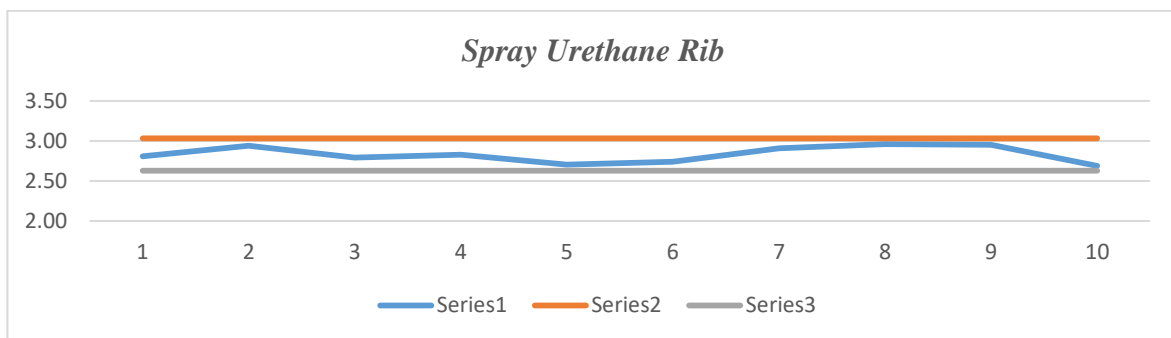
f. *Spray Laquer Rib dan Bridge*



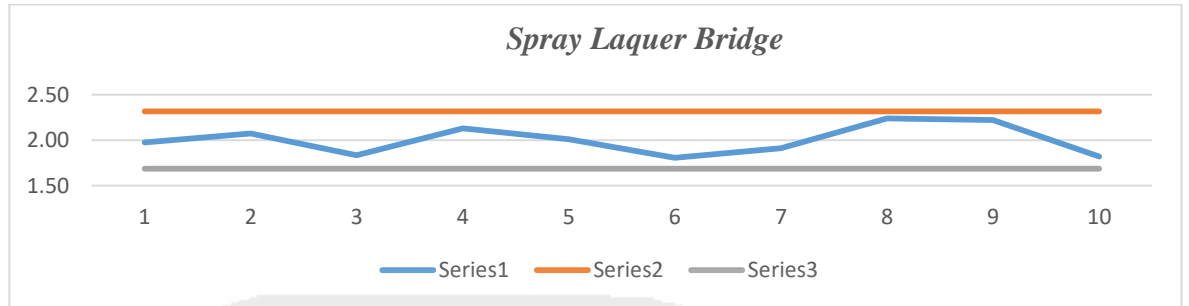
g. *Sanding Laquer Rib*



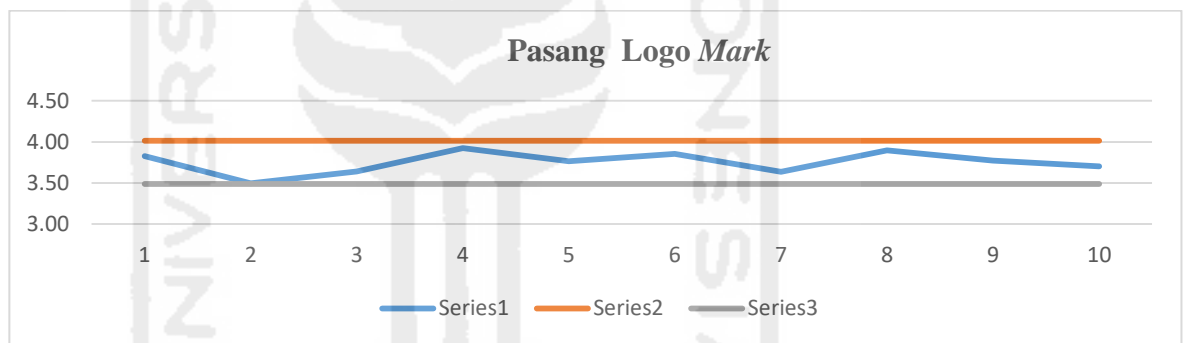
h. *Spray Laquer Rib*



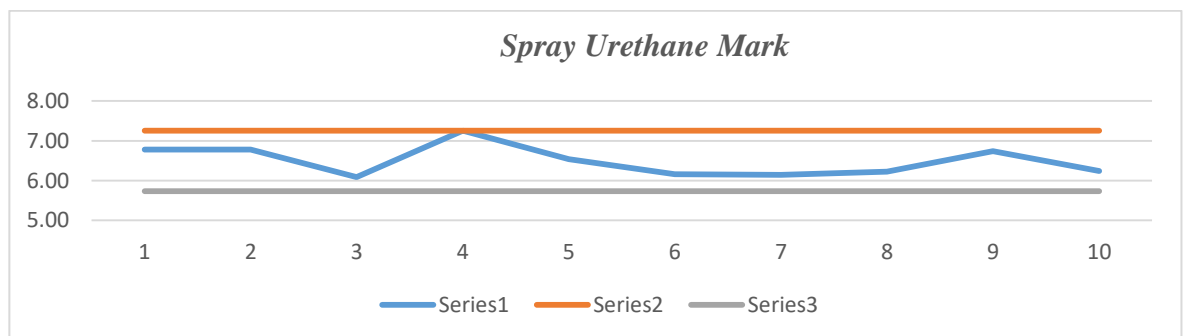
i. *Sanding Laquer Bridge*



j. *Pasang Logo Mark*



k. *Spray Urethane Mark*



1. Cek Mutu

