

**OPTIMASI KINERJA BIOREAKTOR DAN MEMBRAN TRENDGATE  
PADA PROSES PENGELASAN MENGGUNAKAN METODE  
KESEIMBANGAN LINI DI PT XYZ**



**OLEH**

**MURWAN WIDYANTORO**

**5311220068**

**TESIS**

**Di ajukan untuk melengkapi sebagai  
Persyaratan menjadi Magister Teknik**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS PANCASILA  
JAKARTA  
2014**

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis dengan judul:

### **OPTIMASI KINERJA BIOREAKTOR DAN MEMBRAN TRENDGATE PADA PROSES PENGELASAN MENGGUNAKAN METODE KESEIMBANGAN LINI DI PT XYZ**


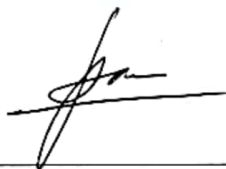


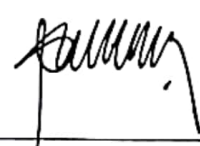

Yang dibuat untuk melengkapi sebagai persyaratan menjadi Magister Teknik Progam Studi Teknik Mesin Progam Stara II Universitas Pancasila, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tesis yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapat gelar Sarjana di Lingkungan Universitas Pancasila maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 2014

Murwan Widyantoro

BUKTI PENGESAHAN PERBAIKAN TESIS

Nama : Murwan Widyantoro  
 No : 5311220068  
 Prodi : Magister Teknik Mesin

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dekan  Ir. Fauzi Fahimuddin, M.Sc. Eng., D.Eng.		
2	Pembimbing I  Prof. Dr. Ir. Djoko W Karmiadji, Ph.D.		22/8/2014
3	Pembimbing II  Ir. Susanto Sudiro, M.Sc.		
4	Kaprog  Dr. Ir. Budhi M suyitno, IPM.		
5	Sekprog  Dr. Ir. Dwi Rahmalina, MT.		22/03 - 2014
6	Penguji  Dr. Agustinus Purna Irawan, ST., MT.		01/04/2014.
7	Penguji  Indra Chandra Setiawan, ST, MT.		22/04/2014.

## PERSETUJUAN KOMISI PEMBIMBING

Dosen Pembimbing I



Prof. Ir. Djoko W. Karmiadji, MSME., P.hD

Dosen Pembimbing II



Ir. Subanto Sudiro M.Sc

## PERSETUJUAN PANITIA UJIAN MAGISTER

NAMA

TANDA TANGAN

TANGGAL



Dr. Ir. Budhi M. Suyitno, IPM .....  
Ketua Program Magister Teknik Mesin



Dr. Ir. Dwi Rahmalina, MT .....  
Sekretaris Program Magister Teknik Mesin

29/10 - 2014

Nama : Murwan Widyantoro

No. Pokok : 5311220068

Tanggal Lulus :

## KATA PENGANTAR

Pada kesempatan yang berbahagia puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan hidayahnya tesis dengan judul OPTIMASI KINERJA BIOREAKTOR DAN MEMBRAN TRENDGATE PADA PROSES PENGELASAN MENGGUNAKAN METODE KESEIMBANGAN LINI DI PT XYZ

Besar penghargaan dan ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak, Ibu ,kakaku tercinta yang telah memberikan dukungan, doa dan motifasinya sehingga penulis dapat menyelesaikannya.
2. Dr. Ir. Bhudi M Suyitno, IPM, Ketua Progam Magister Teknik mesin Universitas Pacasila yang telah memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.
3. Prof. Ir. Djoko W.Karmiadi,MSME.,P.hD Sebagai Pembibings atu yang telah mengarahkan penelitian danmemberikan masukan sehingga peneliti berjalan dengan baik dan bermanfaat bagi semua kalangan.
4. Ir. Susanto Sudiro M.Sc sebagai pembibing dua yang telah banyak membantu pada proses penelitian dilapangan sehingga kegiatan penelitian berjalan dengan baik dan sebagaimana mestinya.
5. Teman-teman seperjuangan magister universitas pancasila yang membantu baik ide maupun diskusinya sehingga penelitian berjalan dengan baik
6. Nurul Hidayati. SH, MH terimakasih telah membantu dalam menyelesaikan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada penelitian ini, besar harapan penulis bila pembaca sekalian mengidentifikasi kesalahan, memberikan masukan kepada penulis atau peneliti selanjutnya ununtuk menyempurnakan penelitian padabidang ini.

Penulis

## Abstrak

Salah satu tujuan utama dari suatu perusahaan manufaktur adalah untuk mengolah bahan baku ataupun barang setengah jadi agar menjadi barang jadi ataupun setengah jadi yang lebih bernilai, dan berupaya untuk mendapatkan keuntungan dari proses produksi. Optimalisasi jalur produksi pembuatan *trendgate* pada proses pengelasan di PT X dengan menyeimbangkan jalur produksinya, yaitu dengan menyeimbangkan operasi atau stasiun kerja, sehingga akan meningkatkan efisiensi produksi. Waktu menganggur di tiap-tiap stasiun kerja dapat dikurangi dan juga dilakukan penjadwalan produksi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan jalur produksi *trendgate* pada proses welding menggunakan metode keseimbangan lini, mengurangi waktu yang terbuang dan *non-added value* akibat pergerakan material dan mensetup layout rantai produksi pengelasan sebagai alternatif pengganti rantai produksi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini pengamatan. Pada penelitian ini tidak dilakukan pada semua rantai produksi tetapi dipilih pada proses pengelasan untuk mendapatkan optimasi jalur produksi *trendgate*

Berdasarkan metode keseimbangan lini stasiun kerja diperoleh penggabungan stasiun kerja dari 7 stasiun kerja awal menjadi 3 stasiun kerja setelah digabungkan/diseimbangkan dan jumlah tenaga kerja keseluruhan terjadi penurunan dari 14 orang menjadi 6 orang tenaga kerja. Penyeimbangan lintasan produksi sebaiknya PT "X" melakukan pengoptimalan tenaga kerja demi kelancaran produksi dan tidak lagi melakukan jam lembur demi stamina para pekerjanya sehingga kelancaran produksi tetap terjaga.

Kata kunci: jalur produksi, metode keseimbangan lini

## **Abstrak**

*One of the main objectives of a manufacturing company is to process raw material so rsemi-finished goods in order to be finished or semi-finished goods are more valuable, and sough tto profit from the production process. Optimalisai trend gate the production line welding processin PT X by balancing production lines, with balancing operations or work stations, there by increasing the efficiency of production. Idle time ateach work station can be reduced and also can do the production scheduling.*

*This study aim stoop timize production lines trendgate the welding process susing thee quilibrium line, reducing wasted time and non-added value due to the movement of materials and welding production floor layoutset up as an alternative tothe production floor. The method usedin this study observations. In this studynot done on all butbeen on the production floor to get the optimization process of welding production line trendgatebed.*

*Based on the line balancing methods work station work station obtained byincorporation of 7 into 3 initial work station work station after combined or balanced and the overall number of workers decreased from 14 to 6 persons. Balancing the production line should PT"X" dowork force optimization for smooth production and not doing over time for the sake of stamina so smooth production workersstay awake*

*Keywords: production line, line ofbalancemethod*

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TESIS</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2. Identifikasi Penelitian .....	2
1.3. Perumusan Masalah Penelitian .....	3
1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	3
1.5. Parameter-Parameter Penelitian dan Variabel-Variabel Bebasnya .....	5
1.6. Batasan dan Ruang Lingkup Penelitian .....	5
1.7. Sistematika Penelitian .....	6
<b>BAB II HASIL STUDI LITERATUR</b> .....	7
2.1. Keseimbangan Lini .....	7
2.1.1. Pengertian Keseimbangan Lini .....	7
2.2.2. Terminologi <i>Line balancing</i> .....	8
2.2. Waktu kerja.....	10



2.2.1.	Pengukuran kerja .....	10
2.2.2.	Pengukuran waktu dengan jam henti .....	11
2.2.3.	Langkah-Langkah Pengukuran Waktu .....	13
2.2.4.	Uji keseragaman dan kecukupan data .....	15
2.2.5.	Tingkat ketelitian dan Tingkat Keyakinan .....	18
2.2.6.	Perhitungan Waktu baku .....	18
2.2.7.	Metoda <i>Westinghouse</i> .....	19
2.3.	Pengelasan .....	22
2.3.1.	Pengertian Pengelasan .....	22
2.3.2.	Las MIG .....	24
2.3.3.	Peralatan utama las MIG ( Metal Inert Gas ).....	26
2.4.	Format Standard Kerja .....	30
2.5.	Kerangka Pemikiran .....	32
2.6.	Hasil Penelitian yang Relevan .....	33
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	34
3.1.	Prosedur Penelitian .....	34
3.2.	Metode Penelitian .....	35
3.3.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	35
3.4.	Teknik Pengumpulan Data dan Pengolahan Data .....	35
3.5.	Pengamatan Obyek .....	36
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	43
4.1.	Gambaran Umum Perusahaan .....	43
4.1.1.	Struktur Organisasi .....	43
4.1.2.	Tugas Unit EOP .....	44
4.1.3.	Ketenagakerjaan .....	47
4.1.4.	Hari Kerja dan Jam Kerja Efektif .....	47

4.1.5 Proses produksi tranged .....	47
4.2. Hasil Penelitian .....	49
4.2.1. Perhitungan Waktu Baku .....	49
4.2.2 Perhitungan Keseimbangan Lintasan Produksi .....	54
4.2.3. Keseimbangan Lintasan Produksi pada Kondisi Awal .....	55
4.2.4. Penjadwalan produksi dalam kondisi awal .....	57
4.2.5. Takt Time.....	60
4.3. Pembahasan .....	61
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>68</b>
5.1. Kesimpulan .....	68
5.2. Saran .....	69

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1.1 <i>Trendgate Bed</i> .....	2
Gambar 1.2. Fishbone Identifikasi Masalah.....	3
Gambar 2.1. Aplikasi Las MIG (Metal Inert Gas ) .....	25
Gambar 2.2 Rangkaian mesin las mig.....	26
Gambar 2.3 Mesin las MIG .....	27
Gambar 2.4 Wire Feeder .....	28
Gambar 2.5 Cilinder dan Regulator Gas Pelindung.....	29
Gambar 3.1. Aliran Proses Pengelasan Assy Upper Frame .....	37
Gambar 3.2. Aliran Proses Pengelasan Back Raise .....	38
Gambar 3.3. Aliran Proses Pengelasan Rakitan Matras Tengah .....	39
Gambar 3.4. Aliran Proses Pengelasan Matras Kneerest .....	40
Gambar 3.5. Aliran Proses Pengelasan Pengangkat Matras.....	40
Gambar 3.6. Aliran Proses Pengelasan Pengangkat Bawah.....	41
Gambar 3.7. Aliran Proses Pengelasan Rakitan Panel Side Guard .....	42
Gambar 4.1 Struktur Unit Produksi Produk Export.....	44
Gambar 4.2 Grafik perhitungan elemen kerja frame untuk uji keseragaman data .....	52
Gambar 4.3 <i>Precedence Diagram</i> Lini Produksi Trendgate Bed Setelah Perbaikan .....	68
Gambar 4.4 Layout Lini Produksi <i>Trendgate Bed</i> .....	69

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1. Pembagian Sub Group .....	15
Tabel2.2. Nilai K untuk tingkat kepercayaan .....	17
Tabel2.3. Nilai S untuk tingkat ketelitian .....	17
Tabel 3.1. Komponen <i>Trendgate</i> pada Proses Pengelasan .....	36
Tabel 3.2. Waktu Aliran Proses Pengelasan Assy Upper Frame .....	38
Tabel 3.3. Waktu Aliran Proses Pengelasan Back Raise .....	39
Tabel 3.4. Waktu Aliran Proses Pengelasan Rakitan Matras Tengah .....	39
Tabel 3.5. Waktu Aliran Proses Pengelasan Rakitan Matras Kneerest .....	40
Tabel 3.6. Waktu Aliran Proses Pengelasan Pengangkat Matras .....	41
Tabel 3.7. Waktu Aliran Proses Pengelasan Pengangkat Bawah .....	41
Tabel 3.8. Waktu Aliran Proses Pengelasan Rakitan Panel Side Guard .....	42
Tabel 4.1. Uji Kenormalan Pengamatan Data Frame .....	52
Tabel4.2. Hasil Kecukupan pada <i>trandgate</i> .....	55
Tabel 4.3. Hasil Waktu Baku pada <i>trandgate</i> .....	57
Tabel4.4. Waktu Baku .....	58
Tabel4.5. Efisiensi Stasiun Kerja Awal .....	59
Tabel4.6. Penyeimbang Lintasan .....	60
Tabel 4.7. Efisiensi Stasiun Kerja Baru .....	61
Tabel 4.8. Perbandingan Kriteria Keseimbangan Lintasan Produksi .....	62

# **BAB I**

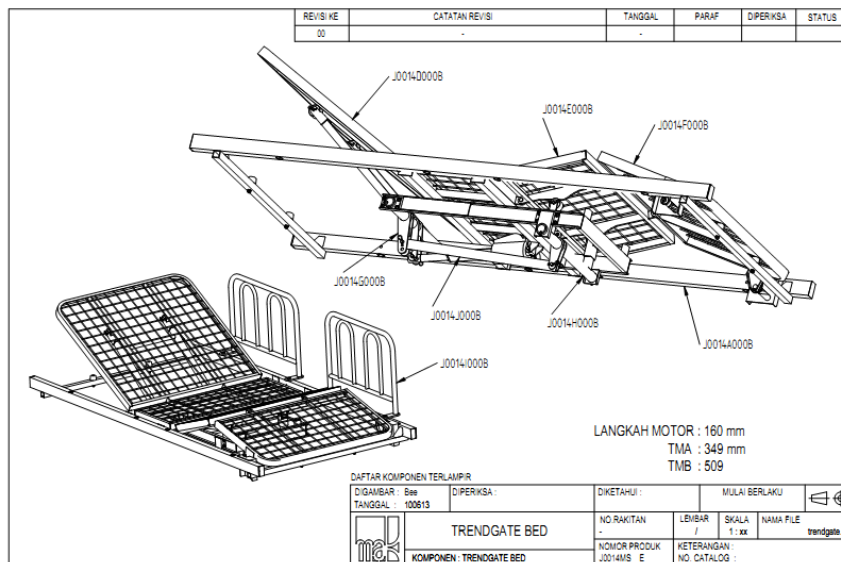
## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Penelitian**

Perkembangan industri manufaktur di Indonesia sekarang ini menunjukkan persaingan yang sangat ketat. Perusahaan yang ingin bertahan dan memenangkan persaingan dituntut untuk mampu meningkatkan sumber daya yang dimilikinya baik pada sumber daya manusianya, sumber daya penunjang seperti peralatan yang digunakan, waktu pelaksanaan pekerjaan, dan lain sebagainya. Pada proses produksi perusahaan dituntut untuk menyelesaikan sebuah proyek/pekerjaan dengan cepat serta menggunakan tenaga yang seefisien mungkin. Penghematan ini akan memberikan keuntungan yang besar bagi perusahaan baik dari waktu penyelesaian proyek maupun biaya yang dikeluarkan.

Salah satu tujuan utama dari suatu perusahaan manufaktur adalah untuk mengolah bahan baku ataupun barang setengah jadi agar menjadi barang jadi ataupun setengah jadi yang lebih bernilai, dan berupaya untuk mendapatkan keuntungan dari proses produksi tersebut, baik melalui penjualan barang hasil produksi ataupun dengan cara lain. Segala hal terkait proses produksi akan menjadi penting dan berpengaruh terhadap nilai perusahaan. Ghazali (2010) menyatakan bahwa waktu siklus terpanjang dapat menyebabkan tidak tercapainya target produksi yang telah ditetapkan sehingga dibutuhkan perbaikan keseimbangan lini produksi [1]. Perbaikan yang dapat dilakukan agar target produksi tercapai dilakukan dengan penyeimbangan lini dengan menata kembali pembagian elemen kerja pada tiap stasiun kerja[2]

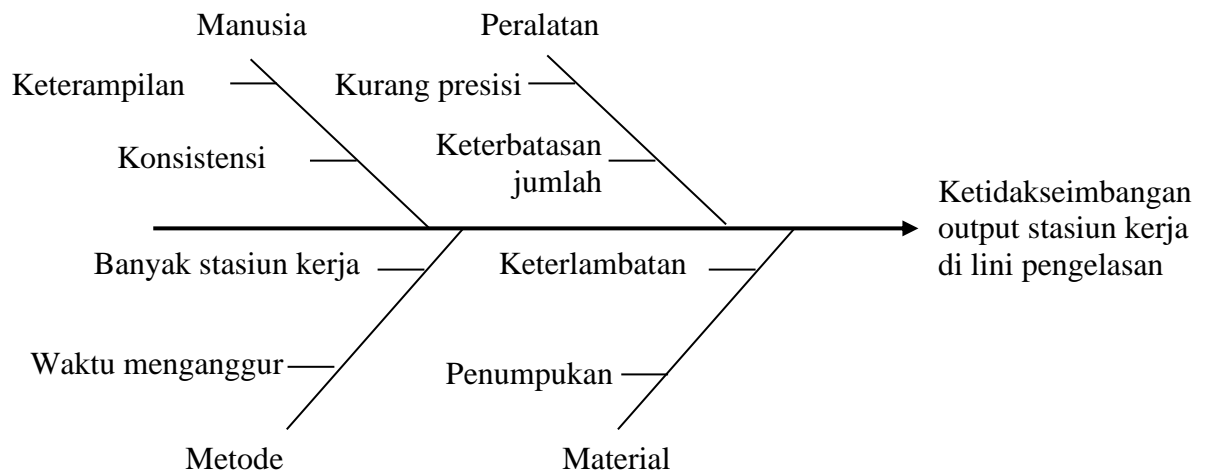
Pada penelitian yang dilakukan di PT “X” yang bergerak dibidang manufaktur, peneliti mencoba untuk mengoptimal jalur produksi pembuatan *trendgate bed* (lihat gambar 1.1) pada proses pengelasan dengan menyeimbangkan jalur produksinya, yaitu dengan menyeimbangkan operasi atau stasiun kerja dengan tujuan mendapatkan waktu operasi yang sama atau mendekati sama di setiap stasiun kerja, sehingga akan meningkatkan efisiensi produksi. Serta waktu menganggur di tiap-tiap stasiun kerja dapat dikurangi dan juga dilakukan penjadwalan produksi sebagai upaya untuk menyelesaikan proses produksi sesuai dengan waktu *due date* yang telah ditetapkan.



Gambar 1.1 *Trendgate Bed*

## 1.2. Identifikasi Penelitian

Analisis keseimbangan jalur produksi untuk menentukan waktu kerja yang optimal untuk tiap-tiap stasiun kerja pada proses pembuatan produk *trendgate* di PT. “X”. Penelitian hanya dilakukan pada produk *trendgate* dikarenakan produk tersebut adalah produk ekspor dengan jumlah order yang pasti memerlukan ketepatan delivery yang presisi dan persyaratan mutu yang ketat.



Gambar 1.2. Fishbone Identifikasi Masalah.

### 1.3. Perumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan pemilihan faktor variabel penelitian di atas ada dua pertanyaan yang akan dicari jawabannya melalui penelitian yaitu :

1. Bagaimana mengoptimalkan jalur produksi *trendgate bed* pada proses pengelasan menggunakan metode keseimbangan lini (*line of balancing*) di PT. "X"?
2. Bagaimana mengurangi waktu yang terbuang dan *non added value* akibat pergerakan material yang sulit dan salah satu proses harus menunggu proses sebelumnya yang membutuhkan waktu paling panjang?
3. Bagaimana mensetup layout rantai produksi pengelasan sebagai alternatif pengganti rantai produksi pengelasan yang dipakai saat ini?

### 1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan pokok penelitian adalah optimasi jalur produksi *trendgate bed* pada proses pengelasan menggunakan metode keseimbangan lini untuk:

1. Menghitung dan mengoptimalkan jalur produksi *trendgatebed* pada proses pengelasan menggunakan metode keseimbangan lini
2. Mengurangi waktu yang terbuang dan *non-added value* akibat pergerakan material yang sulit dan salah satu proses harus menunggu proses sebelumnya yang membutuhkan waktu paling panjang.
3. Membuat desain layout rantai produksi pengelasan sebagai alternatif pengganti rantai produksi pengelasan yang dipakai saat ini.

Manfaat penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu manfaat teoritis dan manfaat praktis.

1. Manfaat teoritis adalah:
  - a. Menambah pengetahuan tentang optimasi jalur produksi *trendgate* pada proses pengelasan menggunakan metode keseimbangan lini.
  - b. Sebagai pertimbangan dan perbandingan bagi pengembangan penelitian sejenis di masa yang akan datang
  - c. Membantu perusahaan mengupayakan rantai produksi pengelasan alternatif sebagai pengganti rantai produksi sebelumnya.
2. Manfaat Praktis adalah :
  - a. Membantu perusahaan dalam mengoptimalkan jalur produksi *trendgate* pada proses pengelasan
  - b. Membantu pengembangan perusahaan untuk peningkatan kualitas produksi dengan mengurangi waktu menganggur (*idle time*).



### **1.5. Parameter-Parameter Penelitian dan Variabel-Variabel Bebasnya**

Parameter yang menjadi objek dalam penelitian ini adalah proses pemilahan tugas ke dalam beberapa stasiun kerja guna memperoleh keseimbangan beban di sepanjang jalur produksi. Variabel bebas yang berpengaruh adalah tundaan keseimbangan (*balance delay*), efisiensi dan waktu menganggur.

### **1.6. Batasan dan Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian ini dibatasi dengan persoalan khusus pada bagian penentuan pengadaan tenaga kerja yang optimal berdasarkan waktu kerja standar. Masalah-masalah yang tidak ada hubungannya dengan persoalan pokok diatas adalah diluar penelitian. Agar penelitian ini dapat berjalan sesuai tujuan, maka perlu dibuat batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang ditujukan untuk menyeimbangkan jalur produksi ini hanya dilakukan pada lintasan proses pengelasan pembuatan *trendgatebeddi* PT "X".
2. Pada produk *trendgate bed* juga dilakukan pengamatan untuk membuat penjadwalan produksi.
3. Kemampuan dari semua operator dianggap sama yaitu bekerja dengan wajar.
4. Tidak melakukan analisis biaya.
5. Melakukan penjadwalan produksi pada periode bulan Oktober 2013 untuk proses pengelasan pembuatan *trendgate bed*.

### 1.7. Sistematika Penulisan

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan sistem manufaktur. Penelitian ini diawali dengan observasi pendahuluan yaitu meliputi studi lapangan, studi literatur dan pengambilan data awal. Tahap berikutnya adalah melakukan identifikasi urutan proses produksi dan penentuan elemen-elemen kerja. Mengukur waktu proses pengerjaan masing-masing elemen kerja produksi *trendgatebed* pada proses pengelasan. Pengukuran waktu proses dilakukan sebanyak lima kali dan didapat waktu rata-rata pengerjaan produk dan urutan proses pengelasan. Mendapatkan jumlah stasiun kerjadengan waktu siklus terpendek. Melakukan pengurutan elemen kerja dengan metode jam henti. untuk menghasilkan stasiun kerjadengan penggabungan elemen kerja didalamnya. Data-data yang telah dikumpulkan melalui pengukuran waktu kerja dan penyeimbangan lintasan untuk mendapatkan *balance delay*, efisiensi lini dan *smoothees index*.

## **BAB II**

### **HASIL STUDI LITERATUR**

#### **2.1. Keseimbangan Lini**

##### **2.1.1. Pengertian Keseimbangan Lini**

Keseimbangan lini adalah merupakan teknik yang digunakan dalam suatu sistem produksi untuk mendapatkan nilai efisiensi dan ekonomis [3]. Dalam suatu line produksi yang kontinu akan terdapat beberapa stasiun kerja (tempat suatu operasi produksi dari yang satu operasi ke operasi selanjutnya). Gabungan dari semua *workstations* ini disebut sebagai lini produksi. Keseimbangan lini adalah serangkaian stasiun kerja (mesin dan peralatan) yang digunakan untuk pembuatan produk. *Line Balancing* (lintasan perakitan) biasanya terdiri dari sejumlah area kerja yang dinamakan stasiun kerja yang ditangani seorang atau lebih operator dan ada kemungkinan ditangani dengan bermacam – macam alat.

Keseimbangan lini biasanya terdiri dari sederetan area kerja yang dinamakan stasiun kerja yang ditangani seorang atau lebih operator dan ada kemungkinan ditangani dengan bermacam-macam alat. Masing-masing operator mengerjakan elemen kerja apabila unit produk melewati stasiun kerja. Jadi dalam proses pengerjaan satu unit produk, semua atau hampir semua stasiun kerja terlibat dan item yang menjalani pengerjaan akan bertambah komplis pada setiap stasiun. Salah satu tujuan dasar dalam menyusun *line balancing* adalah untuk membentuk dan menyeimbangkan beban yang dialokasikan pada tiap stasiun kerja.

### 2.1.2. Terminologi Keseimbangan Lini

Keseimbangan lini adalah upaya untuk meminimumkan ketidakseimbangan diantara mesin-mesin atau personil untuk mendapatkan waktu yang sama di setiap stasiun kerja sesuai dengan kecepatan produksi yang diinginkan. Secara teknis keseimbangan lintasan dilakukan dengan jalan mendistribusikan setiap elemen kerja ke stasiun kerja dengan acuan waktu siklus/*cycle time* (CT).

1. Elemen kerja, adalah pekerjaan yang harus dilakukan dalam suatu kegiatan perakitan.
2. Stasiun kerja, adalah lokasi-lokasi tempat elemen kerja di kerjakan.
3. Waktu Siklus/*Cycle Time* (CT), adalah waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk pada stasiun kerja.
4. Waktu Stasiun Kerja (WSK), adalah waktu yang dibutuhkan oleh sebuah stasiun kerja untuk mengerjakan semua elemen kerja yang didistribusikan pada stasiun kerja tersebut.
5. Waktu Operasi ( $t_i$ ), adalah waktu standar untuk menyelesaikan suatu operasi.
6. *Delay Time/Idle Time*, adalah selisih antara CT dengan WSK. *Delay time* merupakan waktu menganggur yang terjadi setiap stasiun kerja. Besarnya idle time dapat dihitung dengan cara mengurangi waktu yang tersedia dengan waktu yang digunakan.
7. *Balance Delay*, adalah rasio antara waktu *idle* dalam lini perakitan dengan waktu yang tersedia. Rumus yang digunakan untuk menentukan *balance delay* lini perakitan adalah sebagai berikut [7].

$$BD = \frac{CTxN - \sum_{i=1}^n ti}{CTxN} \times 100\% \dots\dots\dots [2.1]$$

Usaha penyeimbangan yang baik adalah usaha yang dapat menurunkan *balance delay* lini perakitan.

8. *Precedence* Diagram, adalah diagram yang menggambarkan urutan dan keterkaitan antar elemen kerja perakitan sebuah produk. Pendistribusian elemen kerja yang dilakukan untuk setiap stasiun harus memperhatikan *precedence* diagram [7] .

Untuk mengukur performansi sebelum dan sesudah dilakukan proses keseimbangan lintasan dilakukan perhitungan kriteria-kriteria berikut ini :

1. Efisiensi Lini, adalah rasio antara waktu yang digunakan dengan waktu yang tersedia. Berkaitan dengan waktu yang tersedia, lini akan mencapai keseimbangan apabila setiap daerah pada lini mempunyai waktu yang sama.
2. Indeks Penghalusan (*Smoothness Index / SI*) adalah suatu indeks yang menunjukkan kelancaran relatif dari penyeimbang lini perakitan tertentu. Formula yang digunakan untuk menentukan besarnya SI adalah sebagai berikut [7]:

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^N (WKS \max - WSKi)^2} \dots\dots\dots [2.2]$$

- keterangan :
- WSK max = Waktu terbesar dari stasiun kerja terbentuk
  - WSKi = Waktu stasiun kerja i yang terbentuk
  - N = Jumlah stasiun kerja yang terbentuk

## 2.2. Waktu kerja

### 2.2.1. Pengukuran kerja

Analisis perancangan kerja yang mempelajari tentang penelitian metode atau gerakan kerja (*motion study*) dan pengukuran waktu kerja (*time study*) atau sering disebut sebagai *work measurement*[9]. Pengukuran kerja pertama kali dengan jam henti (*stop-watch*) diperkenalkan oleh Frederick W. Taylor pada abad 19 yang lalu. Metode ini terutama baik diaplikasikan untuk pekerjaan yang berulang-ulang. Pengukuran kerja merupakan penerapan teknik yang direncanakan untuk mendapatkan waktu penyelesaian pekerjaan yaitu waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan pekerjaan dalam suatu sistem kerja.

Pengukuran kerja adalah pengukuran waktu (*time study*). Pengukuran kerja yang dimaksudkan adalah pengukuran waktu standar atau waktu baku. Pengertian umum pengukuran kerja adalah suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator (yang memiliki skill rata-rata dan terlatih) dalam melaksanakan kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja yang normal. Waktu standar dapat digunakan sebagai dasar untuk analisis lainnya. Waktu standar dapat digunakan untuk hal-hal berikut ini [5].

1. Penentuan jadwal dan perencanaan kerja.
2. Penentuan biaya standar dan sebagai alat bantu dalam mempersiapkan anggaran.
3. Estimasi biaya produk sebelum memproses produk.
4. Penentuan efektivitas mesin.

5. Penentuan waktu standar yang digunakan sebagai dasar untuk upah insentif tenaga kerja langsung.
6. Penentuan waktu standar yang digunakan sebagai dasar untuk upah tenagakerja tidak langsung.
7. Penentuan waktu standar yang digunakan sebagai dasar untuk pengawasanbiaya tenaga kerja.

Secara garis besar, teknik pengukuran waktu kerja dapat dibagi kedalamdua bagian, yaitu:

1. Pengukuran waktu secara langsung, yaitu pengukuran waktu yang dilakukanscara langsung di tempat kegiatan kerja yang diukur dijalankan. Yang termasukpengukuran waktu secara langsung adalah cara pengukuran kerja denganmenggunakan jam henti (*stopwatch time study*) dan sampling kerja (*worksampling*).
2. Pengukuran waktu kerja secara tidak langsung, yaitu pengukuran waktu yangdilakukan tanpa harus berada di tempat pekerjaan yang sedang diamati.Aktivitas yang dilakukan hanya melakukan perhitungan waktu kerja denganmembaca tabel-tabel waktu yang tersedia.

### **2.2.2. Pengukuran waktu dengan jam henti**

Pengukuran waktu adalah pekerjaan mengamati dan mencatat waktu-waktu kerjanya baik setiap elemen ataupun siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan.Lebih jauh lagi, pengukuran waktu ditunjukkan juga untuk mendapatkan waktu baku penyelesaian pekerjaan, yaitu waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dijalankan dalam sistem kerja terbaik.

Pengukuran waktu dengan menggunakan jam henti (*stop-watch*) ini paling banyak digunakan karena metode pelaksanaannya cukup sederhana. Adapun langkah-langkah pengukuran waktu dengan menggunakan jam henti (*stop-watch*) ini adalah sebagai berikut:

- a. Mendefinisikan pekerjaan yang akan diteliti dan diukur waktunya dan diberitahukan maksud dan tujuan pengukuran ini kepada pekerja yang dipilih untuk diamati dan supervisor yang ada.
- b. Mencatat semua informasi yang berkaitan erat dengan penyelesaian pekerjaan, seperti *layout*, karakteristik / spesifikasi mesin atau peralatan kerja lain yang digunakan.
- c. Bagi operator dan elemen-elemen kerja sedetail mungkin tapi masih dalam batas-batas pengukuran waktu yang mudah.
- d. Mengukur dan mencatat waktu yang dibutuhkan oleh operator untuk menyelesaikan elemen kerja tersebut.
- e. Menetapkan jumlah siklus kerja yang harus diukur dan dicatat. Teliti dulu apakah jumlah siklus kerja tersebut sudah memenuhi syarat atau tidak. Di test juga keseragaman data yang diperoleh.
- f. Menetapkan *rate of performance* dari operator saat melaksanakan aktifitas kerja yang diukur atau dicatat waktunya tersebut. *Rate of performance* ini ditetapkan untuk setiap elemen kerja dan ditujukan untuk mengetahui *performance* setiap operator. Untuk elemen kerja yang secara penuh dilakukan oleh mesin maka *performancenya* dianggap normal (100 %).



- g. Menyesuaikan waktu pengamatan berdasarkan *performance* kerja yang ditunjukkan oleh operator tersebut sehingga akhirnya dapat diperoleh waktu kerja yang normal.
- h. Menetapkan waktu longgar/*allowance time* yang digunakan untuk memberikan *fleksibilitas*. Waktu longgar ini diberikan untuk menghadapi kondisi seperti kebutuhan personal yang bersifat pribadi, faktor kelelahan, keterlambatan material dan yang lainnya.
- i. Menetapkan waktu kerja baku/*standar time* yaitu jumlah antara waktu normal dan waktu longgar.

Waktu baku digunakan sebagai patokan untuk semua pekerja dalam menyelesaikan suatu pekerjaan. Perhitungan waktu baku dapat diperoleh dari waktu siklus rata-rata hasil pengamatan, yang mana dalam perhitungan waktu baku ini terdapat faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran.

Kriteria-kriteria pengukuran kerja dengan jam henti yang harus dipenuhi:

- Pekerjaan itu harus dilaksanakan secara *repetitive* dan *uniform*.
- Isi/macam pekerjaan harus *homogen*.
- Hasil kerja (*output*) harus dapat dihitung secara nyata (*kuantitatif*) baik secara keseluruhan ataupun untuk tiap-tiap elemen-elemen kerja yang berlangsung.
- Pekerjaan tersebut cukup banyak dilaksanakan dan teratur sifatnya sehingga akan memadai untuk diukur dan dihitung waktu bakunya.

### **2.2.3. Langkah-Langkah Pengukuran Waktu**

Untuk mendapatkan hasil pengukuran waktu yang baik dan dapat dipertanggungjawabkan sebagai hasil pengukuran waktu baku, tidaklah cukup

hanya didasarkan atas pengukuran yang dilakukan secara berulang dan teliti, namun perlu diperhatikan pula beberapa faktor penentu lainnya, antara lain kondisi kerja, operator, cara pengukuran, jumlah pengukuran dan lain-lain. Agar tercapai tujuan yang diharapkan maka perlu dilakukan beberapa tahap atau langkah:

1. Penetapan Tujuan Pengukuran

Sebagaimana halnya dengan berbagai kegiatan lain, tujuan melakukan kegiatan harus ditetapkan terlebih dahulu. Dalam pengukuran waktu, hal-hal penting yang harus diketahui dan ditetapkan adalah untuk apa hasil pengukuran digunakan, berapa tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang diinginkan dari hasil pengukuran tersebut.

2. Melakukan penelitian Pendahuluan

Yang dicari dari pengukuran waktu adalah waktu yang pantas diberikan kepada pekerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Tentu suatu kondisi yang ada dapat dicari waktu yang pantas tersebut; artinya akan didapat juga waktu yang pantas untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kondisi yang bersangkutan. Suatu perusahaan biasanya menginginkan waktu kerja yang sesingkat-singkatnya agar dapat meraih keuntungan yang sebesar-besarnya. Keuntungan demikian tidak akan diperoleh jika kondisi kerja dari pekerjaan-pekerjaan yang ada diperusahaan tersebut tidak menunjang.

3. Memilih operator

Operator yang melakukan pekerjaan yang diukur bukanlah orang yang begitu saja diambil dari pabrik. Orang ini harus memenuhi beberapa persyaratan tertentu agar pengukuran dapat berjalan baik, dan dapat diandalkan hasilnya.

Syarat-syarat tersebut adalah berkemampuan normal dan dapat diajak bekerja sama.

4. Melatih operator

Walaupun operator yang baik telah didapat, kadang-kadang masih diperlukan latihan bagi operator tersebut terutama jika kondisi dan cara kerja yang dipakai tidak sama dengan yang biasa dilakukan operator.

5. Menyiapkan alat-alat pengukuran

Setelah semuanya sudah dijalankan dengan baik, selanjutnya menyiapkan alat-alat yang diperlukan yaitu: jam henti, lembaran-lembaran pengamatan, pena atau pensil, papan pengamatan.

**2.2.4. Uji keseragaman dan kecukupan data**

Pengujian keseragaman data dapat digunakan langkah-langkah sebagai berikut [6] :

Tabel 2.1. Pembagian Sub Group

Sub Group	Waktu Operasi di Tiap Stasiun berturut-turut (detik)	Rata-rata Sub Group
1	$X_{11}, X_{12}, X_{13}, \dots, X_{1n}$	$\bar{X}_1$
2	$X_{21}, X_{22}, X_{23}, \dots, X_{2n}$	$\bar{X}_2$
3	$X_{31}, X_{32}, X_{33}, \dots, X_{3n}$	$\bar{X}_3$
.	... ..	...
.	... ..	...
k	$X_{k1}, X_{k2}, X_{k2}, \dots, X_{kn}$	$\bar{X}_n$
	Jumlah	$\sum \bar{X}_i$

Keterangan:

$$\sum \bar{X}_i = \text{jumlah total waktu}$$

1. Menghitung harga rata – rata dari harga rata – rata sub group dengan :

$$\bar{X} = \frac{\sum \bar{X}_i}{n} \dots\dots\dots [2.4]$$

keterangan:

- $\bar{X}_i$  = Harga rata-rata dari sub group ke-i
- k = Jumlah sub group yang terbentuk
- $\bar{X}$  = Harga Rata-rata dari harga rata-rata sub grup

2. Menghitung standar deviasi (SD) sebenarnya dari waktu penyelesaian, dengan :

$$\sigma = SD = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n}} \text{ untuk } N \geq 30 \dots\dots\dots [2.5]$$

$$\sigma = SD = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} ; \text{ untuk } N < 30 \dots\dots\dots [2.6]$$

keterangan

- n = Jumlah data amatan yang telah dilakukan
- $X_i$  = Data amatan yang di dapat dari hasil pengukuran ke-i

3. Menghitung standar deviasi dari distribusi harga rata-rata sub group

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{k}} \dots\dots\dots [2.7]$$

keterangan

k = ukuran satu sub group

4. Menentukan Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

keterangan

$$BKA = \bar{X} + 3 \sigma_{\bar{X}} \dots\dots\dots [2.8]$$

$$BKB = \bar{X} - 3 \sigma_{\bar{X}} \dots\dots\dots [2.9]$$

batas-batas kontrol ini yang merupakan batas apakah sub grup”seragam” atau tidak.

5. Rumus yang digunakan untuk melakukan uji kecukupan data, yaitu :

$$N' = \left( \frac{\frac{K}{S} \sqrt{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2 \dots\dots\dots [2.10]$$

keterangan

N' = jumlah pengamatan yang seharusnya diamati (jumlah pengamatan dari hasil perhitungan)

N = jumlah pengamatan yang diamati

Jika :

N' < N = pengamatan cukup

N' > N = perlu tambahan data

Nilai K untuk tingkat kepercayaan dan nilai S untuk tingkat ketelitian dapat dilihat pada tabel 2.2 dan tabel 2.3.

Tabel 2.2. Nilai K untuk tingkat kepercayaan

Tingkat Kepercayaan	Nilai K
68%	1
95%	2
99%	3

Tabel 2.3. Nilai S untuk tingkat ketelitian

Tingkat Ketelitian	Nilai S
5%	0,05
1%	0,01

Apabila hasil perbandingan antara N dan N' menunjukkan N > N', maka dapat dikatakan bahwa data telah mencukupi pada tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang diinginkan sehingga perhitungan waktu baku dapat dilanjutkan. Apabila N < N', maka perlu dilakukan pengukuran tambahan sebanyak N' - N kali. Kemudian setelah mendapatkan tambahan data, maka dilakukan validasi data kembali sesuai dengan langkah-langkah diatas hingga dinyatakan telah mencukupi.

### **2.2.5. Tingkat ketelitian dan Tingkat Keyakinan**

Pengukuran ini yang akandicari adalah waktu yang sebenarnya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Yang ideal tentunya dilakukan dengan pengukuran-pengukuran yang sangat banyak, tetapi hal ini tidak mungkin karena adanya keterbatasan waktu, tenaga dan biaya. Untuk itu adanya tingkat keyakinan memberikan pencerminan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur setelah memutuskan tidak akan melakukan pengukuran yang sangat banyak.

1. Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan hasil maksimal hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya, hal ini biasanya dinyatakan dengan presentase (%).
2. Tingkat keyakinan menunjukan besarnya keyakinan pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian tadi, juga dinyatakan dalam presentase (%).

Jadi dengan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95% memberikan arti bahwa pengukur memperbolehkan rata-rata hasil pengukurannya menyimpang sejauh 5% dari rata-rata sebenarnya dan kemungkinan berhasil mendapatkan hal ini adalah 95%.Semakin tinggi tingkat ketelitian (semakin mendekati 0%) dan semakin besar tingkat keyakinan (mendekati 100%), maka jumlah pengukuran yang harus dilakukan semakin besar, atau jumlah sample yang harus diambil semakin besar.

### **2.2.6. Perhitungan Waktu Baku**

Perhitungan waktu baku telah dapat dilaksanakan jika seluruh data yang diperoleh telah seragam dan mencukupi pada tingkat-tingkat ketelitian dan

keyakinan yang diinginkan. Uraian langkah-langkah dalam melakukan perhitungan waktu baku adalah sebagai berikut:

1. Menghitung waktu siklus penyelesaian rata-rata ( $W_s$ ):

$$W_s = \frac{\sum X_i}{N} \dots\dots\dots [2.11]$$

keterangan

$X_i$  = waktu amatan

N = jumlah amatan

2. Menghitung waktu normal ( $W_n$ ):

$$W_n = W_s \times p \dots\dots\dots [2.12]$$

keterangan

p = faktor penyesuaian

3. Menghitung waktu baku ( $W_b$ ):

$$W_b = W_n \times (1 + a) \dots\dots\dots [2.13]$$

keterangan

a = faktor kelonggaran

### **2.2.7. Metoda *Westinghouse***

Metoda *Westinghouse* mengarahkan penilaian pada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran dan ketidakwajaran dalam bekerja seperti yang dikemukakan oleh Lawry Maynard dan Stegemarten yaitu ketrampilan, usaha, kondisi kerja, dan konsistensi. Faktor ketrampilan didefinisikan sebagai kemampuan mengikuti cara kerja yang telah ditetapkan. Faktor usaha dimaksudkan sebagai kesungguhan dari pekerja dalam melaksanakan pekerjaannya. Faktor kondisi kerja merupakan faktor manajemen, yaitu faktor yang diterima apa adanya oleh pekerja tanpa banyak kemampuannya mengubahnya (kondisi fisik lingkungan) seperti pencahayaan, sirkulasi udara, temperatur, dan

lain-lain. Faktor yang terakhir adalah faktor konsistensi, yang menunjukkan kemampuan pekerja untuk tetap bekerja secara konsisten. Faktor-faktor ini perlu mendapatkan perhatian karena pada kenyataannya pengukuran waktu tidak selalu menghasilkan angka-angka yang konstan, namun dapat bervariasi dari suatu siklus ke suatu siklus yang lainnya.

*Rating factor* adalah perbandingan prestasi seorang pekerja dengan konsep normal yang telah disepakati untuk pekerjaan yang dilakukannya. Bila seorang pekerja berprestasi sama seperti konsep normal pekerjaannya, berarti rating factor-nya 100%. Penentuan rating factor ada beberapa cara, namun dalam tulisan ini digunakan cara "*Westinghouse system of rating*" karena sistem ini mempertimbangkan lebih banyak faktor dan lebih terperinci. *Rating factor* dengan cara ini tergantung pada empat faktor yaitu :

1. Keterampilan (*skill*)

Keterampilan didefinisikan sebagai kemampuan mengikuti cara kerjanya yang ditetapkan. Latihan dapat meningkatkan keterampilan, tetapi hanya sampai tingkat tertentu, tingkat mana merupakan kemampuan maksimal yang dapat diberikan pekerja yang bersangkutan. Keterampilan dapat juga menurun yaitu bila telah terlampaui lama tidak menangani pekerjaan tersebut, atau karena sebab-sebab lain seperti karena kesehatan yang terganggu, rasa *fatigue* yang berlebihan, pengaruh lingkungan sosial dan sebagainya. *Rating factor* untuk keterampilan dibagi menjadi lima kelas yaitu:

- a. *Excellent Skill*
- b. *Good Skill*
- c. *Average Skill*



d. *Fair Skill*

e. *Poor Skill*

## 2. Usaha

Usaha adalah kesungguhan yang ditunjukkan atau diberikan operator ketika melakukan pekerjaannya. Ada enam kelas usaha dengan cirinya, yaitu :

a. *Excessive Effort*

b. *Excellent Effort*

c. *Good Effort*

d. *Average Effort*

e. *Fair Effort*

f. *Poor Effort*

## 3. Kondisi (*condition*)

Kondisi kerja adalah kondisi fisik lingkungannya seperti keadaan pencahayaan, temperatur dan kebisingan ruangan. Kondisi kerja dibagi menjadi enam kelas yaitu ideal, excellent, good, average, fair dan poor. Kondisi yang ideal tidak selalu sama bagi setiap pekerjaan karena berdasarkan karakteristiknya masing-masing pekerja membutuhkan kondisi ideal sendiri-sendiri. Suatu kondisi yang dianggap good untuk suatu pekerjaan dapat saja dirasakan fair atau poor bagi pekerjaan yang lain. Pada dasarnya kondisi ideal adalah kondisi yang paling cocok untuk pekerjaan yang bersangkutan, yaitu yang memungkinkan performance maksimal dari pekerja. Sebaliknya kondisi poor adalah kondisi lingkungan yang tidak membantu jalannya pekerjaan bahkan sangat menghambat pencapaian performance yang baik.

#### 4. Konsistensi

Faktor ini perlu diperhatikan karena kenyataan bahwa pada setiap pengukuran waktu angka-angka yang dicatat tidak pernah semuanya sama, waktu penyelesaian yang ditunjukkan pekerja selalu berubah-ubah dari satu siklus ke siklus lainnya, dari jam ke jam, bahkan dari hari ke hari. Selama ini masih dalam batas-batas kewajaran masalah tidak timbul, tetapi jika variabilitasnya tinggi maka hal tersebut harus diperhatikan. Konsistensi dibagi menjadi enam kelas yaitu perfect, excellent, good, average, fair dan poor. Seseorang yang bekerja perfect adalah yang dapat bekerja dengan waktu penyelesaian yang boleh dikatakan tetap dari saat ke saat.

### **2.3. Pengelasan**

#### **2.3.1. Pengertian Pengelasan**

Prosedur pengelasan merupakan suatu proses pelaksanaan pengelasan, yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai dengan rencana dan spesifikasinya. Prosedur pengelasan harus mempunyai pengetahuan dalam teknologi las. Karena dengan pengetahuan tersebut akan meningkatkan efisiensi ekonomi dari aktivitas proses produksi. Untuk setiap pelaksanaan pekerjaan harus dibuat prosedur tersendiri secara terperinci, yaitu menentukan alat yang diperlukan yang sesuai dengan rencana pembuatan dan kualitas produksi.

Teknik pengelasan secara sederhana telah ditemukan dalam rentang waktu antara 4000 sampai 3000 SM. Setelah energi listrik dipergunakan dengan mudah, teknologi pengelasan maju dengan pesatnya sehingga menjadi sesuatu

teknik penyambungan yang mutakhir. Hingga saat ini telah dipergunakan lebih dari 40 jenis pengelasan.

Tahap-tahap permulaan dari pengembangan teknologi las biasanya yaitu pengelasan hanya digunakan pada sambungan-sambungan dari reparasi yang kurang penting. Tapi setelah melalui pengalaman dan praktek yang banyak dan waktu yang lama, maka sekarang penggunaan proses-proses pengelasan dan penggunaan konstruksi-konstruksi las merupakan hal yang umum di semua negara di dunia. Terwujudnya standar-standar teknik pengelasan akan membantu memperluas ruang lingkup pemakaian sambungan las dan memperbesar ukuran bangunan konstruksi yang dapat dilas. Dengan kemajuan yang dicapai sampai saat ini, teknologi las memegang peranan penting dalam masyarakat industri modern.

Definisi pengelasan menurut DIN (*Deutsche Industrie Normen*) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Mengelas adalah suatu aktifitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sedemikian rupa sehingga menyatu seperti bendautuh [12]. Penyambungan bisa dengan atau tanpa bahan tambah (*filler metal*) yang sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya. Pengelasan dapat diartikan dengan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas. Pengelasan juga dapat diartikan sebagai ikatan tetap dari benda atau logam yang dipanaskan.

Mengelas bukan hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkannya membeku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dengan cara memberikan bahan tambah atau elektroda pada waktu dipanaskan sehingga mempunyai kekuatan seperti yang dikehendaki. Kekuatan sambungan las dipengaruhi beberapa faktor antara lain: prosedur pengelasan, bahan, elektroda dan jenis kampuh yang digunakan.

### **2.3.2. Las MIG**

Perkembangan Las MIG (*Metal Inert Gas*)

Las MIG (*metal inert gas*) merupakan sebuah pengembangan dari pengelasan GMAW (*gas metal arc welding*). Las GMAW mempunyai dua tipe gas pelindung yaitu inert gas dan aktif gas yang kemudian sering dikenal dengan sebutan las MIG (*metal inert gas*) dan las MAG (*metal aktif gas*). GMAW (gas metal arc welding) atau sering disebut dengan las MIG (*Metal Inert Gas*) mulai dikenalkan di dunia industri pada tahun 1940-an. Di awal tahun 1950 yang diprakarsai oleh Lyubavshkii and Novoshilov, melakukan pengembangan GMAW dengan menggunakan diameter elektroda yang lebih besar dan gas pelindung yang digunakan adalah karbon dioksida CO<sub>2</sub>. Pengembangan ini menghasilkan percikan elektroda yang tinggi, dan panas pada benda kerja yang sedang. Di akhir tahun 1950 terjadi perkembangan dibidang teknologi power source, dan perkembangan diameter elektroda yang digunakan semakin kecil 0.035" - 0.062 (0.9 - 1.6 mm).

Proses las MIG sukses dikembangkan oleh Battele Memorial Institute pada tahun 1948 dengan sponsor Air Reduction Company. Las MIG (*metal inert gas*) pertama kali dipatenkan pada tahun 1949 di Amerika Serikat untuk

pengelasan alumunium. Keunggulannya adalah penggunaan elektroda yang berdiameter lebih kecil dan sumber daya tegangan konstan (constant-voltage power source) yang telah dipatenkan sebelumnya oleh H.E. Kennedy. Pada tahun 1953, Lyubavskii dan Novoshilov mengumumkan penggunaan proses las MIG menggunakan gas CO<sub>2</sub> sebagai gas pelindung. Mereka juga menggunakan gas CO<sub>2</sub> untuk mengelas besi karbon. Gas CO<sub>2</sub> dicampur dengan Gas Argon yang dikenal sebagai Metal Active Gas (MAG), yang kemudian berkembang menjadi proses las MAG. Perkembangannya dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, dengan kemajuan teknologi saat ini GMAW dapat diaplikasikan pada Proses Pengelasan dengan Sistem Otomasi.



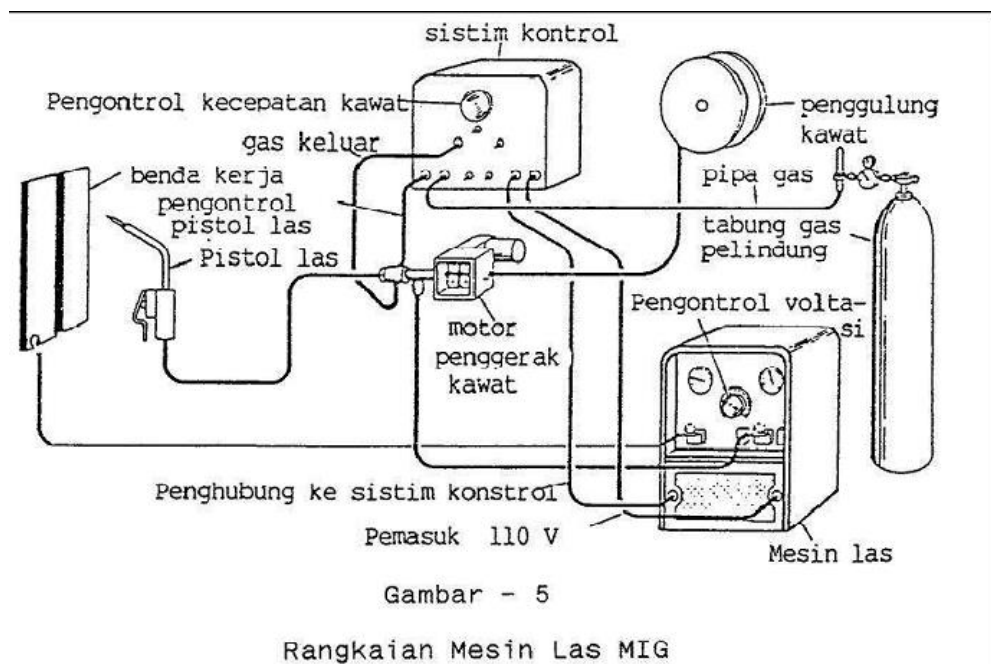
Gambar 2-1. Aplikasi Las MIG (*Metal Inert Gas*)

### 2.3.3 Peralatan utama las MIG ( Metal Inert Gas )

Peralatan utama adalah peralatan yang berhubungan langsung dengan proses pengelasan, yakni minimum terdiri dari:

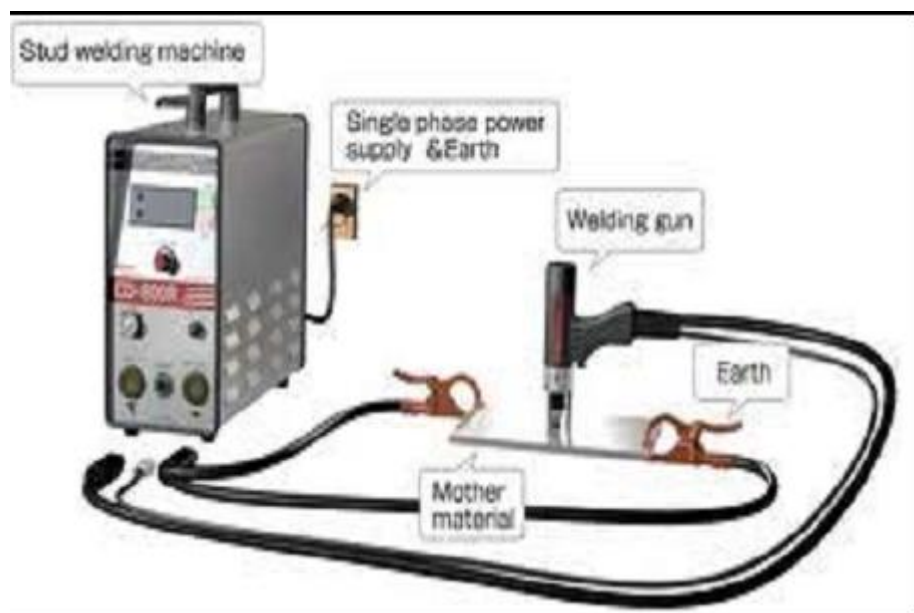
#### 1. Mesin las

Sistem pembangkit tenaga pada mesin MIG ( *metal inert gas* ) pada prinsipnya adalah sama dengan mesin SMAW yang dibagi dalam 2 golongan, yaitu : Mesin las arus bolak balik ( *Alternating Current / AC Welding Machine* ) dan Mesin las arus searah ( *Direct Current/DC Welding Machine* ), namun sesuai dengan tuntutan pekerjaan dan jenis bahan yang di las yang kebanyakan adalah jenis baja, maka secara luas proses pengelasan dengan MIG ( *metal inert gas* ) adalah menggunakan mesinlas DC. Adapun gambar rangkaian perlengkapan mesin las adalah sebagai berikut [13]



Gambar 2.2 Rangkaian mesin las mig[13]

Mesin las MIG merupakan mesin las DC, umumnya berkemampuan sampai 250 ampere. Dilengkapi dengan sistem kontrol, penggulung kawat gas pelindung, sistem pendingin dan rangkaian lain. Sumber tenaga untuk Las MIG (*metal inert gas*) merupakan mesin las bertegangan konstan. Tenaga yang dikeluarkan dapat berubah-ubah sendiri sesuai dengan panjang busur. Panjang busur adalah jarak antara ujung elektroda ke benda kerja. Panjang busur ini bisa distel. Bila busur berubah menjadi lebih pendek dari setelan semula, maka arus bertambah dan kecepatan kawat berkurang. Sehingga panjang busur kembali semula. Sebaliknya bila busur berubah menjadi lebih panjang, arus berkurang, kecepatan kawat elektroda bertambah. Dengan sistem otomatis seperti ini, yaitu mesin yang mengatur sendiri, maka panjang busur akan konstan dan hasil pengelasan akan tetap baik. Adapun contoh gambar mesin las mig sesuai keterangan diatas adalah sebagai berikut :



Gambar 2.3 Mesin las MIG [13]

## 2. Unit pengontrol kawat elektroda (*wire feeder*)

Alat pengontrol kawat elektroda (*wire feeder unit*) adalah alat/perlengkapan utama pada pengelasan dengan MIG (*metal inert gas*). Alat ini biasanya tidak menyatu dengan mesin las, tapi merupakan bagian yang terpisah dan ditempatkan berdekatan dengan pengelasan.

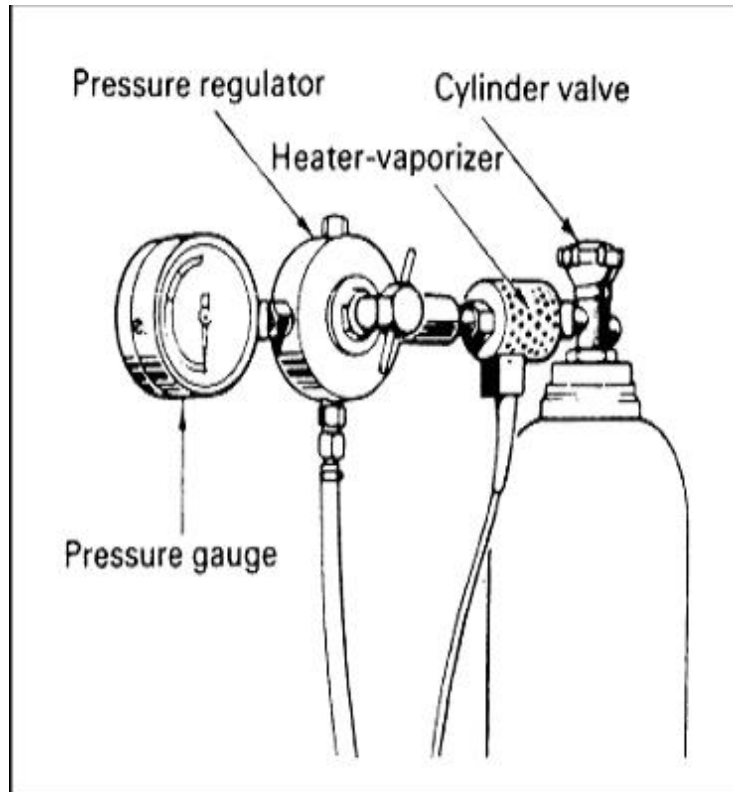


Gambar 2.4 *Wire Feeder*. [13]

## 3. Regulator gas pelindung

Fungsi utama dari regulator adalah untuk mengatur pemakaian gas. Untuk pemakaian gas pelindung dalam waktu yang relatif lama, terutama gas CO<sub>2</sub> diperlukan pemanas (*heater-vaporizer*) yang dipasang antara silinder gas dan regulator. Hal ini diperlukan agar gas pelindung tersebut tidak membeku yang berakibat terganggunya aliran gas





Gambar 2.5Cilinder dan Regulator Gas Pelindung [13]

#### 4. Kabel las dan kabel control

Pada mesin las terdapat kabel primer (*primary powercable*) dan kabel sekunder atau kabel las (*welding cable*). Kabel primer ialah kabel yang menghubungkan antara sumber tenaga dengan mesin las. Jumlah kawat inti pada kabel primer disesuaikan dengan jumlah phasa mesin las ditambah satu kawat sebagai hubungan pentanahan dari mesin las. Kabel sekunder ialah kabel-kabel yang dipakai untuk keperluan mengelas, terdiri dari kabel yang dihubungkan dengan tang las dan benda kerja serta kabel-kabel control.

Inti Penggunaan kabel pada mesin las hendaknya disesuaikan dengan kapasitas arus maksimum dari pada mesin las. Makin kecil diameter kabel atau makin panjang ukuran kabel, maka tahanan/hambatan kabel akan naik, sebaliknya makin

besar diameter kabel dan makin pendek maka hambatan akan rendah. Pada ujung kabel las biasanya dipasang sepatu kabel untuk pengikatan kabel pada terminal mesin las dan pada penjepit elektroda maupun pada penjepit masa [13].

#### **2.4. Format Standard Kerja**

Format standard kerja lini produksi *Trendgate Bed*, terdiri dari beberapa operasi, adapun proses yang berlangsung pada lini ini adalah sebagai berikut :

##### *1. Material*

Material yang digunakan PT XYZ untuk memproduksi *Trendgate Bed* ini tidak dibuat sendiri, namun PT XYZ hanya melakukan beberapa proses fabrikasi sebelum material tersebut dikirim menuju lini produksi *Trendgate Bed*.

##### *2. Pengelasan (welding)*

Operasi ini merupakan proses *assembling* tiap-tiap *raw material* untuk dijadikan komponen perakitan *Trendgate Bed*. Untuk proses *welding* pada lini produksi *Trendgate Bed* dilakukan pada proses pembuatan bahan baku atau komponen-komponen rakitan seperti pembuatan *side guard*, matras *backraise*, matras *kneerise*, matras tengah, rakitan pengangkat *backraise*, rakitan pengangkat *kneerise*, rakitan matras dasar tengah, rakitan sasis tengah, dan rakitan sasis.

##### *3. Deburring.*

Operasi ini merupakan proses menghilangkan sisa-sisa kotoran yang disebabkan oleh proses pengelasan dengan tujuan agar benda kerja menjadi halus. Pada operasi *deburring* pada lini *Trendgate Bed* PT XYZ dibagi menjadi dua bagian yaitu proses gerinda dan proses pengamplasan. Semua

komponen sub rakitan *Trendgate Bed* dilakukan perlakuan proses gerinda dan pengamplasan seperti komponen *side guard*, matras *backraise*, matras *kneeraise*, matras tengah, rakitan pengangkat *backraise*, rakitan pengangkat *kneeraise*, rakitan matras dasar tengah, rakitan sasis tengah, dan rakitan sasis.

#### 4. *Painting*

Operasi ini merupakan proses pengecatan seluruh komponen perakitan *Trendgate Bed*. Dalam proses *painting* pada lini produksi *Trendgate Bed* ini menggunakan teknologi penyemprotan cat terhadap benda kerja yang dilakukan secara manual. Setelah dilakukan penyemprotan cat, kemudian benda kerja yang sudah tercat dimasukkan kedalam oven untuk dikeringkan sebelum dikirimkan menuju proses *assembly*.

#### 5. *Assembly*.

Operasi ini merupakan proses perakitan komponen-komponen hingga menjadi produk akhir *Trendgate Bed*. Seluruh komponen sub rakitan seperti *side guard*, matras *backraise*, matras *kneeraise*, matras tengah, rakitan pengangkat *backraise*, rakitan pengangkat *kneeraise*, rakitan matras dasar tengah, rakitan sasis tengah, dan rakitan sasis disatukan dengan menggunakan mur tanpa dilakukan proses *welding*.

#### 6. *Inspection*

Operasi ini merupakan pemeriksaan produk *Trendgate Bed* setelah selesai proses *assembly*. Pada proses pemeriksaan ini ada beberapa instrumen yang diperiksa yaitu, tingkat kehalusan permukaan *Trendgate Bed*, selain itu pemeriksaan terhadap kinerja motoran, dan keadaan cat *Trendgate Bed*.

## 7. *Packaging.*

Operasi ini merupakan proses pengemasan *Trendgate Bed* kedalam *doos*. Untuk pengemasan produk *Trendgate Bed* dilakukan setelah produk tersebut lulus *QC Inspection* dengan memperhatikan instrumen-instrumen sesuai spesifikasi konsumen.

## **2.5. Kerangka Pemikiran**

Jalur produksi akan dapat berjalan dengan lancar, bila terjadi keseimbangan dari suatu kapasitas produksi pada suatu tahap operasi dengan tahap operasi berikutnya. Keseimbangan jalur adalah menyeimbangkan beban kerja antar stasiun kerja sepanjang suatu jalur produksi serta untuk mencapai jumlah produksi yang diinginkan. Hal ini dimaksudkan dengan tujuan agar tidak ada stasiun kerja yang teramat sibuk dan cenderung menganggur. Adanya perbedaan tersebut, kinerja suatu jalur produksi dapat menjadi menurun. Ketidakseimbangan kapasitas dari jalur produksi akan mengakibatkan terjadinya penumpukan barang-barang dalam proses pada suatu elemen kerja yang beroperasi lambat dan akan terjadi pula pengangguran atau *idle* pada elemen kerja selanjutnya. Penyeimbangan jalur produksi pada dasarnya mendistribusikan elemen-elemen kerja yang ada pada tiap-tiap stasiun kerja sesuai dengan urutan proses produksinya agar total waktu operasi tiap stasiun kerja kurang lebih sama. Keseimbangan jalur merupakan salah satu penerapan manajemen perusahaan untuk menjamin suatu keseimbangan dalam proses produksi, sehingga akan menghemat waktu dan biaya

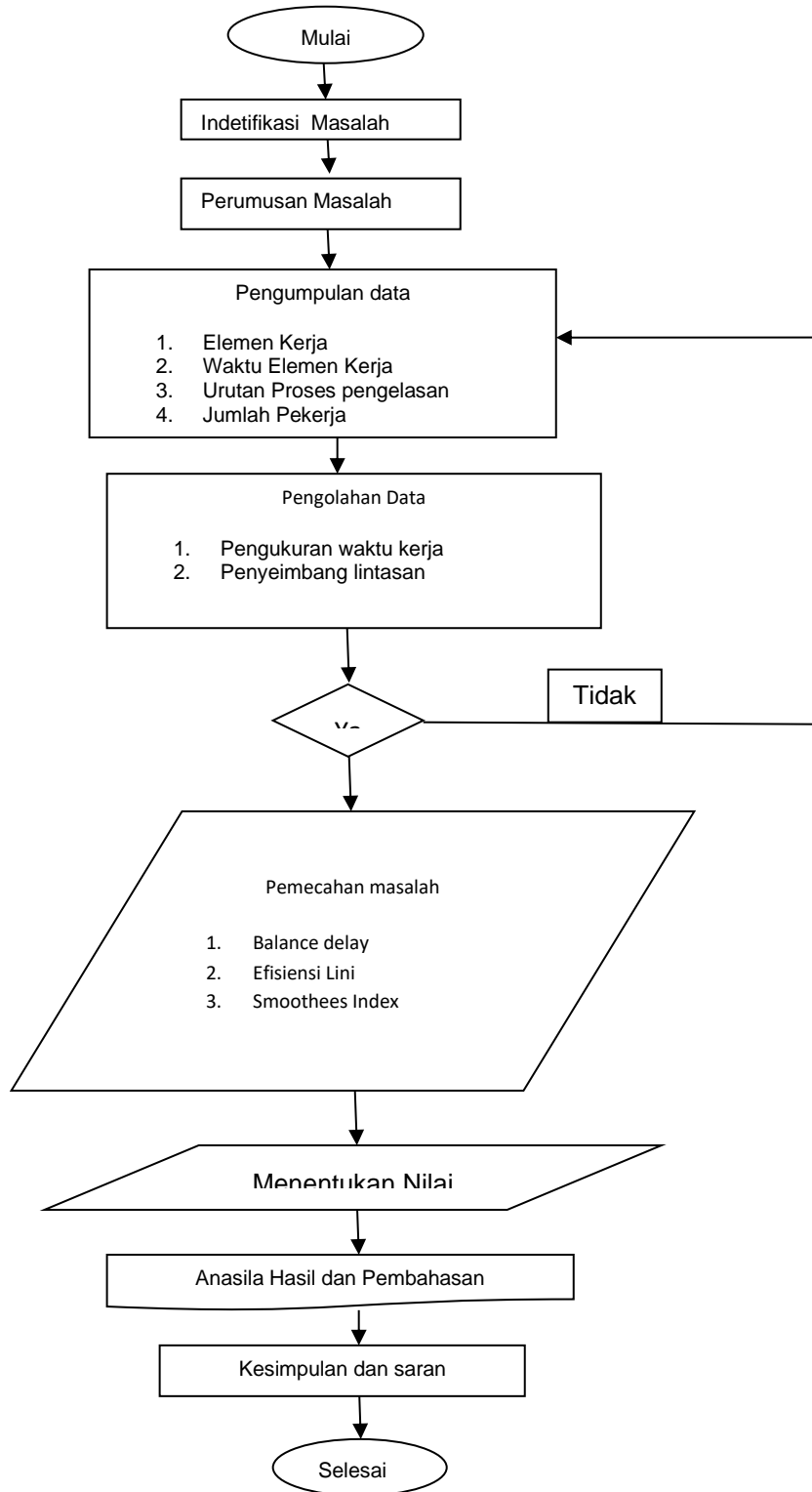
## 2.6. Hasil Penelitian yang Relevan

Penelitian yang dilakukan oleh Puwaningsih dan Hazairin (2006) dengan judul “Line Balancing Lini Perakitan Produk Torch Light (Studi Kasus PT Arisamandiri Pratama)” bertujuan untuk menata ulang keseimbangan lintasan perakitan (*Line Balancing*) dan menghitung *Assembly Line Performance* (ALP) sebagai gambaran tingkat efisiensi yang dicapai setelah dilakukan proses *Line Balancing*, serta membandingkan ALP *standard* dengan ALP *actual* hasil penyeimbangan lini perakitan [2]. Hasil penelitian menunjukkan aktual output tiap shift adalah 4259 unit, sehingga diperoleh waktu siklus sebesar 5,55 detik dan angka tersebut belum sesuai *tac time* yang diharapkan perusahaan untuk memenuhi permintaan terhadap produk. Penyeimbangan lini dilakukan dengan menata kembali pembagian elemen kerja pada tiap stasiun agar diperoleh *assembly line performance* ALP yang baik.

Penelitian yang dilakukan oleh Gozali, dkk (2010), dengan judul “Analisa Keseimbangan Lini pada Departemen Chassis PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia dengan Algoritma *Ant Colony*, *Rank Positional Weight*, dan *Algoritma Genetika*” menunjukkan bahwa waktu siklus terpanjang saat ini yaitu 122.61 detik/unit [1]. Kondisi ini menyebabkan tidak tercapainya target produksi yang telah ditetapkan sehingga dibutuhkan perbaikan keseimbangan lini produksi. Solusi awal *Ant colony* merupakan metode terbaik yang dapat diusulkan untuk memperbaiki target produksi perusahaan karena memiliki tingkat kehalusan yang lebih kecil dibandingkan dengan metode perhitungan lain.

**BAB III**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1. Prosedur Penelitian**



### **3.2. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *survey* untuk menjelaskan secara sistematis fakta atau karakteristik populasi tertentu secara cermat. Penelitian *survey* merupakan penelitian yang dilakukan pada populasi besar maupun kecil tetapi data yang dipelajari adalah data dari sampel [8]. Pada penelitian ini tidak dilakukan pada semua rantai produksi tetapi dipilih pada proses *pengelasan* untuk mendapatkan optimasi jalur produksi *trendgate bed*.

### **3.3. Tempat dan Waktu Penelitian**

1. Tempat penelitian : PT “X” di bagian produksi *trendgate bed* pada proses pengelasan.
2. Waktu penelitian : Penelitian akan dilaksanakan empat bulan mulai bulan di laksanakan di PT “X” dengan jadwal sebagai berikut :

### **3.4. Teknik Pengumpulan Data dan Pengolahan Data**

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Observasi

Melakukan pengamatan dan pengukuran waktu secara langsung pada proses pembuatan *trendgate bed* proses pengelasan dengan menggunakan metode jamhenti (*stopwatch*). Merk *stopwatch* yang digunakan pada penelitian ini adalah Silva digital *stopwatch* starter.

2. Wawancara

Melakukan tanya jawab dengan pihak kepala produksi dan operator yang bekerja mengenai hal-hal yang berhubungan dengan objek penelitian dan untuk melengkapi data yang diperoleh dari observasi.

### 3. Dokumentasi

Untuk mengumpulkan data sekunder dilakukan dengan mencatat data-dokumentasi perusahaan yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.

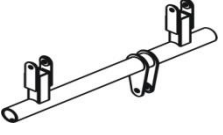

### 3.5. Pengamatan Obyek

*Bed trendgate* adalah salah satu produk dari *bed* yang digunakan di rumah sakit. Komponen material yang dihasilkan dari proses pengelasan adalah sebagaimana ditunjukkan pada tabel 3.1 dan gambar 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1  
Komponen *Trendgate* pada Proses Pengelasan

No	Komponen	Sub Komponen	Gambar
1	Frame	1. Rangka samping kiri 2. Rangka samping kanan 3. Plat pengangkat 4. Palang head dan foot 5. Palang tengah	
2	Backraise	1. Backraise kiri 2. Backraise kanan 3. Backraise tengah	
3	Matras tengah	1. Matras tangan depan 2. Matras tengah belakang	
4	Matras knee raise	1. Pengangkat kanan 2. Pengangkat kiri	
5	Pengangkat matras	1. Pengungkit pendek 2. Pengungkit panjang 3. Engsel pengangkar	



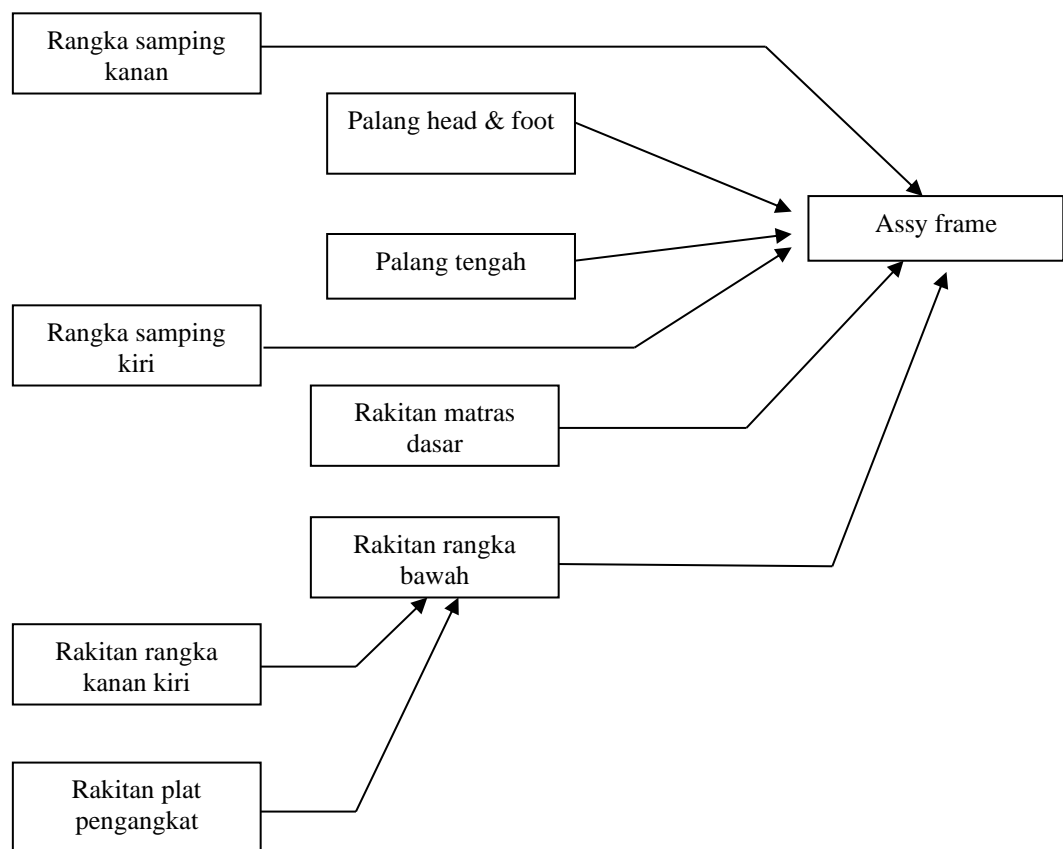
No	Komponen	Sub Komponen	Gambar
6	Pengangkat bawah	1. Engsel pengangkat kiri dan kanan 2. Engsel pengangkat tengah	
7	Side guard	1. Dudukan rangka panel kiri 2. Dudukan rangka panel kanan	

Aliran proses pengelasan dari komponen-komponen *trendgate bed* sebagaimana ditunjukkan pada tabel 3.1 adalah:

### 1. Pengelasan Assy frame

Untuk aliran proses pengelasan Assy Frame lihat gambar 3.1 dan waktu

aliran proses pengelasan Assy Frame ditunjukkan pada table 3.2



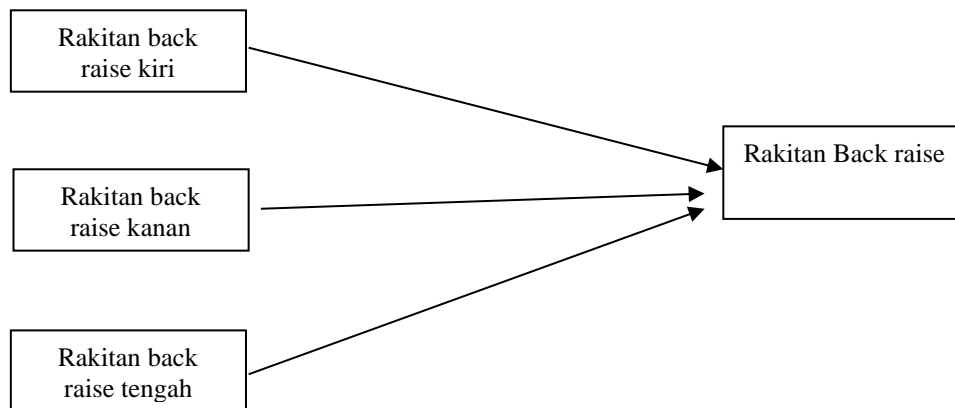
Gambar 3.1. Aliran Proses Pengelasan Assy Frame

Tabel 3.2.  
Waktu Aliran Proses Pengelasan Assy Frame

No	Komponen	P-1 (detik)	P-2 (detik)	P-3 (detik)	Rata-rata (detik)
1	Rangka samping kanan	509	506	498	504,3
2	Rangka samping kiri	488	480	492	486,7
3	Rakitan rangka kanan & kiri	199	204	202	201,7
4	Rakitan plat pengangkat	159	167	164	163,3
5	Palang head & foot	165	159	152	158,7
6	Palang tengah	133	142	138	137,7
7	Rakitan matras dasar	269	272	258	266,3
8	Rakitan rangka bawah	256	253	260	256,3
9	Assy. Frame	503	498	512	504,3
	Jumlah	2681	2681	2676	2679,3

## 2. Pengelasan Rakitan Backraise

Untuk aliran proses pengelasan Rakitan Backraiselihat gambar 3.2 dan waktu aliran proses pengelasan Back Raise 3.3 ditujukan pada table 3.3



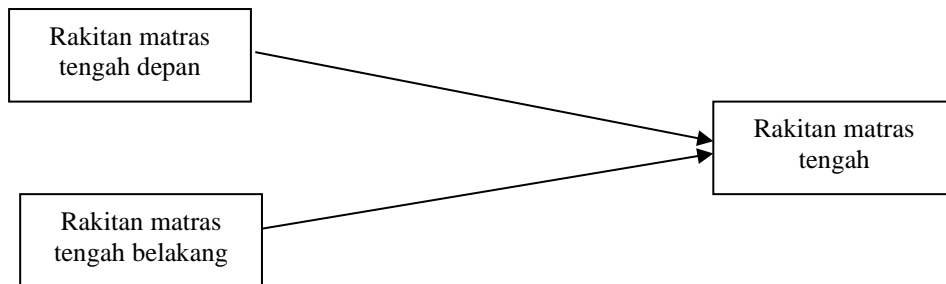
Gambar 3.2. Aliran Proses Pengelasan Back Raise

Tabel 3.3.  
Waktu Aliran Proses Pengelasan Back Raise

No	Komponen	P-1 (detik)	P-2 (detik)	P-3 (detik)	Rata-rata (detik)
1	Engsel pengangkat kiri	245	238	251	244,7
2	Engsel pengangkat kanan	231	224	242	232,3
3	Engsel pengangkat tengah	242	231	253	242,0
4	Assy. Pengangkat bawah	476	451	284	403,7

### 3. Pengelasan Rakitan Matras Tengah

Untuk aliran proses pengelasan Rakitan Matras Tengah lihat gambar 3.3 dan waktu aliran proses pengelasan matras tengah dilihat pada table 3.4



Gambar 3.3. Aliran Proses Pengelasan Rakitan Matras Tengah

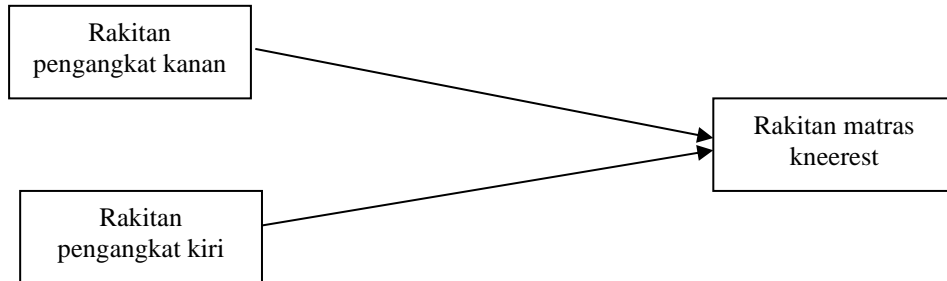
Tabel 3.4.  
Waktu Aliran Proses Pengelasan Rakitan Matras Tengah

No	Komponen	P-1 (detik)	P-2 (detik)	P-3 (detik)	Rata-rata (detik)
1	Matras tengah depan	232	228	238	232,7
2	Matras tengah belakang	224	220	231	225,0
3	Assy. Matras tengah	350	340	362	350,7

#### 4. Pengelasan Rakitan Matras Kneerest

Untuk aliran proses pengelasan Rakitan Matras Kneerest dilihat gambar

3.4 dan waktu aliran proses pengelasan Rakitan Matras Kneerest 3.5



Gambar 3.4. Aliran Proses Pengelasan Matras Kneerest

Tabel 3.5.

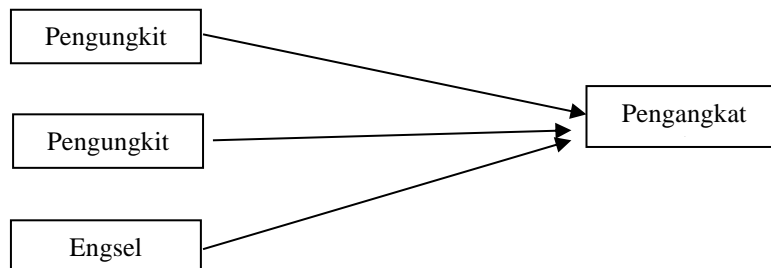
Waktu Aliran Proses Pengelasan Rakitan Matras Kneerest

No	Komponen	P-1 (detik)	P-2 (detik)	P-3 (detik)	Rata-rata (detik)
1	Rakitan pengangkat kanan	127	122	136	128,3
2	Rakitan pengangkat kiri	131	128	142	133,7
3	Assy. Rakitan kneerest	598	586	602	595,3

#### 5. Pengelasan Pengangkat Matras

Untuk aliran proses pengelasan Pengelasan Pengangkat Matras lihat

gambar 3.5 dan waktu aliran proses pengelasan Pengangkat Matras 3.6



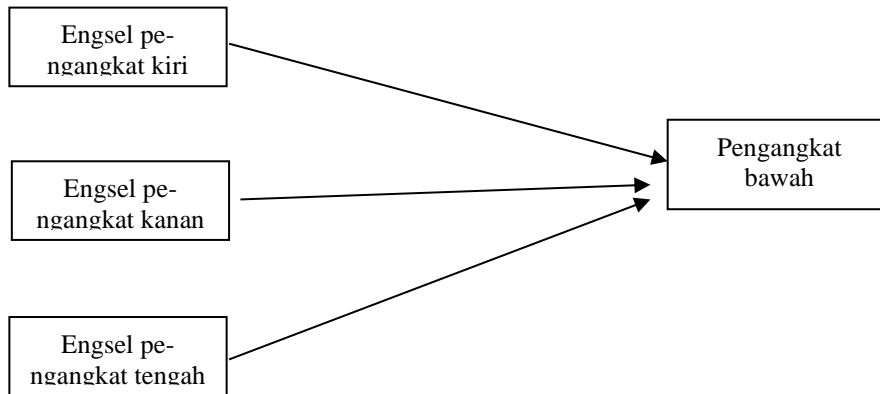
Gambar 3.5. Aliran Proses Pengelasan Pengangkat Matras

Tabel 3.6.  
Waktu Aliran Proses Pengelasan Pengangkat Matras

No	Komponen	P-1 (detik)	P-2 (detik)	P-3 (detik)	Rata-rata (detik)
1	Rakitan pengungkit pendek	92	95	88	91,7
2	Rakitan pengungkit panjang	86	92	84	87,3
3	Rakitan engsel pengangkat	144	151	134	143,0
4	Assy. Rakitan pengangkat matras	143	152	132	142,3

#### 6. Pengelasan Pengangkat Bawah

Untuk aliran proses pengelasan Pengelasan Pengangkat Bawah lihat gambar 3.6 dan waktu aliran proses pengelasan Pengangkat Bawah 3.7



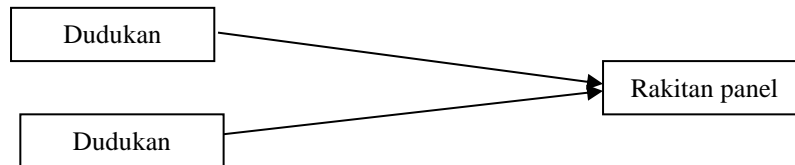
Gambar 3.6. Aliran Proses Pengelasan Pengangkat Bawah

Tabel 3.7.  
Waktu Aliran Proses Pengelasan Pengangkat Bawah

No	Komponen	P-1 (detik)	P-2 (detik)	P-3 (detik)	Rata-rata (detik)
1	Engsel pengangkat kiri	142	138	153	144,3
2	Engsel pengangkat kanan	134	141	130	135,0
3	Engsel pengangkat tengah	138	146	142	142,0
4	Assy. Pengangkat bawah	295	285	288	289,3

## 7. Pengelasan Rakitan Panel Side Guard

Untuk aliran proses pengelasan Panel Side Guard lihat gambar 3.7 dan waktu aliran proses pengelasan Rakitan Panel Side Guard 3.8



Gambar 3.7. Aliran Proses Pengelasan Rakitan Panel Side Guard

Tabel 3.8.  
Waktu Aliran Proses Pengelasan Rakitan Panel Side Guard

No	Komponen	P-1 (detik)	P-2 (detik)	P-3 (detik)	Rata-rata (detik)
1	Dudukan rangka panel kiri	160	169	152	160,3
2	Dudukan rangka panel kanan	180	194	176	183,3
3	Rakitan panel side guard	233	242	231	235,3

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Gambaran Umum Perusahaan**

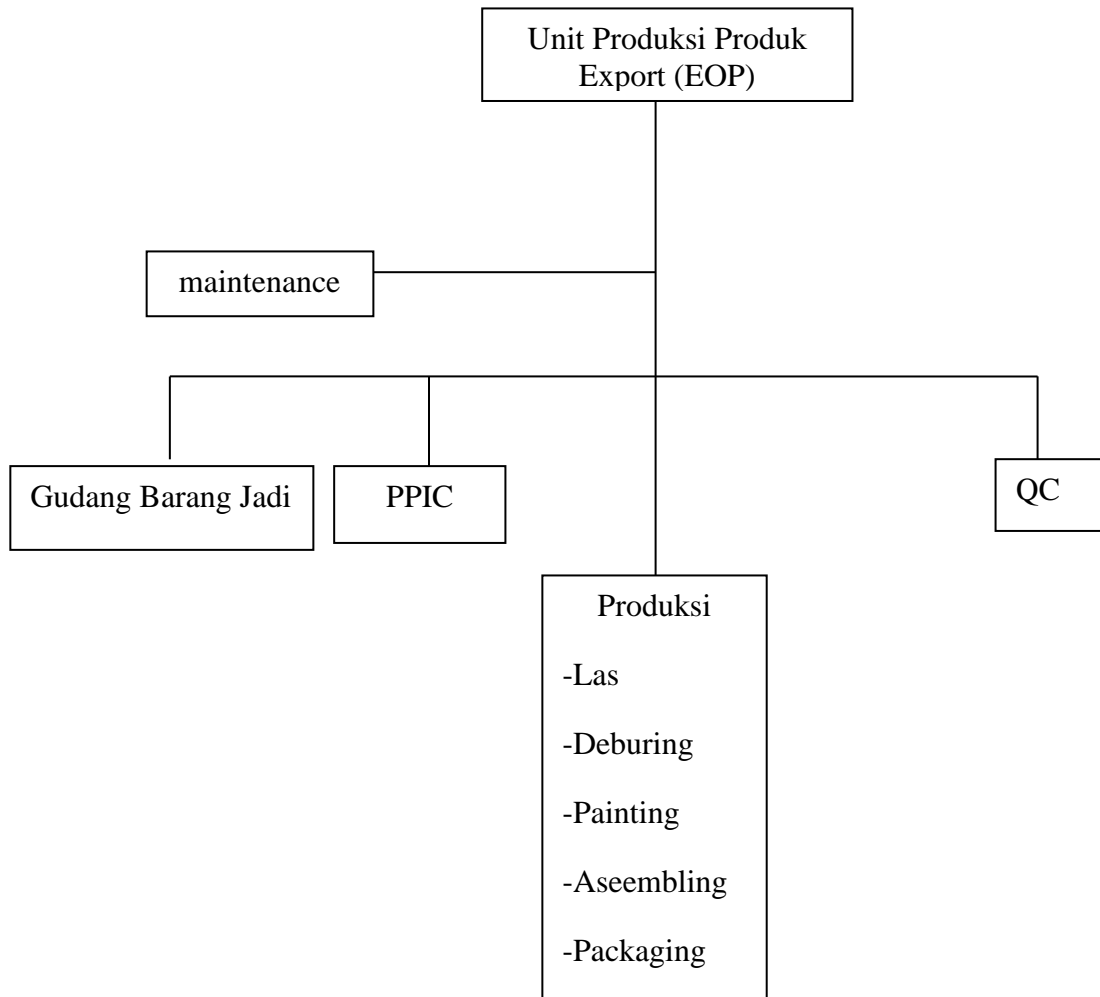
PT XXX berada di Kalasan Daerah Istimewa Yogyakarta. Jenis produk dari PT XXX dapat dipesan sesuai dengan persyaratan dan kebutuhan pelanggan. Selain itu PT XXX juga menawarkan produknya untuk pasar domestic dan export dengan berbagai jenis produk guna memenuhi setiap kebutuhan pelanggan atau konsumen yang sesuai dengan persyaratan dan aplikasi yang diinginkan. PT XXX berusaha akan selalu memuaskan pelanggannya baik dari segi produk maupun pelayanan yang diberikan kepada pelanggan. Hal ini terbukti dari respon PT XXX yang cepat, serta hasil produksinya yang selalu dekat dengan persyaratan dan keinginan pelanggan.

##### **4.1.1. Struktur Organisasi**

Struktur organisasi merupakan gambaran tentang pembagian tugas setiap bagian atau departemen yang ada dalam suatu organisasi atau perusahaan. PT XXX selain memproduksi hospital bed juga memproduksi home care bed, yaitu tempat tidur yang ditempatkan dirumahtangga untuk usia lanjut, beberapa fungsi hospital bed juga dimiliki oleh home care bed ini guna kemudahan bagi penggunaannya.

Salah satu produknya adalah Trend gate bed yang ditujukan oleh pasar export. Dalam memproduksi hospital bed digunakan plant Hospital bed, sedangkan untuk produksi Home care bed dilakukan di plant tersendiri yaitu di unit produksi produk export (Unit EOP).

Pada penelitian ini kegiatan dilakukan di Unit EOP saja, dan secara organisasi, struktur organisasi ditunjukkan pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Struktur Unit Produksi Produk Export

#### 4.1.2 Tugas Unit EOP

Unit EOP adalah salah satu unit produksi di PT XXXX untuk kepentingan export, unit ini dipimpin oleh kepala unit yang membawahi 4 bagian yaitu Produksi, PPIC, QC, Gudang barang jadi, tugas masing-masing bagian adalah :



a. Bagian Produksi

Bagian ini mempunyai tugas dan tanggung jawab untuk memproduksi *Trendgate Bed*. Bagian ini juga harus membuat rencana kerja agar dapat dibagi dalam regu kerjanya. Prosedur kerja juga harus selalu diawasi (dimonitor), menempatkan karyawan yang sesuai dengan kemampuan dan keahliannya, dan tetap harus selalu menjaga keselamatan kerja bagi karyawannya.

b. Bagian PPIC (*Production Planning and Inventory Control*)

Bagian ini bertugas untuk merencanakan penyediaan bahan baku untuk diproses pada bagian produksi. Tugas utamanya adalah membuat *production master schedule* bulanan untuk dikerjakan pada bagian produksi, dengan mengacu dari *order* yang masuk serta memperhitungkan kapasitas/kemampuan produksi yang ada. Bagian PPIC juga bertugas mengelola bagian pergudangan bahan baku dan gudang komponen hasil produksi, dengan tetap mengacu pada EOQ (*Economic Order Quantity*). Bagian PPIC ini membawahi 3 (tiga) bidang yaitu:

1) *Production and Planning Control (PPC)*

PPC bertugas membuat *master schedule* harian atau bulanan, yang sangat berpengaruh pada proses berlangsungnya produksi.

2) *Inventory Production Control (IPC)*

IPC bertugas melakukan pengawasan dan pengkoordinasian kegiatan pengadaan atau pembelian material, dislokasi dan kegiatan pergudangan *finish product*.

c. Bagian *Quality Control*(QC)

*Quality Control* bertugas mengendalikan kualitas produk, QC sendiri terbagi dalam 3 area yang berbeda. QC terbagi pada 3 (tiga) area, yaitu di area *raw material, welding, painting, packaging*

d. Gudang barang jadi

Gudang atau tempat penyimpanan pada umumnya memiliki fungsi yang cukup penting dalam menjaga kelancaran operasi produksi suatu pabrik. Tujuan dan fungsi penyimpanan dari gudang adalah memaksimalkan utilitas sumber daya, kemudian memenuhi kebutuhan pelanggan atau memaksimalkan pelayanan kepada pelanggan dalam penyelenggaraan kegiatan penerimaan, penimbunan.

#### **4.1.3. Ketenagakerjaan**

PT XXX Tenaga kerja adalah orang-orang yang terlibat dalam proses produksi yang menggunakan tenaga dan pikirannya untuk melakukan proses produksi. Tenaga kerja/*man power* merupakan salah satu faktor produksi. Lini *Trendgate Bed* di PT XXX memiliki jumlah karyawan sebanyak kurang lebih 35 orang. Namun jumlah ini sewaktu-waktu dapat berubah baik bertambah maupun berkurang sesuai dengan tenaga kerja yang dibutuhkan.

#### **4.1.4 Hari Kerja dan Jam Kerja Efektif**

PT XXX hanya memberlakukan jam kerja 1 (satu) *shift* per harinya dengan jumlah waktu lembur PT XXX pada bulan November 2013 sebesar 4680 menit.

#### **4.1.5 Proses Produksi *Trendgate Bed***

Ini merupakan lini yang memproduksi *Trendgate Bed*, terdiri dari beberapa operasi, dengan penjelasannya sebagai berikut :

#### 1. Material

Pada Material yang digunakan untuk memproduksi *Trendgate Bed* ini tidak dibuat sendiri, namun PT XXX hanya melakukan beberapa proses fabrikasi sebelum material tersebut dikirim menuju lini produksi *Trendgate Bed*.

#### 2. Pengelasan

Proses ini merupakan proses perakitan disetiap *raw* material untuk dijadikan komponen perakitan *Trendgate Bed*. Untuk proses pengelasan pada lini produksi *Trendgate Bed* dilakukan pada proses pembuatan bahan baku atau komponen-komponen rakitan seperti pembuatan *side guard*, matras *backraise*, matras *kneeraise*, matras tengah, rakitan pengangkat *backraise*, rakitan pengangkat *kneeraise*, rakitan matras dasar tengah, rakitan sasis tengah, dan rakitan sasis.

#### 3. Pengamplasan/Penggerindaan.

Proses ini merupakan proses menghilangkan sisa-sisa kotoran yang disebabkan oleh proses pengelasan dengan tujuan agar benda kerja menjadi halus. Pada operasi *deburring* pada lini *Trendgate Bed* PT XXX dibagi menjadi dua bagian yaitu proses gerinda dan proses pengamplasan. Semua komponen sub rakitan *Trendgate Bed* dilakukan perlakuan proses gerinda dan pengamplasan seperti komponen *side guard*, matras *backraise*, matras *kneeraise*, matras tengah, rakitan pengangkat *backraise*, rakitan pengangkat *kneeraise*, rakitan matras dasar tengah, rakitan sasis tengah, dan rakitan sasis.

#### 4. Pengecatan

Pada proses pengecatan seluruh komponen perakitan *Trendgate Bed*. Dalam proses pengecatan pada lini produksi *Trendgate Bed* ini menggunakan teknologi penyemprotan cat terhadap benda kerja yang dilakukan secara manual. Setelah dilakukan penyemprotan cat, kemudian benda kerja yang sudah tercat dimasukkan kedalam oven untuk dikeringkan sebelum dikirimkan menuju proses *assembly*.

#### 5. Perakitan.

Pada proses perakitan komponen-komponen hingga menjadi produk akhir *Trendgate Bed*. Seluruh komponen sub rakitan seperti *side guard*, matras *backraise*, matras *kneeraise*, matras tengah, rakitan pengangkat *backraise*, rakitan pengangkat *kneeraise*, rakitan matras dasar tengah, rakitan sasis tengah, dan rakitan sasis disatukan dengan menggunakan mur tanpa dilakukan proses pengelasan.

#### 6. Pemeriksaan

Pada proses ini merupakan pemeriksaan produk *Trendgate Bed* setelah selesai proses *assembly*. Pada proses pemeriksaan ini ada beberapa instrumen yang diperiksa yaitu, tingkat kehalusan permukaan *Trendgate Bed*, selain itu pemeriksaan terhadap kinerja motoran, dan keadaan cat *Trendgate Bed*.

#### 7. Pengemasan.

Pada proses ini merupakan pengemasan *Trendgate Bed* kedalam *doos*. Untuk pengemasan produk *Trendgate Bed* dilakukan setelah produk tersebut lulus *QC Inspection* dengan memperhatikan instrumen-instrumen sesuai spesifikasi konsumen.

### **4.2. Hasil Penelitian**

#### **4.2.1. Perhitungan Waktu Baku**

Pada analisis data yang akan dilakukan, langkah-langkah yang harus dilakukan setelah memperoleh data waktu penyelesaian pengerjaan pada masing-masing stasiun yaitu mengelompokkan data tersebut ke dalam beberapa subgrup untuk mendapatkan waktu rata-ratanya. kemudian melakukan validasi data terhadap subgrup-subgrup yang ada dengan uji keseragaman data dan uji kecukupan data. Apabila semua data yang sudah didapat memiliki keseragaman yang dikehendaki, dan jumlahnya telah memenuhi tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang diinginkan maka dapat dilanjutkan dengan menghitung waktu baku.

## 1. Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan menggunakan *software* program SPSS(Metode *Kolmogorov-Smirnov*). Data yang akan diuji adalah data hasil pengamatan yang dilakukan sebanyak 15 kali. Pengujian untuk data elemen kerja dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

Tabel 4.1 Uji Kenormalan Pengamatan Data Frame

### Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
SK1	,203	15	,097	,848	15	,016

a. Lilliefors Significance Correction

Hipotesis untuk uji kenormalan data ini adalah:

- $H_0 : F(x) = F_0(x)$ , dengan  $F(x)$  adalah fungsi distribusi populasi yang diwakili oleh sampel, dan  $F_0(x)$  adalah fungsi distribusi suatu populasi berdistribusi normal dengan nilai *kolmogorov-smirnovsig* = 0,098
- $H_1 : F(x) \neq F_0(x)$  atau distribusi populasi tidak normal.

Pengambilan keputusan

- Jika nilai *kolmogorov smirnovsig* > 0,05, maka  $H_0$  diterima
- Jika nilai *kolmogorov smirnov sig* < 0,05, maka  $H_0$  ditolak

Keputusan:

Terlihat bahwa pada kolom *Sig* dua sisi pada tabel di atas adalah 0,098 atau populasi diatas 0,05 ( $0,098 > 0,05$ ), maka  $H_0$  diterima, atau distribusi stasiun kerja frame adalah mengikuti distribusi normal.

## 2. Uji Keseragaman Data

Pengujian keseragaman data dilakukan dengan menggunakan nilai rata-rata dan standard deviasi data elemen kerja frame.

Nilai rata-rata pengamatan data farmedalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum Xi}{N} \\ &= \frac{40.218}{15} \\ &= 2.681,20\end{aligned}$$

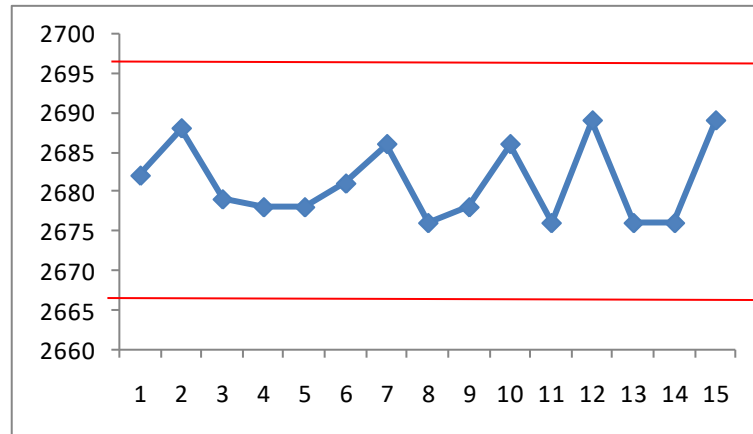
Nilai standard deviasi pada data farmedalah sebagai berikut ( $N < 30$ ):

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{N-1}}; \\ &= \sqrt{\frac{\sum(2682 - 2681,2)^2 + (2688 - 2681,2)^2 + \dots + (2689 - 2681,2)^2}{15-1}}; \\ &= 5,06\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batas atas (BKA)} &= 2.681,20 + (3 \times 5,06) \\ &= 2.681,20 + 15,18 \\ &= 2.696,38\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batas bawah (BKB)} &= 2.681,20 - (3 \times 2,26) \\ &= 2.681,20 - 15,18 \\ &= 2.666,02\end{aligned}$$

Berdasarkan nilai-nilai diatas dapat dibuat grafik keseragaman data sebagai berikut:



Gambar 4.2 Grafik perhitungan elemen kerja frame untuk uji keseragaman data

Uji keseragaman data dilakukan untuk mengetahui nilai BKA dan BKB, dengan tingkat keyakinan 95%, batas kontrol yang digunakan adalah  $3\sigma_x$  dengan nilai  $\sigma_x$  (standar deviasi) = 5,06 berdasarkan perhitungan tersebut maka dapat dilihat bahwa nilai rata-rata = 2.681,2, BKA = 2.696,38 dan BKB = 2.666,02 dan data berada didalam batas kontrol, sehingga data tersebut dinyatakan seragam.

### 3. Uji Kecukupan Data

Dalam Uji kecukupan data dilakukan dengan mencari nilai  $N'$  dengan ketentuan bahwa bila data sudah mencukupi apabila  $N > N'$ , dimana data yang telah dikumpulkan sebanyak 7 sub grup, menggunakan tingkat keyakinan 95% dan tingkat ketelitian 10%,  $N = 15$ . Perhitungan kecukupan data elemen kerja frame adalah sebagai berikut:

$$N' = \left( \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{15(107832860) - (40.218)^2}}{40.218} \right)^2$$

$$= 0,01$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat dilihat nilai  $N > N'$  yaitu nilai  $N = 15$  ;  $N' = 0,01$  sehingga jumlah data tersebut dinyatakan cukup. Hasil perhitungan untuk stasiun kerja lainnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.3. Hasil Kecukupan pada *trend gate*

Stasiun Kerja	Waktu rata-rata	KS (p)	BKA	BKB	N'
1 Frame	2681,20	0,097	2687,99	2674,41	0,01
2 Pengangkat bawah	709,87	0,169	721,08	698,65	0,21
3 Rakitan matras tengah	805,27	0,117	828,18	782,35	0,67
4 Rakitan Knerest	854,80	0,200	871,64	837,96	0,32
5 Rakitan Backrest	1193,93	0,200	1214,68	1173,19	0,25
6 Pengangkat matras	465,20	0,200	480,96	449,44	0,95
7 Rakitan Panel	573,47	0,200	583,94	562,99	0,28

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, semua stasiun kerja mempunyai nilai  $N > N'$  sehingga semua data memiliki kecukupan data.

#### 4. Perhitungan waktu baku

Perhitungan waktu baku ini didasarkan pada faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran yang digunakan untuk setiap elemen kerja operasinya, faktor kelonggaran tersebut disesuaikan dengan kondisi yang ada diperusahaan. Faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran yang akan dilakukan ditentukan berdasarkan pengamatan di lingkungan kerja PT "X" dan disesuaikan dengan tabel metode *Westinghouse* yang didalamnya terdapat faktor ketrampilan, usaha, kondisi kerja, konsistensi. Nilai penyesuaian dan kelonggaran dapat dilihat pada lampiran.



Perhitungan waktu baku SK1 frame

$$\begin{aligned}\text{Waktu normal} &= \text{Waktu rata-rata} \times p \\ &= 2.681,20 \times 1 \\ &= 2.681,20\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu baku} &= \text{Waktu normal} \times (100\% + \text{kelonggaran}) \\ &= 2.681,20 (1 + 0,13) \\ &= 3.029,76\end{aligned}$$

Perhitungan waktu baku untuk stasiun kerja lainnya menggunakan cara yang sama dan hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.3. Hasil Waktu Baku pada *Trend gate*

Stasiun Kerja	Waktu rata-rata	Jumlah Operator	Penyesuaian (p)	Waktu Normal	Kelonggaran (%)	Waktu Baku
1 Frame	2681,20	2	1	2681,20	0,13	3029,76
2 Pengangkat bawah	709,87	2	1	709,87	0,13	802,15
3 Rakitan matras tengah	805,27	2	1	805,27	0,13	909,95
4 Rakitan Knerest	854,80	2	1	854,80	0,13	965,92
5 Rakitan Backrest	1193,93	2	1	1193,93	0,13	1349,14
6 Pengangkat matras	465,20	1	1	465,20	0,12	521,02
7 Rakitan Panel	573,47	1	1	573,47	0,12	642,28
Total	7283,73	15				8220,23

Perhitungan untuk kapasitas produksi (KP) *trend gate* maksimal adalah sebagai berikut:

$$KP = \frac{\text{Waktu reguler}}{\text{Waktu proses terlama}}$$

$$= \frac{(7 \times 60 \times 60) \text{ detik}}{3.029,76 \text{ detik /unit}}$$

$$= 8,32 \text{ unit/hari atau}$$

$$= 8,32 \text{ bagian} \times 22 \text{ hari} = 182,98 \text{ unit/bulan}$$

$$\approx 182 \text{ unit/bulan}$$

#### **4.2.2. Perhitungan Keseimbangan Lintasan Produksi**

1. Stasiun Kerja 1 : Frame
2. Stasiun Kerja 2 : Pengangkat bawah
3. Stasiun Kerja 3 : Rakitan matras tengah
4. Stasiun Kerja 4 : Rakitan knerest
5. Stasiun Kerja 5 : Rakitan Backrest
6. Stasiun Kerja 6 : Pengangkat matras
7. Stasiun Kerja 7 : Rakitan panel

#### **4.2.3. Keseimbangan Lintasan Produksi pada Kondisi Awal**

Penyeimbangan lintasan produksi atau *line balancing* dasarnya bertujuan untuk menyeimbangkan beban kerja yang dialokasikan pada setiap elemen kerja. Tanpa keseimbangan lintasan seperti ini, maka terjadi sejumlah ketidakefisienan karena beberapa elemen kerja akan mempunyai beban yang lebih besar dari yang lain.

Tabel 4.4. Waktu Baku

Stasiun Kerja	Waktu Baku (detik)	Jumlah Operator awal	$(CT-STk)^2$
1	3.029,76	2	0,00
2	802,15	2	4.962.231,46
3	909,95	2	4.493.571,82
4	965,92	2	4.259.402,52
5	1.349,14	2	2.824.454,45
6	521,02	1	6.293.736,25
7	642,28	1	5.700.028,92
Total	8.283,03		28.533.425,43

Keterangan : CT = 3.029,76 detik (waktu baku tertinggi)

Berdasarkan urutan stasiun kerja pada kondisi awal dapat dilakukan perhitungan waktu menganggur, keseimbangan waktu senggang, efisiensi lintasan produksi dan *Smoothness index*. Hasilnya adalah sebagai berikut :

a. Waktu Menganggur (*Idle time*)

$$\begin{aligned} \text{Waktu Menganggur} &= (K)(CT) - \sum_{i=1}^K ST_i \\ &= 7 \times 3029,76 - 8.283,03 \\ &= 12.925,26 \text{ detik} \end{aligned}$$

b. Keseimbangan Waktu Senggang (*balance delay = BD*)

$$\begin{aligned} \text{Keseimbangan waktu senggang} &= \frac{(K)(CT) - \sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\% \\ &= \frac{7 \times 3.029,76 - 8.283,03}{7 \times 3.029,76} \times 100\% \\ &= 60,94\% \end{aligned}$$

c. Efisiensi Stasiun Kerja:

$$\text{Stasiun Kerja I} = \frac{ST_i}{CT} \times 100\%$$

$$= \frac{3.029,76}{3.029,76} \times 100\%$$

$$= 100,00 \%$$

Tabel 4.5. Efisiensi Stasiun Kerja Awal

Stasiun Kerja	Wi (detik)	Efisiensi (%)
SK1	3029,76	100,00
SK2	802,15	26,48
SK3	909,95	30,03
SK4	965,92	31,88
SK5	1349,14	44,53
SK6	521,02	17,20
SK7	642,28	21,20

d. Efisiensi Lintasan Produksi

$$\text{Efisiensi Lintasan Produksi} = \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\%$$

$$= \frac{8.283,03}{7 \times 3.029,03} \times 100\%$$

$$= 39,06\%$$

e. *Smoothness index*

$$\text{Smoothness index} = \sqrt{\sum_{i=1}^K (ST_{\max} - ST_i)^2}$$

$$= \sqrt{28.533.425,43}$$

$$= 5.341,67 \text{detik}$$

#### 4.2.4. Penjadwalan produksi dalam kondisi awal

Pada penelitian ini, terlebih dahulu dilakukan penyeimbangan stasiun kerja menggunakan metode yang berdasarkan pada kondisi awal. Pada metode tersebut dilakukan penyeimbangan lintasan dan didapat 7 stasiun kerja dengan efisiensi

ini didapat sebesar 39,06% dengan keseimbangan waktu mengganggu sebesar 60,94% dan *smoothing index* didapat sebesar 5.341,67 detik.

Langkah berikutnya adalah memindahkan stasiun kerja pada *precedence* diagram diatas dan mengelompokkan seperti tabel berikut ini:

Tabel 4.6. Penyeimbang Lintasan

SK	SK baru	Ti (detik)	Ti baru (detik)	CT-Ti	(CT-Ti) <sup>2</sup>
SK1	SK1	3.029,76	3.029,76	0,0	0,0
SK2	SK2+SK3+SK4	802,15	2.678,02	2.227,6	4.962.231,5
SK3	SK5+SK6+SK7	909,95	2.512,45	2.119,8	4.493.571,8
SK4		965,92		2.063,8	4.259.402,5
SK5		1.349,14		1.680,6	2.824.454,5
SK6		521,02			0,0
SK7		642,28			0,0
Jumlah		8.220,23			16.539.660,26

Berdasarkan urutan stasiun kerja pada penyeimbangan lintasan dapat dilakukan perhitungan waktu mengganggu, keseimbangan waktu senggang, efisiensi lintasan produksi dan *smoothness index* (indeks penghalusan) sebagai berikut :

- a. Waktu Mengganggu (*Idle time*)

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Mengganggu} &= (K)(CT) - \sum_{i=1}^K ST_i \\
 &= 3 \times 3.029,76 - 8.220,23 \\
 &= 869,04 \text{detik}
 \end{aligned}$$

- b. Keseimbangan Waktu Senggang (*balance delay = BD*)

$$\text{Keseimbangan waktu senggang} = \frac{(K)(CT) - \sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\%$$

$$= \frac{3 \times 3.029,76 - 8.220,23}{3 \times 3.029,76} \times 100\%$$

$$= 9,56\%$$

f. Efisiensi Stasiun Kerja:

$$\text{Stasiun Kerja I} = \frac{ST_i}{CT} \times 100\%$$

$$= \frac{3.029,76}{3.029,76} \times 100\%$$

$$= 100,00 \%$$

Tabel 4.7. Efisiensi Stasiun Kerja Baru

Stasiun Kerja	Wi (detik)	Efisiensi (%)
SK1	3.029,76	100,00
SK2	2.678,02	88,39
SK3	2.512,45	82,93

g. Efisiensi Lintasan Produksi

$$\text{Efisiensi Lintasan Produksi} = \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\%$$

$$= \frac{8.220,23}{3 \times 3.029,76} \times 100\%$$

$$= 90,04 \%$$

h. *Smoothness index*

$$\text{Smoothness index} = \sqrt{\sum_{i=1}^K (ST_{\max} - ST_i)^2}$$

$$= \sqrt{8.220,23}$$

$$= 4.066,90 \text{detik}$$

Nilai indeks penghalusan (*Smoothness Index*) semakin kecil, menunjukkan metode ini layak digunakan pada lintasan produksi. Hasil pengelompokan stasiun kerja memberikan hasil penyelesaian yang baik, dalam hal perhitungan waktu menganggur yang lebih kecil, keseimbangan waktu menganggur (*balance delay*) yang lebih kecil, efisiensi stasiun kerja yang lebih besar dan juga indeks penghalusannya yang lebih kecil.

Setelah dilakukan analisis keseimbangan lintasan produksi, selanjutnya adalah membandingkan antara lintasan produksi awal dengan lintasan produksi yang telah diseimbangkan sebagaimana disajikan dalam tabel berikut ini.

Tabel 4.8. Perbandingan Kriteria Keseimbangan Lintasan Produksi

No	Kriteria	Lintasan Produksi	
		Awal	Perbaikan
1.	Waktu menganggur ( <i>Idle Time</i> )	12.925,26 detik	869,04 detik
2.	Keseimbangan waktu senggang ( <i>Balance Delay</i> )	60,94%	9,56%
3.	Efisiensi lintasan produksi	39,06%	90,44%
4.	Indeks penghalusan (SI)	5.341,67 detik	4.066,90 detik
5.	Jumlah stasiun kerja	7	3

#### 4.2.5. *Takt Time*

Pada *Takt time* bulan November 2013 didapat dari pembagian waktu kerja efektif dengan volume permintaan konsumen. Untuk *shift* 1 (satu) sebesar 16.530 menit/bulan. Volume permintaan bulan November 2013 sebesar 536 *pcs*/bulan. Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diketahui bahwa *takt time* untuk bulan November 2013 sebesar 30,8 menit/*pcs*.

Nilai *takt time* tersebut perlu dibandingkan dengan waktu siklus masing-masing stasiun kerja pada lini produksi *Trendgate Bed* untuk mengetahui apakah volume permintaan dapat terpenuhi atau tidak. Jika waktu siklus salah satu stasiun kerja lebih besar dari *takt time* maka permintaan konsumen akan produk *Trendgate Bed* tidak dapat terpenuhi. Waktu siklus terbesar pada lini produksi

*Trendgate Bed* 14:09 lebih kecil dari *talk time* sebesar 30,8 menit/*pcs*. Waktu siklus stasiun kerja pada lini tidak ada yang melebihi *takt time* (30,8 menit/*pcs*) maka permintaan konsumen pada produk *Trendgate Bed* pada bulan November dapat terpenuhi, tetapi perusahaan harus menambah jam lembur.

### **4.3. Pembahasan**

Pada penelitian kali ini, dilakukan di perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang merupakan pengelasan *trend gate*. Adapun masalah yang hendak dibahas pada penelitian ini ialah terdapat pada lintasan produksinya. Hal yang dilakukan penyeimbangan lintasan karena permintaan yang sering melebihi kapasitas produksi, tidak jarang hal ini terjadi. Permintaan maksimal produksi yang datang bisa diartikan merupakan target produksi yang harus dicapai dan dipenuhi. kapasitas produksi itu sendiri diketahui dari waktu siklus atau waktu proses pembuatan produk dengan pemakaian waktu jam reguler atau jam kerja efektif sebanyak 7 jam per harinya. Setelah melakukan penjadwalan produksi didapatkan kapasitas produksi per harinya sebanyak 37 bagian pengelasan.

Pada penelitian kali ini, dilakukan di perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang merupakan pengelasan *trend gate*. Adapun masalah yang hendak dibahas pada penelitian ini ialah terdapat pada lintasan produksinya. Hal yang dilakukan penyeimbangan lintasan karena permintaan yang sering melebihi kapasitas produksi, tidak jarang hal ini terjadi. Permintaan maksimal produksi yang datang bisa diartikan merupakan target produksi yang harus dicapai dan dipenuhi. kapasitas produksi itu sendiri diketahui dari waktu siklus atau waktu proses pembuatan produk dengan pemakaian waktu jam reguler atau jam kerja efektif sebanyak 7 jam per harinya. Setelah melakukan penjadwalan produksi didapatkan kapasitas produksi per harinya sebanyak 37 bagian pengelasan.



Bila ditinjau dari lintasan produksinya, dalam menentukan kapasitas memang dapat dilihat dari waktu proses terbesar dari salah satu stasiun kerja. Namun jumlah stasiun kerja tersebut setelah dilakukan penelitian ternyata tidak sebanding dengan jumlah waktu stasiun kerja lainnya, jadi dapat dikatakan bahwa terjadi ketidakseimbangan antara waktu stasiun kerja yang satu dengan yang lainnya. Kondisi seperti ini tentu sangat tingginya waktu menganggur yang terjadi pada lintasan produksi. Kalau terjadi waktu menganggur yang sangat tinggi tentu juga berdampak pada tingkat jumlah tenaga kerja yang kurang efisien. Apabila dalam stasiun kerja terdapat jumlah tenaga kerja yang berlebih padahal waktu proses stasiun kerja tersebut tidak terlalu banyak maka akan terjadi waktu menganggur yang dialami oleh tenaga kerja. Oleh sebab itu perlu dilakukan penyeimbangan antar stasiun kerja yang bertujuan untuk meminimasi waktu menganggur juga menentukan berapa jumlah tenaga kerja yang optimal dan efisien berdasarkan hasil penyeimbangan lintasan produksi. Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis waktu baku

Langkah pertama yang dilakukan yaitu mengambil sampel data waktu proses antar stasiun kerja yang bertujuan untuk mengetahui berapa besar kapasitas produksinya juga untuk mengetahui tingkat waktu menganggur yang terjadi pada lintasan produksi. Pada perusahaan ini lintasan produksi tersebut digunakan untuk pengelasan bagian dari *trend gate* yang berbeda. Setelah pengambilan data waktu proses, kemudian melakukan pengujian keseragaman dan kecukupan data untuk memastikan bahwa data yang

diambil tersebut sudah valid atau sudah benar. Dalam melakukan uji keseragaman data dan kecukupan data, tahap-tahap yang dilakukan yaitu :

- a. Menghitung rata-rata sub grup, dengan menggunakan rumus  $1 + 3,3 \log N$ , N adalah jumlah data.
- b. Menghitung standar deviasi dari waktu penyelesaian
- c. Menghitung standar deviasi dari distribusi harga rata-rata sub grup
- d. Menentukan batas kontrol atas dan batas kontrol bawah
- e. Melakukan uji kecukupan data.

Setelah melakukan uji kecukupan data, didapat bahwa  $N' < N$  (jumlah data) maka dapat dikatakan data telah mencukupi. Dalam penelitian ini tingkat ketelitian yang digunakan 5% dan tingkat keyakinan sebesar 95%.

Selanjutnya ialah menghitung waktu proses rata-rata yang merupakan waktu siklus dilanjutkan dengan menghitung waktu normal berdasarkan faktor penyesuaian kemampuan tenaga kerja. Peneliti menggunakan metode *westinghouse* yang mempunyai kriteria-kriteria penilaian yaitu ketrampilan, usaha, kondisi kerja, dan konsistensi. Peneliti memberikan nilai *average* atau rata-rata terhadap tenaga kerja sebab mereka adalah tenaga kerja tetap dan harian sehingga mereka telah terbiasa melakukan pekerjaan yang dlakukannya saat ini. Setelah itu menentukan nilai faktor kelonggaran untuk mencari nilai waktu bakunya. Faktor kelonggaran ini sangat penting diperhitungkan sebab tenaga kerja adalah manusia biasa yang tentu mempunyai keterbatasan-keterbatasan dan hambatan yang akan terjadi saat bekerja. Kebutuhan manusia antara lain mencakup kebutuhan pribadi, kelonggaran untuk menghilangkan rasa lelah (*fatigue*), serta kelonggaran

untuk hambatan-hambatan yang tak terhindarkan (buang air kecil, dll). Setelah mengetahui besarnya faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran, maka didapatkan waktu baku dengan cara nilai faktor kelonggaran dikalikan dengan nilai waktu normal.

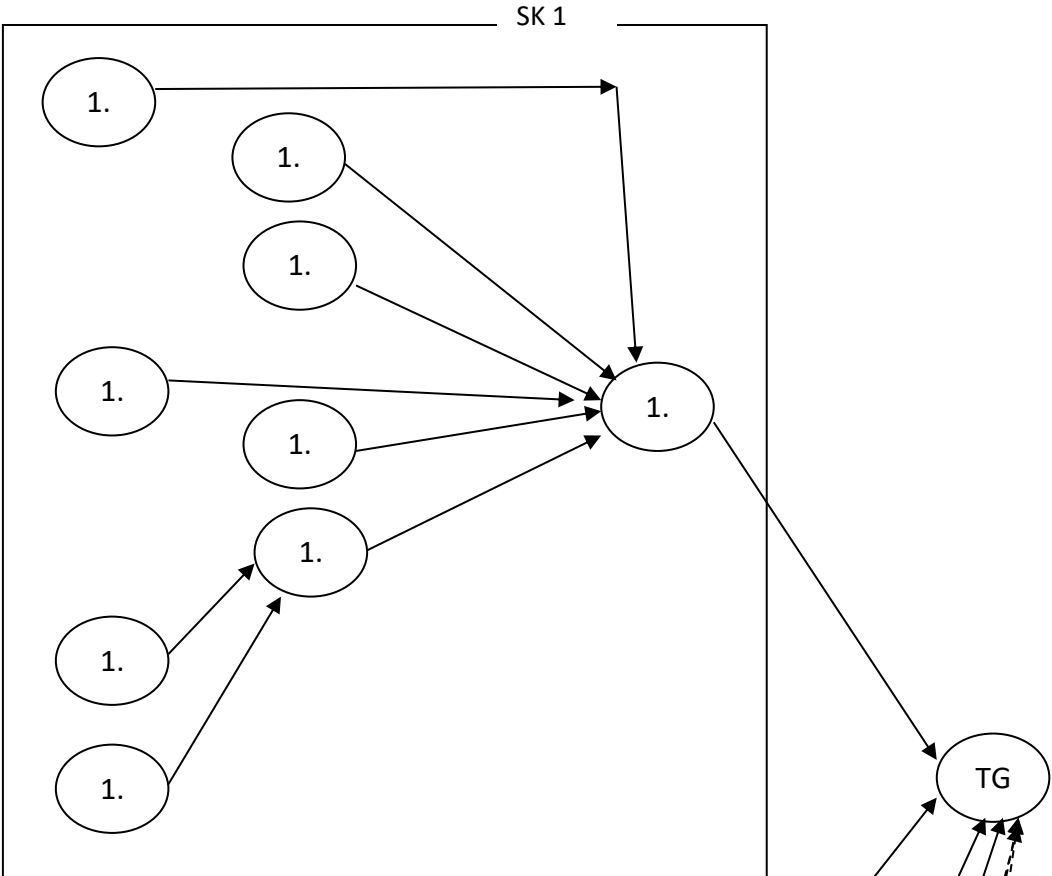
2. Menganalisis keseimbangan lintasan produksi untuk kondisi awal.

Diketahui terdapat 7 stasiun kerja pada lintasan produksi saat kondisi awal dengan jumlah tenaga kerja keseluruhan sebanyak 13 orang tenaga kerja. Proses yang tidak dilakukan secara berurutan dan waktu yang didapatkan dari waktu proses stasiun terbesar. Kemudian dilakukan perhitungan dan hasilnya didapatkan waktu menganggur (*idle time*) sebesar 12 detik, keseimbangan waktu menganggur (*balance delay*) sebesar 60%, efisiensi lintasan produksi (*line efficiency*) sebesar 39%, dan indeks penghalusan (*smoothness index*) sebesar 5.350 detik. Hasil kondisi awal menunjukkan waktu menganggur yang tinggi, keseimbangan waktu menganggur yang tinggi, efisiensi lintasan produksi yang cukup rendah dan indeks penghalusan yang menjauhi dari nol dikarenakan adanya waktu operasi pada stasiun kerja yang tidak seimbang dengan stasiun kerja lainnya.

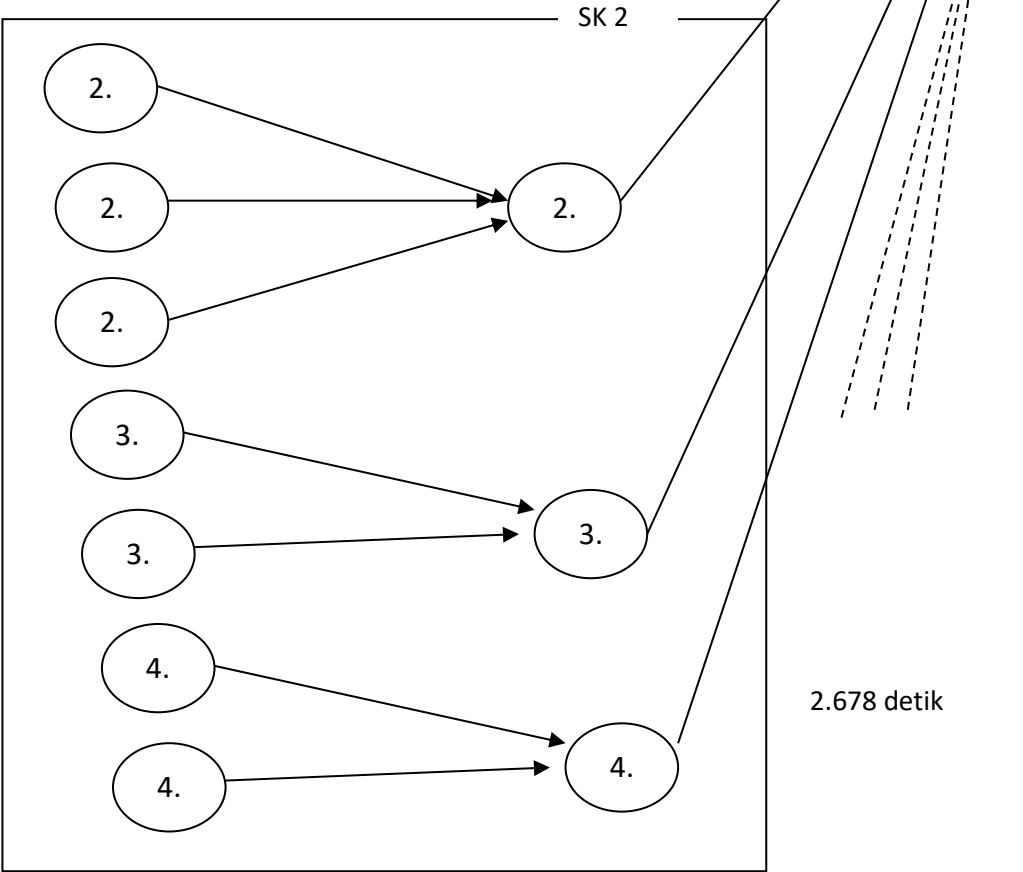
3. Melakukan penyeimbangan lintasan produksi

Langkah pertama yang harus dilakukan ialah menetapkan waktu siklus yang diharapkan sebagai patokan waktu proses per stasiun kerja. Waktu proses tiap-tiap stasiun setelah penyeimbangan tidak boleh melebihi waktu siklus yang telah ditetapkan. Penentuan waktu siklus, faktor yang digunakan adalah target produksi dan waktu jam kerja efektif Target produksi didapatkan dari keinginan perusahaan untuk menghasilkan jumlah unit yang diharapkan

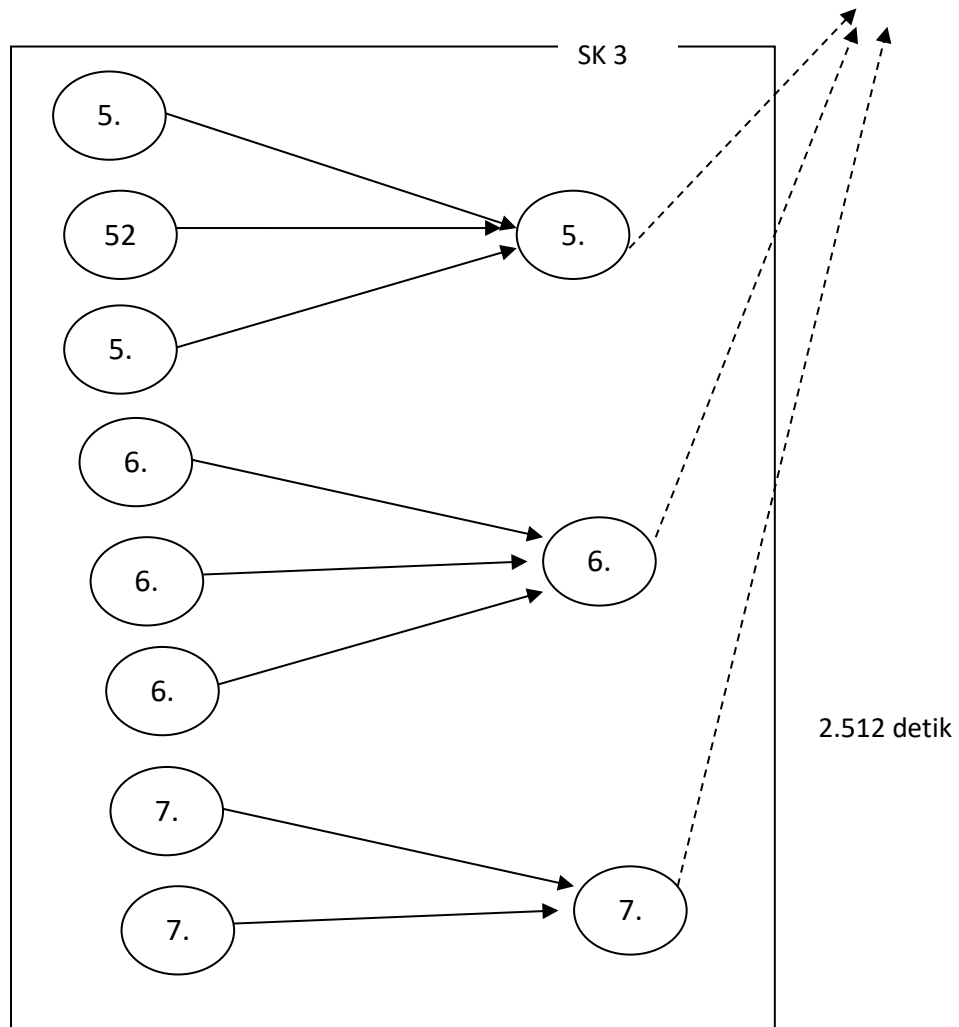
setiap bulannya berdasarkan jumlah permintaan maximal yang diterima. Namun target produksi tersebut terkadang tidak dapat terpenuhi disebabkan oleh jumlah permintaan yang melebihi kapasitas produksi. Setelah menetapkan waktu siklus, dilakukan pengelompokkan stasiun kerja.



3.029 detik



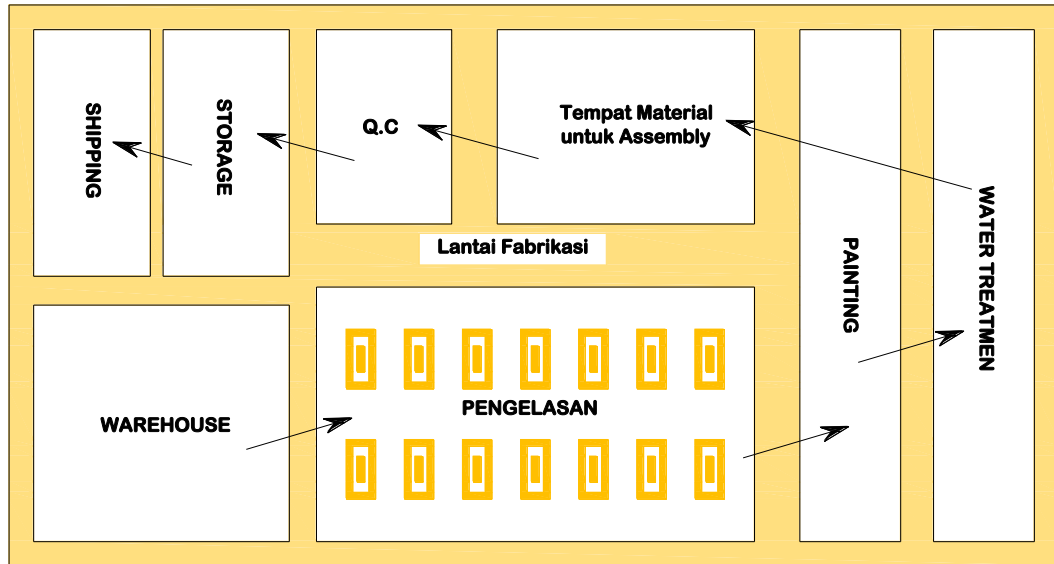
2.678 detik



Gambar 4.3 *Precedence Diagram* Lini Produksi Trendgate Bed Setelah Perbaikan (Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Stasiun kerja yang digabungkan yaitu stasiun kerja 2 digabungkan dengan stasiun kerja 3 dan stasiun kerja 4, lalu stasiun kerja 5 digabungkan dengan stasiun kerja 6 dan stasiun kerja 7. Jadi jumlah stasiun kerja yang baru sebanyak 3 stasiun kerja. dan tidak terjadi pengurangan jumlah tenaga kerja. Hasil waktu menganggur yang berkurang dari semula, keseimbangan waktu menganggur yang juga berkurang, efisiensi lintasan produksi yang cukup meningkat dari semula dan indeks penghalusan yang semakin mendekati nol, semua membuktikan bahwa metode ini dapat diterapkan pada lintasan produksi di perusahaan ini. Kemudian hasil dari

Pembagian tenaga kerja pada setiap stasiun kerja yang mengalami pengurangan tenaga kerja



Gambar 4.4 Layout Lini Produksi *Trendgate Bed*

Penerimaan barang dari unit produksi sebelumnya ditempatkan di Warehouse sebagai tempat *raw material* (penerimaan barang). Proses selanjutnya dilakukan pengelasan pada komponen-komponen yang diinginkan. Proses selanjutnya setelah pengelasan, barang kemudian dimasukkan ke tempat *painting* untuk dilakukan pengecatan. Setelah semua komponen dilakukan pengecatan barang kemudian dimasukkan ke dalam *water treatment* untuk dilakukan pembersihan dari cat-cat yang tidak diinginkan maupun dari kotoran lainnya. Proses selanjutnya dilakukan perakitan di tempat *assembly* dan setelah selesai dimasukkan ke dalam ruang penyimpanan dan apabila barang sudah siap dikirim ditempatkan di *shipping*.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada lintasan produksi di PT “X”, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan dan hasil yang didapatkan waktu menganggur (*idle time*) sebesar 2.400,61 detik, keseimbangan waktu menganggur (*balance delay*) sebesar 44,50%, efisiensi lintasan produksi (*line efficiency*) sebesar 55,50%, dan indeks penghalusan (*smoothness index*) sebesar 1.016,09 detik.
2. Berdasarkan metode keseimbangan lini stasiun kerja diperoleh penggabungan stasiun kerja dari 7 stasiun kerja awal menjadi 3 stasiun kerja setelah digabungkan/diseimbangkan dan jumlah tenaga kerja keseluruhan terjadi penurunan dari 14 orang menjadi 6 orang tenaga kerja.
3. Hasil lintasan produksi yang telah diseimbangkan, didapatkan:
  - a. Stasiun kerja 1  
Stasiun kerja ini tidak mengalami perubahan jumlah tenaga kerja. Tetap berjumlah 2 orang tenaga kerja.
  - b. Stasiun kerja 2  
Stasiun kerja ini merupakan penggabungan dari stasiun kerja awal yaitu gabungan dari stasiun kerja 2, stasiun kerja 3 dan stasiun kerja 4, terjadi perubahan tenaga kerja dari 6 orang menjadi 2 orang tenaga kerja.



c. Stasiun kerja 3

Stasiun kerja ini merupakan penggabungan dari stasiun kerja awal yaitu gabungan dari stasiun kerja 5, stasiun kerja 6 dan stasiun kerja 7, terjadi perubahan tenaga kerja dari 5 orang menjadi 2 orang tenaga kerja.

**5.2. Saran**

- a. Hasil penyeimbangan lintasan produksi sebaiknya PT “X” melakukan pengoptimalan tenaga kerja demi kelancaran produksi dan tidak lagi melakukan jam lembur demi stamina para pekerjanya sehingga kelancaran produksi tetap terjaga
- b. Dilakukan Tes Skil khususnya pada proses pengelasan supaya hasil pengelasannya halus dan kuat pada produk *Trendgate* atau pada produk lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gozali L, Widodo L dan Bernhard, 2010. *Analisa Keseimbangan Lini pada Departemen Chassis PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia dengan Algoritma Ant Colony, Rank Positional Weight, dan Algoritma Genetika* Jurnal Teknik Industri, ISSN: 1411-6340.
- [2] Puwaningsih dan Hazairin, 2006. *Line Balancing Lini Perakitan Produk Torch Light (Studi Kasus PT Arisamandiri Pratama)*. J@TI Undip, Vol 2, No I,
- [3] Sharma, S.C., (2001). *Plant Layout and Materials Handling*. Khanna Publishers, USA.
- [4] Ginting, R. 2007. *Sistem Produksi*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [5] Purnomo, H. 2004. *Pengantar Teknik Industri*, Edisi Kedua,: Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [6] Satalaksana, Iftikar J., Tjakraatmadja, Anggawisastra (1979). *Teknik Tata Cara Kerja*, Departement Teknik Industri – ITB, Bandung.
- [7] Wignjosoebroto, S., 1992, *Teknik Tata Cara dan Pengukuran Kerja*. Guna Widya, Surabaya.
- [8] Sugiyono, 2005. *Statistik untuk Penelitian*. Alfabeta, Bandung.
- [9] Barnes, R. 1982. *Motion Study and Time Study : Design and Measurement of Work*, John Willey & Sons, New York.
- [10] Wiryosumarto, H. dan Okumura, T., 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- [11] Easterling, K. E., 1993, *Introduction to the Physical Metallurgy of Welding*, Sutterworths, pp. 115 -123.
- [12] Fenoria Putri. 2009. *Pengaruh Besar Arus Listrik dan Panjang Busur Api terhadap Hasil Pengelasan*. Jurnal Austenit Vol.1.no. 1.
- [13] Diklat Pengelasan Fakultas Teknik Univesitas Negeri Yogyakarta 2004 *Mengelas Dengan Proses Las Gas Metal*

# **LAMPIRAN**

**Penyesuaian Menurut Westinghouse**

<b>FAKTOR</b>	<b>KELAS</b>	<b>LAMBANG</b>	<b>NILAI PENYESUAIAN</b>
KETRAMPILAN	Superskill	A1	+ 0.15
		A2	+ 0.13
	Excellent	B1	+ 0.11
		B2	+ 0.08
	Good	C1	+ 0.06
		C2	+ 0.03
	Average	D	0.00
	Fair	E1	- 0.05
		E2	- 0.10
	Poor	F1	- 0.16
F2		- 0.22	
USAHA	Superskill	A1	+ 0.13
		A2	+ 0.12
	Excellent	B1	+ 0.10

	Good	B2 C1 C2	+ 0.08 + 0.05 + 0.02
	Average	D	0.00
	Fair	E1 E2	- 0.04 - 0.08
	Poor	F1 F2	- 0.12 - 0.17
KONDISI KERJA	Ideal	A	+ 0.06
	Excellent	B	+ 0.04
	Good	C	+ 0.02
	Average	D	0.00
	Fair	E	- 0.03
	poor	F	- 0.07
KONSISTENSI	Perfect	A	+ 0.04
	Excellent	B	+ 0.03
	Good	C	+ 0.01
	Average	D	0.00
	Fair	E	- 0.02
	poor	F	- 0.04

**Nilai Kelonggaran (Pengaruh Faktor)**

FAKTOR		KELONGGARAN (%)	
<b>A. <u>Tenaga yang dikeluarkan</u></b>	<b><u>Ekivalen beban</u></b>	<b><u>Pria</u></b>	<b><u>Wanita</u></b>
1. Dapat diabaikan	tanpa beban	0.0-6.0	0.0-6.0
2. Sangat ringan	0.00 – 2.25 kg	6.0-7.5	6.0-7.5
3. Ringan	2.25 – 9.00 kg	7.5-12.0	7.5-16.0
4. Sedang	9.00 – 18.00 kg	12.0-19.0	16.0-30.0
5. Berat	18.00 – 27.00 kg	19.0-30.0	
6. Sangat berat	27.00 – 50.00 kg	30.0-50.0	
7. Luar biasa berat	diatas 50.00 kg		
<b>B. <u>Sikap kerja</u></b>			
1. Duduk		0.0 – 1.0	
2. Berdiri di atas dua kaki		1.0 – 2.5	
3. Berdiri di atas satu kaki		2.5 – 4.0	
4. Berbaring		2.5 – 4.0	
5. Membungkuk		4.0 – 10.0	
<b>C. <u>Gerakan kerja</u></b>			
1. Normal		0	
2. Agak terbatas		0 – 5	
3. Sulit		0 – 5	
4. Pada anggota badan terbatas		5 – 10	
5. Seluruh anggota badan terbatas		10 – 15	
<b>D. <u>Kelelahan mata*)</u></b>		Pencahayaannya baik	
1. Pandangan terputus-putus		0.0 – 6.0	
2. Pandangan hampir terus menerus		6.0 – 7.5	
3. Pandangan terus menerus dengan fokus berubah		7.5 – 12.0	
4. Pandangan terus menerus dengan fokus tetap		12.0 – 19.0	



1	D (0,00)	D (0,00)	D (0,00)	D(0,00)	(0,00)	1,00
2	D (0,00)	D (0,00)	D(0,00)	D(0,00)	(0,00)	1,00
3	D (0,00)	D (0,00)	D(0,00)	D(0,00)	(0,00)	1,00
4	D (0,00)	D (0,00)	D(0,00)	D(0,00)	(0,00)	1,00
5	D (0,00)	D (0,00)	D(0,00)	D(0,00)	(0,00)	1,00
6	D(0,00)	D (0,00)	D(0,00)	D(0,00)	(0,00)	1,00
7	D(0,00)	D (0,00)	D(0,00)	D(0,00)	(0,00)	1,00



**Tabel Kelonggaran**

Jenis kelonggaran	SK1	SK2	SK3	SK4	SK5	SK6	SK7
Tenaga yang dipakai	2	2	2	2	2	1	1
Sikap kerja	1	1	1	1	1	1	1
Gerakan kerja	2	2	2	2	2	2	2
Kelelahan mata	2	2	2	2	2	2	2
Keadaan temperatur	2	2	2	2	2	2	2
Keadaan atmosfer	0	0	0	0	0	0	0
Keadaan lingkungan	1	1	1	1	1	1	1
Personal allowance	2	2	2	2	2	2	2
Hambatan	1	1	1	1	1	1	1
Total	13	13	13	13	12	12	12

**Uji Kenormalan Data**

**Explore**

### Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
SK1	15	100,0%	0	,0%	15	100,0%
SK2	15	100,0%	0	,0%	15	100,0%
SK3	15	100,0%	0	,0%	15	100,0%
SK4	15	100,0%	0	,0%	15	100,0%
SK5	15	100,0%	0	,0%	15	100,0%
SK6	15	100,0%	0	,0%	15	100,0%
SK7	15	100,0%	0	,0%	15	100,0%

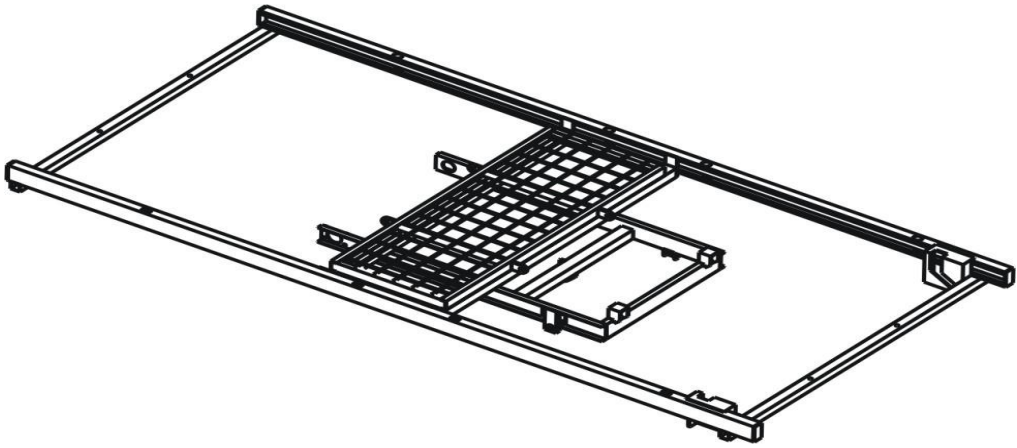
### Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
SK1	,203	15	,097	,848	15	,016
SK2	,187	15	,169	,927	15	,249
SK3	,198	15	,117	,961	15	,715
SK4	,139	15	,200*	,941	15	,401
SK5	,147	15	,200*	,966	15	,790
SK6	,173	15	,200*	,909	15	,131
SK7	,154	15	,200*	,921	15	,201

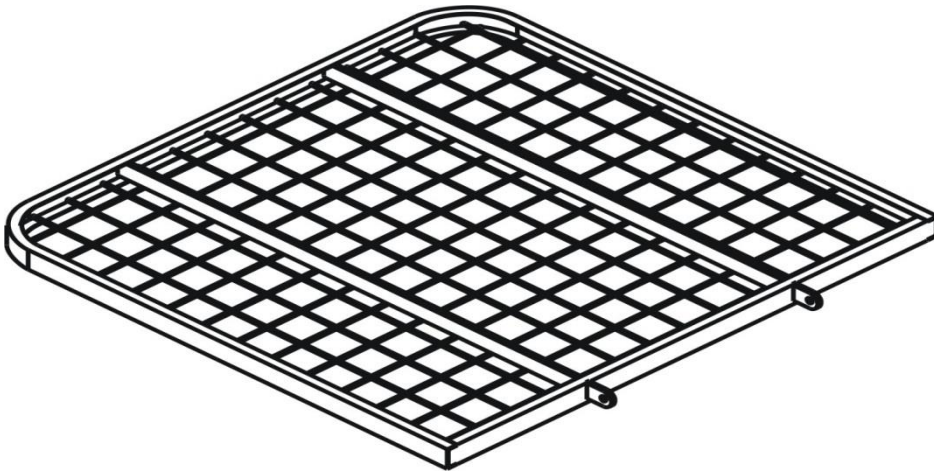
\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

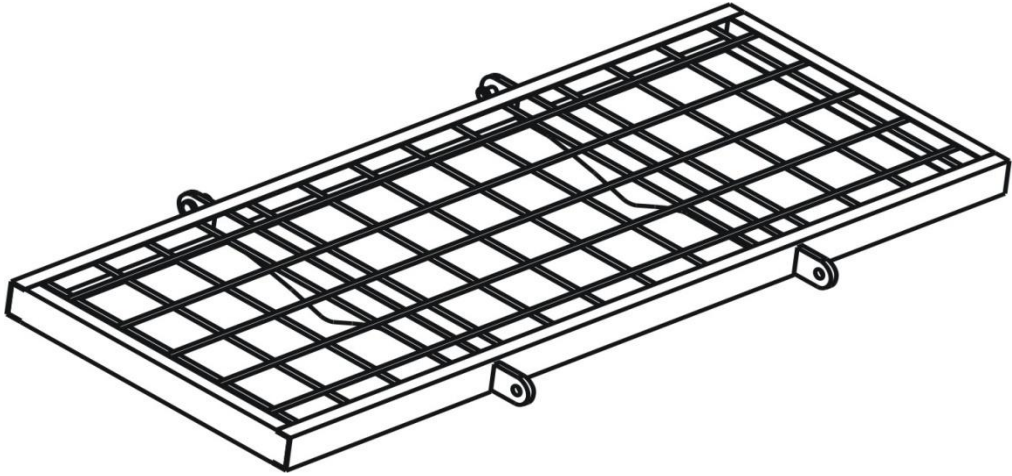
Part Name	Item's Nr.	Qty	Plastic Injection	Welding process			Assy
				Sub assy 1	Sub assy 2	Sub assy 3	
<b>Upper Frame</b>							
Rangka samping (TRG,23-001-GB-1)	J0014A001B	2		Rangka Samping Kanan 8 menit 29 detik			Assy Upper Frame 3 menit 46 detik
Dudukan sideguard (TRG,23-001-FS-4)	J0014A002B	6					
Rangka melintang head (TRG,23-001-GB-3H)	J0014A003B	1			Palang head & Foot 2 menit 45 detik		
Rangka melintang foot (TRG,23-001-GB-3F)	J0014A004B	1			Palang Tengah 2 menit 13 detik		
Palang tengah (TRG,23-001-GB-4)	J0014A005B	2					
Tutup samping rangka samping (TRG,23-001-GB-1B)	J0014A006B	4					
Piat sudut kanan (TRG,23-001-GB-5)	J0014A007B	1		Rangka Samping Kiri 8 menit 8 detik			
Piat sudut kiri (TRG,23-001-GB-5)	J0014A008B	1					
Penguat rangka (TRG,23-001-FS-6)	J0014A009B	4					
Rakitan Matras Dasar (TRG,23-001-2W-0)	J0014C000B	1			Rakitan Matras Dasar 4 menit 29 detik		
Rangka melintang (TRG,23-001-2W-1)	J0014C001B	2					
Rangka Samping (TRG,23-001-2W-2)	J0014C002B	2					
Engsel (TRG,23-001-2W-3)	J0014C003B	2					
Mattress platform (TRG,23-001-2W-4)	J0014C004B	1					
Rakitan Rangka Bawah (TRG,23-001-MB-0)	J0014B000B	1			Rakitan Rangka Bawah 3 menit 76 detik		
Rangka Samping kanan (TRG,23-001-MB-1)	J0014B001B	1		Rakitan Rangka Kanan & Kiri 3 menit 19 detik			
Rangka Samping kiri (TRG,23-001-MB-3)	J0014B002B	1					
Rangka melintang (TRG,23-001-MB-5)	J0014B003B	1					
Palang tengah (TRG,23-001-MB-6)	J0014B004B	1		Rakitan Plat Pengangkat 2 menit 39 detik			
Piat pengangkat (TRG,23-001-MB-7)	J0014B005B	2					
Flens kiri (TRG,23-001-MB-4)	J0014B006B	1					
Mounting (TRG,23-001-MB-8)	J0014B007B	2					
Penguat rangka bawah (TRG,23-001-MB-0)	J0014B008B	2					
Flens kanan (TRG,23-001-MB-2)	J0014B010B	1					
Flens (TRG,23-001-FS-1)	J0014B011B	1					
<b>Rakitan Backraise</b>							
Rangka Backraise (TRG,23-001-1H-1)	J0014D001B	1					Rakitan Backraise 5 menit 35 detik
Palang rangka (TRG,23-001-1H-2)	J0014D002B	1					
Engsel (TRG,23-001-1H-3)	J0014D003B	2					
Mattress platform (TRG,23-001-1H-4)	J0014D004B	1					
<b>Rakitan Matras Tengah</b>							
Rangka melintang (TRG,23-001-3T-1)	J0014E001B	2					Rakitan Matras Tengah 6 menit 7 detik
Engsel (TRG,23-001-3T-3)	J0014E002B	2					
Rangka Samping (TRG,23-001-2W-2)	J0014C002B	2					
Mattress platform (TRG,23-001-2W-4)	J0014C004B	1					
<b>Rakitan Knee Raise</b>							
Rangka Kneeraise (TRG,23-001-4F-1)	J0014F001B	1					Rakitan Matras Knee Raise 4 menit 18 detik
Palang kneeraise (TRG,23-001-4F-2)	J0014F002B	1					
Engsel (TRG,23-001-4F-3)	J0014F003B	2					
Mattress platform (TRG,23-001-4F-4)	J0014F004B	1					
Rakt. pengangkat knee kanan (TRG,23-001-4F-5)	J0014FA00B	1		Rakitan pengangkat Kanan 2 menit 7 detik			
Pengangkat kneeraise (TRG,23-001-4F-5)	J0014FA01B	1					
Penguat pengangkat kneeraise	J0014FA02B	1					
Rakt. pengangkat knee kiri (TRG,23-001-4F-5)	J0014FB00B	1		Rakitan Pengangkat Kiri 2 menit 11 detik			
Pengangkat kneeraise (TRG,23-001-4F-5)	J0014FB01B	1					
Penguat pengangkat kneeraise	J0014FB02B	1					
<b>Rakitan Pengangkat</b>							
Rangka depan (TRG,23-001-RH-1)	J0014G001B	1					Rakitan Pengangkat Matras 6 menit 2 detik
Rangka Samping (TRG,23-001-RH-4)	J0014G002B	2					
Palang rangka pengungkit (TRG,23-001-RH-5)	J0014G003B	1					
Spacer plat pengangkat (TRG,23-001-RT-5C)	J0014G004B	4					
Sub rakt. pengungkit pendek	J0014GB00B	1		Rakitan Pengungkit Pendek 1 menit 32 detik			
Piat pengungkit (TRG,23-001-RH-2A)	J0014GA01B	2					
Pipa pengungkit pendek (TRG,23-001-RH-2B)	J0014GA02B	1					
Sub rakt. pengungkit panjang	J0014GA00B	1		Rakitan Pengungkit Panjang 1 menit 26 detik			
Piat pengungkit (TRG,23-001-RH-2A)	J0014GA01B	2					
Pipa pengungkit panjang (TRG,23-001-RH-3)	J0014GB01B	1					
Sub rakt. ensel pengangkat (TRG,23-001-RT-5)	J0014GC00B	2		Rakitan Engsel Pengangkat 2 menit 24 detik			
Engsel pengangkat (TRG,23-001-RH-6)	J0014GC01B	1					
Bush Engsel (TRG,23-001-RT-5B)	J0014GC02B	1					
<b>Rakitan Pengangkat Bawah</b>							
Rangka Samping (TRG,23-001-RT-1)	J0014H001B	2					Rakitan Pengangkat Bawah 4 menit 5 detik
Palang rangka (TRG,23-001-RT-2)	J0014H002B	1					
Piat pengungkit (TRG,23-001-RT-4A)	J0014H003B	2					
Bush pengungkit (TRG,23-001-RT-4B)	J0014H004B	2					
Sub rakt. ensel pengangkat (TRG,23-001-RT-5)	J0014GC00B	2		Rakitan Engsel Pengangkat 4 menit 5 detik			
Engsel pengangkat (TRG,23-001-RH-6)	J0014GC01B	2					
Bush Engsel (TRG,23-001-RT-5B)	J0014GC02B	4					
Spacer plat pengangkat (TRG,23-001-RT-5C)	J0014G004B	4					
<b>Rakitan Panel Side Guard</b>							
Rangka panel (TRG,23-001-FS-0A)	J0014I001B	1					Rakitan Panel Side Guard 5 menit 37 detik
Palang rangka panel (TRG,23-001-FS-0B)	J0014I002B	1					
Jeruji (TRG,23-001-FS-0C)	J0014I003B	2					
Dudukan rangka panel (TRG,23-001-FS-0D)	J0014I004B	2		Rakitan Dudukan Rangka Panel 2 menit 40 detik			
As dudukan panel	J0014I005B	2					



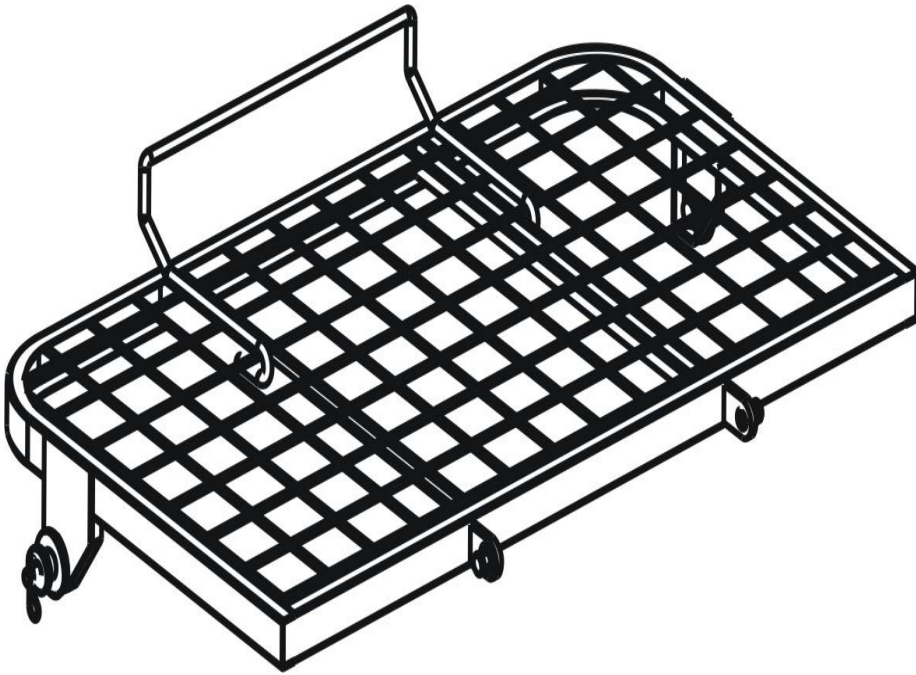
FRAME



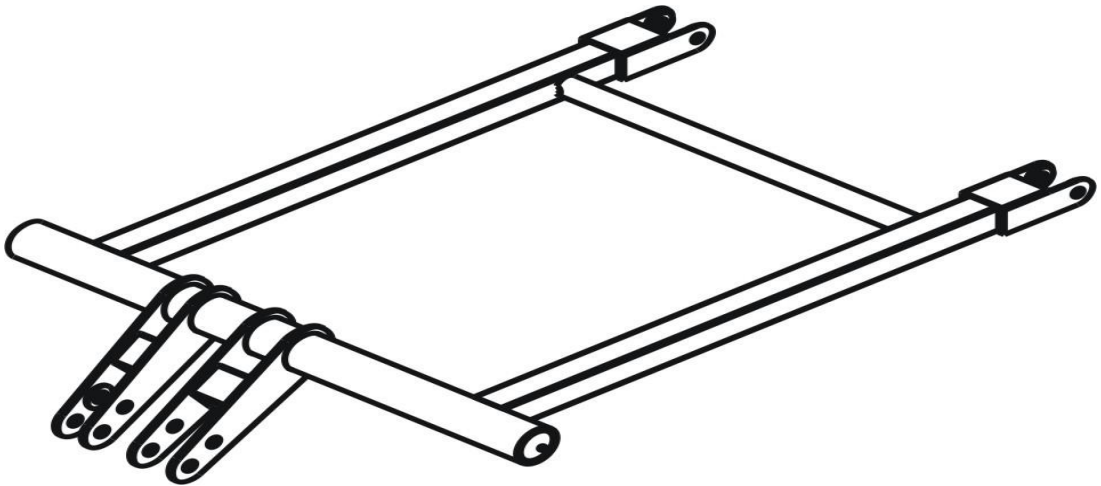
RAKITAN BACKRES



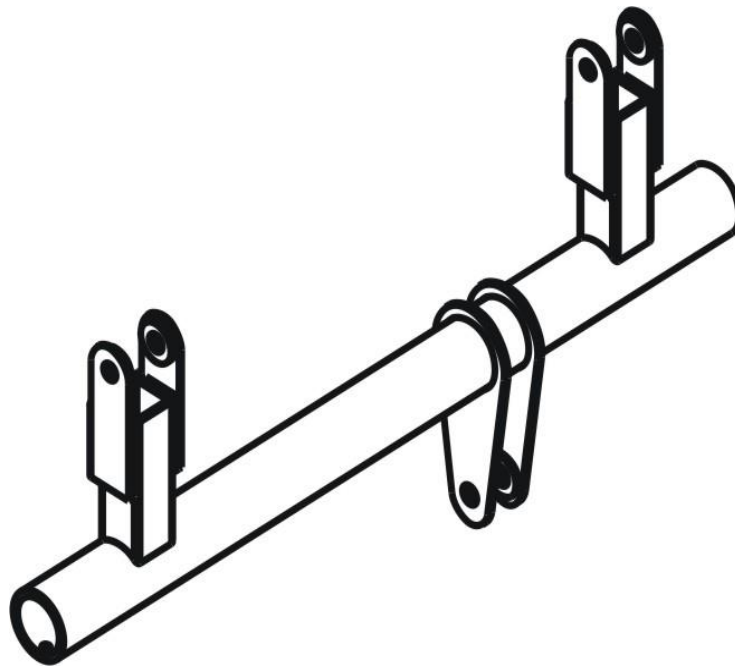
RAKITAN MATRAS TENGAH



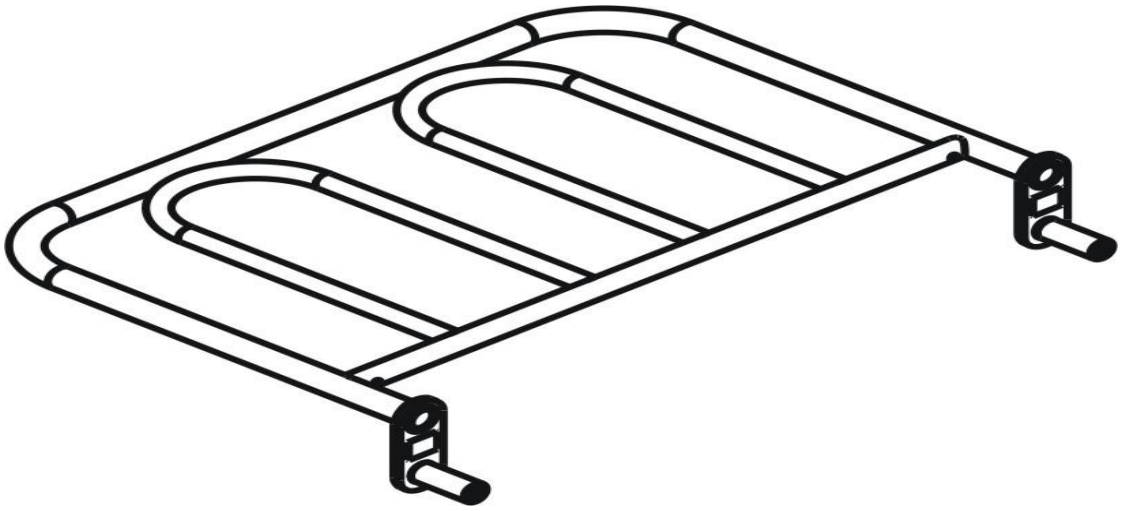
RAKITAN KNEREST



PENGANGKAT MATRAS



RAKITAN PENGANGKAT BAWAH



RAKITAN PANEL/SIDEGUARD

# Lintasan Produksi

