

TUGAS AKHIR

ANALISA METODE KERJA LINE ASSEMBLING UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS PRODUKSI DI PT. AMA

Diajukan Guna Melengkapi Sebagai Syarat
Dalam Mencapai Gelar Sarjana Strata 1 (S1)



Dibuat Oleh:

Nama : Arifin Maulana
NIM : 41615120082
Jurusan : Teknik Industri

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCUBUANA

JAKARTA

2017

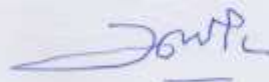
LEMBAR PENGESAHAN
Analisa Metode Kerja Line Assembling
Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi
Di PT.AMA



Disusun Oleh :

Nama : Arifin Maulana
NIM : 41615120082
Program Studi : Teknik Industri

Pembimbing,



Ir. Torik Husein, M.T.

Mengetahui,
Koordinator Tugas Akhir / Ketua Program Studi



DR. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini ,

Nama : Arifin Maulana
NIM : 41615120082
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Analisis Metode Kerja Line Assembling Untuk
Meningkatkan Kapasitas Produksi di PT.AMA

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis,



(Arifin Maulana)

ABSTRAK

Berdasarkan peramalan pemesanan produk PT.AMA pada bulan April 2017, order *frame chasis* kategori 2 PT.IAMI mengalami peningkatan sebesar 90% dari order bulan Maret 2017. Peningkatan order merupakan suatu hal yang perlu diantisipasi, apabila tidak diantisipasi, maka akan mengakibatkan beberapa gangguan antara lain, *delivery* yang tidak terkontrol, biaya operasional produksi akan bertambah seperti *overtime* akan tinggi dan *overhead* produksi. Waktu siklus lini *assembling frame chasis* PT.IAMI yang harus dicapai adalah 8 menit sedangkan waktu siklus aktual saat ini kurang lebih 11-12 menit, akibatnya waktu lembur perusahaan akan meningkat sebesar 51% pada bulan April 2017 dan bulan-bulan berikutnya. Sedangkan batas maksimal dari *overtime* yang diperbolehkan adalah 20% dari total jam kerja perbulan. Dengan kondisi order yang meningkat dan waktu lembur yang akan melebihi jika tidak dilakukan antisipasi, maka peningkatan kapasitas produksi harus dilakukan. Upaya peningkatan produksi tersebut dapat dilakukan dengan menurunkan waktu siklus saat ini sampai sama dengan waktu *takt time*. Metode perencanaan produksi yang digunakan untuk meningkatkan kapasitas produksi *line assembling* ini adalah dengan *line balancing* yang menggunakan metode RPW (*range positional weight*). Sehingga kapasitas pada lini produksi *assembling frame chasis* kategori 2 PT.IAMI dapat ditingkatkan sebesar 51.4% dari bulan Maret 2017 dan membuat *zero overtime*.

Kata Kunci : Lini *Assembling Frame Chasis* PT.IAMI, Peningkatan Order, Kapasitas, *Over time* , Metode *Line Balancing*, Metode *Range Positional Weight*

ABSTRACT

From the forecast order PT.AMA on April 2017, the order frame chasis of category 2 PT.IAMI is having an enchacement by 90% on March 2017. Enhancement of order itself is necessary to be anticipated. If this enhancement isn't be anticipated, it will result in some disturbances such as uncontrolled delivery, the operational cost of production will increase as overtime will be high and production overhead. The cycle time of assembling line which must be reached is around 8 minutes while the current actual cycle time is 11-12 minutes, this problem causing the enhancement of overtime by 51% on April 2017, while the limited amount of overtime is calculated by 20% from the total working hours a month. With the condition of increased order and overtime which will exceed if not anticipated, then the increase in production capacity should be done. Effort to increase production can be done by reducing the current cycle time to equal takttime. The Production planning method that will be used to increase drilling line capacity is Line Balancing using the Range Positional Weight method, So the capacity of the production assembling line category 2 chassis frame PT.IAMI can be increased about 51.4 % from the month of March and zero overtime.

Key word : Assembling Line Frame Chasis PT.IAMI, Order increase, Capacity, Overtime, Line Balancing Method, Range Positional Weight Method.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatu.

“Alhamdulillahirabbil'aalamin”, Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran ALLAH S.W.T yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul **“Analisa Metode Kerja Line Assembling Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi Di PT.AMA”**, Shalawat dan salam penulis haturkan kepada junjungan Nabi Muhammad S.A.W yang telah membawa umat manusia dari zaman ketidaktahuan sampai zaman berilmu pengetahuan seperti saat ini.

Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) di Universitas Mercubuana. Penulisan tugas akhir ini merupakan suatu bentuk pengembangan ilmu yang secara teoritis telah dipelajari dibangku perkuliahan terhadap masalah yang terjadi dilapangan dan sebagai bahan improvisasi untuk suatu problem.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyampaikan banyak ucapan terima kasih kepada pihak yang telah memberikan dukungan dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan antara lain kepada :

1. Kedua orang tua tersayang, kakak adik dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dan doan serta motivasi kepada penulis.
2. Bpk. Ir. Torik Husein, M.T selaku pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

3. Ibu Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Industri dan seluruh dosen beserta Staff Tata Usaha Universitas Mercu Buana.
4. Seluruh teman-teman Program Kelas Karyawan Teknik Industri yang telah memberikan dukungan, kerja sama, motivasi dan kebersamaan selama perkuliahan yang tidak akan pernah terlupakan.
5. Semua pihak yang telah mendoakan dan mendukung penulis, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa di dunia ini kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan sumbangan pikiran dari pembaca dalam bentuk kritik dan saran yang membangun agar kesalahan yang dilakukan dapat menjadi bahan evaluasi penulis pada masa yang akan datang.

Akhir kata penulis mengucapkan banyak terima kasih dan mohon maaf atas kesalahan dan kekhilafan dalam penulisan tugas akhir ini. Semoga semua dukungan, bantuan, doa serta bimbingan yang diberikan kepada penulis mendapat balasan pahala dari Allah SWT.

Jakarta, Desember 2017

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kapasitas	9
2.1.1. Hubungan kapasitas dengan beban	9
2.1.2. Menyeimbangkan kapasitas dengan beban	10
2.2 Pengukuran Waktu	12
2.2.1. Pengukuran waktu secara langsung	14
2.2.2. Pengukuran waktu secara tidak langsung	14
2.3 Pengukuran waktu dengan jam henti	15
2.3.1. Pengukuran waktu tiap elemen	16

2.3.2. Uji keseragaman data	17
2.3.3. Uji kecukupan data	18
2.3.4. Faktor penyesuaian	20
2.3.5. Faktor kelonggaran	24
2.4. Waktu Siklus	28
2.5. Waktu Normal	29
2.6. Waktu Standar	29
2.7. Uji Validitas	29
2.8. Uji Reabilitas	32
2.9. Line Balancing	33
2.9.1. Terminologi line balancing	36
2.9.2. Metode line balancing	39
2.9.3. Tujuan line balancing	40
2.9.4. Faktor yang mempengaruhi line balancing	40
2.9.5. Beberapa cara untuk mencapai keseimbangan....	41
2.10. Penelitian Dahulu	44

BAB III METODE PENELITIAN

3.1.	Tahapan penelitian	46
3.2.	Pengumpulan data	48
3.2.1.	Data primer	48
3.2.2.	Data sekunder	49
3.3.	Hasil dan Analisa	49
3.4.	Kesimpulan dan saran	51

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1.	Pengumpulan data	52
4.1.1.	Gambaran umum produk	52
4.1.2.	<i>Flow process frame chasis</i>	53
4.1.3.	<i>Layout lini assembling PT.AMA</i>	54
4.1.4.	Elemen kerja lini assembling	55
4.1.5.	Waktu kerja efektif	57
4.1.6.	<i>Data order frame chasis</i>	59
4.2.	Pengolahan data	60
4.2.1.	Faktor-faktor penyesuaian	60

4.2.2.	Faktor-faktor kelonggaran	61
4.2.3.	Pengujian keseragaman data	62
4.2.4.	Pengujian kecukupan data	64
4.2.5.	Perhitungan waktu normal	64
4.2.6.	Perhitungan waktu baku	65
4.2.7.	Uji Validitas	67
4.2.8.	Uji Reabilitas	69
4.2.9.	Perhitungan waktu <i>takt time</i>	69
4.2.10.	Perhitungan jumlah stasiun kerja	71
4.2.11.	Perhitungan kapasitas produksi	71
4.2.12.	Rancangan line balancing	73
4.2.13.	Penyusunan yamazumi chart	74
4.2.13.1.	Hasil rancangan line balancing	78
4.2.13.2.	Perhitungan kapasitas produksi setelah penelitian	85

BAB V HASIL DAN ANALISA

5.1.	Hasil	88
5.2.	Analisa	89

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan 93

6.2. Saran 93

DAFTAR PUSTAKA xi

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	<i>Grafik Order Frame Chasis</i>	2
Gambar 1.2.	<i>Frame Chasis Kategori 2</i>	2
Gambar 1.3.	<i>Grafik Order Frame Chasis</i>	3
Gambar 1.4.	<i>Monitoring Over Timer</i> Produksi	4
Gambar 3.1.	<i>Flow Chart</i> Penelitian	47
Gambar 4.1.	<i>Frame Chasis</i>	52
Gambar 4.2.	Bagian <i>Frame Chasis</i>	53
Gambar 4.3.	Diagra, <i>Flow Proses Lini Assembling</i>	54
Gambar 4.4.	<i>Layout Line Driling</i>	55
Gambar 4.5.	Peta Kontrol Elemen Kerja	63
Gambar 4.6.	<i>Yamazumi Chart Line Assembling</i>	74
Gambar 4.7.	<i>Grafik Loading Order</i> Bulanan (Tahun 2017)	77
Gambar 4.8.	<i>Yamazumi Chart</i> Hasil Perancangan <i>Balancing</i>	83
Gambar 4.9.	<i>Loading vs Capacity</i> Hasil Rancangan <i>Line Balancing</i>	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	<i>Performance Rating</i> dengan <i>Sistem Westinghouse</i>	22
Tabel 2.2.	Besarnya Kelonggaran Berdasarkan Faktor Yang Berpengaruh	25
Tabel 2.3.	Tabel r Validitas	31
Tabel 2.4.	Penelitian Terdahulu	44
Tabel 4.1.	Spesifikasi Umum Pekerja Operator	54
Tabel 4.2.	Elemen Kerja dan Urutannya	55
Tabel 4.3.	Total Waktu Efektif Per Hari	58
Tabel 4.4.	Total Waktu Kerja Ffektif Per Bulan (2017)	59
Tabel 4.5.	Data <i>Fix Order Frame Chasis</i>	59
Tabel 4.6.	Faktor – Faktor Penyesuaian	61
Tabel 4.7.	Faktor – Faktor Kelonggaran	62
Tabel 4.8.	Rangkuman Hasil Waktu Baku	65
Tabel 4.9.	Hasil Uji Validitas	67
Tabel 4.10.	Hasil Uji Reabilitas	69
Tabel 4.9.	<i>Rangking</i> Bobot Elemen Kerja	71
Tabel 4.11.	Hasil Alokasi Elemen Kerja Per Stasiun Kerja	78
Tabel 5.1.	Perbandingan Performasi	88
Tabel 5.2.	Perbandingan <i>Over Time</i> Sebelum dan Sesudah Rancangan.....	89
Tabel 5.3.	Resume Perencanaan Produksi Hasil Rancangan	92

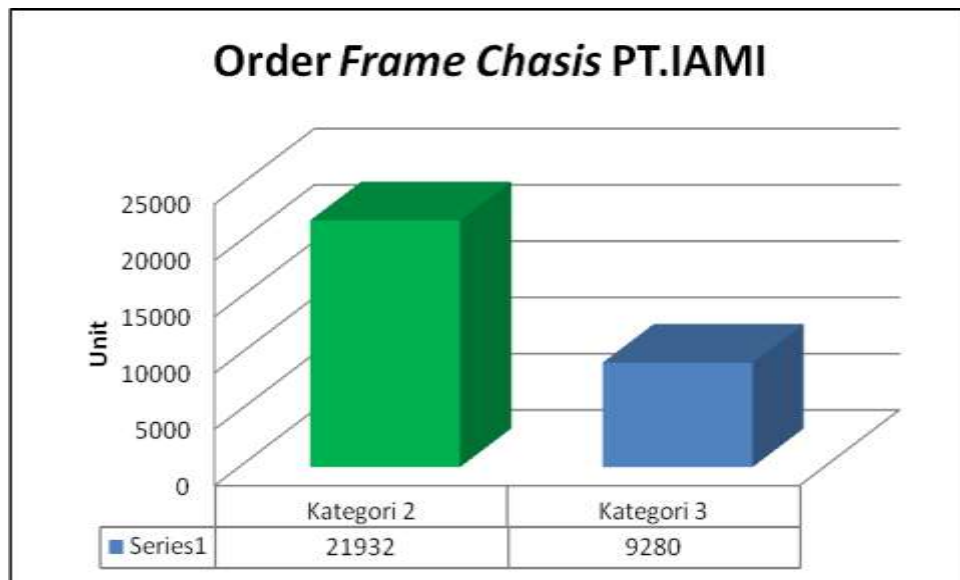
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan globalisasi sekarang ini sangat cepat dan mempengaruhi di segala bidang, yaitu teknologi, industri manufaktur, transportasi, komunikasi, dan ilmu pengetahuan. Perkembangan industri di bidang manufaktur dapat dilihat dengan penggunaan mesin yang semakin canggih baik dalam skala kecil, menengah maupun besar. Persaingan yang ketat antar industri manufaktur di bidang otomotif dan permintaan konsumen yang terus meningkat tiap tahunnya, membuat para pelaku industri otomotif harus mengeluarkan ide-ide inovatif dalam rangka meningkatkan pemanfaatan sumber daya yang tersedia seoptimal mungkin untuk menghasilkan tingkat produk semaksimal mungkin baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Tanpa mengurangi kualitas dari produk, para pelaku industri otomotif melakukan *cost reduction* mulai dari memodifikasi proses, urutan kerja dan *layout* serta menurunkan biaya *overtime* yang bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan yang diperoleh oleh perusahaan.

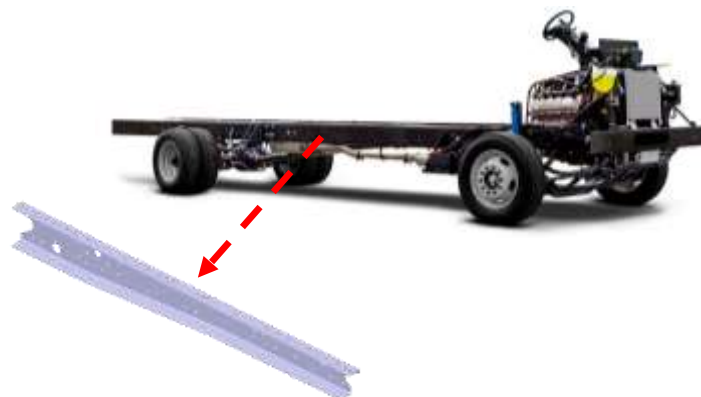
PT.AMA merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri otomotif. Perusahaan ini terletak di kawasan Pegangsaan Dua, Jakarta Utara. Adapun produk yang dihasilkan PT.AMA adalah *frame chassis* truk.



Gambar 1.1 Grafik *Order Frame Chassis* PT.IAMI Tahun 2017

(Sumber : *Departemen Production Planning* PT.AMA)

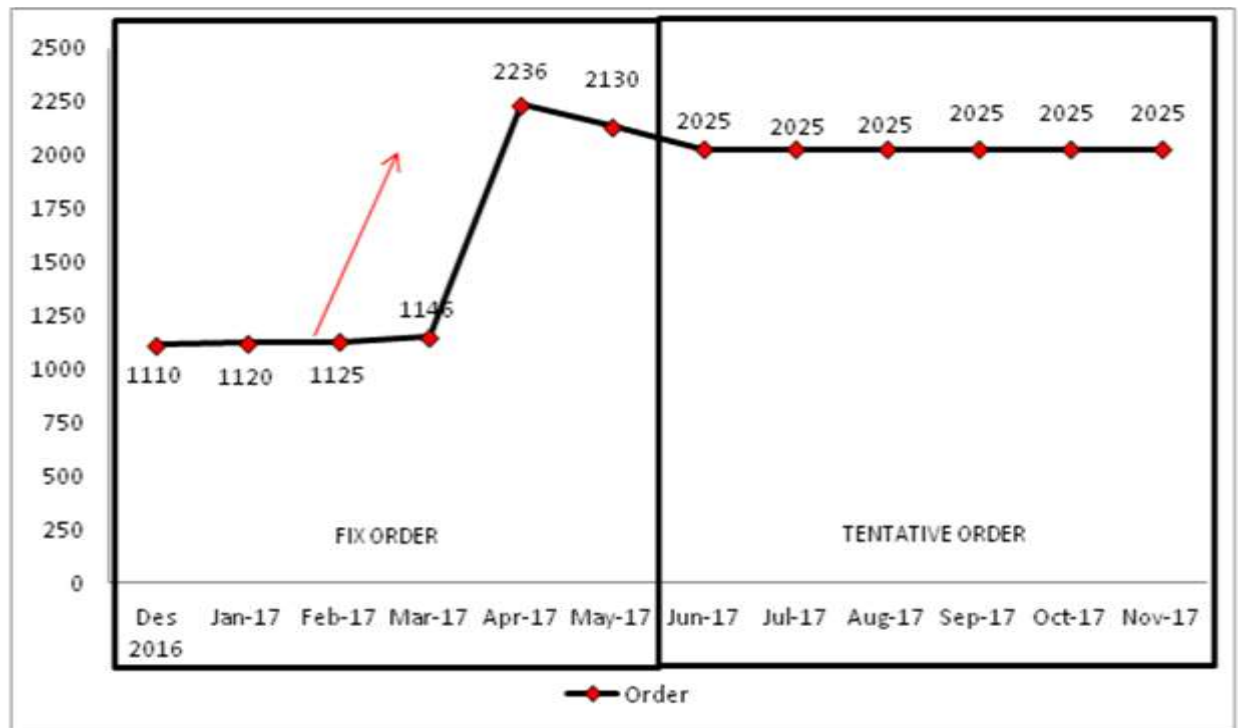
Frame chassis PT.IAMI memiliki 2 macam tipe yaitu kategori 2 (*small*) dan kategori 3 (*medium*). Tahun 2017, *Frame chassis* kategori dua memiliki *order* lebih banyak dari *frame chassis* kategori 3, sehingga dalam penelitian ini produk yang dibahas adalah tipe *frame chassis* category 2 (*small*).



Gambar 1.2 *Frame Chassis* Kategori 2 PT.IAMI

(Sumber : *Departemen Product Engineering* PT.AMA)

Produk ini (gambar 1.2) digunakan pada kendaraan roda empat dari PT. IAMI, salah satu Agen Tunggal Pemegang Merek (ATPM) yang berada di Indonesia.



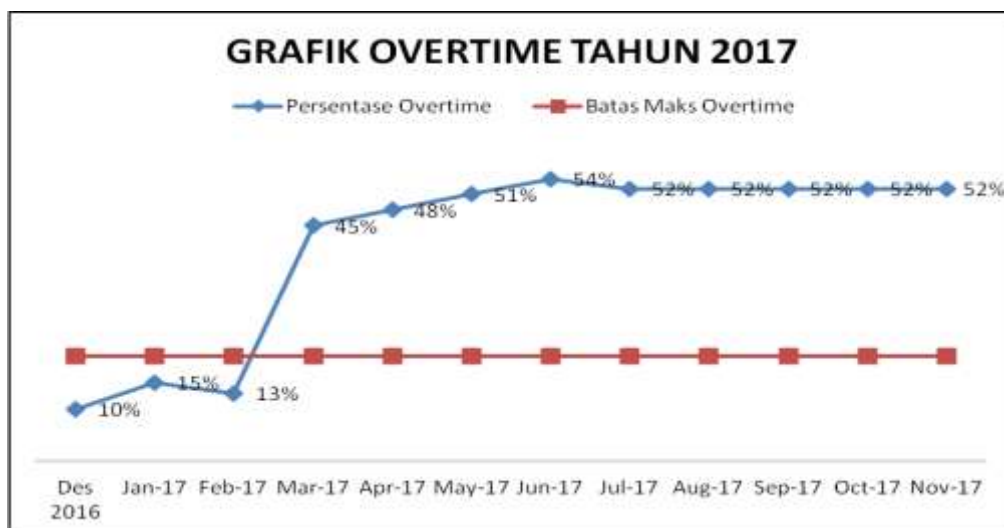
Gambar 1.3 Grafik *Order Frame Chassis* Kategori 2 PT.IAMI

(Sumber : *Departemen Production Planning* PT.AMA)

Order yang diterima oleh PT. AMA disebut *forecast order*. *Forecast order* dibagi menjadi 2 tahapan yakni *fixed order* dan *tentative order*. Sesuai kesepakatan kontrak antara perusahaan dengan *customer fixed order* akan di *update* setiap bulannya untuk tiga bulan berikutnya. Sedangkan *tentative order* adalah data *order* dari *customer* yang merupakan *forecast* atau target penjualan pada bulan tersebut. Dari data *forecast order* PT. IAMI (gambar 1.3), pada bulan Maret 2017 *order* frame chassis sebesar 1146 unit, mengalami peningkatan pada bulan April menjadi 2236 unit atau 95% dari *order* bulan Maret

2017. Pada bulan Mei sebanyak 2130 unit, Juni sebanyak 2025 unit dan seterusnya. Hal ini disebabkan oleh masuknya beberapa varian baru yang sebelumnya tidak di produksi di perusahaan ini.

Peningkatan *order* merupakan suatu hal yang perlu diantisipasi. Apabila tidak diantisipasi selain *delivery* yang tidak terkontrol, biaya operasional produksi akan bertambah seperti *overtime* tinggi, *overhead* produksi tinggi, dan lain-lain. Hal ini dikarenakan kapasitas terpasang perusahaan lebih kecil dibandingkan dengan jumlah *order* dari *customer* sehingga mengakibatkan target produksi tidak tercapai. Waktu siklus *line assembling frame chassis Isuzu* yang harus dicapai adalah 8 menit sedangkan waktu siklus aktual saat ini kurang lebih 11 - 12 menit. Hal ini terjadi dikarenakan belum adanya standarisasi kerja pada lini assembling tersebut. Dengan menggunakan waktu siklus sebesar 701 detik , perusahaan akan selalu memberlakukan *overtime* atau jam kerja lembur untuk memenuhi *order* dari *customer* pada bulan April 2017 dan bulan – bulan seterusnya .



Gambar 1.4 *Monitoring Over Time* Produksi *Line Assy* (PT.IAMI)

(Sumber : *Departmen Production Planning* PT.AMA)

Dari data *monitoring over time* produksi *line assembling* (gambar 1.4), *Overtime* produksi perusahaan akan meningkat pada beberapa bulan berikutnya apabila perusahaan masih menggunakan waktu siklus 701 detik per unit, dikarenakan jumlah *order* dari *customer* terus meningkat. Perusahaan memiliki kebijakan dalam memberlakukan *overtime*. Batas maksimal dari *overtime* yang digunakan adalah sebesar 20% dari total jam kerja per bulan. Hal ini harus benar-benar diperhatikan karena apabila kapasitas tidak ditingkatkan maka *overtime* akan lebih dari 20%.

Dengan kondisi *order* yang meningkat dan *overtime* yang telah melebihi dari kebijakan perusahaan, maka peningkatan kapasitas produksi harus dilakukan. Upaya peningkatan kapasitas produksi tersebut dapat dilakukan dengan menurunkan waktu siklus saat ini hingga sama dengan *takt time*. Salah satunya adalah dengan analisa metode kerja *line assembling* untuk melihat elemen kerja mana yang membuat waktu siklus pada lini tersebut lebih besar dari pada waktu *takt time*, dapat diketahui bahwa waktu siklus kondisi aktual sebesar 701 detik sedangkan *takt time* yang diinginkan sebesar 488 detik, hal ini harus dilakukan suatu perbaikan agar waktu siklus lini tersebut bisa dibawah waktu *takt time* yang diinginkan *customer*.

Waktu yang diizinkan untuk menyelesaikan elemen pekerjaan ditentukan oleh kecepatan lintasan perakitan. Semua stasiun kerja sedapat mungkin memiliki kecepatan produksi yang sama. Oleh sebab itu, dengan penambahan mesin *hand drill* harus pula dilakukan penyeimbangan lini yang ada. Kecepatan lintasan

tersebut ditentukan dari tingkat kapasitas, permintaan, serta waktu operasi terpanjang (Kusuma, 2007).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, maka dapat dirumuskan pokok persoalan dalam penelitian ini adalah

1. Apakah dengan meningkatkan kapasitas produksi akan memenuhi *demand customer* serta menjaga keseimbangan lini produksi *assembling* ?
2. Apakah dengan penambahan kapasitas produksi dapat membuat *overtime* tidak lebih dari 20% ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan penjelasan yang terdapat diatas, maka tujuan dari penulisan ini adalah :

1. Meningkatkan kapasitas produksi dengan analisa metode kerja *line assembling* untuk memenuhi *demand customer*
2. *Overtime* tidak lebih dari 20% dengan adanya peningkatan order .

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan untuk memfokuskan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Fokus penelitian adalah untuk produk *frame chassis* kategori 2 PT.IAMI dan pada lini *assembling* di PT. AMA
- b. Pengambilan data waktu siklus diambil dari bulan Maret – Juli 2017
- c. Asumsi-asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Tidak terdapat masalah dalam proses *supply part*.
2. Tidak terjadi kerusakan mesin / peralatan
3. Tidak terdapat masalah dalam *material handling*.
4. Tidak terdapat masalah pada bentuk dan kondisi part.

1.5 Sistematika Penulisan

Penyusunan penelitian ini mengikuti sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, pokok permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan

BAB II TINJUAN PUSATAKA

Bab ini memuat penjelasan tentang konsep-konsep dan teori-teori yang digunakan sebagai landasan memecahkan masalah dalam penelitian, yaitu Metode *Line Balancing*.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini merupakan kerangka dalam memecahkan suatu masalah, serta penjelasan secara garis besar bagaimana langkah pemecahan persoalan dengan metode yang digunakan.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini disajikan data hasil penelitian yang diperoleh dari perusahaan dan akan diproses serta diolah lebih lanjut sebagai dasar pembahasan masalah.

BAB V HASIL DAN ANALISA

Bab ini berisikan pembahasan terhadap hasil pengolahan data untuk memperoleh penyelesaian dari masalah yang ada.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang hasil pokok atau kesimpulan dan saran dari pembahasan terhadap data yang telah diolah untuk pengembangan selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kapitas

Kapasitas mengukur kemampuan dari suatu fasilitas produksi untuk mencapai jumlah kerja tertentu dalam periode waktu tertentu dan merupakan fungsi dari banyaknya sumber – sumber yang tersedia, seperti : peralatan, mesin, operator, ruang dan jadwal kerja. Kapasitas merupakan tingkat output yang dapat dicapai dengan spesifikasi produk, *product mix*, tenaga kerja, dan peralatan yang ada sekarang berkaitan dengan setiap *work center*¹.

2.1.1 Hubungan Kapasitas dengan Beban

Melalui identifikasi overloads atau underloads, jika ada, tindakan perencanaan kembali (replanning) dapat dilakukan untuk menghilangkan kondisi tersebut guna mencapai keseimbangan antara beban dan kapasitas.

Pada dasarnya terdapat tiga metode pengukuran kapasitas, yaitu :

1. *Theoretical Capacity* merupakan kapasitas maksimum yang mungkin dari sistem manufakturing yang didasarkan pada asumsi mengenai adanya kondisi ideal seperti tiga shift per hari, tujuh hari per minggu, tidak ada downtime mesin, dll. Teori ini diukur berdasarkan jam kerja yang tersedia untuk melakukan pekerjaan tanpa suatu kesempatan untuk berhenti atau beristirahat.

¹ . Hendra Kusuma, Manajemen Produksi, Edisi ketiga, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2007 hal 99

2. *Demonstrated Capacity* merupakan tingkat output yang dapat diharapkan berdasarkan pada pengalaman yang mengukur produksi secara aktual dari pusat kerja di waktu lalu yang biasanya diukur menggunakan angka rata-rata berdasarkan beban kerja normal. Sebagai contoh: jika suatu pusat kerja menghasilkan rata-rata 650 unit per periode kerja, sedangkan jam kerja standar adalah 0.2 jam per unit produk, maka *demonstrated capacity* dihitung sebagai : $650 \text{ unit/periode} \times 0.2 \text{ jam standar / unit} = 130 \text{ jam standar / periode waktu}$.
3. *Rated Capacity* diukur berdasarkan penyesuaian kapasitas teoritis dengan faktor produktivitas yang telah ditentukan oleh *demonstrated capacity*. Dihitung melalui pengandaan waktu kerja yang tersedia dengan faktor utilisasi dan efisiensi. (Waktu yang tersedia per periode waktu \times utilisasi \times efisiensi)

2.1.2 Menyeimbangkan Kapasitas dan Beban

Berikut adalah lima tindakan dasar yang mungkin diambil apabila terjadi perbedaan (ketidakseimbangan) antara kapasitas yang ada dan beban yang dibutuhkan. Tindakan ini dapat dilakukan secara sendiri atau dalam berbagai bentuk kombinasi yang disesuaikan dengan situasi dan kondisi aktual dari perusahaan industri manufaktur itu².

² *Ibid* hal. 103

1. Meningkatkan kapasitas

- Menambah extra shift
- Menjadwalkan lembur (overtime) atau bekerja di akhir pekan
- Menambah peralatan atau *man power*
- Subkontrak

2. Mengurangi Kapasitas

- Menghilangkan shift atau mengurangi panjang dari shift
- Reassign personal temporary (JIT menyarankan penggunaan waktu ini untuk investasi dalam pendidikan tenaga kerja atau melakukan perawatan terhadap peralatan dan fasilitas)

3. Meningkatkan Beban

- Mengeluarkan pesanan lebih awal dari yang dijadwalkan
- Meningkatkan ukuran *lot*
- Meningkatkan MPS
- Membuat item yang dalam keadaan normal item itu dibeli atau disubkontrakkan

4. Menurangi Beban

- Subkontrakkan pekerjaan ke pemasok luar
- Mengurangi ukuran lot
- Mengurangi MPS
- Menahan pekerjaan dalam pengendalian produksi
- Meningkatkan waktu tunggu penyerahan

5. Mendistribusikan Kembali Beban (*Redistributing Load*)

- Menggunakan alternate work center
- Menggunakan alternate routings
- Menyesuaikan tanggal mulai operasi ke depan atau ke belakang (lebih awal atau lebih lambat)
- Menahan beberapa pekerjaan dalam pengendalian produksi untuk memperlambat pengeluaran pesanan manufakturing
- Memperbaiki MPS

2.2 Pengukuran Waktu

Pengukuran waktu adalah teknik pengukuran kerja untuk mencatat jangka waktu dan perbandingan kerja mengenai unsur pekerjaan tertentu yang dilaksanakan dalam keadaan tertentu pula, serta untuk menganalisa keterangan tersebut sehingga diperoleh waktu yang diperlukan untuk pelaksanaan pekerjaan tersebut pada tingkat prestasi tertentu.

Dalam pengukuran waktu, 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.

Salah satu kriteria 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 yaitu³ :

1. Penentuan jadwal dan perencanaan kerja
2. Penentuan biaya standard 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 tenaga kerja langsung.
6. Penentuan waktu standar yang digunakan sebagai dasar untuk upah tenaga kerja tidak langsung.
7. Penentuan waktu standar yang digunakan sebagai dasar untuk pengawasan biaya tenaga kerja.

Secara garis besar, teknik pengukuran waktu kerja dapat dibagi ke dalam dua bagian yaitu:

1. Pengukuran waktu secara langsung
2. Pengukuran waktu secara tidak langsung

³ Purnomo, H, Pengantar Teknik Industri, Edisi Kedua, Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu, 2004

2.2.1 Pengukuran Waktu Secara Langsung

Pengukuran waktu dilakukan secara langsung di tempat pekerjaan yang diukur dijalankan. Yang termasuk pengukuran waktu secara langsung adalah cara pengukuran kerja dengan menggunakan jam henti (*stopwatch*) dan sampling kerja. Studi waktu dengan jam henti dilakukan dengan cara mengamati dan menganalisa suatu kegiatan atau operasi dengan cara mencatat waktu yang diperlukan dari mulai sampai selesainya suatu operasi.

Pengukuran dengan sampling pekerjaan dilakukan dengan cara mengambil sampel dari suatu kelompok operator yang akan dihitung waktunya, pengamatan dilakukan secara acak dengan bantuan table random. Pada waktu pengamatan dicatat apakah operator sedang bekerja atau tidak. Dari hasil pengamatan dibuat persentase operator produktif. Waktu standar didapat dengan cara membagi waktu kerja produktif dengan jumlah produk yang dihasilkan⁴.

2.2.2 Pengukuran Waktu Secara Tidak Langsung

Pengukuran waktu dilakukan tanpa harus berada di tempat pekerjaan yang sedang amati. Untuk menentukan waktu standar dari suatu operasi, kita harus membagi operasi menjadi elemen-elemen kegiatan misalnya mengambil material, memotong, membersihkan dan lain sebagainya. Pengukuran waktu dilakukan dengan melihat atau membaca tabel-tabel yang tersedia dari elemen-elemen gerakan.

⁴ Sritomo Wignjosoebroto, Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu (Guna Widya), 2008, hal 172

2.3 Pengukuran Waktu Kerja dengan Jam Henti

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti diperkenalkan pertama kali oleh F. W. Taylor sekitar abad 19 yang lalu. Metode ini sangat baik diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang (*repetitive*). Dari hasil pengukuran maka akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan yang mana waktu ini akan dipergunakan sebagai standar menyelesaikan pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama. Pengukuran kerja ini dilakukan dengan langkah-langkah yang dimulai dengan pengambilan sejumlah pengamatan kerja dengan *stop watch* untuk setiap elemen kegiatan, menetapkan *rating factor* dan *allowance* dari kegiatan yang dilakukan operator, melakukan uji keseragaman data dan kecukupan data. Dalam penelitian ini, dalam melakukan pengujian keseragaman dan kecukupan data digunakan tingkat kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian 5%. Secara garis besar langkah-langkah untuk pelaksanaan pengukuran waktu kerja dengan jam henti ini dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Definisi pekerjaan yang akan diteliti untuk diukur waktunya dan beritahukan maksud dan tujuan pengukuran ini kepada pekerja yang dipilih untuk diamati dan *supervisor* yang ada.
2. Catat semua informasi yang berkaitan erat dengan penyelesaian pekerjaan seperti *layout*, karakteristik/spesifikasi mesin atau peralatan kerja lain yang digunakan, dan lain-lain.
- 3 Bagi operasi kerja dalam elemen-elemen kerja sedetail-detailnya, tapi masih dalam batas-batas kemudahan untuk pengukuran waktunya.

4. Amati ukur dan catat waktu yang dibutuhkan oleh operator untuk menyelesaikan elemen-elemen kerja tersebut.
5. Tetapkan jumlah siklus kerja yang harus diukur dan dicatat. Teliti apakah jumlah siklus kerja yang dilaksanakan ini sudah memenuhi syarat atau tidak. Test pula keseragaman data yang diperoleh .
6. Tetapkan *rate of performance* dari operator saat melaksanakan aktivitas kerja yang diukur dan dicatat waktunya tersebut.
7. Sesuaikan waktu pengamatan berdasarkan *performance* yang ditunjukkan oleh operator tersebut sehingga akhirnya akan diperoleh waktu kerja normal.
8. Tetapkan waktu longgar (*allowance time*) guna memberikan fleksibilitas. Waktu longgar yang akan diberi ini guna menghadapi kondisi-kondisi seperti kebutuhan personil yang bersifat pribadi, faktor kelelahan, keterlambatan material dan lain-lainnya.
9. Tetapkan waktu kerja baku (*standard time*) yaitu jumlah total antara waktu normal dan waktu longgar.

2.3.1 Pengukuran Waktu Tiap Elemen Kerja

Pengukuran elemen kerja dilakukan dengan jam henti (*stop watch*).

Pengukuran dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu :

1. Cara kontinyu, dimana pengukuran dilakukan dengan memulai gerakan jarum jam henti pada permulaan pengerjaan elemen kerja yang pertama dan jarum jam tetap bergerak selama pengamatan berjalan.

2. Cara berulang, dimana pengukuran dilakukan dengan menggerakkan jarum jam henti pada saat elemen kerja pertama mulai berjalan dan dihentikan pada saat elemen kerja tersebut berhenti. Waktu dicatat dan jarum jam henti dikembalikan lagi ke posisi nol untuk melakukan pengukuran selanjutnya.
3. Cara akumulatif, dimana pengukuran dilakukan dengan menggunakan dua buah jam henti yang dipasang bersama didekat papan pengamatan dan dihubungkan sedemikian rupa sehingga ketika jarum jam henti pertama bergerak, jarum jam henti kedua akan berhenti. Demikian pula sebaliknya.

2.3.2 Uji Keseragaman Data

Untuk memastikan bahwa data yang berkumpul berasal dari sistem yang sama, maka dilakukan pengujian terhadap keseragaman data. Sebagai contoh, pada suatu hari seorang operator malam harinya tidak tidur semalaman. Dibandingkan dengan hari-hari sebelumnya, data yang terkumpul pada hari itu akan jelas berbeda. Untuk itu diperlukan pengujian keseragaman data untuk memisahkan data yang memiliki karakteristik yang berbeda. Adapun rumus yang digunakan dalam pengujian keseragaman data untuk stop watch adalah sebagai berikut :

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N-1}} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$BKA = \bar{x} + k\sigma \dots\dots\dots(2.3)$$

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

$$\dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

\bar{x} = Nilai rata-rata

BKA = Batas kontrol atas

BKB = Batas kontrol bawah

σ = Standar deviasi

k = Tingkat keyakinan

= 99 %

= 95 %

2.3.3 Uji Kecukupan Data

Aktivitas pengukuran kerja merupakan proses *sampling*, semakin besar jumlah siklus kerja yang diamati, maka akan mendekati kebenaran terhadap data waktu yang diperoleh. Karena adanya keterbatasan waktu untuk melakukan *sampling* maka diperlukan suatu cara untuk menentukan jumlah *sampling* yang cukup memadai untuk digunakan dalam menentukan waktu baku dari proses. Hal inilah dilakukan pengujian kecukupan data, bahwa data yang telah dikumpulkan

cukup secara objektif. Pengujian kecukupan data dilakukan dengan berpedoman pada konsep statistik yaitu derajat ketelitian dan tingkat keyakinan/kepercayaan. Derajat ketelitian dan keyakinan adalah mencerminkan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur setelah memutuskan untuk tidak akan melakukan pengukuran dalam jumlah yang banyak. Didalam aktivitas pengukuran kerja biasanya akan diambil 95%, kemudian derajat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Tingkat keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan pengukur akan ketelitian data waktu yang telah diamati dan dikumpulkan, sehingga digunakan rumus untuk mencari jumlah data yang diperlukan⁵.

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{\sum N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

N' = jumlah observasi yang diperlukan

N = jumlah observasi actual yang dilakukan

k = tingkat keyakinan, 99% = 3 , 95% = 2

s = Derajat ketelitian

Jika $N' < N$ maka jumlah observasi aktual yang dilakukan dianggap cukup.

⁵ Sritomo Wignjosebroto, Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu (Guna Widya), 2008, hal 43

2.3.4 Faktor Penyesuaian

Setelah data memenuhi syarat dengan data yang seragam dan cukup, data tersebut kemudian dirumuskan dengan faktor penyesuaian, karena kegiatan kecepatan atau tempo kerja operator pada saat pengukuran tidak selamanya dalam kondisi wajar, ketidakwajaran dapat terjadi karena operator kurang bersungguhsungguh, terjadi kesulitan-kesulitan sehingga menjadi lamban dalam bekerja. Bila hal tersebut terjadi maka pengukur harus menormalkan waktu tersebut dengan melakukan penyesuaian. Penyesuaian dilakukan dengan mengalikan waktu siklus rata-rata atau waktu elemen rata-rata dengan suatu harga p yang disebut faktor penyesuaian. Bila operator bekerja di atas normal (terlalu cepat), maka harga $p > 1$. Bila operator dipandang bekerja di bawah normal, maka harga $p < 1$. Bila operator bekerja dengan wajar maka harga $p = 1$.

Metode-metode untuk menentukan faktor penyesuaian yaitu:

1. Penyesuaian dengan *Westinghouse System*

Metode *Westinghouse* dikemukakan oleh Lowry, Maynard dan Stegemarten. Mereka berpendapat bahwa ada empat faktor yang menyebabkan kewajaran dan ketidakwajaran dalam bekerja, yaitu keterampilan, usaha, kondisi dan konsistensi. Setiap faktor terbagi dalam kelas-kelas dengan nilainya masing-masing.

- Keterampilan

Didefinisikan sebagai kemampuan mengikuti cara kerja yang ditetapkan. Secara psikologis, keterampilan merupakan *attitude* pekerja untuk pekerjaan yang bersangkutan.

- Usaha

Adalah kesungguhan yang ditunjukkan oleh operator ketika melaksanakan pekerjaannya. Faktor penyesuaian ini juga dibagi menjadi enam kelas usaha dengan cirinya masing-masing.

- Kondisi kerja

Adalah kondisi fisik lingkungan yang merupakan sesuatu hal diluar operator, yang diterima operator apa adanya oleh operator tanpa banyakkemampuan merubahnya. Faktor ini sering disebut sebagai faktor manajemen, karena pihak inilah yang dapat merubah dan memperbaikinya.

- Konsistensi

Faktor ini perlu diperhatikan karena pernyataan bahwa pada setiap pengukuran angka-angka yang dicatat tidak pernah sama. Untuk kondisi seperti ini, pengamat diperlukannya keakurasian yang lebih cermat dalam mengambil waktu pengukuran. Dan seperti yang telah disebutkan diatas bahwa mendominasi menyebabkan kewajaran dan ketidakwajaran dalam bekerja⁶.

2. *Synthetic Rating*

Dikembangkan oleh Morrow, *synthetic rating* mengevaluasi kecepatan operator dari nilai waktu gerakan yang sudah ditetapkan terlebih dahulu.

⁶ *Ibid* hal. 48

Tabel 2.1 *Performance Rating dengan Sistem Westinghouse*

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Keterampilan	<i>Superfast</i>	A1	+ 0,15
		A2	+ 0,13
	<i>Excelent</i>	B1	+ 0,11
		B2	+ 0,08
Usaha	<i>Good</i>	C1	+ 0,06
		C2	+ 0,03
	<i>Average</i>	D	0,00
		<i>Fair</i>	E1
	E2		- 0,10
	<i>Poor</i>	F1	- 0,16
F2		- 0,22	
Usaha	<i>Excessive</i>	A1	+ 0,13
		A2	+ 0,12
	<i>Excellent</i>	B1	+ 0,10
		B2	+ 0,08
	<i>Good</i>	C1	+ 0,05
		C2	+ 0,02
	<i>Average</i>	D	0,00
		<i>Fair</i>	E1
	E2		- 0,08
	<i>Poor</i>	F1	- 0,12
F2		- 0,17	
Kondisi Kerja	<i>Ideal</i>	A	+ 0,06
	<i>Excellent</i>	B	+ 0,04
	<i>Good</i>	C	+ 0,02
	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Fair</i>	E	- 0,03
	<i>Poor</i>	F	- 0,07
Konsistensi	<i>Perfect</i>	A	+ 0,04
	<i>Excellent</i>	B	+ 0,03
	<i>Good</i>	C	+ 0,01
	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Fair</i>	E	- 0,02
	<i>Poor</i>	F	- 0,04

(Sumber : Wignjosoebroto, 2008, hal.198)

3. *Speed Rating*

Sistem ini mengevaluasi performansi dengan mempertimbangkan tingkat keterampilan persatuan waktu saja.

4. *Objective Rating*

Dikembangkan oleh Munder dan Danner, metode ini tidak hanya menentukan kecepatan aktivitas, tetapi juga mempertimbangkan tingkat kesulitan pekerjaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kesulitan pekerjaan adalah jumlah anggota badan yang digunakan, pedal, kaki, penggunaan kedua tangan, koordinasi mata dengan tangan, penanganan dan bobot.

5. *Skill and Report Rating*

6. *Physiological Evolution of Performance Level*

2.3.5 Faktor Kelonggaran

Dalam menghitung waktu standar perlu memasukkan faktor kelonggaran. Faktor kelonggaran merupakan faktor koreksi yang harus diberikan kepada waktu kerja operator yang dalam melakukan pekerjaannya sering terganggu oleh pada hal - hal yang tidak diinginkan namun bersifat ilmiah, sehingga waktu penyelesaian menjadi lebih panjang atau lama. Faktor kelonggaran dibagi menjadi tiga yaitu:

1. Kelonggaran untuk keperluan pribadi (*personal allowance*), *Allowance* disini diberikan untuk hal-hal yang bersifat pribadi, misalnya pergi ke kamar kecil dan mengambil botol minuman dari tempat yang telah disediakan.
2. Kelonggaran untuk melepaskan lelah (*fatigue allowance*), *Allowance* disini diberikan untuk pekerja mengembalikan kondisi akibat kelelahan

dalam bekerja. Kelelahan tercermin antara lain dari menurunnya hasil produksi, bila rasa *fatigue* ini berlangsung terus menerus maka akan terjadi *fatigue total*, yaitu anggota badan dari operator tidak dapat melakukan gerakan kerja sama sekali. Oleh sebab itu dengan diberikan faktor ini operator dapat mengatur kecepatan kerjanya sehingga lambatnya gerakan-gerakan kerja ditunjukkan untuk menghilangkan rasa *fatigue* tersebut.

3. Kelonggaran karena ada hambatan-hambatan yang tidak terduga (*unavoidable delay allowance*). *Allowance* ini diberikan untuk berjaga-jaga, seperti :

- Meminta petunjuk dan saran dari bagian departemen kualitas.
- Mengambil *jig*, alat khusus, dan bahan khusus dari gudang.
- Memperbaiki kerusakan dan kemacetan kecil.
- Melakukan penyesuaian-penyesuaian pada mesin, dll.

Tabel 2.2 Besarnya Kelonggaran Berdasarkan Faktor yang Berpengaruh

FAKTOR	CONTOH PEKERJAAN		KELONGGARAN (%)	
			Pria	Wanita
A. Tenaga yang dikeluarkan	Ekuivalen Bahan (kg)			
1. Dapat diabaikan	Bekerja di meja, duduk	Tanpa beban	0,0 - 6,0	0,0 - 6,0
2. Sangat ringan	Bekerja di meja, berdiri	0,00 - 2,25	6,0 - 7,5	6,0 - 7,5
3. Ringan	Menyekop, ringan	2,25-9,00	7,5 - 12,00	7,5 - 12,00
4. Sedang	Mencangkul	9,00 - 18,00	12,0 - 19,0	12,0 - 19,0
5. Berat	Mengayun pahu berat	19,00 - 27,00	19,0 - 30,0	
6. Sangat berat	Memanggul beban	27,00 - 50,00	30,0 - 50,0	
7. Luar biasa berat	Memanggul karung berat	Diatas 50 kg		

FAKTOR	CONTOH PEKERJAAN	KELONGGARAN (%)
B. Sikap Kerja		
1. Duduk	Bekerja duduk, ringan	0,0 - 1,0
2. Berdiri di atas kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki	1,0 - 2,5
3. Berdiri di atas satu kaki	Saatu kaki mengerjakan alat kontrol	2,5 - 4,0
4. Berbaring	Pada bagian sisi, belakang atau depan badan	2,5 - 4,0
5. Membungkuk	Badan dibungkukkan bertumpu pada dua kaki	4,0 - 10,0
C. Gerakan Kerja		
1. Normal	Ayunan bebas dari palu	0
2. Agak terbatas	Ayunan terbatas dari palu	0,0 - 5,0
3. Sulit	Membawa beban berat pada satu tangan	0,0 - 5,0
4. Pada anggota-anggota badan terbatas	Bekerja dengan tangan diatas kepala	5,0 - 10,0
5. Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja di lorong pertambangan yang sempit	10,0 - 15,0

D. Kelelahan Mata		Pencapaian	
		Baik	Buruk
1. Pandangan yang terputus – putus	Membaca alat ukur	0,0 - 6,0	0,0 - 6,0
2. Pandangan yang hampir terus menerus	Pekerjaan - pekerjaan yang teliti	6,0 - 7,5	6,0 - 7,5
3. Pandangan terus menerus dengan fokus berubah - ubah	Memeriksa cacat pada kain	7,5 - 12,0	7,5 - 16,0
4. Pandangan terus menerus dengan fokus tetap	Pemeriksaan yang teliti	12,0 - 19,0	16,0 - 19,0

E. Keadaan Atmosfir		
1. Baik	Ruangan yang berventilasi baik	0
2. Cukup	Ventilasi kurang baik	0,0 - 5,0
3. Kurang baik	Adanya debu-debu beracun, atau tidak beracun tetapi banyak	0,0 - 5,0
4. Buruk	Adanya bau-bauan yang berbahaya yang mengharuskan menggunakan alat-alat pernafasan	5,0 - 10,0
F. Keadaan Lingkungan yang Baik		
1. Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah		0
2. Siklus kerja berulang-ulang antara 5 - 10 detik		0,0 - 1,0
3. Siklus kerja berulang-ulang antara 0 - 5 detik		1,0 - 3,0
4. Sangat bising		0,0 - 5,0
5. Jika faktor-faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas		0,0 - 5,0
6. terasa adanya getaran pada lantai		5,0 - 10,0
7. Keadaan-keadaan yang luar biasa (bunyi,kebersihan, dll)		5,0 - 15,0

(Sumber : Sutaalaksana et al, 1979, hal.151-153)

2.4 Waktu Siklus

Waktu siklus adalah waktu penyelesaian satu satuan produksi mulai dari bahan baku atau mulai diproses di tempat kerja yang bersangkutan. Rumus yang digunakan adalah:

$$W_s = \frac{\sum X_i}{N} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

N = jumlah pengukuran

Xi = nilai aktual teramati

2.5 Waktu Normal

Waktu normal didapatkan dari rata-rata waktu pengamatan dikalikan dengan *performance rating*, rumus sebagai berikut:

$$W_n = \bar{x} \times (1 + \text{performance rating}) \dots\dots\dots(2.7)$$

2.6 Waktu Standar

Waktu standar adalah waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, dengan memperhitungkan waktu kelonggaran sesuai dengan situasi dan kondisi pekerjaan yang harus diselesaikan tersebut .Waktu standar dihitung sebagai berikut :

$$W_s = W_n \times (1 + \text{allowance}) \dots\dots\dots(2.8)$$

2.7 Uji Validitas

Validitas adalah tingkat keandalan dan kesahihan alat ukur yang digunakan. Instrumen dikatakan valid berarti menunjukkan alat ukur yang digunakan untuk mendapat data tersebut valid atau dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur (Sugiono, 2004:137). Dengan demikian, instrument yang valid merupakan instrumen yang benar-benar tepat untuk mengukur apa yang hendak diukur.

Proses mengukur validitas faktor tersebut adalah dengan cara menghubungkan atau mengkorelasikan antara skor faktor (penjumlahan dari semua item dalam satu faktor) dengan skor total faktor (total keseluruhan dari faktor).

Uji validitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah validitas konstruk (*Construct validity*). Menurut Jack R. Fraenkel (dalam Siregar 2010:163) Validitas konstruk merupakan yang terluas cakupannya dibanding dengan validitas lainnya, karena melibatkan banyak prosedur termasuk validitas isi dan validitas kriteria. Uji validitas digunakan rumus korelasi Product Moment sebagai berikut :

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

Keterangan :

r_{xy} = koefisien korelasi

n = jumlah responden

$\sum y$ = jumlah skor total

$\sum x$ = jumlah skor item

$\sum x^2$ = jumlah kuadrat skor item

$\sum y^2$ = jumlah kuadrat skor total

$\sum xy$ = total perkalian skor item dan total

Nilai r kemudian di konsultasikan dengan r_{tabel} (r_{kritis}). Bila r_{hitung} dari rumus diatas lebih besar dari r_{tabel} maka butir tersebut valid, dan sebaliknya.

Tabel 2.3. Tabel r

n	Taraf Signifikan		n	Taraf Signifikan		n	Taraf Signifikan	
	5%	1%		5%	1%		5%	1%
3	0,997	0,999	27	0,381	0,487	55	0,266	0,345
4	0,950	0,990	28	0,374	0,478	60	0,254	0,330
5	0,878	0,959	29	0,367	0,470	65	0,244	0,317
6	0,811	0,917	30	0,361	0,463	70	0,235	0,306
7	0,754	0,874	31	0,355	0,456	75	0,227	0,296
8	0,707	0,834	32	0,349	0,449	80	0,220	0,286
9	0,666	0,798	33	0,344	0,442	85	0,213	0,278
10	0,632	0,765	34	0,339	0,436	90	0,207	0,270
11	0,602	0,735	35	0,334	0,430	95	0,202	0,263
12	0,576	0,708	36	0,329	0,424	10	0,195	0,256
13	0,553	0,684	37	0,325	0,418	12	0,176	0,230
14	0,532	0,661	38	0,320	0,413	15	0,159	0,210
15	0,514	0,641	39	0,316	0,408	17	0,148	0,194
16	0,497	0,623	40	0,312	0,403	20	0,138	0,181
17	0,482	0,606	41	0,308	0,398	30	0,113	0,148
18	0,468	0,590	42	0,304	0,393	40	0,098	0,128
19	0,456	0,575	43	0,301	0,389	50	0,088	0,115
20	0,444	0,561	44	0,297	0,384	60	0,080	0,105
21	0,433	0,549	45	0,294	0,380	700	0,074	0,097
22	0,423	0,537	46	0,291	0,376	800	0,070	0,091
23	0,413	0,526	47	0,288	0,372	900	0,065	0,086
24	0,404	0,515	48	0,284	0,368	000	0,062	0,081
25	0,396	0,505	49	0,281	0,364			
26	0,388	0,496	50	0,279	0,361			

2.8 Uji Reabilitas

Reabilitas diterjemahkan dari kata *reability* yang berarti hal yang dapat dipercaya. Sebuah tes dikatakan mempunyai reabilitas yang tinggi jika data tersebut memberikan hasil yang tetap walaupun diberikan pada waktu yang berbeda kepada responden yang sama. Hasil tes yang tetap atau seandainya berubah maka perubahan itu tidak signifikan maka tes tersebut dikatakan reliable. Oleh karena itu reabilitas sering disebut dengan keterpercayaan, keterandalan, konsistensi, kestabilan, dan sebagainya. Reliabilitas menyangkut masalah ketepatan alat ukur, ketepatan ini dapat dinilai dengan analisa statistic untuk mengetahui alat ukur. Reabilitas lebih mudah dimengerti dengan memperhatikan aspek pemantapan, ketepatan, dan homogenitas. Suatu instrument dianggap realibel apabila instrument tersebut dapat dipercaya sebagai alat ukur data penelitian. (Fred. N kerlinger, 1973). Rumus *Cronbach's Alpha* yang digunakan dalam rumus, adalah sebagai berikut :

$$r_{11} = \left[\frac{K}{(K - 1)} \right] \left[1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sum \sigma_t^2} \right]$$

Keterangan :

r_{11} = reliabilitas instrumen

K = banyaknya butir instrumen

$\sum \sigma_b^2$ = jumlah varians butir

$\sum \sigma_t^2$ = varians total

Penentuan kategori dari validitas instrumen yang mengacu pada pengklasifikasian validitas, sebagai berikut :

- a) $0,80 < r_{11} \leq 1,00$, reliabilitas sangat tinggi
- b) $0,60 < r_{11} \leq 0,80$, reliabilitas tinggi
- c) $0,40 < r_{11} \leq 0,60$, reliabilitas sedang
- d) $0,20 < r_{11} \leq 0,40$, reliabilitas rendah
- e) $-1,00 < r_{11} \leq 0,20$, reliabilitas sangat rendah (tidak reliable)

2.9 *Line Balancing*

Menurut Gaspersz (2004), *line balancing* merupakan penyeimbangan penugasan elemen-elemen tugas dari suatu *assembly line* ke *work station* untuk meminimumkan banyaknya *work station* dan meminimumkan total harga *idle time* pada semua stasiun untuk tingkat output tertentu. Dalam penyeimbangan tugas ini, kebutuhan waktu per unit produk yang di spesifikasikan untuk setiap tugas dan hubungan sekuensial harus dipertimbangkan.

Menurut Purnomo (2004), *line balancing* merupakan sekelompok orang atau mesin yang melakukan tugas-tugas sekuensial dalam merakit suatu produk yang diberikan kepada masing-masing sumber daya secara seimbang dalam setiap lintasan produksi, sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi di setiap stasiun kerja. *Line balancing* adalah suatu penugasan sejumlah pekerjaan ke dalam stasiun-stasiun kerja yang saling berkaitan dalam satu lintasan atau lini produksi. Stasiun kerja tersebut memiliki waktu yang tidak melebihi waktu siklus dan stasiun kerja. Fungsi dari *Line balancing* adalah membuat suatu lintasan yang seimbang.

Tujuan Utama dari penggunaan metode *line balancing* adalah untuk mengurangi atau meminimumkan waktu tunggu (*delay time*) yang menyebabkan

adanya waktu menganggur bagi operator pada lintasan produksi. Line Balancing merupakan penyeimbangan penugasan elemen-elemen tugas dari suatu assembly line ke work stations untuk meminimumkan banyaknya *work station* dan meminimumkan total harga idle time pada semua stasiun untuk tingkat output tertentu. Dalam penyeimbangan tugas ini, kebutuhan waktu per unit produk yang dispesifikasikan untuk setiap tugas dan hubungan sekuensial harus dipertimbangkan.

Stasiun kerja tersebut memiliki waktu yang tidak melebihi waktu siklus dan stasiun kerja. Fungsi dari Line balancing adalah membuat suatu lintasan yang seimbang. Tujuan pokok dari penyeimbangan lintasan adalah meminimumkan waktu menganggur (idle time) pada lintasan yang ditentukan oleh operasi yang paling lambat.

Manajemen industri dalam menyelesaikan masalah line balancing harus mengetahui tentang metode kerja, peralatan-peralatan, mesin-mesin, dan personil yang digunakan dalam VI-2 proses kerja. Data yang diperlukan adalah informasi tentang waktu yang dibutuhkan untuk setiap assembly line dan precedence relationship. Aktivitas-aktivitas yang merupakan susunan dan urutan dari berbagai tugas yang perlu dilakukan, manajemen industri perlu menetapkan tingkat produksi per hari yang disesuaikan dengan tingkat permintaan total, kemudian membaginya ke dalam waktu produktif yang tersedia per hari. Hasil ini adalah cycle time yang merupakan waktu dari produk yang tersedia pada setiap stasiun kerja (work station). Hubungan atau saling keterkaitan antara satu pekerjaan

dengan pekerjaan lainnya digambarkan dalam suatu diagram yang disebut precedence diagram atau diagram pendahuluan.

Dalam suatu perusahaan yang memiliki tipe produksi massal, yang melibatkan sejumlah besar komponen yang harus dirakit, perencanaan produksi memegang peranan yang penting dalam membuat penjadwalan produksi (production schedule) terutama dalam masalah pengaturan operasi-operasi atau penugasan kerja yang harus dilakukan. Keseimbangan lini sangat penting karena akan menentukan aspek-aspek lain dalam sistem produksi dalam jangka waktu yang cukup lama. Beberapa aspek yang terpengaruh antara lain biaya, keuntungan, tenaga kerja, peralatan, dan sebagainya. Keseimbangan lini ini digunakan untuk mendapatkan lintasan perakitan yang memenuhi tingkat produksi tertentu. Demikian penyeimbangan lini harus dilakukan dengan metode yang tepat sehingga menghasilkan keluaran berupa keseimbangan lini yang terbaik. Tujuan akhir pada line balancing adalah memaksimalkan kecepatan di tiap stasiun kerja sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi di tiap stasiun

Kriteria umum keseimbangan lintasan produksi adalah memaksimalkan efisiensi atau meminimumkan *balance delay*. Tujuan perencanaan keseimbangan lintasan adalah mendistribusikan unit-unit kerja pada setiap stasiun kerja agar waktu menganggur dapat ditekan seminimal mungkin sehingga pemanfaatan operator dapat digunakan semaksimal mungkin⁷.

⁷ Hendra Kusuma, Manajemen Produksi, Edisi ketiga, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2007 hal 173

2.9.1 Terminologi *Line Balancing*

1. Elemen kerja, adalah pekerjaan yang harus dilakukan dalam suatu kegiatan perakitan.
 2. Waktu Operasi (t), adalah waktu standar untuk menyelesaikan suatu operasi.
 3. Stasiun kerja, adalah lokasi-lokasi tempat elemen kerja di kerjakan.
- Setelah menentukan interval waktu siklus, maka jumlah stasiun kerja yang efisien dapat ditetapkan dengan rumus berikut:

$$K_{min} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{CT} \dots\dots\dots(2.9)$$

Di mana:

t_i : waktu operasi / elemen ($i=1,2,3,\dots,n$)

CT : waktu siklus

n : jumlah elemen

K_{min} : jumlah stasiun kerja minimal

4. Waktu Siklus / *Cycle Time* (CT), merupakan waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk pada satu stasiun. Apabila waktu produksi dan target produksi telah ditentukan, maka waktu siklus dapat diketahui dari hasil bagi waktu produksi dan target produksi. Dalam mendesain keseimbangan lintasan produksi untuk sejumlah produksi tertentu, waktu siklus harus sama atau lebih besar dari waktu operasi terbesar yang merupakan penyebab terjadinya *bottle neck* (kemacetan) dan waktu siklus juga harus sama atau lebih kecil dari jam kerja efektif per hari dibagi dari jumlah produksi per hari, yang secara matematis dinyatakan sebagai berikut.

$$t_{i_{\max}} \leq CT \leq \frac{P}{Q} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

$t_{i_{\max}}$: waktu operasi terbesar pada lintasan

CT : waktu siklus (*cycle time*)

P : jam kerja efektif per hari

Q : jumlah produksi per hari

5. Waktu Stasiun Kerja (ST), adalah waktu yang dibutuhkan oleh sebuah stasiun kerja untuk mengerjakan semua elemen kerja yang didistribusikan pada stasiun kerja tersebut.

6. *Delay Time / Idle Time*, adalah selisih antara CT dengan ST . *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. *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*.

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

1. Efisiensi Lintasan

Efisiensi lintasan adalah rasio antara waktu yang digunakan dengan waktu yang tersedia. Berkaitan dengan waktu yang tersedia, lintasan akan mencapai keseimbangan apabila setiap stasiun kerja mempunyai waktu yang sama. Setelah

diseimbangkan, maka dalam lintasan perakitan bebentuk stasiun kerja yang terhubung secara seri. Pendistribusian elemen kerja yang ada membentuk stasiun kerja dilakukan berdasarkan waktu siklus. Rumus untuk menentukan efisiensi lintasan perakitan setelah proses keseimbangan lintasan adalah sebagai berikut.

$$Eff = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{CT \times N} \times 100\% \dots\dots\dots(2.11)$$

Di mana:

t_i : waktu operasi

n : jumlah stasiun kerja

CT : waktu siklus

2. *Balance Delay*

Balance delay adalah rasio antara waktu *idle* dalam lintasan perakitan dengan waktu yang tersedia. Rumus yang digunakan untuk menentukan *balance delay* lini perakitan adalah sebagai berikut.

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

Di mana:

N : jumlah stasiun kerja

CT : waktu siklus

$\sum T_i$: jumlah waktu operasi dari semua operasi

T_i : waktu operasi

BD : Balance Delay

3. Indeks Penghalusan (*Smoothing Index / SI*)

Adalah suatu indeks yang mempunyai kelancaran relatif dari penyeimbang lintasan perakitan tertentu. Formula yang digunakan untuk menentukan besarnya SI adalah sebagai berikut.

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^n (Sti_{\max} - Sti)^2} \dots\dots\dots(2.13)$$

Di mana:

STi max: waktu maksimum di stasiun

STi : waktu stasiun di stasiun kerja ke-i

Nilai minimum dari *smoothing index* adalah 0, yang menandakan bahwa masing-masing stasiun kerja memiliki waktu proses yang sama.

2.9.2 Metode *Line Balancing*

Untuk menyeimbangkan lintasan perakitan secara garis besar metode yang digunakan adalah Metode *Helgeson-Birnie*, nama yang lebih populer dari metode ini adalah metode bobot posisi peringkat (*Rank Positional Weight*). Metode ini sesuai dengan namanya dikemukakan oleh Helgeson dan Birnie. Langkah-langkah dalam metode ini adalah sebagai berikut⁸ :

1. Buatlah *predence* diagram.
2. Tentukan posisi peringkat (*positional weight*) untuk setiap elemen kerja (sebuah posisi peringkat sebuah operasi berhubungan pada waktu alur terpanjang dari awal operasi hingga akhir jaringan).

⁸ Armand Hakim Nasution, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Edisi Pertama, ITS, 2003 Hal. 152

3. Urutkan elemen-elemen kerja berdasarkan posisi peringkat pada langkah nomor 2. Elemen kerja dengan posisi peringkat paling tinggi diurutkan paling pertama.
4. Proses penempatan elemen-elemen kerja pada stasiun kerja, dimana elemen kerja dengan posisi peringkat dan urutan paling tinggi yang ditempatkan pertama.
5. Jika pada stasiun kerja ada sisa waktu setelah menempatkan sebuah operasi, tempatkan operasi dengan urutan selanjutnya pada stasiun kerja, sepanjang operasi tidak melanggar hubungan precedence, waktu stasiun kerja tidak melebihi waktu siklus.
6. Ulangi langkah 4 dan 5 sampai semua elemen kerja ditempatkan pada stasiun kerja.

2.9.3 Tujuan *Line Balancing*

Dengan adanya persamaan kapasitas untuk setiap stasiun yang berbeda maka hasil yang diharapkan dari proses line balancing adalah :

1. Menghindari penumpukan barang dalam proses pada suatu bagian produksi.
2. Menghindari penganguran pada bagian produksi lainnya.
3. Mendapatkan efisien sistem yang cukup tinggi.
4. Memenuhi rencana produksi yang telah ditetapkan.

2.9.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi *Line Balancing*

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat keseimbangan pada lini produksi, yaitu :

1. Keterlambatan bahan baku
2. Terjadinya kerusakan mesin
3. Bertumpuknya barang dalam proses pada tingkat proses tertentu
4. Kondisi mesin yang sudah tua
5. Kelemahan dalam merencanakan kapasitas mesin
6. Kualitas tenaga kerja yang kurang baik
7. Tata letak yang kurang baik

2.9.5 Berapa Cara untuk Mencapai Keseimbangan Lintasan

Terdapat beberapa cara yang dapat ditempuh untuk mencapai keseimbangan lini produksi, yaitu⁹ :

1. Penumpukan material

Cara ini mungkin merupakan cara yang paling mudah bila dibandingkan dengan cara yang lainnya, yaitu dengan membuat tumpukan material di daerah kerja yang lambat. Dan pada area ini harus dilakukan kerja lembur atau menambah pekerja. Sehingga cara ini bukanlah cara yang terbaik, karena penumpukan sejumlah besar material akan mengakibatkan pemborosan ruangan.

2. Pergerakan Operator

Cara ini dilakukan bila seorang operator mempunyai waktu operasi yang lebih singkat dari pada operator lainnya, sehingga operator tersebut dapat menangani lebih dari satu operasi.

3. Pemecahan Elemen Kerja

⁹ ibid hal.180

Cara ini dilakukan bila suatu operasi membutuhkan waktu yang lebih singkat dari pada waktu operasi pada stasiun kerja lainnya. Cara ini biasanya paling umum digunakan pada penyeimbang operasi-operasi perakitan, karena biasanya operasi-operasi pada perakitan mudah dibagi-bagi sehingga diperoleh keseimbangan yang tinggi dengan sedikit waktu menganggur.

4. Perbaiki Informasi

Dengan cara ini dilakukan perbaikan metode kerja pada operasi yang lebih lambat dibandingkan operasi lainnya, dan juga memerlukan waktu *set-up* yang lebih lama. Dengan studi kerja akan dihasilkan cara yang lebih baik untuk melakukan pekerjaan dan akan mengurangi waktu kerja yang dibutuhkan.

5. Perbaiki Performansi Operator

Selain perbaikan metode kerja, penyeimbangan dapat dilakukan melalui penggantian operator dengan operator lain yang dapat bekerja lebih baik atau lebih cepat. Selain itu diberikan bonus tambahan apabila operator tersebut dapat bekerja sama cepatnya dengan yang lainnya dan memberikan latihan.

6. Pengelompokan Operasi

Penyeimbangan dengan cara ini ialah dengan mengelompokkan beberapa operasi atau elemen kerja ke dalam stasiun-stasiun kerja secara seimbang, sehingga setiap stasiun kerja memiliki waktu kerja yang sama.

7. Mengubah Kecepatan Mesin

Bila suatu operasi atau sebuah mesin yang bekerja lambat dapat ditingkatkan agar setingkat dengan kecepatan operasi lainnya, maka masalah keseimbangan mudah teratasi.

8. Aneka Produk atau Kombinasi Lintasan

Kadang-kadang ada kemungkinan untuk mengelompokkan barang-barang yang serupa dan memproduksi barang-barang tersebut dengan kombinasi lintasan. Secara teori, waktu menganggur mesin pada suatu produk dapat digunakan untuk membuat produk lainnya

2.10 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.4. Penelitian Terdahulu

NO	Judul	Tahun	Penulis	Kesimpulan
1	Peoducivity improvement based line balancing :a case study of pasteurized milk manufacturer	2015	Chueprasert, M. And Ongkunaruk P.	Effisiensi pada pabrik susu tidak lebih dari 70%,dikarenakan adanya waktu tunggu yg terlalu tinggi.
2	Assembly line balancing to minimize balancing loss and system loss	2010	D. Roy , D Khan	Masalah dari assembling line balancing berkaitan dengan pendistribusian kegiatan antar workstation.
3	Assembling Line Balancing Problem Of Sewing Lines in Garment Industry	2014	James C. Chen	Makalah ini menggunakan pengelompokan algoritma genetika (GGA) untuk memecahkan tipe I ALBP dengan tingkat keterampilan kerja yang berbeda dalam menjahit
4	Manufacturing in Flow Shop and Assembly Line Structure	2016	W. Grzecha	Struktur khusus produk modular memberikan tantangan dan peluang untuk mendesain operasional jalur perakitan
5	Integrating Assembly Planning and Line Balancing Using Precedence Diagram	2009	Bushar Basheer Abdulhasan	perencanaan perakitan merupakan langkah mendasar dalam pengoperasian sistem manufaktur yang melibatkan perakitan

6	Assembly Line Production Improvement by Optimalization of Cycle Time	2014	Sandip K. Kumbhar. Niranjana M,R. Sanjay T.Satpute	Pasar dipengaruhi oleh beragam kebutuhan pelanggan, yang menuntut kualitas lebih tinggi, waktu pengiriman lebih pendek, tingkat layanan pelanggan yang lebih tinggi dan harga yang lebih rendah
7	Analisa keseimbangan lintasan untuk meningkatkan kapasitas produksi dengan pendekatan line balancing dan simulasi	2013	Vickri Fiesta daelima , Evi Febianti, Muhammad Adha Ilham	Kapasitas produksi berbanding terbalik dengan dengan waktu siklus,dimana semakin kecil waktu siklus maka akan semakin besar woutput yang dihasilkan
8	Peningkatan Produktifitas Tenaga Kerja Area Produksi Assy Air Celaner di PT. Astra Otoparts Divisi Adiwira Plastik	2013	Willy Adi Widjaja, Jani Rahardjo	Standar UPH yang ditetapkan oleh perusahaan terlalu kecil sehingga berdampak pada <i>loading time</i> , maka perlu dilakukan perbaikan untuk memenuhi waktu silus sesuai target <i>takt time</i> .

Pada tabel diatas merupakan beberapa jurnal terkait penelitain ini, untuk mengembangkan penelitain berdasarkan jurnal diatas dapat menggunakan beberapa metode salah satunya metode *yamazumi chart* untuk melihat beban kerja antara *man power* dan metode RPW untuk memecah elemen kerja berdasarkan bobot nilai yang dihitung.

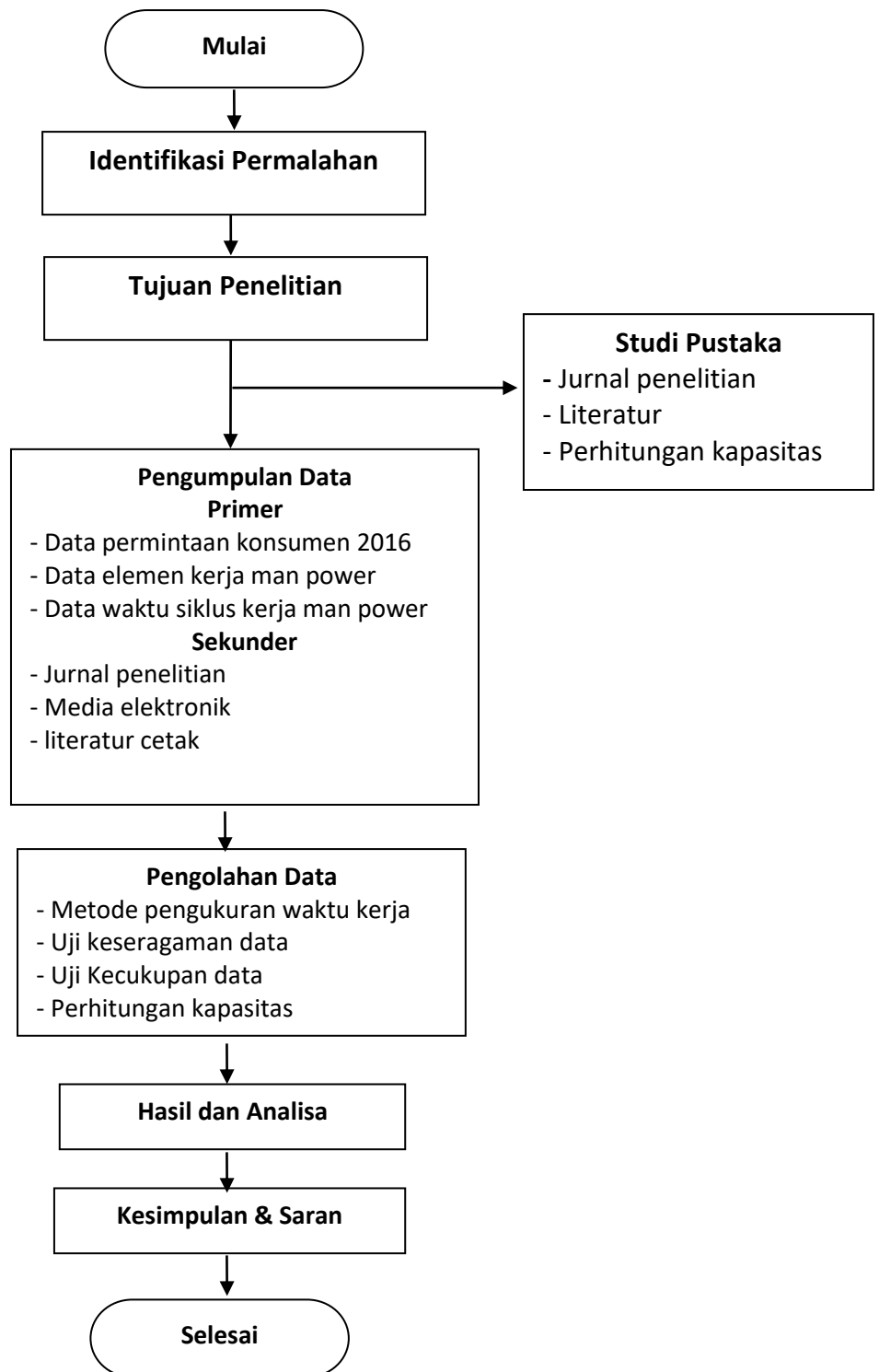
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian adalah proses mempelajari, memahami, menganalisa, serta memecahkan masalah berdasarkan fenomena yang ada dan juga merupakan rangkaian proses yang panjang dan terkait secara sistematis.

Penelitian yang baik dan terarah akan menghasilkan kesimpulan yang baik pula. Agar penelitian berjalan dengan baik dan terarah, maka diperlukan kerangka penelitian yang didalamnya berisi suatu deskripsi dari langkah-langkah yang harus dilakukan dalam melakukan penelitian, mulai dari tahap awal yaitu identifikasi dan perumusan masalah sampai tahap akhir kesimpulan. Dapat kita lihat langkah langkah yang dilakukan dalam penelitian ini ke dalam *Flowchart* seperti yang dibawah ini



Gambar 3.1

Flow Chart Penelitian

Pada penelitian ini diperlukan beberapa tahapan, dimana tahap pertama diawali dari studi pendahuluan untuk mengetahui real permasalahan yang terjadi di lini *assembling frame chassis* kategori 2 *PT.IAMI*. Tujuan dari studi pendahuluan ini adalah untuk mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan yang akan dijadikan bahan penelitian

3.2 Pengumpulan Data

Dalam tahapan ini, dilakukan pengumpulan data. Sumber data penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder .

3.2.1 Data Primer

Data primer dikumpulkan dengan melakukan pertemuan dengan pihak - pihak terkait yang digunakan untuk pengolahan data perencanaan produksi, metode yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Observasi lapangan. Studi ini dilakukan untuk mendapatkan data flow proses part, stasiun kerja, elemen kerja, waktu siklus, stasiun kerja, serta jumlah operator pada lini *assembling frame chassis* kategori 2.
- Wawancara. Data yang telah dikumpulkan akan di review kembali dengan pihak – pihak terkait yaitu supervisor. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi kesalahan data yang telah dikumpulkan melalui metode observasi lapangan.
- *Brainstorming* (diskusi). Metode ini dilakukan untuk melakukan analisis terhadap ketidakseimbangan lintasan serta penanggulangannya. Diskusi ini melibatkan beberapa departemen terkait seperti departemen produksi,

- departemen PPIC, departemen maintenance, dan departemen *engineering* dari level supervisor hingga manager.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dengan melakukan :

- Tinjauan dokumen laporan produksi lini *assembling* berupa data jumlah *order* bulanan *frame chassis* PT.IAMI dan data waktu kerja efektif bulanan lini *assembling frame chassis* PT.IAMI
- Studi literatur untuk mendapatkan teori-teori yang mendukung penelitian. Dalam melakukan penelitian ini, dilakukan studi pustaka terhadap beberapa sumber yang berhubungan dengan penelitian yang sedang dilakukan. Studi pustaka didapat dari buku-buku teks, jurnal, serta artikel dari internet dan lain sebagainya agar mendapatkan wawasan yang lebih baik untuk mengenali permasalahan yang ada.

3.3 Hasil dan Analisa

Tahap pengolahan data dan analisis, yaitu tahapan dimana data yang telah terkumpul diolah dan dianalisis. Tahap ini terdiri dari :

1. Perhitungan waktu standar lintasan perakitan
 - Pengujian keseragaman (rumus 2.1 sampai dengan 2.4)
 - Pengujian kecukupan data (rumus 2.5)
 - Perhitungan waktu siklus (rumus 2.6)
 - Perhitungan waktu normal (rumus 2.7)

- Perhitungan waktu standar (rumus 2.8)
2. Pembentukan rancangan keseimbangan lintasan (*Line Balancing*)
 - Membuat *predence* diagram.
 - Menentukan posisi peringkat (*positional weight*) untuk setiap elemen kerja (sebuah posisi peringkat sebuah operasi berhubungan pada waktu alur terpanjang dari awal operasi hingga akhir jaringan).
 - Mengurutkan elemen-elemen kerja berdasarkan posisi peringkat pada langkah nomor 2. Elemen kerja dengan posisi peringkat paling tinggi diurutkan paling pertama.
 - Melakukan proses penempatan elemen-elemen kerja pada stasiun kerja, dimana elemen kerja dengan posisi peringkat dan urutan paling tinggi yang ditempatkan pertama.
 - Jika pada stasiun kerja ada sisa waktu setelah menempatkan sebuah operasi, tempatkan operasi dengan urutan selanjutnya pada stasiun kerja, sepanjang operasi tidak melanggar hubungan *precedence*, waktu stasiun kerja tidak melebihi waktu siklus.
 - Mengulang langkah 4 dan 5 sampai semua elemen kerja ditempatkan pada stasiun kerja.
 3. Analisis hasil rancangan *line balancing* , Perhitungan efisiensi, *balance delay*, sebelum *line balancing* (rumus 2.11 – 2.13)

4. Analisis perbandingan kondisi sebelum dan setelah *line balancing* terkait dengan pemenuhan (kapasitas produksi meningkat) dan penurunan jumlah *overtime* per bulan.

3.4 Kesimpulan dan Saran

Penulisan ini akan di tutup dengan kesimpulan yang berisi tentang jawaban atas permasalahan yang ada. Kesimpulan ini berdasarkan atas pengolahan data dan analisis, maka akan diketahui hasil dari aktivitas perbaikan ini. Saran diberikan untuk masukan yang ditujukan terhadap kekurangan yang terjadi pada penulisan tugas akhir ini.

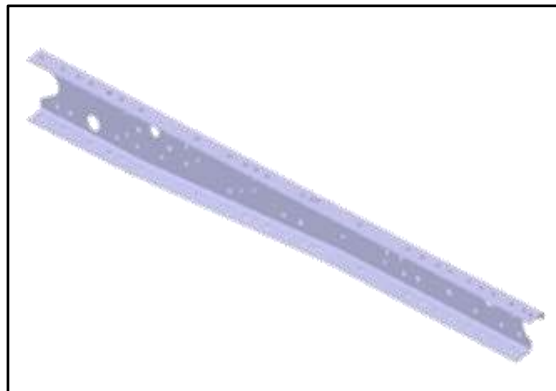
BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

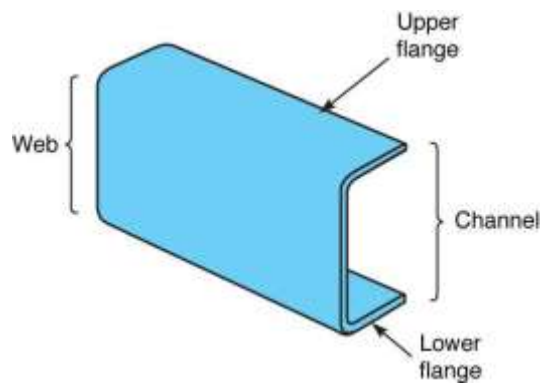
4.1.1. Gambaran Umum Produk

PT.AMA merupakan anak perusahaan dari *Astra Otoparts* yang bergerak dalam bidang usaha industri komponen otomotif yaitu *frame chasis*. *Frame chasis* adalah sebuah rangka pada kendaraan yang berfungsi menopang seluruh komponen kendaraan, dan menjadi dasar bagi sebuah kendaraan. Fungsi lain dari *frame chasis* adalah mentransfer beban vertikal dan lateral, yang disebabkan oleh beban muatan pada kendaraan yang kemudian diteruskan ke suspensi dan dua sumbu roda.



Gambar 4.1 *Frame Chassis*
(Sumber : Departemen *Engineering*)

Adapun bagian – bagian *frame chasis* terdiri dari bagian web, flange upper, dan flange lower (gambar 4.2)



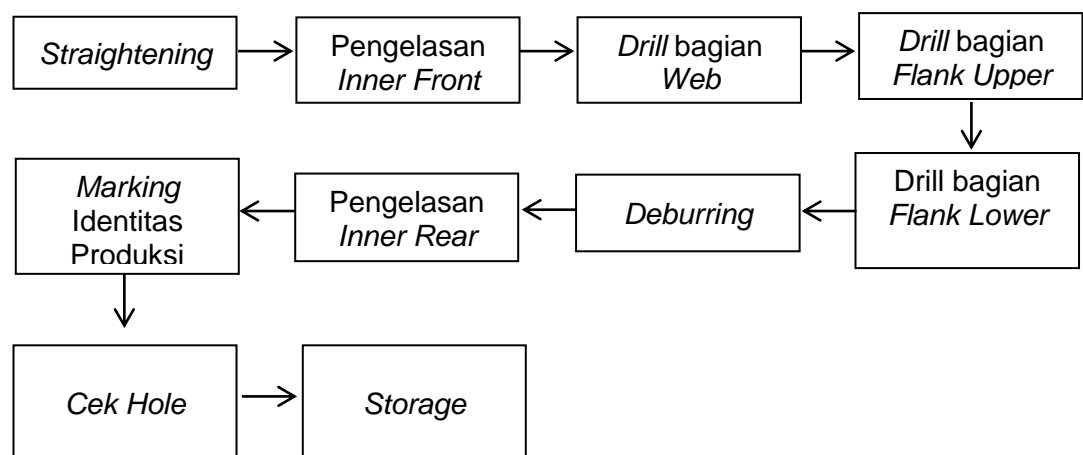
Gambar 4.2 Bagian *Frame chassis*

(Sumber : Departemen *Engineering*)

4.1.2. *Flow Proses Frame Chasis*

Berikut ini merupakan diagram flow proses *frame chasis* di lini

assembling PT. AMA :



Gambar 4.3 Diagram *Flow Proses Lini Assembling*

(Sumber : Departemen Produksi PT.AMA)

Pada tahap awal dilakukan proses *straightening* yaitu proses pelurusan menggunakan sistem hidrolik sebagai alat penekan atau press untuk membentuk *frame chassis*. Setelah itu dilakukan pengelasan *Inner front* terhadap *frame chassis* tersebut. Kemudian dilakukan drill bagian web dengan menggunakan *template / jig* agar posisi lubang sesuai dengan

tempatnyanya. Begitu pula dengan *bagian flank upper* dan *flank lower*. Setelah proses *drill* selesai dilakukan proses *deburring* untuk mengurangi atau menghilangkan sisa logam (*chips*) dan juga menghaluskan permukaan lubang. Setelah proses *deburring*, dilakukan pengelasan *inner front* dan dilanjutkan *marking* identitas produksi, cek *hole* dan terakhir dipindahkan ke *storage*.

Pada lini *Assembling* terdapat 6 operator memiliki spesifikasi pekerjaan yang bermacam-macam. Pada tabel 4.1 dapat dilihat spesifikasi secara umum untuk masing-masing operator pada lini *assembling*.

Tabel 4.1 Spesifikasi Umum Pekerjaan Operator

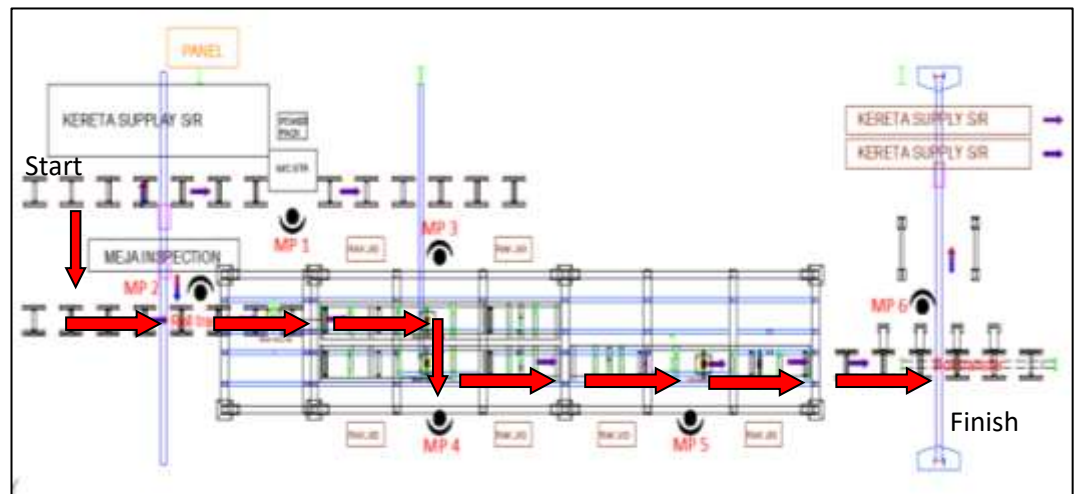
Operator	Spesifikasi pekerjaan
1	Pengelasan <i>inner front</i> , <i>Straightening Frame</i>
2	<i>Drill</i> bagian web
3	<i>Drill</i> bagian <i>flank upper</i>
4	<i>Drill</i> bagian <i>flank upper</i>
5	<i>Drill</i> bagian <i>flank lower</i>
6	<i>Deburring</i> , <i>welding nut</i> , pengelasan <i>inner rear</i> , <i>marking</i> identitas produksi, cek <i>all hole</i>

(Sumber : Departemen Produksi PT.AMA)

4.1.3. *Layout Lini Assembling PT. AMA*

Assembling adalah suatu proses pengerjaan menyambungkan menggunakan baut dan mur atau rivet untuk menghasilkan suatu rangkaian produk .

Jumlah pekerja pada *line assembling frame chassis* PT. AMA saat ini adalah 6 operator dengan posisi lay out seperti gambar 4.3



Gambar 4.4 Lay Out Line Drilling

(Sumber : Departemen Engineering)

Pada *layout* diatas dapat dilihat jumlah keseluruhan operator untuk memproses *frame chasis* sebanyak 6 orang yang masing-masing memiliki elemen kerja tersendiri.

4.1.4. Elemen Kerja Lini Assembling

Elemen kerja merupakan pecahan dari gerakan seorang operator dalam melakukan suatu pekerjaan. Pada tabel 4.5 dapat dilihat elemen kerja sekaligus urutan pada masing-masing operator dalam melakukan perakitan, yaitu dari MP (*man power*) 1 s/d MP 6.

Tabel 4.2 Elemen Kerja dan Urutannya

Stasiun Kerja	Operator	No Urut	Elemen Kerja	Ti (detik)
I	MP 1	1	Memindahkan frame chasis	32.8
		2	Setting Inner Front	64.9
		3	Proses pengelasan Inner Front	97.2
		4	Memindahkan ke meja Straightening	14.4
		5	Proses Straightening	103.8
		6	Cek profil frame	56.3

II	MP 2	7	Mengambil Frame	14.5
		8	Setting jig dan clamp	40.3
		9	Pasang twist drill $\phi 11$	33.9
		10	Drill Area Web	94.9
		11	Pasang twist drill $\phi 9$	39.5
		12	Drill Area Web	115
		13	Melepas jig dan clamp	44.1
		14	Menggeser Frame	14.8
III	MP 3	15	Mengambil Frame	13.7
		16	Membalik Frame	13.9
		17	Setting jig dan clamp	31.8
		18	Pasang twist drill $\phi 11$	57
		19	Drill Area Flange Upper	105.1
		20	Pasang twist drill $\phi 9$	55.7
		21	Drill Area Flange Upper	72.2
		22	Melepas jig dan clamp	24.4
		23	Menggeser Frame	13.7
IV	MP 4	24	Mengambil Frame	8.7
		25	Membalik Frame	13.8
		26	Setting jig dan clamp	84.6
		27	Pasang twist drill $\phi 11$	54.9
		28	Drill Area Flange Upper	105.4
		29	Pasang twist drill $\phi 9$	45.6
		30	Drill Area Flange Upper	96.9
		31	Melepas jig dan clamp	65.2
		32	Menggeser Frame	14.1
V	MP 5	33	Mengambil Frame	15.5
		34	Membalik Frame	15.6
		35	Setting jig dan clamp	86.6
		36	Pasang twist drill $\phi 9$	56.2
		37	Drill Area Flange Lower	120.1
		38	Mengganti Jig	14.5
		39	Memasang clamp	66.1
		40	Pasang twist drill $\phi 11$	56.2
		41	Drill Area Flange Lower	112.4
		42	Melepas jig dan clamp	46
		43	Menggeser Frame	25.87
VI	MP 6	44	Positioning	25.6
		45	Sanding web dalam	43.3
		46	Positioning Frame	13.7
		47	Sanding flange lower	76.6

	48	Memasang clamp	42.7
	49	Pasang inner rear	95.7
	50	Pengelasan inner rear	95.7
	51	Check visual hole web	45.6
	52	Check visual hole flange	34.2
	53	Angkat S/R	7.4
	54	Transfer S/R ke store	25.2

(Sumber : Pengambilan Data)

Pengukuran waktu elemen kerja dilakukan untuk setiap elemen kerja pada saat kegiatan produksi berlangsung. Metode yang digunakan pada hasil pengukuran kerja di atas adalah pengukuran waktu kerja dengan jam henti. Jumlah pengamatan awal dilakukan sebanyak 30 kali pengamatan pada masing-masing elemen kerja, waktu pengambilan elemen kerja pada periode Februari - Maret 2017 Untuk melihat data hasil pengukuran waktu kerja dapat dilihat pada lampiran 1.

4.1.5. Waktu Kerja Efektif

Pada dasarnya waktu kerja normal produksi PT. AMA saat ini adalah sebagai berikut :

1. Hari kerja produksi adalah 5 hari, yaitu dari hari Senin sampai hari Jum'at.
2. Waktu kerja produksi terdiri dari dua shift, yaitu *shift* 1 dan *shift* 3.

Waktu kerja efektif merupakan waktu yang dapat digunakan untuk melakukan proses produksi. Waktu kerja efektif didapatkan dari pengurangan total waktu kerja normal dengan total waktu untuk melakukan *line stop* terencana (tabel 4.3).

Pada tabel 4.3 dapat dilihat jumlah waktu kerja efektif yang dapat digunakan oleh PT. AMA per hari dan pada tabel 4.3 waktu kerja efektif per bulan yaitu untuk bulan Januari 2017 hingga July 2017.

Tabel 4.3 Total Waktu Efektif per hari

Shift 1 (Senin - Kamis : 07:30 s/d 16:15 , Jumat : 07.30 s/d 16:30)				
Waktu Kerja normal (Senin - Kamis)	=	8	Jam	45 Menit
Waktu Kerja normal (Jumat)	=	9	Jam	
Line stop terencana				
1. Briefing Awal	=			5 Menit
2. Briefing Akhir dan Cleaning 5R	=			10 Menit
3. Break Istirahat 10:00 & 14.30 (10 menit)	=			20 Menit
4. Istirahat (Senin - Kamis : 11:45 s/d 12:30)	=			45 Menit
Istirahat (Senin - Kamis : 11:45 s/d 12:45)	=			60 Menit
Total Line Stop terencana (Senin - Kamis)	=			80 Menit
Total Line Stop terencana (Jumat)	=			95 Menit
Waktu Kerja Efektif Shift 1	=	7	Jam	25 Menit
	=	7.4	Jam	
Shift 3 (Senin - Jumat : 00:00 s/d 07:30)				
Line stop terencana				
1. Briefing Awal	=			5 Menit
2. Briefing Akhir dan Cleaning 5R	=			10 Menit
3. Break Istirahat 05:00 (15 menit)	=			15 Menit
4. Istirahat (Senin - Jumat : 03:00 s/d 03:30)	=			30 Menit
Total Line Stop terencana	=			60 Menit
Waktu Kerja Efektif Shift 3	=	6	Jam	30 Menit
	=	6,5	Jam	
Total waktu efektif per hari	=	13,9	Jam	

(Sumber : Departemen PPIC PT.AMA)

Tabel 4.4 Total Waktu Efektif per Bulan (2017)

Bulan	Jumlah hari kerja	Total waktu kerja efektif (jam)
Jan	22	306
Feb	20	278
Mar	22	306
Apr	21	293
Mei	22	306
Jun	19	265
Jul	21	293

(Sumber : Departemen PPIC PT.AMA)

4.1.6. Data *Order Frame chassis* PT.IAMI

Departemen PPC PT.AMA mendapatkan *fixed order* terhadap *frame chassis* yang akan diproduksi dari departemen *sales*. Departemen *sales* mendapatkan *fixed order* selama tiga bulan kedepan dari PT. IAMI. Berdasarkan data yang diterima oleh departemen *sales*, terdapat peningkatan jumlah *order frame chassis* yang harus diproduksi oleh PT.AMA untuk bulan April 2017 hingga Juni 2017 (Tabel 4.5).

Tabel 4.5 Data Fixed Order *Frame chassis* PT.IAMI Cat 2

Part Name	Fixed Order (unit)					
	Jan-17	Feb-17	Mar-17	Apr-17	Mei-17	Jun-17
<i>Frame chassis</i> PT.IAMI Cat 2	1120	1125	1146	2236	2130	2025

(Sumber : Departemen PPIC PT.AMA)

4.2. Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dan analisis, yaitu tahapan dimana data yang telah terkumpul diolah dan dianalisis. Tahap ini terdiri dari :

1. Faktor Penyesuaian
2. Faktor Kelonggaran
3. Pengujian keseragaman data
4. Pengujian kecukupan data
5. Perhitungan waktu normal
6. Perhitungan waktu standar
7. Uji Validitas
8. Uji Reabilitas

4.2.1. Faktor-faktor Penyesuaian

Untuk menghitung waktu standar diperlukan faktor-faktor penyesuaian. Pemberian nilai dari faktor-faktor penyesuaian dilakukan berdasarkan pengamatan selama melakukan pengambilan data waktu kerja dan pendapat dari narasumber di lingkungan kerja. Pemberian nilai dari faktor-faktor penyesuaian dilakukan menurut cara *Westing House* berdasarkan *safety mapping* setiap operator. Untuk mengetahui keseluruhan nilai faktor penyesuaian pada masing-masing operator dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Faktor-faktor Penyesuaian

Operator	Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian	Jumlah
1	Keahlian	Good	C2	+0,03	0,03
	Usaha	Average	D	0,00	
	Kondisi	Average	D	0,00	
	Konsistensi	Average	D	0,00	
2	Keahlian	Good	C2	+0,03	0,03
	Usaha	Average	D	0,00	
	Kondisi	Average	D	0,00	
	Konsistensi	Average	D	0,00	
3	Keahlian	Good	C2	+0,03	0,03
	Usaha	Average	D	0,00	
	Kondisi	Average	D	0,00	
	Konsistensi	Average	D	0,00	
4	Keahlian	Good	C2	+0,03	0,03
	Usaha	Average	D	0,00	
	Kondisi	Average	D	0,00	
	Konsistensi	Average	D	0,00	
5	Keahlian	Good	C2	+0,03	0,03
	Usaha	Average	D	0,00	
	Kondisi	Average	D	0,00	
	Konsistensi	Average	D	0,00	
6	Keahlian	Good	C2	+0,03	0,03
	Usaha	Average	D	0,00	
	Kondisi	Average	D	0,00	
	Konsistensi	Average	D	0,00	

4.2.2. Faktor-faktor Kelonggaran

Faktor-faktor kelonggaran diperlukan untuk menghitung waktu standar. Pemberian nilai dari faktor-faktor kelonggaran dilakukan berdasarkan pengamatan ketika proses produksi berlangsung dan diasumsikan sama untuk semua operator. Pada tabel 4.7 dapat dilihat faktor kelonggaran untuk operator pada *line assembling* PT.AMA.

Tabel 4.7 Faktor-faktor Kelonggaran

Faktor	Allowance	
Tenaga yang dikeluarkan	Sangat ringan	6%
Sikap kerja	Berdiri di atas dua kaki	1%
Gerakan kerja	Agak terbatas	1%
Kelelahan mata	Pencahayaan baik	2%
Keadaan temperatur tempat kerja	Normal	1%
Keadaan atmosfer	Baik	0%
Keadaan lingkungan baik	Siklus kerja berulang	1%
Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi	Pria	1%
Hambatan yang tak terhindarkan		1%
Total		14%

4.2.3. Pengujian Keseragaman Data

Pengujian keseragaman data dilakukan dengan berpedoman pada konsep statistik yaitu derajat ketelitian dan tingkat keyakinan/kepercayaan. Pengujian keseragaman data dilakukan dengan menentukan batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Pengujian ini berdasarkan tingkat keyakinan 95%. Sebagai contoh, perhitungan diambil dari data pada elemen kerja nomor 1 yang dikerjakan oleh operator 1 berdasarkan data waktu elemen kerja tabel 4.2.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$$

$$\bar{x} = \frac{32 + 35 + 33 + 33 + 30 + 35 + \dots + 33}{30}$$

$$\bar{x} = 32,80$$

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{(32-32,80)^2+(35-32,80)^2+(33-32,80)^2+\dots+(33-32,80)^2}{30-1}}$$

$$\sigma = 1,48$$

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

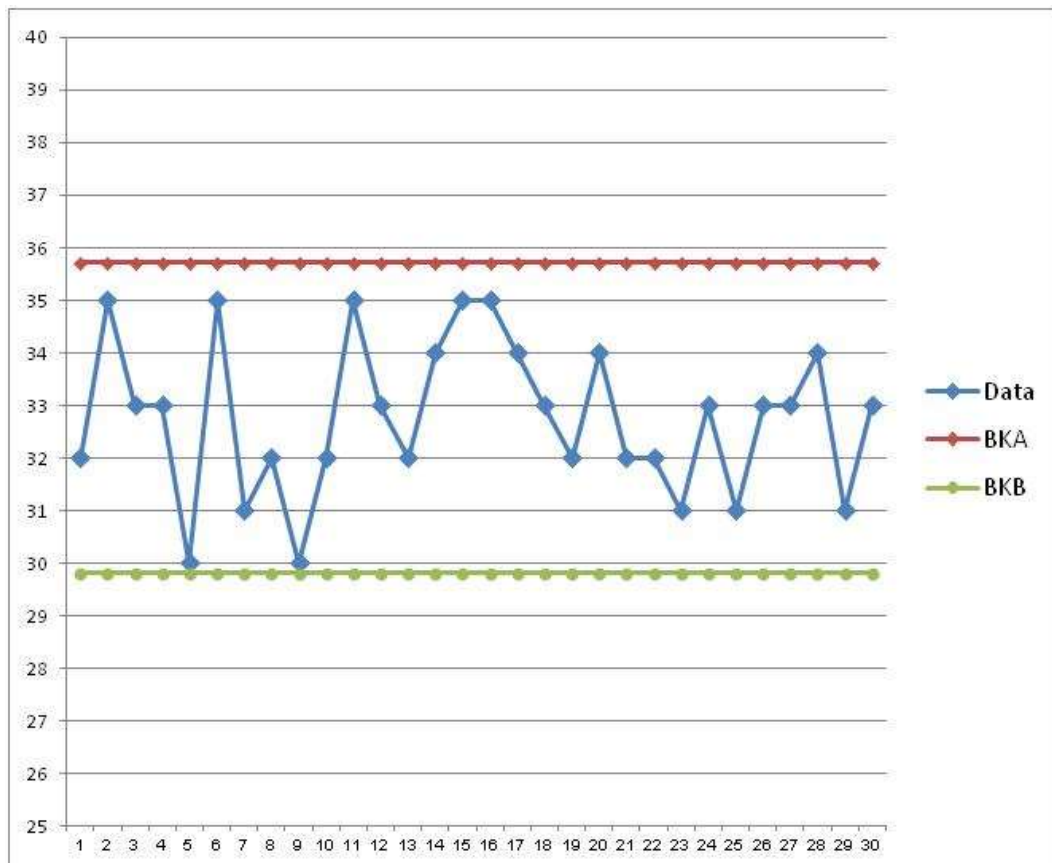
$$BKB = \bar{x} - k\sigma$$

$$BKA = 32,80 + 2(1,54)$$

$$BKB = 32,80 - 2(1,54)$$

$$BKA = 35,72$$

$$BKB = 29,81$$



Gambar 4.5 Peta Kontrol Elemen Kerja

Keseragaman data sudah memenuhi syarat dan dapat dikatakan seragam, karena semua nilai data berada diantara BKA dan BKB. Hasil uji keseragaman untuk elemen kerja lainnya dapat dilihat pada lampiran 2.

4.2.4. Pengujian Kecukupan Data

Pengujian kecukupan data berdasarkan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95%. Banyaknya pengukuran yang diperlukan adalah N' ,

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

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{30(32344) - (968256)}}{984} \right]^2$$

$$N' = 20,07$$

Karena $N' < N$, maka kecukupan data memenuhi syarat. Hasil uji kecukupan data untuk elemen kerja lainnya dapat dilihat pada lampiran 2.

4.2.5. Perhitungan Waktu Normal

Sebagai contoh, perhitungan diambil dari data pada elemen kerja nomor 1 yang dikerjakan oleh operator 1 pada table 4.2.

$$W_n = W_s \times p$$

$$W_n = 32,80 \times 1,00$$

$$W_n = 32,80 \text{ detik}$$

Hasil perhitungan waktu normal untuk elemen kerja lainnya dapat dilihat pada **lampiran 3**.

4.2.6. Perhitungan Waktu Baku

$$W_b = W_n \times (1 + allowance)$$

$$W_b = 32,80 \times 1,14$$

$$W_b = 37,39 \text{ detik}$$

Hasil perhitungan waktu standar untuk elemen kerja lainnya dapat dilihat pada tabel 4.8 dan lebih lengkapnya pada lampiran 3.

Tabel 4.8 Rangkuman Hasil Waktu Baku MP1 – MP6

EK	Waktu Standar	Detail EK	Total Waktu Kerja /ti (detik)	STk
1	37,39	Memindahkan frame	428,26	MP 1
2	74,02	Setting Inner Front		
3	114,21	Proses pengelasan Inner Front		
4	16,45	Memindahkan ke meja Straightening		
5	121,92	Proses Straightening		
6	64,26	Cek profil frame		
7	16,57	Mengambil Frame	456,57	MP 2
8	40,55	Setting jig dan clamp		
9	38,65	Pasang twist drill $\phi 11$		
10	108,26	Drill Area Web		
11	45,11	Pasang twist drill $\phi 9$		
12	131,18	Drill Area Web		
13	35,35	Melepas jig dan clamp	442,05	MP 3
14	16,91	Menggeser Frame		
15	15,62	Mengambil Frame		
16	15,85	Membalik Frame		
17	36,33	Setting jig dan clamp		
18	65,02	Pasang twist drill $\phi 11$		
19	119,89	Drill Area Flange Upper	560,39	MP 4
20	63,54	Pasang twist drill $\phi 9$		
21	82,35	Drill Area Flange Upper		
22	27,85	Melepas jig dan clamp		
23	15,62	Menggeser Frame		
24	9,99	Mengambil Frame		
25	15,81	Membalik Frame	560,39	MP 4
26	96,48	Setting jig dan clamp		
27	62,62	Pasang twist drill $\phi 11$		
28	120,19	Drill Area Flange Upper		
29	52,02	Pasang twist drill $\phi 9$		
30	112,82	Drill Area Flange Upper		

31	74,33	Melepas jig dan clamp	701,48	MP 5
32	16,11	Menggeser Frame		
33	17,75	Mengambil Frame		
34	17,82	Membalik Frame		
35	98,72	Setting jig dan clamp		
36	64,11	Pasang twist drill $\phi 9$		
37	136,91	Drill Area Flange Lower		
38	16,53	Mengganti Jig		
39	75,39	Memasang clamp		
40	64,11	Pasang twist drill $\phi 11$		
41	128,17	Drill Area Flange Lower		
42	52,48	Melepas jig dan clamp		
43	29,49	Menggeser Frame		
44	29,26	Positioning Siderail		
45	49,36	Sanding web dalam		
46	15,66	Positioning Frame		
47	87,40	Sanding flange lower		
48	48,68	Memasang clamp		
49	112,41	Pasang inner rear		
50	112,45	Pengelasan inner rear		
51	51,98	Check visual hole web		
52	39,06	Check visual hole flange		
53	8,44	Angkat S/R		
54	28,80	Transfer S/R ke store		

Dari hasil perhitungan waktu normal masing-masing operator dapat dilihat setiap elemen kerja memiliki waktu normal yang bertambah sehingga *time indicator* dari masing-masing operator dapat dilihat pada table 4.8 dan yang memiliki *time indicator* tertinggi ada pada operator nomor 5 yaitu sebesar 701,48 detik

4.2.7. Uji Validasi

Kriteria pengujian validitas adalah pengambilan waktu dari metode jam henti dikatakan valid apabila $r_{hitung} > r_{table}$ dan sebaliknya dikatakan tidak valid apabila $r_{hitung} < r_{table}$. Nilai r

hitung didapatkan dari hasil perhitungan dengan menggunakan program computer SPSS, dan r table didapatkan dari rumus :

$$Df = N-2 ; N = \text{Jumlah sampel}$$

Hasil uji validitas pengambilan waktu dengan jam henti adalah sebagai berikut :

Tabel 4.9. Hasil Uji Validitas Pengambilan Waktu Kerja

Variable	Item	R Hitung	R Tabel	Keterangan
Pengambilan Waktu Dengan Jam Henti	1	0.990	0.266	Valid
	2	0.998	0.266	Valid
	3	0.999	0.266	Valid
	4	0.999	0.266	Valid
	5	0.999	0.266	Valid
	6	0.998	0.266	Valid
	7	0.999	0.266	Valid
	8	0.999	0.266	Valid
	9	0.998	0.266	Valid
	10	0.999	0.266	Valid
	11	0.997	0.266	Valid
	12	0.998	0.266	Valid
	13	0.999	0.266	Valid
	14	0.999	0.266	Valid
	15	0.999	0.266	Valid
	16	0.998	0.266	Valid
	17	0.999	0.266	Valid
	18	0.998	0.266	Valid

19	0.998	0.266	Valid
20	0.999	0.266	Valid
21	0.998	0.266	Valid
22	0.999	0.266	Valid
23	0.999	0.266	Valid
24	0.999	0.266	Valid
25	0.999	0.266	Valid
26	0.999	0.266	Valid
27	0.999	0.266	Valid
28	0.999	0.266	Valid
29	0.998	0.266	Valid
30	0.999	0.266	Valid

Berdasarkan hasil pengujian validitas, dapat disimpulkan semua data sebanyak $n = 30$ nilai r hitung $>$ nilai tabel, maka dapat disimpulkan instrument penelitian variable pengambilan waktu elemen kerja adalah valid.

4.2.8. Uji Reabilitas

Pada uji reabilitas penelitian ini menggunakan metode *Croribach's Alpha*. Dimana instrument memiliki rentangan/interval antara beberapa nilai. Uji reabilitas menggunakan program computer SPSS dengan hasil sebagai berikut

Tabel 4.10 Hasil Uji Reabilitas

Variabel	Cronbach's Alpha	Keterangan
Pengambilan Waktu Jam Henti	1,00	Reliabilitas sangat tinggi

4.2.9. Perhitungan Waktu Siklus Lintasan Yang Diinginkan (Takt Time)

Syarat waktu siklus lintasan :

$$T_{i_{\max}} \leq CT \leq \frac{P}{Q} (\text{takt time})$$

Waktu siklus dihitung melalui waktu kerja efektif (P) dan kapasitas yang harus dipenuhi selama satu bulan (Q). Dalam penelitian ini waktu siklus ditentukan mengikuti kebijakan dari pihak manajemen perusahaan, yaitu menggunakan rata-rata takt time per bulan untuk tiga bulan kedepan (April, Mei, Juni). Adapun *takt time* untuk masing-masing bulan adalah :

- April 2017

$$\frac{293 \times 60 \times 60}{2236} = 471,73 \text{ detik}$$

- Mei 2017

$$\frac{306 \times 60 \times 60}{2130} = 517,18 \text{ detik}$$

- Juni 2017

$$\frac{265 \times 60 \times 60}{2025} = 473,44 \text{ detik}$$

- Juli 2017

$$\frac{293 \times 60 \times 60}{2025} = 520,88 \text{ detik}$$

- Rata-rata *takt time* per bulan adalah

$$\frac{471,73 + 517,18 + 473,44 + 520,88}{4} = 495,30 \text{ detik}$$

Ti max = 136,91 detik (Elemen kerja no 37)

Sehingga waktu siklus adalah :

$$136,91 \text{ detik} \leq CT \leq 495,30 \text{ detik}$$

Dalam mendesain keseimbangan lintasan produksi untuk sejumlah produksi tertentu, waktu siklus harus sama atau lebih besar dari waktu operasi terbesar (136,91 detik) yang merupakan penyebab terjadinya *bottle neck* (kemacetan) dan waktu siklus juga harus sama atau lebih kecil dari jam kerja efektif per hari dibagi dari jumlah produksi per hari (*takt time*). Melalui perhitungan diperoleh waktu siklus yang diinginkan (*takt time*) adalah sebesar 495,30 detik.

4.2.10. Perhitungan Jumlah Stasiun Kerja

Stasiun kerja merupakan lokasi tempat elemen kerja di kerjakan. Jumlah stasiun kerja pada lini *assembly* sebelum dilakukan *line balancing* adalah 6 stasiun kerja. Setiap stasiun kerja terdiri dari 1 man power.

Setelah menentukan besarnya waktu siklus yang diinginkan (*takt time*), maka jumlah stasiun kerja yang efisien dapat ditetapkan sesuai dengan rumus 2.9 :

$$K_{min} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{CT}$$

$$K_{min} = \frac{3163}{495,30}$$

$$K_{min} = 6,38 = 6 \text{ Stasiun Kerja}$$

Setelah melakukan perhitungan kebutuhan stasiun kerja dari total waktu elemen kerja, maka tidak diperlukan penambahan stasiun kerja untuk proses *balancing* lini *assembling frame chasis isuzu*.

4.2.11. Perhitungan Kapasitas Produksi Aktual lini *assembling*

Berdasarkan table 4.8 perhitungan waktu baku, maka dilakukan perhitungan kapasitas produksi untuk melihat seberapa besar kapasitas yang di hasilkan apakah dapat memenuhi *demand* dari *customer* atau tidak, berikut perhitungan kapasitas produksi untuk bulan April – Juli 2017 dengan waktu kerja sesuai tabel 4.4 waktu kerja efektif.

- April

$$\begin{aligned}
 \text{Kapabilitas Produksi} &= \frac{\text{Total waktu kerja bulan April}}{\text{Waktu Siklus Kondisi Aktual}} \\
 &= \frac{293 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}}{701,48 \text{ detik (tabel 4.8)}} \\
 &= 1503 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

- Mei

$$\begin{aligned}
 \text{Kapabilitas Produksi} &= \frac{\text{Total waktu kerja bulan Mei}}{\text{Waktu Siklus Kondisi Aktual}} \\
 &= \frac{306 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}}{701,48 \text{ detik}} \\
 &= 1570 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

- Juni

$$\begin{aligned}
 \text{Kapabilitas Produksi} &= \frac{\text{Total waktu kerja bulan Juni}}{\text{Waktu Siklus Kondisi Aktual}} \\
 &= \frac{265 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}}{701,48 \text{ detik}} \\
 &= 1359 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

- Juli

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas Produksi} &= \frac{\text{Total waktu kerja bulan Juni}}{\text{Waktu Siklus Kondisi Aktual}} \\
 &= \frac{293 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}}{701,48 \text{ detik}} \\
 &= 1504 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan kapasitas produksi dapat dilihat bahwa dengan kondisi waktu siklus aktual tidak dapat memenuhi *demand* dari *customer* yang sesuai pada tabel 4.5, maka perlu dilakukan *line balancing* agar menurunkan waktu siklus tetinggi *line assembling*.

4.2.12. Rancangan *Line Balancing Loading*

Rancangan *line balancing loading* diperlukan untuk mengetahui seberapa efisien suatu *line* dalam menjalankan produksinya. Rancangan ini untuk mengetahui seberapa baik keseimbangan pembagian elemen kerja pada setiap *workstation* atau *man power* didalam suatu *line*.

Rancangan *line balancing loading* pada *line assembling frame chasis* PT.IAMI dilakukan dengan menggunakan *tools* bantuan berupa *yamazumi chart*. Data yang di perlukan untuk menampilkan *yamazumi chart* diperoleh dari data waktu baku per *workstation*, dengan data order yang tertera pada tabel 4.5 dan waktu kerja efektif yang tertera pada tabel 4.4 didapat *takt time line assembling* sebesar 495,30 detik

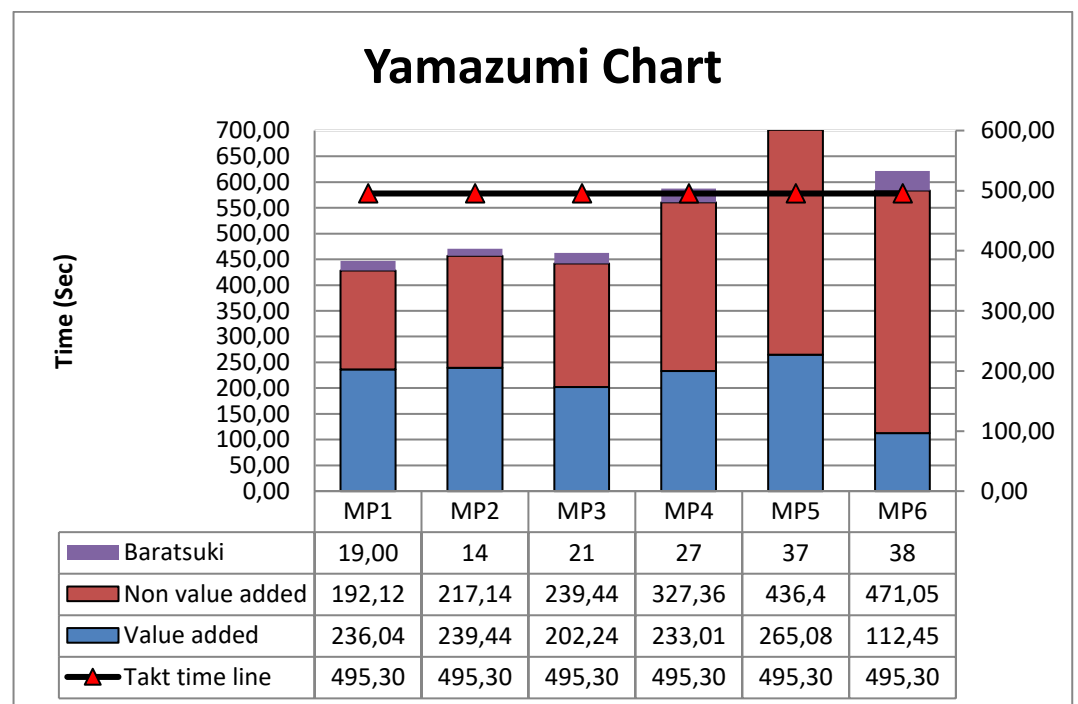
yang akan digunakan sebagai indikator untuk melakukan *rancangan line balancing* di setiap *man power* dalam mengerjakan elemen kerja

4.2.13. Penyusunan *Yamazumi Chart*

Yamazumi Chart adalah chart yang merupakan (susunan) nama-nama elemen pekerjaan yang ditampilkan pada TSK (table standar kerja), SOP (*Standard Operation Procedure*) atau *work elemen sheet*.

Yamazumi ini dipakai sebagai alat atau instrument untuk mengawasi secara visual keseluruhan proses dan mengawasi atau mempertahankan elemen kerja tetap dibawah *takt time* yang diinginkan.

Berdasarkan data pada tabel 4.8 hasil waktu baku MP 1 – MP 6 didapat *yamazumi chart* sebagai berikut.



Gambar 4.6. *Yamazumi Chart Line Assembling*

Pada gambar 4.5 diatas memperlihatkan memperlihatkan terdapatnya *range* yang besar antara waktu kerja MP 5 dan MP6. Hal ini menyebabkan kurang maksimalnya tingkat produktivitas pada proses produksi *frame chasis* PT.IAMI. Proses produksi terjadi gangguan pada saat terjadi *idle* pada salah satu *workstation* yang ada sehingga menyebabkan kapasitas per bulan yang di hasilkan belum bisa memenuhi *demand* dari *customer*. Pembagian elemen kerja yang tidak merata juga menyebabkan penurunan nilai *line efficiency* , perubahan nilai *efficiency* turut berpengaruh pada produktifitas *line* tersebut dalam melakukan proses produksi. Nilai *line efficiency* umumnya digunakan sebagai suatu tolak ukur untuk menentukan target upaya perbaikan yang dilakukan pada *line* tersebut.

Nilai *line efficiency* memperlihatkan masih perlunya perbaikan khususnya dalam hal pemerataan elemen kerja masing-masing *man power* . Nilai *line efficiency* ini juga dapat digunakan sebagai tolak ukur pada proses perbaikan yang akan dilakukan dalam proses pembagian elemen kerja yang baru. Nilai *efficiency* aktual *line assembling* PT.IAMI dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini berdasarkan waktu elemen kerja pada tabel 4.6.

- Perhitungan Efisiensi Lini Kondisi Aktual :

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

$$Eff = \frac{428,26 + 456,57 + 442,05 + \dots + 583,50}{701,48 \times 6} \times 100\%$$

$$Eff = 75,37 \%$$

- Perhitungan *Balance Delay* Kondisi Aktual :

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

$$BD = \frac{(6 \times 701,48) - (37,39 + 74,02 + \dots + 8,44)}{(6 \times 701,48)} \times 100\%$$

$$BD = 24,6 \%$$

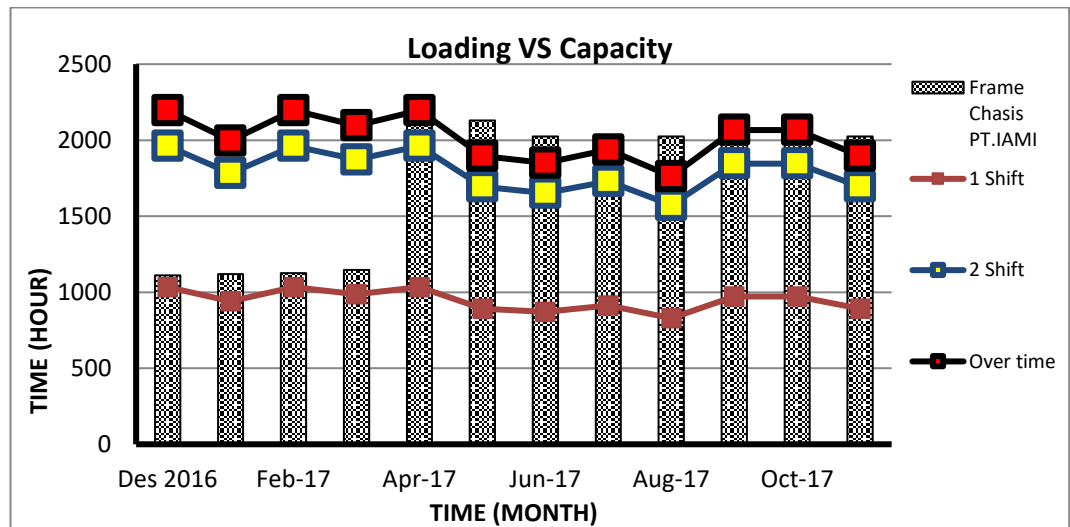
- Perhitungan *Smoothing Index* Kondisi Aktual :

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

$$SI = \sqrt{(701,48 - 428,26)^2 + (701,48 - 456,57)^2 + \dots + (701,48 - 583,50)^2}$$

$$SI = 32,19$$

Dengan hasil *efficiency line assembling* sebesar 75,37% dapat dilihat *loading vs capacity* pada bulan dimana adanya peningkatan order *customer*.



Gambar 4.7. Grafik *Loading Order* Bulanan Tahun 2017

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa dengan nilai *efficiency line assembling frame chasis* berpengaruh terhadap waktu kerja perusahaan, hal ini dapat merugikan perusahaan dikarenakan harus mempersiapkan tambahan waktu kerja (*over time*) untuk dapat memenuhi *order customer* agar dapat terpenuhi.

Berdasarkan pada data *yamazumi chart* gambar 4.5 bahwa pemberian tambahan waktu kerja seharusnya tidak diperlukan karena kemampuan aktual *line assembling* sebenarnya mampu untuk menyelesaikan pekerjaan dengan alokasi waktu kerja normal yang dimiliki oleh perusahaan. Permasalahan terjadi karena besarnya waktu kerja *value added* dan *non value added* yang di miliki masing-masing *man power* terutama *man power* 5 dan 6. Hal ini dapat di minimalisir dengan adanya perubahan *layout tools* pendukung kerja operator dan penambahan mesin untuk memecah proses yang ada pada operator tersebut.

4.2.13.1. Hasil Rancangan *Line Balancing* Dengan Metode *Range Position Weight (RPW)*

Metode RPW digunakan untuk menggeser elemen kerja *man power* namun tidak mempengaruhi bentuk dan kondisi part agar waktu kerja semua *man power* dapat di *upgrade* tidak melebihi waktu *takt time*.

Langkah pertama, yang dilakukan adalah menghitung bobot setiap elemen kerja. Bobot elemen kerja 1 adalah jumlah waktu elemen kerja 1 dan seluruh elemen kerja setelahnya yang berhubungan dan begitu seterusnya hingga elemen kerja terakhir. Untuk perhitungan bobot setiap elemen kerja dapat dilihat pada lampiran 4.

Langkah kedua, adalah mengurutkan elemen kerja berdasarkan bobot dari bobot tertinggi ke bobot terendah sepanjang tidak melanggar *precedence constraint*. Hasilnya terlihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.11. *Ranking* Bobot Elemen Kerja (dalam detik)

NO	EK	Detail EK	Position Weight
1	1	Memindahkan frame	2832.95
2	2	Setting Inner Front	2795.56
3	3	Proses pengelasan Inner Front	2721.54
4	4	Memindahkan ke meja Straightening	2607.33

5	5	Proses Straightening	2590.88
6	6	Cek profil frame	2468.96
7	7	Mengambil Frame	2404.7
8	8	Setting jig dan clamp	2388.13
9	9	Pasang twist drill ϕ 11	2348.13
10	10	Drill Area Web	2309.48
11	11	Pasang twist drill ϕ 9	2201.22
12	12	Drill Area Web	2156.11
13	13	Melepas jig dan clamp	2024.94
14	14	Menggeser Frame	1989.94
15	15	Mengambil Frame	1973.03
16	16	Membalik Frame	1957.41
17	17	Setting jig dan clamp	1941.56
18	18	Pasang twist drill ϕ 11	1905.23
19	19	Drill Area Flange Upper	1840.21
20	20	Pasang twist drill ϕ 9	1720.32
21	21	Drill Area Flange Upper	1656.78
22	22	Melepas jig dan clamp	1574.43
23	23	Menggeser Frame	1546.58
24	24	Mengambil Frame	1530.96
25	25	Membalik Frame	1520.97
26	26	Setting jig dan clamp	1505.16
27	27	Pasang twist drill ϕ 11	1440.16
28	28	Drill Area Flange Upper	1377.54
29	29	Pasang twist drill ϕ 9	1257.35
30	30	Drill Area Flange Upper	1205.33
31	31	Melepas jig dan clamp	1092.51
32	32	Menggeser Frame	1057.37
33	33	Mengambil Frame	1041.26
34	34	Membalik Frame	1023.51
35	35	Setting jig dan clamp	1005.69
36	36	Pasang twist drill ϕ 9	956.1
37	37	Drill Area Flange Lower	891.99
38	38	Mengganti Jig	831.74
39	39	Memasang clamp	815.21
40	40	Pasang twist drill ϕ 11	739.82

41	41	Drill Area Flange Lower	675.71
42	42	Melepas jig dan clamp	576.83
43	43	Menggeser Frame	546.83
44	44	Positioning Siderail	517.34
45	45	Sanding web dalam	488.08
46	46	Positioning Frame	438.72
47	47	Sanding flange lower	423.06
48	48	Memasang clamp	335.66
49	49	Pasang inner rear	286.98
50	50	Pengelasan inner rear	241.73
51	51	Check visual hole web	128.28
52	52	Check visual hole flange	76.3
53	53	Angkat S/R	37.24
54	54	Transfer S/R ke store	28.8

Langkah ketiga, menentukan *cycle time*. Berdasarkan hasil perhitungan waktu *takt time* lini sebelumnya diperoleh bahwa waktu siklus yang akan digunakan adalah 495,30 detik.

Langkah keempat, penempatan elemen-elemen kerja pada stasiun kerja, dimana elemen kerja dengan posisi peringkat paling tinggi yang ditempatkan pertama. Pada tabel 4.9 elemen kerja nomor 1 merupakan `elemen kerja dengan posisi peringkat paling tinggi, sehingga elemen kerja nomor 1 dialokasikan pada stasiun kerja I $CT = 495,30$ detik. Stasiun Kerja 1 = $CT - t_1$, yaitu $495,30 - 37,39$. Sisa waktu = 457,91 detik ($CT-t_1$), selanjutnya alokasikan elemen kerja 2 (74,02 detik) , sisa waktu = 383.98 detik ($CT-t_1-t_2$), selanjutnya alokasikan elemen kerja 3 (114,21 detik), sisa waktu = 269.68 detik ($CT-t_1-t_2-t_3$), selanjutnya alokasikan elemen kerja 4 (16,45 detik),

sisa waktu = 253.23 detik ($CT-t1-t2-t3-t4$), selanjutnya alokasikan elemen kerja 5 (121,92 detik), sisa waktu = 131.31 detik ($CT-t1-t2-t3-t4-t5$), selanjutnya alokasikan elemen kerja 6 (64,26 detik), sisa waktu = 67.05 detik ($CT-t1-t2-t3-t4-t5-t6$), selanjutnya alokasikan elemen kerja 7 (16,57 detik), sisa waktu = 50,48 detik ($CT-t1-t2-t3-t4-t5-t6-t7$), selanjutnya alokasikan elemen kerja 8 (40 detik) sisa waktu = 10,48 detik ($CT-t1-t2-t3-t4-t5-t6-t7-t8$) hentikan alokasi di stasiun kerja 1, elemen kerja di rangking berikutnya (elemen kerja 8) memiliki waktu operasi = 49,55, sehingga tidak dapat dialokasikan ke stasiun kerja 1 (akan membuat waktu stasiun kerja 1 $>$ CT). Alokasikan elemen kerja 2 ke stasiun kerja berikutnya dan dilakukan hal yang sama untuk stasiun –stasiun kerja berikutnya (tabel 4.10).

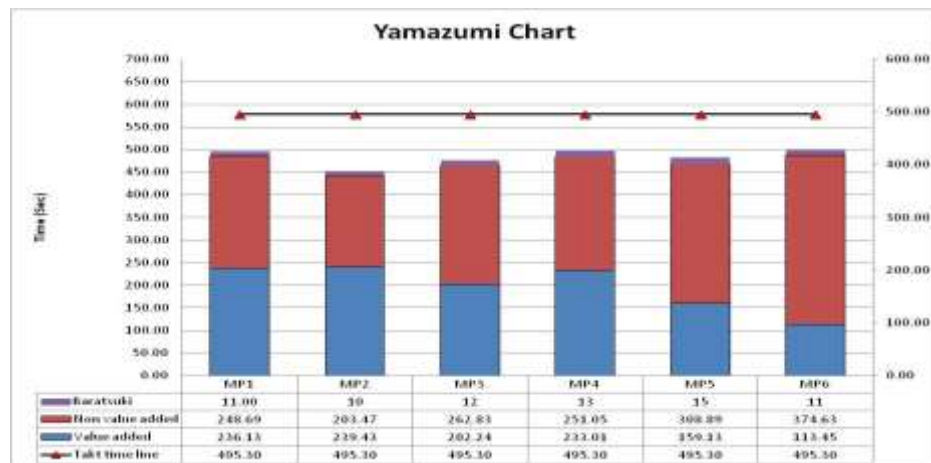
Tabel 4.12. Hasil alokasi Elemen Kerja Per Stasiun Kerja

Stasiun	Waktu Standar	Detail EK	Waktu Elemen Kerja
MP 1	37.39	Memindahkan frame	484.82
	74.02	Setting Inner Front	
	114.21	Proses pengelasan Inner Front	
	16.45	Memindahkan ke meja Straightening	
	121.92	Proses Straightening	
	64.26	Cek profil frame	
	16.57	Mengambil Frame	
40	Setting jig dan clamp		
MP 2	38.65	Pasang twist drill \varnothing 11	442.9
	60.25	Drill Area Web	
	45.11	Pasang twist drill \varnothing 9	
	98.88	Drill Area Web	

	35	Melepas jig dan clamp	
	16.91	Menggeser Frame	
	15.62	Mengambil Frame	
	15.85	Membalik Frame	
	36.33	Setting jig dan clamp	
MP3	65.02	Pasang twist drill $\varnothing 11$	465.07
	119.89	Drill Area Flange Upper	
	63.54	Pasang twist drill $\varnothing 9$	
	82.35	Drill Area Flange Upper	
	27.85	Melepas jig dan clamp	
	15.62	Menggeser Frame	
	9.99	Mengambil Frame	
	15.81	Membalik Frame	
	65	Setting jig dan clamp	
MP4	62.62	Pasang twist drill $\varnothing 11$	484.06
	120.19	Drill Area Flange Upper	
	52.02	Pasang twist drill $\varnothing 9$	
	112.82	Drill Area Flange Upper	
	35.14	Melepas jig dan clamp	
	16.11	Menggeser Frame	
	17.75	Mengambil Frame	
	17.82	Membalik Frame	
	49.59	Setting jig dan clamp	
MP5	64.11	Pasang twist drill $\varnothing 9$	468.02
	110.05	Drill Area Flange Lower	
	16.53	Mengganti Jig	
	75.39	Memasang clamp	
	64.11	Pasang twist drill $\varnothing 11$	
	130.3	Drill Area Flange Lower	
	30	Melepas jig dan clamp	
	29.49	Menggeser Frame	
	29.26	Positioning Siderail	
MP6	49.36	Sanding web dalam	488.08
	15.66	Positioning Frame	
	87.4	Sanding flange lower	
	48.68	Memasang clamp	

45.25	Pasang inner rear
113.45	Pengelasan inner rear
51.98	Check visual hole web
39.06	Check visual hole flange
8.44	Angkat S/R
28.8	Transfer S/R ke store

Pada tabel 4.10 hasil alokasi elemen kerja semua *workstation* menjadi seimbang dan pada *man power* 2 terdapat penambahan mesin *hand drill* untuk membagi waktu proses dan dapat di lihat pada hasil *yamazumi* yang menunjukkan bahwa dengan *balancing*, waktu kerja *line assembling* dibawah waktu *takt time* yang di minta.



Gambar 4.8. *Yamazumi Chart* Hasil Perancangan *Balancing*

Berdasarkan *yamazumi chart* hasil rancangan *balancing* nilai *line efficiency line assembling*, dapat meningkat dikarenakan total *cycle time* menurun yang akan berdampak pada peningkatan produktifitas yang dihasilkan dan nilai *balance delay* dan *smoothing index* dapat menurun, sesuai perhitungan dibawah ini.

- Perhitungan Efisiensi Lini Hasil Rancangan :

$$Eff = \frac{\sum_{i=1}^n ti}{CT \times n} \times 100\%$$

$$Eff = \frac{484,82 + 442,90 + 465,07 + \dots + 488,08}{488,08 \times 6} \times 100\%$$

$$Eff = 96,7 \%$$

- Perhitungan *Balance Delay* Hasil Rancangan :

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

$$BD = \frac{(6 \times 488,08) - (37,39 + 74,02 + \dots + 8,44)}{(6 \times 488,08)} \times 100\%$$

$$BD = 3,26 \%$$

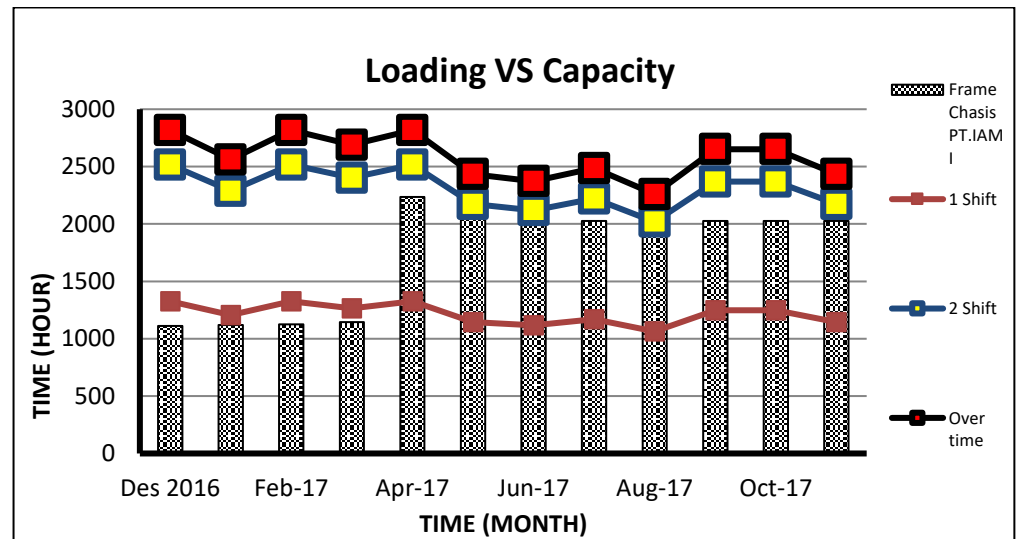
- Perhitungan *Smoothing Index* Hasil Rancangan :

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

$$SI = \sqrt{(488,08 - 484,82)^2 + (488,04 - 442,90)^2 + \dots + (488,08 - 488,08)^2}$$

$$SI = 11,69$$

Dengan hasil nilai *line efficiency* sebesar 96,7%, dapat dihitung lagi seberapa besar hasil yang di dapat dengan melihat grafik *loading vs capacity line assembling frame chasis*.



Gambar 4.9. *Loading Vs Capacity* hasil Rancangan *Balancing*

Dengan melihat grafik *loading vs capacity* hasil rancangan *line balancing* maka perusahaan tidak perlu menambah waktu kerja untuk memenuhi *demand customer* dan sesuai dengan kebijakan perusahaan untuk *over time* tidak lebih dari 20%. Maka dari itu kapasitas produksi *line assembling frame chasis* juga dapat meningkat.

4.2.13.2. Perhitungan Kapasitas Produksi Setelah Penelitian

Berdasarkan hasil rancangan *line balancing* perlu dilakukannya perhitungan kembali kapasitas produksi untuk mengetahui seberapa besar peningkatan kapasitas produksi setelah dilakukan perancangan *line balancing*.

- April

Kapasitas Produksi = Total waktu kerja bulan April

$$\begin{aligned}
 & \text{Waktu Siklus Kondisi Aktual} \\
 & = \frac{293 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}}{488,08 \text{ detik (tabel 4.10)}} \\
 & = 2240 \text{ unit} \\
 \\
 - \text{ Mei} \\
 \text{Kapabilitas Produksi} & = \frac{\text{Total waktu kerja bulan Mei}}{\text{Waktu Siklus Kondisi Aktual}} \\
 & = \frac{306 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}}{488,08 \text{ detik}} \\
 & = 2435 \text{ unit} \\
 \\
 - \text{ Juni} \\
 \text{Kapabilitas Produksi} & = \frac{\text{Total waktu kerja bulan Juni}}{\text{Waktu Siklus Kondisi Aktual}} \\
 & = \frac{265 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}}{488,08 \text{ detik}} \\
 & = 2040 \text{ unit} \\
 \\
 - \text{ Juli} \\
 \text{Kapabilitas Produksi} & = \frac{\text{Total waktu kerja bulan Juni}}{\text{Waktu Siklus Kondisi Aktual}} \\
 & = \frac{293 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}}{488,08 \text{ detik}} \\
 & = 2234 \text{ un}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan kapasitas Produksi diatas, dapat dilihat kapasitas produksi setiap bulan mampu diatas 2000 unit, maka dari itu dengan dilakukan *line balancing* dan penambahan 1 buah mesin *hand drill* untuk pemecahan waktu proses kerja dapat menurunkan *cycle time* setiap *man power* dan dapat meningkatkan kapasitas produksi setiap bulannya serta meminimalisir *Over time* sampai *zero over time*.

BAB V

HASIL DAN ANALISA

5.1. Hasil

Berdasarkan data pengolahan data pada bab 4 telah di dapat semua data perhitungan dan hasil dari rancangan *line balancing* dengan *yamazumi chart* dan metode *range position weight* sebagai metode untuk proses *balancing* waktu kerja *line assembling*. Setelah data didapat maka perlu adanya proses perbandingan antara kondisi sebelum perancangan dan sesudah perancangan *line balancing* dengan melihat perbandingan performasi pada tabel 5.1 dibawah ini.

Tabel 5.1 Perbandingan Performasi Kondisi Sebelum Dan Sesudah Rancangan

Kriteria Performansi		Kondisi Aktual	Hasil Rancangan	Peningkatan (%)
Efisiensi Lini		75,37%	96,7%	21,33%
Balance Delay		24,6%	3,26%	21,34%
Smoothing Index		32	11,69	Turun 63%
Kapasitas Produksi	April	1503	2240	49%
	Mei	1570	2435	55,1%
	Juni	1359	2040	50,1%
	Juli	1504	2234	48,6%
	Agustus	1570	2333	48,6%
	September	1427	2119	48,6%

Berdasarkan tabel perbandingan diatas dapat dilihat bahwa dengan adanya rancangan keseimbangan lintasan dapat meningkatkan nilai

efficiency yaitu sebesar 21,33% dan kapasitas produksi dapat meningkat kurang lebih sebesar 48%. Sedangkan untuk *over time* menjadi *zero overtime* yang tertera pada tabel 5.2.

Tabel 5.2. Perbandingan *Over Time* Sebelum dan Sesudah Rancangan

Bulan	Over Time Sebelum Rancangan (Jam)	Over Time Setelah Rancangan (Jam)
Apr-17	-142.8	4
May-17	-109.1	305
Jun-17	-129.8	15
Jul-17	-101.5	209

Berdasarkan tabel diatas kondisi *over time* setelah rancangan tidak perlu adanya penambahan jam kerja untuk memnuhi permintaan *customer*, dikarenakan dengan kondisi kapasitas produksi yang sudah meningkat perusahaan memiliki kelebihan jam kerja untuk mengatasi jika ada peningkatan order untuk kedepannya.

5.2. Analisa

Penggunaan metode *line balancing* dalam hal menyeimbangan waktu proses sangat efektif digunakan, untuk *line assembling frame chasis* PT.IAMI sangat besar pengaruhnya untuk total waktu kerja setiap stasiun. Dari total 6 stasiun kerja yang dimiliki *line assembling frame chasis* semua waktu proses dapat seimbang dengan bantuan pengolahan data menggunakan *yamazumi chart* dan dalam menyeimbangkan elemen kerja

setiap operator dengan menggunakan metode *range position weight* dapat membuat waktu kerja semua operator menjadi sama rata namun juga adanya penambahan mesin *hand drill* untuk memecah satu proses *value added* dari stasiun kerja 5 yang memiliki waktu proses paling lama dari 6 stasiun kerja namun proses ini tidak membuat perubahan pada bentuk part yang di hasilkan oleh lini tersebut.

Analisa terhadap tiap masing-masing kriteria performansi adalah sebagai berikut:

- Efisiensi Lini. Efisiensi lini adalah rasio antara waktu yang digunakan dengan waktu yang tersedia. Lintasan produksi yang baik memiliki nilai efisiensi lintasan yang tinggi yang menunjukkan bahwa seluruh stasiun kerja memiliki waktu yang mendekati dengan waktu siklus yang telah ditetapkan. Sehingga dapat dikatakan semakin tinggi nilai efisiensi lintasan maka performansi lintasan tersebut semakin baik. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh peningkatan efisiensi lintasan sebesar 21,33%, yaitu dari 75,37% menjadi 96,7%.
- *Balance Delay*. *Balance delay* adalah rasio antara waktu *idle* dalam lintasan perakitan dengan waktu yang tersedia. Besar *balance delay* menunjukkan presentase waktu mengganggu terhadap waktu produksi komponen sejak memasuki stasiun kerja pertama sampai stasiun kerja terakhir. Lintasan produksi yang sempurna memiliki *balance delay* sebesar nol, yang berarti tidak ada waktu mengganggu pada seluruh stasiun kerja. Dengan kata lain semakin kecil nilai *balance delay* maka

performansi lintasan semakin baik. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh penurunan nilai *balance delay* sebesar 21,34%, yaitu dari 24,6% menjadi 3,26%.

- *Smoothing Index*. *Smoothing Index* adalah suatu indeks yang mempunyai kelancaran relatif dari penyeimbang lintasan perakitan tertentu atau tingkat kelancaran dari keseimbangan lintasan yang dibentuk. Lintasan produksi yang baik memiliki nilai *smoothing index* yang mendekati angka nol. Dengan kata lain semakin kecil nilai *smoothing index* maka performansi lintasan semakin baik. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh penurunan nilai *smoothing index* sebesar 20,5 yaitu dari 32,19 menjadi 11,69.

Sedangkan untuk jumlah stasiun kerja tidak mengalami penambahan dari kondisi aktual, namun pada *man power 5* ada penambahan mesin *handrill* untuk memecah proses *drilling* part namun hal ini tidak mengubah bentuk part dan dapat mengurangi waktu proses *drilling*. Saat ini perusahaan masih memiliki satu cadangan mesin *hand drilling* (gambar 1.4) yang dapat dimanfaatkan dari 6 stasiun kerja menjadi 7 stasiun kerja. Hal ini dikarenakan untuk memenuhi target waktu (*takt time*) siklus 486,72 detik dan dengan total waktu proses perakitan sebesar 3173,25 detik, maka jumlah stasiun kerja yang paling minimum dibutuhkan adalah 7 stasiun kerja. Dengan penambahan 1 stasiun kerja maka harus dilakukan juga penambahan 1 buah mesin *hand drilling*. Saat

ini perusahaan masih memiliki satu cadangan mesin *hand drilling* (gambar 1.4) yang dapat dimanfaatkan.

Dengan kondisi waktu siklus hasil perancangan *line balancing* yakni 472,72 detik, maka dilakukan perhitungan kembali untuk menentukan kapasitas produksi lini *drilling isuzu* kategori 2 pada tabel 5.2.

Tabel 5.3 Resume Perencanaan Produksi Hasil Rancangan

Bulan	Tahun	Jumlah hari kerja (hari)	Total waktu kerja efektif (jam/bulan)	Order (unit)	Kapasitas Produksi Hasil Perancangan (unit)	Overtime
April	2017	21	293	2236	2240	0
Mei	2017	22	306	2130	2435	0
Juni	2017	19	265	2025	2040	0
Juli	2017	21	293	2025	2234	0
Agustus	2017	22	306	2025	2333	0

Berdasarkan tabel 5.2 dapat dilihat bahwa dengan waktu siklus hasil rancangan yakni 488,08 detik, maka kapasitas produksi bulan April menghasilkan 2240 unit, Mei menghasilkan 2435 unit dan Juni menghasilkan 2040 unit. Hal ini menandakan bahwa kapasitas produksi sudah berada diatas order yang dipesan oleh *customer* (PT. IAMI). Selain itu di bulan April, Mei, Juni dan bulan seterusnya dipastikan tidak akan terjadi overtime.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisa data, pada rancangan produksi untuk *line assembling frame chasis* kategori 2 PT.IAMI, dapat disimpulkan.

- a. Dengan menggunakan metode *line balancing* maka target kapasitas produksi *frame chasis* kategori 2 di *line assembling* meningkat rata-rata 48% dari bulan Maret 2017.
- b. Dengan meningkatnya kapasitas produksi maka dapat meminimalkan waktu *overtime* sampai dengan *zero overtime*.

Untuk meningkatkan kapasitas produksi dengan metode *line balancing* yang menggunakan *tool's yamazumi chart*, sangat efektif dan efisien dikatakan efektif dikarenakan hasil yang didapat bisa sesuai target yaitu waktu siklus *line assembling* dapat berkurang dari 701 detik menjadi 488 detik, jika dilihat dari segi efisien penelitian ini dapat meningkatkan efisiensi lini dari 73,37% menjadi 96,7% dan tidak memerlukan biaya yang besar untuk proses penelitian dengan menggunakan metode *line balancing*.

6.2 Saran

Penelitian ini hanya mengambil aspek dari waktu proses dan belum menyentuh aspek tata letak dari *line assembling* perusahaan. Oleh karena itu disarankan penelitian ini dilanjutkan dengan memasukan faktor tata letak agar

hasil atau rekomendasi dari penelitian ini menjadi lengkap dan siap untuk diaplikasikan. Selain itu agar tingkat performansi dari hasil rancangan

keseimbangan lintasan dapat tercapai, sebaiknya selalu melakukan evaluasi standar kerja minimal 1 – 2 bulan sekali untuk setiap operator agar waktu siklus per stasiun kerja tidak meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulhasan, Bushar Basheer. Integrating Asssembly Planning and Line Balancing Using Precedence Diagram : Eng & Tech. Journal. Vol 27. No.5.
- Chen, James C. 2014. Assembly Line Balancing Problem of Sewing Lines in Garment Industry : International conference on Industrial Engineering and Operation Management Bali, 7 -9.
- D. Roy. D.Khan. 2010. Assembling Line Balancing To Minimize Balancing Loss And system Loss : J.Ind.Eng.International, Vol. 6(11), 1-5.
- Daelima, Fiesta Vickri. Febianti, Evi. Ilhami, Muhammad Adha.2013. Analisa Keseimbangan Lintasan Untuk Meningkatkan Kapaitas Produksi Dengan Pendekatan Line Balancing dan Simulasi : Jurnal Teknik Industri. Vol.1. No.2. pp.107-113
- Grzecha, W. 2016. Manufacturing in Flow Shop and Assembly Line Structure. International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing, Vol 4. No.1.
- H. Purnomo. 2004. Pengantar Teknik Industri, Edisi Kedua, Yogyakarta.Graha Ilmu.
- Kumbhar, Sandip K. R M, Niranjam. Satpute, Sanjay T. 2014. Assembly Line Production Improvement by Optimalization of Cycle Time : International Journal of Mechanical and Production Engineering. Vol-2. Issue-8.
- Kumar, Naveen . Dalgobind Mahto.2013. Assembling Line Balancing : A Review Of Development And Trend In Approach To Industrial Application : Global Jurnal Inc (USA). Vol. 13 Issue 2 Version 1.0
- Liker J.K, 2012. *Book Of The Toyota Way-14 Management Pronciples*.TMH Publication, New Delhi.

M, Chuepraset. P, Ongkunaruk. 2015. Productivity Improvement Based Line Balancing a Case Study of Pasteurized Milk Manufacturing : International Food Research Journal, Vol 22(6),2313-2317.

Nurman A. *Paper Presented At The Training Of Toyota Production System (TPS)*, Bogor, Jawa Barat.

Widjaja, Willy Adi. Raharjo, Jani. 2013. Peningkatan Produktivitas Tenaga Kerja Area Produksi Assy Air Cleaner PT. Astra Otoparts Divisi Adiwira Plastic. Jurnal Titra, Vol 1.No.2, PP.82-88

Lampiran 2: Hasil Pengujian Keseragaman dan Kecukupan Data (dalam detik)

EK	\bar{x}	Max	Min	σ	BKA	BKB	Hasil Uji Keseragaman	Σx	Σx^2	N'	Hasil Uji Kecukupan
1	32,77	35	30	1,48	35,72	29,81	SERAGAM	983	32273	3,15	CUKUP
2	64,93	68	63	1,55	68,04	61,83	SERAGAM	1948	126560	0,88	CUKUP
3	97,27	99	95	1,05	99,36	95,17	SERAGAM	2918	283856	0,18	CUKUP
4	14,43	16	11	1,33	17,10	11,77	SERAGAM	433	6301	13,15	CUKUP
5	103,83	106	102	1,56	106,94	100,72	SERAGAM	3115	323511	0,35	CUKUP
6	56,37	66	52	3,23	62,83	49,90	SERAGAM	1691	95619	5,09	CUKUP
7	14,53	17	12	1,66	17,84	11,22	SERAGAM	436	6416	20,07	CUKUP
8	43,47	45	41	1,50	46,47	40,46	SERAGAM	1304	56746	1,85	CUKUP
9	33,90	37	30	2,47	38,84	28,96	SERAGAM	1017	34653	8,20	CUKUP
10	94,97	96	94	0,72	96,40	93,53	SERAGAM	2849	270575	0,09	CUKUP
11	39,57	41	38	1,04	41,65	37,49	SERAGAM	1187	46997	1,07	CUKUP
12	115,07	117	113	1,08	117,23	112,91	SERAGAM	3452	397244	0,14	CUKUP
13	44,17	46	42	1,42	47,00	41,33	SERAGAM	1325	58579	1,59	CUKUP
14	14,83	17	12	1,44	17,71	11,95	SERAGAM	445	6661	14,58	CUKUP
15	13,70	16	12	1,34	16,39	11,01	SERAGAM	411	5683	14,86	CUKUP
16	13,90	16	11	1,58	17,07	10,73	SERAGAM	417	5869	20,07	CUKUP
17	31,87	33	30	1,22	34,32	29,42	SERAGAM	956	30508	2,28	CUKUP
18	57,03	62	53	2,59	62,22	51,85	SERAGAM	1711	97779	3,20	CUKUP
19	105,17	107	102	1,95	109,06	101,27	SERAGAM	3155	331911	0,53	CUKUP
20	55,73	62	51	2,52	60,77	50,70	SERAGAM	1672	93370	3,16	CUKUP
21	72,23	75	69	1,94	76,12	68,35	SERAGAM	2167	156639	1,12	CUKUP
22	24,43	26	22	1,55	27,53	21,34	SERAGAM	733	17979	6,20	CUKUP
23	13,70	16	12	1,34	16,39	11,01	SERAGAM	411	5683	14,86	CUKUP
24	8,77	11	7	1,19	11,16	6,38	SERAGAM	263	2347	28,71	CUKUP
25	13,87	16	12	1,28	16,43	11,31	SERAGAM	416	5816	13,17	CUKUP
26	84,63	89	55	6,05	96,74	72,52	SERAGAM	2539	215947	7,91	CUKUP
27	54,93	59	43	3,31	61,55	48,31	SERAGAM	1648	90848	5,62	CUKUP
28	105,43	109	103	1,63	108,70	102,17	SERAGAM	3163	333563	0,37	CUKUP
29	45,63	47	44	0,96	47,56	43,70	SERAGAM	1369	62499	0,69	CUKUP
30	98,97	100	98	0,81	100,58	97,35	SERAGAM	2969	293851	0,10	CUKUP
31	65,20	69	63	1,71	68,62	61,78	SERAGAM	1956	127616	1,06	CUKUP
32	14,13	17	12	1,36	16,85	11,42	SERAGAM	424	6046	14,28	CUKUP
33	15,57	19	12	2,01	19,59	11,54	SERAGAM	467	7387	25,83	CUKUP
34	15,63	19	12	2,11	19,85	11,42	SERAGAM	469	7461	28,14	CUKUP
35	86,60	92	80	2,44	91,49	81,71	SERAGAM	2598	225160	1,23	CUKUP
36	56,23	60	52	2,14	60,52	51,94	SERAGAM	1687	94999	2,25	CUKUP
37	120,10	124	117	2,40	124,90	115,30	SERAGAM	3603	432887	0,62	CUKUP
38	14,50	17	12	1,43	17,36	11,64	SERAGAM	435	6367	15,09	CUKUP
39	66,13	69	62	2,08	70,29	61,97	SERAGAM	1984	131334	1,53	CUKUP
40	56,23	59	51	2,16	60,55	51,91	SERAGAM	1687	95001	2,28	CUKUP
41	112,43	115	109	1,87	116,17	108,69	SERAGAM	3373	379339	0,43	CUKUP
42	46,03	49	42	2,09	50,22	41,85	SERAGAM	1381	63699	3,20	CUKUP
43	25,87	33	21	2,79	31,44	20,29	SERAGAM	776	20298	17,97	CUKUP
44	25,67	29	22	2,11	29,88	21,45	SERAGAM	770	19892	10,42	CUKUP
45	43,30	46	40	2,07	47,44	39,16	SERAGAM	1299	56371	3,54	CUKUP
46	13,73	16	11	1,05	15,83	11,64	SERAGAM	412	5690	9,01	CUKUP
47	76,67	80	75	1,73	80,12	73,21	SERAGAM	2300	176420	0,79	CUKUP
48	42,70	48	40	2,04	46,77	38,63	SERAGAM	1281	54819	3,52	CUKUP
49	95,73	101	90	2,64	101,01	90,46	SERAGAM	2872	275148	1,17	CUKUP
50	95,77	99	90	2,33	100,43	91,11	SERAGAM	2873	275295	0,92	CUKUP
51	45,60	49	42	2,22	50,04	41,16	SERAGAM	1368	62524	3,67	CUKUP
52	34,27	37	32	1,82	37,90	30,63	SERAGAM	1028	35322	4,35	CUKUP
53	7,40	9	6	0,81	9,03	5,77	SERAGAM	222	1662	18,70	CUKUP
54	25,27	29	20	2,43	30,14	20,40	SERAGAM	758	19324	14,36	CUKUP

Lampiran 3: Waktu Normal dan Waktu Standar Setiap Elemen Kerja (dalam

detik)

EK	\bar{x}	Performance Ratings				Total Performance Rating	Waktu Normal	Allowance	Waktu Standar
		Keahlian	Usaha	Kondisi	Konsistensi				
1	32,80	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	32,80	0.14	37,39
2	64,93	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	64,93	0.14	74,02
3	97,27	0.03	0.00	0.00	0.00	1,03	100,18	0.14	114,21
4	14,43	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	14,43	0.14	16,45
5	103,83	0.03	0.00	0.00	0.00	1,03	106,95	0.14	121,92
6	56,37	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	56,37	0.14	64,26
7	14,53	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	14,53	0.14	16,57
8	43,47	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	43,47	0.14	49,55
9	33,90	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	33,90	0.14	38,65
10	94,97	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	94,97	0.14	108,26
11	39,57	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	39,57	0.14	45,11
12	115,07	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	115,07	0.14	131,18
13	44,17	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	44,17	0.14	50,35
14	14,83	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	14,83	0.14	16,91
15	13,70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	13,70	0.14	15,62
16	13,90	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	13,90	0.14	15,85
17	31,87	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	31,87	0.14	36,33
18	57,03	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	57,03	0.14	65,02
19	105,17	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	105,17	0.14	119,89
20	55,73	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	55,73	0.14	63,54
21	72,23	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	72,23	0.14	82,35
22	24,43	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	24,43	0.14	27,85
23	13,70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	13,70	0.14	15,62
24	8,77	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	8,77	0.14	9,99
25	13,87	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	13,87	0.14	15,81
26	84,63	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	84,63	0.14	96,48
27	54,93	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	54,93	0.14	62,62
28	105,43	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	105,43	0.14	120,19
29	45,63	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	45,63	0.14	52,02
30	98,97	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	98,97	0.14	112,82
31	65,20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	65,20	0.14	74,33
32	14,13	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	14,13	0.14	16,11
33	15,57	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	15,57	0.14	17,75
34	15,63	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	15,63	0.14	17,82
35	86,60	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	86,60	0.14	98,72
36	56,23	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	56,23	0.14	64,11
37	120,10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	120,10	0.14	136,91
38	14,50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	14,50	0.14	16,53
39	66,13	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	66,13	0.14	75,39
40	56,23	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	56,23	0.14	64,11
41	112,43	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	112,43	0.14	128,17
42	46,03	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	46,03	0.14	52,48
43	25,87	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	25,87	0.14	29,49
44	25,67	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	25,67	0.14	29,26
45	43,30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	43,30	0.14	49,36
46	13,73	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	13,73	0.14	15,66
47	76,67	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	76,67	0.14	87,40
48	42,70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	42,70	0.14	48,68
49	95,73	0.03	0.00	0.00	0.00	1,03	98,61	0.14	112,41
50	95,77	0.03	0.00	0.00	0.00	1,03	98,64	0.14	112,45
51	45,60	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	45,60	0.14	51,98
52	34,27	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	34,27	0.14	39,06
53	7,40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	7,40	0.14	8,44
54	25,27	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	25,27	0.14	28,80

Lampiran 5: Kondisi Aktual Proses Pembuatan *Frame Chasis*



