

**PERBAIKAN *SUPPLY PART SUB ASSEMBLING REAR AXLE* LINI B
DENGAN *WORKLOAD ANALYSIS* SERTA *KARAKURI KAIZEN*
DI PT INTI GANDA PERDANA**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Sebagian Syarat-Syarat Penyelesaian
Program Studi D-IV Teknik Industri Otomotif
pada Politeknik STMI Jakarta**

OLEH

NAMA : PRAYOGA NOER TAMTOMO

NIM : 1114054



**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN
JAKARTA
2018**

ABSTRAK

PT Inti Ganda Perdana (PT IGP) merupakan salah satu industri manufaktur di bidang otomotif yang memproduksi komponen penggerak roda belakang. Pada PT IGP terjadi kendala di bagian *supply part*, tepatnya terdapat pada *warehouse plant 2,5* dan lini B *sub assembling rear axle*. Beberapa hal yang menjadi kendala adalah terjadi ketidakseimbangan beban kerja dan kurang efektifnya material *handling (trolley)* yang menyebabkan produktivitas tidak merata. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan beban kerja, rancangan material *handling* dan mengoptimalkan jumlah operator. Metode yang dilakukan adalah menganalisis elemen dan waktu kerja menggunakan *workload analysis*, modifikasi *trolley* dengan *karakuri*, dan menghitung kebutuhan operator optimal. Setelah itu dilakukan evaluasi kondisi sebelum dan sesudah perbaikan serta standarisasi. Jumlah operator kondisi awal di *warehouse plant 2,5* adalah 4 operator dan lini B *sub assembling rear axle* 3 operator. Sedangkan jumlah *trolley* sebanyak 5 unit dengan kapasitas 20 *axle shaft* serta 20 *drum brake*. Hasil pembahasan diperoleh usulan perbaikan perubahan elemen kerja, *idle time*, *efisiensi* dan waktu standar setiap operator yang signifikan di lini *supply part sub assembling rear axle* serta jumlah operator dari kondisi sebelumnya 4 operator berkurang menjadi 2 operator. Sedangkan untuk lini B *sub assembling rear axle* tetap 3 operator. Hasil modifikasi material *handling* membuat kebutuhan jumlah *trolley* sebanyak 3 unit dengan kapasitas 30 *axle shaft* serta 40 *drum brake* dan tambahan rak masing-masing 1 unit.

Kata kunci: *Supply part, karakuri, workload analysis, material handling (trolley).*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan berkat, rahmat, dan karunia-Nya, sehingga pada akhirnya penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “**PERBAIKAN *SUPPLY PART SUB ASSEMBLING REAR AXLE* LINI B DENGAN *WORKLOAD ANALYSIS* SERTA *KARAKURI KAIZEN* DI PT INTI GANDA PERDANA**”. Penulisan laporan ini merupakan salah satu persyaratan akademis untuk menyelesaikan Program Studi D-IV di Politeknik STMI Jakarta. Penulisan laporan dibuat berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di PT Inti Ganda Perdana bagian *assembling rear axle* yang diaplikasikan dengan teori-teori yang mendukung penulisan laporan ini. Penyusun mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orangtua, dan keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan dalam penyusunan laporan ini.

Sebagai penyusun, penulis sadar bahwa laporan ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan baik moral maupun materil dalam proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, diantaranya:

- Bapak Dr. Mustofa, S.T, M.T. selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta
- Bapak Dr. Ridzky Kramanandita, S.Kom, M.T. selaku Pembantu Direktur I Politeknik STMI Jakarta.
- Bapak Muhammad Agus, S.T, M.T. selaku Ketua Prodi Teknik Industri Otomotif
- Ibu Irma Agustiningsih Imdam, S.ST, M.T. selaku dosen pembimbing laporan PKL yang telah bersedia membantu memberikan bimbingan serta pengarahan selama penulisan laporan PKL ini.
- Bapak Juhari Mas’udi, SMI, MM. Selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan masukan serta saran-saran selama kuliah di Politeknik STMI Jakarta.

- Bapak Danny Wibisono selaku *Section Head Assembling Rear Axle* di bagian *plant* 3 PT Inti Ganda Perdana yang telah memberikan masukan dan amanat selama pelaksanaan observasi dalam penulisan laporan.
- Bapak Indra, bapak Arief dan bapak Rahmat selaku *foremen* di bagian *plant* 3 PT Inti Ganda Perdana sebagai mentor lapangan yang telah mengarahkan, dan membantu serta memberikan ilmu dalam penulisan laporan.
- Bapak Suherman dan bapak Budi selaku *group leader* di bagian *plant* 3 PT Inti Ganda Perdana yang telah membimbing serta memberikan saran-saran dalam penulisan laporan.
- Bapak Untung, selaku karyawan yang diberi tugas untuk membantu dalam memodifikasi *trolly* dalam penulisan laporan.
- Seluruh karyawan di PT Inti Ganda Perdana yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan praktik kerja lapangan dan memberikan data yang dibutuhkan.
- Kepada teman magang di PT Inti Ganda Perdana yang telah memberikan saran/masukan dan motivasi untuk membantu dalam pembuatan laporan ini.
- Kepada teman-teman Badan Eksekutif Mahasiswa, Himpunan Mahasiswa Teknik Industri, serta seluruh Keluarga Besar Mahasiswa Politeknik STMI Jakarta yang telah memberikan dukungan.
- Dan seluruh teman-teman di Politeknik STMI Jakarta, terutama jurusan Teknik Industri Otomotif angkatan 2014.

Penyusunan laporan ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak, sehingga dapat meningkatkan kualitas penyusunan di masa yang akan datang. Semoga laporan ini dapat bermanfaat khususnya bagi penyusun dan pembaca, sehingga dapat menjadi sebuah pembelajaran bagi penelitian berikutnya.

Jakarta, September 2018

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Manfaat	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 <i>Lean</i>	6
2.2 Standarisasi Kerja	7
2.2.1 Pengertian Standarisasi Kerja.....	7
2.2.2 Jenis-Jenis Standar Kerja	8
2.3 <i>Workload Analysis</i>	12
2.4 Analisa Kebutuhan Tenaga Kerja.....	13
2.5 Pemindahan Bahan (<i>Material Handling</i>)	17
2.5.1 Manfaat <i>Material Handling</i>	18
2.5.2 <i>Karakuri Kaizen</i>	19
2.6 Perancangan.....	21
2.7 Desain Produk	22
2.7.1 Pengertian Desain Produk	22
2.7.2 Maksud dan Tujuan Desain Produk	23
2.7.3 Dimensi Pengukuran Desain Produk.....	24
2.7.4 Tahapan-Tahapan Desain Produk	25

2.8 Perhitungan Kebutuhan dan Kapasitas <i>Material Handling</i>	26
2.9 Perhitungan Waktu Kerja	27
2.9.1 Waktu Siklus	28
2.9.2 Waktu Normal	28
2.9.3 Waktu Standar	28
2.10 Efisiensi	29
2.11 Perhitungan Gaya	30
2.11.1 Gaya, Massa dan Hukum Kedua Newton	30
2.11.2 Benda Miring.....	31
2.12 Faktor Penyesuaian (<i>Rating Factor</i>)	32
2.13 Faktor Kelonggaran (<i>Allowance</i>)	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Jenis dan Sumber Data	38
3.1.1 Data Primer	38
3.1.2 Data Sekunder	38
3.1.3 Sumber Data	39
3.2 Metode Pengumpulan Data	39
3.2.1 Penelitian Lapangan	39
3.2.2 Studi Pustaka	39
3.3 Teknik Analisis.....	39
3.3.1 Studi Lapangan (<i>Genba</i>)	39
3.3.2 Studi Pustaka	40
3.3.3 Identifikasi Masalah	40
3.3.4 Tujuan Penelitian.....	40
3.3.5 Pengumpulan Data	40
3.3.6 Pengolahan Data.....	40
3.3.7 Analisis dan Pembahasan	41
3.3.8 Usulan Rencana Perbaikan (<i>Kaizen Idea</i>).....	42
3.3.9 Tahap Persiapan Implementasi.....	42
3.3.10 Implementasi	42
3.3.11 Evaluasi Kondisi Sebelum dan Sesudah Perbaikan	42

3.3.12 Kesimpulan dan Saran.....	43
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
4.1 Pengumpulan Data	45
4.1.1 Profil Perusahaan.....	45
4.1.2 Hasil Produksi	52
4.1.3 <i>Layout</i> Aliran dan Proses Material.....	54
4.1.4 Jumlah dan Elemen Kerja Operator	57
4.1.5 Pengukuran Waktu Kerja	59
4.1.6 Data Material <i>Handling (Trolly)</i>	77
4.2 Pengolahan Data.....	78
4.2.1 Perhitungan Waktu	78
4.2.2 Identifikasi Elemen dan Waktu Kerja	85
4.2.3 <i>Yamazumi Chart</i> Sebelum Perbaikan	88
4.2.4 Perhitungan Operator Sebelum Perbaikan	90
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
5.1 Analisis <i>Yamazumi Chart</i> Kondisi Awal.....	93
5.2 Analisis Perancangan Modifikasi <i>Trolly</i> Dengan (<i>Karakuri Kaizen</i>) .	94
5.3 Realokasi Elemen Kerja Dengan <i>Yamazumi Chart</i>	96
5.3.1 <i>Warehouse Plant 2,5</i>	96
5.3.2 Lini B <i>Sub Assembling Rear Axle</i>	101
5.4 Analisis <i>Yamazumi Chart</i> Setelah Rencana Perbaikan	104
5.4.1 Perhitungan Waktu Standar.....	105
5.4.2 <i>Yamazumi Chart Warehouse Plant 2,5</i>	107
5.4.3 <i>Yamazumi Chart</i> Lini B <i>Sub Assembling Rear Axle</i>	108
5.5 Usulan Rencana Perbaikan (<i>Kaizen Idea</i>)	110
5.6 Modifikasi Material <i>Handling (Trolly)</i>	111
5.6.1 Rancangan dan Dimensi Modifikasi <i>Trolly</i>	111
5.6.2 Pembuatan Modifikasi <i>Trolly</i>	113
5.6.3 Penentuan Jumlah Kebutuhan dan Kapasitas <i>Trolly</i>	116
5.6.4 Perhitungan Gaya Pada <i>Trolly</i>	117
5.7 Hasil Realokasi Elemen dan Waktu Kerja Rencana Perbaikan	118

5.8 Evaluasi dan Standarisasi Kondisi	120
BAB VI PENUTUP	
6.1 Kesimpulan.....	122
6.2 Saran.....	123
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Performance Ratings</i> Dengan Sistem <i>Westing House</i>	34
Tabel 2.2	Faktor Kelonggaran (<i>Allowance</i>)	36
Tabel 4.1	Waktu Kerja <i>Shift</i>	50
Tabel 4.2	Produk IGP.....	53
Tabel 4.3	Produk <i>Rear Axle</i> Lini B <i>Plant 3</i>	54
Tabel 4.4	Data Produksi.....	54
Tabel 4.5	Elemen Kerja <i>Warehouse Plant 2,5</i>	57
Tabel 4.6	Elemen Kerja Lini B <i>Sub Assembling Rear Axle</i>	58
Tabel 4.7	Pengukuran Waktu Siklus <i>Warehouse Plant 2,5</i>	59
Tabel 4.8	Pengukuran Waktu Siklus Lini B <i>Sub Assembling Rear Axle</i>	68
Tabel 4.9	<i>Rating Factor</i> Operator.....	75
Tabel 4.10	<i>Allowance</i> Operator.....	76
Tabel 4.11	Dimensi/Ukuran <i>Trolley Supply Part</i>	77
Tabel 4.12	Perhitungan Total dan Rata-Rata Waktu Siklus Operator Racik <i>Axle Shaft</i> Lini RA.A	79
Tabel 4.13	Rekapitulasi Rata-Rata Waktu Siklus Elemen Kerja <i>Warehouse Plant 2,5</i>	79
Tabel 4.14	Rekapitulasi Rata-Rata Waktu Siklus Elemen Kerja Lini B <i>Sub Assembling Rear Axle</i>	81
Tabel 4.15	Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Standar.....	83
Tabel 4.16	Identifikasi Elemen dan Waktu Kerja Operator <i>Warehouse</i>	85
Tabel 4.17	Identifikasi Elemen dan Waktu Kerja Operator Lini B <i>Sub Assembling</i>	87
Tabel 4.18	Perbandingan Waktu Standar Dengan <i>Takt Time</i> Operator	89
Tabel 4.19	Perhitungan <i>Idle Time</i> dan Efisiensi Setiap Operator	91
Tabel 5.1	Elemen Kerja Dan Waktu Siklus Operator Ujang Setelah Perbaikan.....	97
Tabel 5.2	Elemen Kerja Dan Waktu Siklus Operator Tri Setelah Perbaikan.....	100

Tabel 5.3	Elemen Kerja Dan Waktu Siklus Operator Ali Setelah Perbaikan.....	102
Tabel 5.4	Elemen Kerja Dan Waktu Siklus Operator Udoyo Setelah Perbaikan.....	103
Tabel 5.5	Elemen Kerja Dan Waktu Siklus Operator Arfan Setelah Perbaikan.....	104
Tabel 5.6	<i>Rating Factor</i> Operator Sesudah Perbaikan.....	105
Tabel 5.7	Perhitungan Waktu Standar Operator Sesudah Perbaikan.....	106
Tabel 5.8	Waktu Tunggu Dan Beban Kerja Operator <i>Warehouse Plant</i> 2,5 Setelah Realokasi Elemen Kerja	108
Tabel 5.9	Waktu Tunggu Dan Beban Kerja Operator Lini B <i>Sub Assembling Rear Axle</i> Setelah Realokasi Elemen Kerja.....	109
Tabel 5.10	Rencana Perbaikan	111
Tabel 5.11	Hasil Modifikasi <i>Trolly</i> dan Fungsi	113
Tabel 5.12	Tabel Hasil Realokasi Elemen dan Waktu Kerja Rencana Perbaikan Pada <i>Warehouse Plant</i> 2,5.	118
Tabel 5.13	Tabel Hasil Realokasi Elemen dan Waktu Kerja Rencana Perbaikan Pada Lini B <i>Sub Assembling Rear Axle</i>	119
Tabel 5.14	Perbandingan Kondisi Awal dan Sesudah Perbaikan	121

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Elemen Standarisasi Kerja	8
Gambar 2.2	Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe 1.....	9
Gambar 2.3	Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe 2 (Sebelum Perbaikan)..	10
Gambar 2.4	Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe 2 (Sesudah Perbaikan)..	10
Gambar 2.5	Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe 3.....	12
Gambar 2.6	Siklus Untuk Menurunkan Jumlah Pekerja.....	13
Gambar 2.7	Tiap Pekerja Punya Waktu Tunggu	14
Gambar 2.8	Relokasi Operasi Diantara Pekerja.....	15
Gambar 2.9	Alokasi Operasi Secara Keliru	15
Gambar 2.10	<i>Zashiki Karakuri</i>	19
Gambar 2.11	Sumbu-X dan Sumbu-Y	32
Gambar 3.1	Metodologi Penelitian	43
Gambar 4.1	Kantor PT IGP <i>Plant</i> Jakarta.....	46
Gambar 4.2	<i>Layout</i> PT IGP <i>Plant</i> Jakarta.....	47
Gambar 4.3	Struktur Organisasi PT IGP.....	49
Gambar 4.4	Struktur Organisasi <i>plant</i> IGP 3.....	50
Gambar 4.5	<i>Rear Axle</i>	53
Gambar 4.6	<i>Propeller Shaft</i>	53
Gambar 4.7	<i>Layout</i> PT IGP <i>Plant</i> 2,5 Dan 3 Serta Lintasan <i>Towing</i>	55
Gambar 4.8	<i>Layout</i> Stasiun Kerja <i>Warehouse Plant</i> 2,5	56
Gambar 4.9	<i>Layout</i> Stasiun Kerja Lini B <i>Assembling Rear Axle</i>	56
Gambar 4.10	<i>Trolley Supply Axle Shaft</i> Dan <i>Drum Brake</i> Lini B <i>Plant</i> 3	77
Gambar 4.11	Beban Kerja Operator <i>Warehouse Plant</i> 2,5.....	89
Gambar 4.12	Beban Kerja Operator Lini B <i>Sub Assembling Rear Axle</i>	90
Gambar 5.1	Proses Memasukan <i>Axle Shaft</i> Ke Dalam <i>Trolley</i>	95
Gambar 5.2	Proses Mendorong Dan Menarik <i>Trolley</i> Operator Ali	95
Gambar 5.3	<i>Yamazumi Chart Warehouse Plant</i> 2,5	107
Gambar 5.4	<i>Yamazumi Chart</i> Lini B <i>Sub Assembling Rear Axle</i>	109

Gambar 5.5	Kerangka <i>Trolly</i>	112
Gambar 5.6	Kerangka Rak <i>Axle Shaft</i> dan <i>Drum Brake</i>	112

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A (Tabel Pengukuran Waktu Siklus dan Waktu Standar Lini *Supply Part Sub Assembling Rear Axle* serta Lini B *Sub Assembling Rear Axle*)

Lampiran B (Dimensi *Trolley Axle Shaft* Hasil Modifikasi)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Inti Ganda Perdana (PT IGP) merupakan salah satu industri manufaktur di bidang otomotif yang memproduksi komponen penggerak roda belakang (*Rear Axle* dan *Propeller Shaft*). Memasuki era industri 4.0 saat ini perusahaan-perusahaan bersaing bisnis dengan ketat. Esensi dari persaingan terletak pada bagaimana perusahaan mengimplementasikan proses dalam menghasilkan produk baik, lebih murah dan cepat dibanding pesaingnya. Sebuah perusahaan harus dapat memperbaiki kinerja agar dapat terus bersaing dan mengalami kemajuan, demikian juga dengan PT IGP yang turut serta dalam persaingan yang semakin ketat. Dalam melakukan usahanya diperlukan suatu mekanisme kinerja perusahaan, salah satu yang perlu diperhatikan adalah efektifitas layanan pengiriman dan efisiensi operasional untuk sistem *supply part* dalam lini produksi.

Pada PT IGP terjadi kendala di bagian yang bertanggung jawab atas kelancaran *supply part*, tepatnya terdapat di *warehouse* dan lini *B sub assembling rear axle*. Beberapa hal yang menjadi kendala di *warehouse*, adalah terjadi ketidakseimbangan beban kerja operator yang menyebabkan terjadinya waktu menganggur dan pemborosan waktu kerja. Selain itu jumlah operator yang tidak sesuai serta masih terdapatnya *handling* material secara manual yang menyebabkan produktivitas tidak merata, dan terjadi kelelahan pada operator. Sedangkan pada lini *B sub assembling rear axle* terdapat kendala yang sama yaitu ketidakseimbangan beban kerja operator, serta kurang efektifnya material *handling* yang tersedia.

Berdasarkan kendala yang ada, perlu adanya perbaikan untuk menyeimbangkan beban kerja operator. Perbaikan dilakukan agar mendapatkan jumlah operator dengan beban kerja yang optimal, serta berdampak pada efisiensi proses dan meningkatkan produktivitas operator. Dalam hal ini cara yang dapat dilakukan untuk menyeimbangkan beban kerja dengan menggunakan *workload analysis*, serta *balancing job* (pemerataan beban kerja) pada setiap operator yang

ada pada lini tersebut. Kemudian setelah itu dilakukan perancangan material *handling*, stasiun kerja, dan fasilitas kerja berupa alat bantu pemindahan material untuk mempercepat waktu kerja operator dalam *handling part* agar lebih efektif, dan efisien. Material *handling* yang dirancang menggunakan *karakuri kaizen*. *Karakuri kaizen* merupakan sebuah metode *kaizen* yang akan mendukung inisiatif pemangkasan pemborosan untuk melakukan penghematan waktu kerja. Potensi pemborosan waktu kerja akan semakin besar jika operator terlalu banyak bergerak dan berpindah tempat. Konsep *karakuri kaizen* ini dapat digunakan untuk memindahkan material dari mesin ke mesin, dari mesin ke operator, maupun dari operator ke mesin dengan cara yang sederhana.

Setelah dilakukan perbaikan penyeimbangan beban kerja dan pengadaan material *handling* yang sesuai. Proses berikutnya agar proses kerja dapat berjalan dengan baik, diperlukan juga suatu evaluasi kondisi sesudah perbaikan bagi para operator di *warehouse* dan lini B *sub assembling rear axle*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi bahwa permasalahan yang dihadapi perusahaan yaitu:

1. Bagaimana cara mengatasi ketidakmerataan beban kerja yang dibebankan kepada masing-masing operator di *warehouse* dan lini B *sub assembling rear axle*?
2. Bagaimanakah perancangan material *handling* untuk mengatasi *double handling* operator serta mempercepat kerja operator di *warehouse* dan lini B *sub assembling rear axle*?
3. Berapa kebutuhan jumlah operator optimal di *warehouse* dan lini B *sub assembling rear axle*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang ada, maka beberapa tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Menentukan beban kerja dari masing-masing operator di *warehouse* dan lini B *sub assembling rear axle*.
2. Menghasilkan rancangan material *handling* untuk mengatasi *double handling* operator serta mempercepat kerja operator di *warehouse* dan lini B *sub assembling rear axle*.
3. Menghasilkan jumlah operator optimal yang dibutuhkan di *warehouse* dan lini B *sub assembling rear axle*.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari luasnya permasalahan, diperlukan adanya pembatasan masalah. Adapun pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT IGP *plant* Jakarta.
2. Penelitian dilakukan pada periode bulan Februari - Juli 2018.
3. Penelitian dilakukan di *warehouse plant* 2,5 dan lini B *sub assembling rear axle plant* 3 (*Shift* 1).
4. Pengambilan data primer dilakukan dengan mengamati secara langsung di *warehouse plant* 2,5 dan lini B *sub assembling rear axle plant* 3.
5. Pengambilan data sekunder mempergunakan data dari PT IGP.
6. Penetapan besaran nilai *rating factor*, *allowance* dan yang sejenis lainnya didasarkan pada pengamatan di lapangan serta data *report* operator dengan hasil diskusi dengan pihak perusahaan.
7. Penelitian tidak memperhitungkan penggunaan biaya untuk pengadaan material *handling*.
8. Penelitian tidak memperhitungkan penggunaan hukum fisika seperti mekanika teknik untuk pengadaan material *handling*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Bagi perusahaan membantu menyelesaikan permasalahan yang ada di lini produksi IGP 3 khususnya di *warehouse plant 2,5* dan lini B *sub assembling rear axle plant 3* dengan hasil rancangan perbaikan yang dibuat serta di implementasikan.
2. Bagi perguruan tinggi menambah hasil karya mahasiswa sehingga dapat di jadikan referensi tentang implementasi material *handling*, *balancing job* dan *work analysis* di dunia industri bagi mahasiswa lainnya.
3. Bagi penulis memberikan pengalaman dalam melakukan penelitian dan mengaplikasikan ilmu yang diperoleh selama kuliah.
4. Bagi pembaca sebagai referensi tentang implementasi material *handling*, *balancing job* dan *work analysis* di dunia industri

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan tahapan dalam laporan ini yang penyusunannya dimaksudkan untuk memberikan informasi yang jelas dan mudah dipahami. Sistematika penulisan pada laporan ini terdiri dari 6 (enam) bab dengan perincian sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bagian pendahuluan yang membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini mengemukakan landasan-landasan yang mendasar dalam menguraikan teori-teori seperti *lean*, standardisasi kerja, *workload analysis*, analisa kebutuhan tenaga kerja, material *handling*, perancangan, desain produk, perhitungan kebutuhan dan kapasitas material *handling*, perhitungan waktu kerja, efisiensi, perhitungan gaya, faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang langkah-langkah sistematis yang digunakan untuk memecahkan masalah mulai dari *genba* ke rantai produksi,

identifikasi masalah, tujuan penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, analisis data, usulan rencana perbaikan, tahap persiapan implementasi, implementasi, evaluasi dan standarisasi serta penutup berupa kesimpulan.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menguraikan tentang data yang diperoleh dari hasil wawancara maupun pengamatan seperti data umum perusahaan, deskripsi pekerjaan, waktu kerja, aliran proses, dan data lain yang berkaitan. Setelah dilakukan pengumpulan data, langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut dengan melakukan perhitungan waktu standar kerja, pembuatan identifikasi elemen dan waktu kerja, membuat *yamazumi chart* sebelum perbaikan, dan perhitungan operator sebelum perbaikan.

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis yang dilakukan dari data yang sudah diolah untuk dilakukan perbaikan adalah analisis *yamazumi chart* kondisi awal, analisis perancangan modifikasi *trolley* dengan *karakuri*, realokasi elemen kerja dengan *yamazumi chart*, dan analisis *yamazumi chart* setelah rencana perbaikan serta evaluasi dan standarisasi setelah perbaikan.

BAB VI : PENUTUP

Merupakan bab terakhir yang berisikan kesimpulan berdasarkan pembahasan dan analisis jawaban dari rumusan masalah serta saran yang mendukung bagi perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

BAB II

LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan teori-teori yang digunakan dalam penelitian ini. Teori-teori tersebut ialah *lean*, standardisasi kerja, *workload analysis*, analisa kebutuhan tenaga kerja, *material handling*, perancangan, desain produk, perhitungan kebutuhan dan kapasitas *material handling*, perhitungan waktu kerja, efisiensi, perhitungan gaya, faktor penyesuaian dan kelonggaran.

2.1 *Lean*

Menurut Gaspersz (2007), “*Lean* adalah suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang dan/atau jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*)”. *Lean* juga dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan atau aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value adding activities*). Melalui peningkatan terus-menerus secara radikal (*radical continous improvement*) dengan cara mengalirkan produk dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan. “Konsep *lean* merupakan konsep perampingan atau efisiensi” (Gaspersz, 2007).

“*Lean Manufacturing* merupakan pendekatan sistematis untuk mengidentifikasikan dan mengeliminasi pemborosan/*waste* melalui perbaikan berkesinambungan dengan aliran produk berdasarkan kehendak konsumen (*pull system*) dalam mengejar kesempurnaan” (Agung dan Imdam, 2014).

Wilson (2010) mengemukakan bahwa *lean manufacturing* adalah:

1. Fokus dalam pengendalian kuantitas untuk menurunkan biaya dengan mengeliminasi pemborosan.
2. Membangun fondasi kuat terhadap kualitas proses dan produk.
3. Terintegritas secara penuh.
4. Berevolusi secara terus-menerus.

5. Mematenkan budaya sehat yang kuat yang diatur secara sadar, terus-menerus, dan konsisten.

Tujuan *lean* adalah meningkatkan secara terus-menerus *customer value* melalui peningkatan rasio antara nilai tambah (*value added*) terhadap waste (*the value-to-waste ratio*). Terdapat lima prinsip dasar *lean* yaitu (Gaspersz, 2007):

1. Mengidentifikasi nilai produk (barang dan/atau jasa) berdasarkan perspektif pelanggan dimana pelanggan menginginkan produk (barang dan/atau jasa) berkualitas superior dengan harga yang kompetitif dan penyerahan tepat waktu.
2. Mengidentifikasi *value stream procces mapping* (pemetaan proses pada *value stream*) untuk setiap produk (barang dan/atau jasa).
3. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang proses *value stream* itu.
4. Mengorganisasikan agar material, informasi, dan produk itu mengalir secara lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* menggunakan sistem tarik (*pull system*).
5. Terus-menerus mencari berbagai teknik dan alat peningkatan (*improvement tools and techniques*) untuk mencapai keunggulan dan peningkatan yang berkelanjutan.

2.2 Standardisasi Kerja

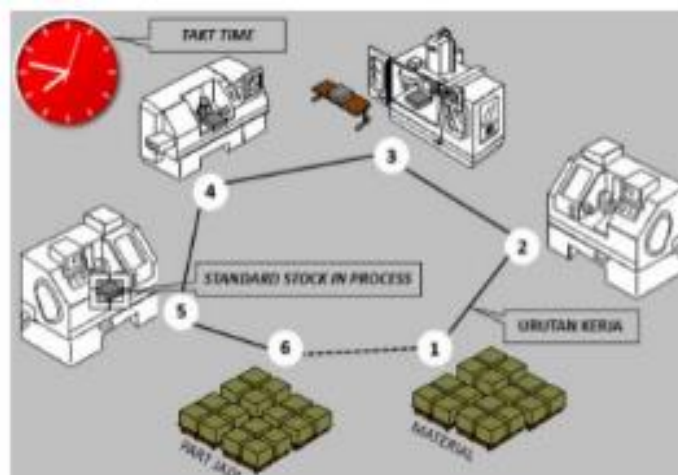
2.2.1 Pengertian Standardisasi Kerja

Standardisasi kerja adalah peraturan pada saat membuat barang ditempat kerja, yaitu cara melakukan produksi yang paling efektif dengan urutan tanpa *muda*, mengumpulkan pekerjaan dan memfokuskan gerakan manusia. Sedangkan standar kerja merupakan standar-standar yang paling penting secara teknik produksi yang terkait dengan mesin, barang, dan manusia ketika melaksanakan standardisasi kerja. Contoh standar kerja (*work standard*) adalah *QC Koutri Hyou* (Tabel Standar process quality check), *Kosakusu* (process drawing), dan *Safety Work Element* (lembar instruksi agar bekerja aman) (Toyota Training Center, 2006).

Standardisasi kerja merupakan cara untuk secara total meningkatkan kualitas, *cost reduction*, *safety*, produktivitas, dan lain-lain dengan cara menggabungkan faktor manusia, barang, dan peralatan secara paling efektif berdasarkan pada kondisi saat ini. Standardisasi kerja juga merupakan suatu cara untuk menekan

pembuatan yang berlebihan, dan untuk melakukan produksi *just in time*. Selain itu, standarisasi kerja juga merupakan cara yang efektif sebagai *alat* untuk melakukan *kaizen*.

Standardisasi kerja memiliki tiga unsur penting, dimana apabila jika satu unsurnya tidak dipenuhi maka standarisasi kerja tidak akan berjalan dengan baik. Unsur tersebut antara lain, *takt time*, urutan kerja, dan *standard in process stock* atau *supply* minimum yang dimiliki di dalam proses agar pekerjaan dapat dilakukan dengan urutan dan gerakan yang berulang dengan prosedur yang sama (Toyota Training Center, 2006). Elemen standarisasi kerja dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Elemen Standardisasi Kerja
(Sumber: Toyota Training Center, 2006)

2.2.2 Jenis-Jenis Standar Kerja

1. Tabel Standar Kapasitas Produksi (*Production Capacity Sheet*)

Tabel ini digunakan pada proses-proses yang berhubungan dengan mesin-mesin dan menggambarkan daftar kapasitas produksi setiap proses sehingga terlihat proses mana yang menjadi *bottlenecks* (Monden, 2000). Tabel standar kapasitas produksi disebut lembar kapasitas produksi. Lembar kapasitas produksi menunjukkan kapasitas mesin dalam proses. Lembar kapasitas produksi cocok diterapkan pada operasi bermesin yang melibatkan penggunaan alat dan penggantian alat, tapi juga dapat diterapkan pada operasi seperti *injection moulding* dan mengidentifikasi operasi yang memiliki *bottleneck*.

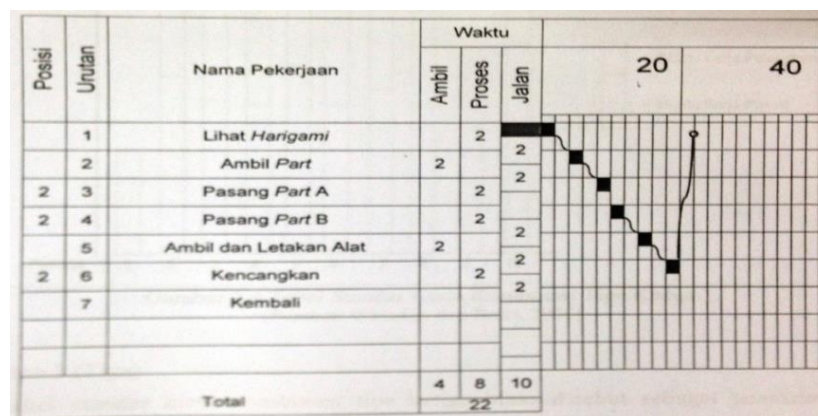
2. Tabel Standar Kerja Kombinasi (*Standardized Work Combination Table*)

Tabel Standar Kerja Kombinasi (TSKK) biasa disebut juga peta kombinasi kerja dan diagram kombinasi. TSKK digunakan sebagai alat untuk menentukan beban dan urutan kerja agar dapat sesuai dengan batas *takt time* (Monden, 2000). Tabel ini sangat berguna untuk *balancing* beban kerja.

TSKK disebut tabel kombinasi pekerjaan terstandarisasi (juga disebut lembar kombinasi pekerjaan terstandarisasi) digunakan untuk menganalisis pekerjaan yang memiliki kombinasi kerja. Tujuannya adalah untuk menunjukkan keterkaitan waktu dari dua atau lebih aktivitas yang terjadi secara simultan. Alat ini terutama tidak hanya digunakan untuk operasi yang merupakan kombinasi dari operasi manual dan peralatan otomatis, tapi juga dapat digunakan untuk operasi di mana terdapat dua atau lebih operator mengerjakan produk yang sama pada waktu yang sama. TSKK dibagi menjadi tiga tipe, yaitu:

a. Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe-1

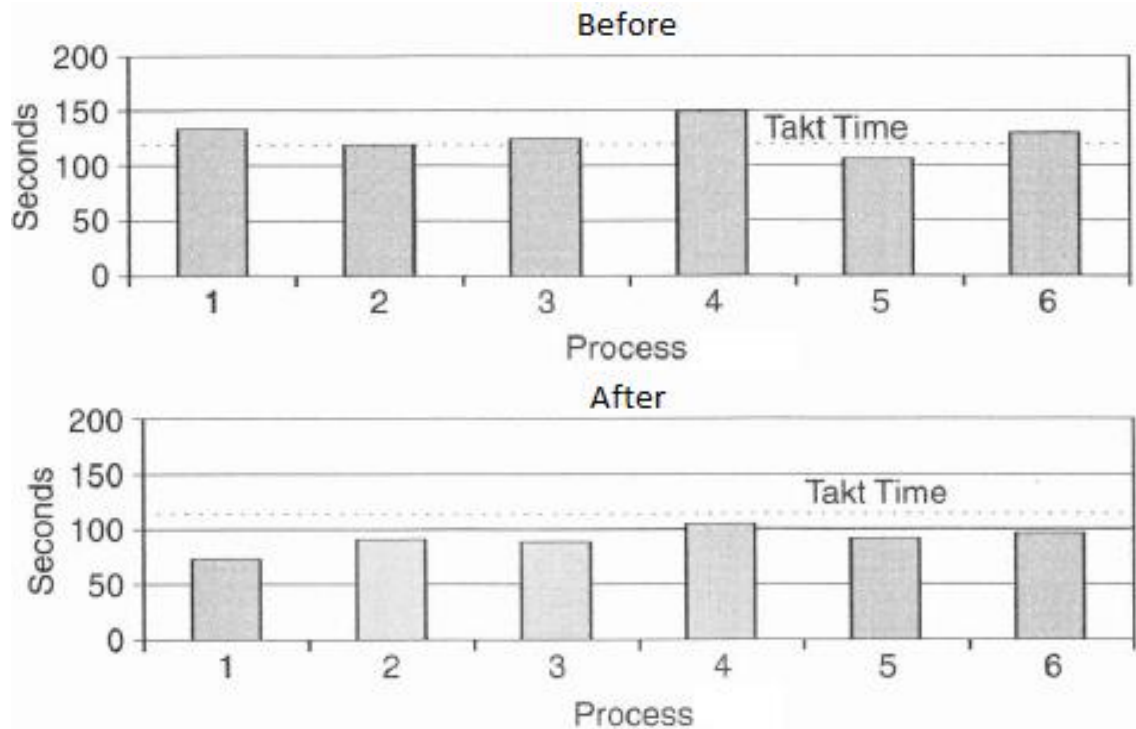
Digunakan untuk melihat waktu kerja operator per 1 *cycle* vs urutan kerja, tindakan operator vs pergerakan alat, dan *cycle time* vs *takt time*. TSKK tipe-1 berisi penjelasan tentang besar waktu operasi, yang terdiri dari: waktu operator menggunakan alat dan menjalankan mesin secara manual dan otomatis, waktu siklus mesin (otomatis) dan waktu jalan operator ke elemen kerja selanjutnya. Tabel standar kerja kombinasi tipe-1 dapat dilihat pada Gambar 2.2.



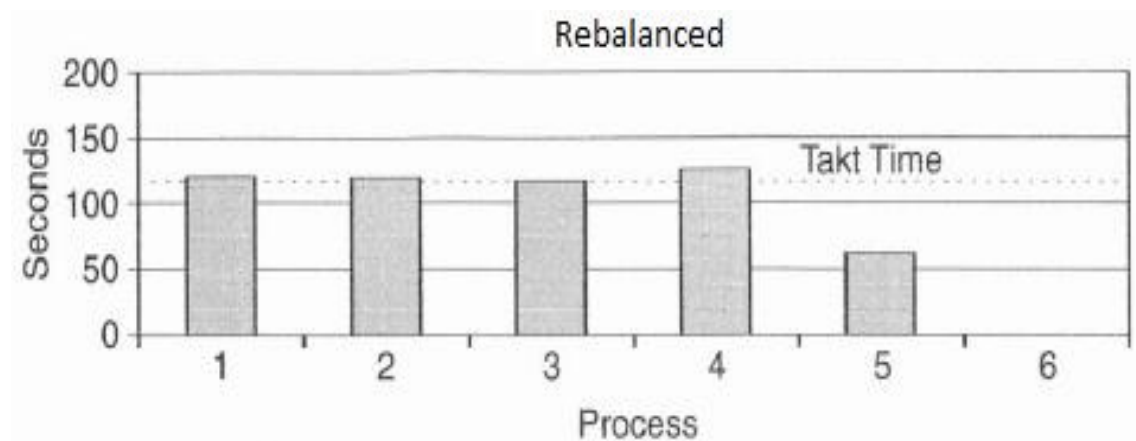
Gambar 2.2 Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe 1
(Sumber: Monden, 2000)

b. Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe-2

Digunakan untuk memperlihatkan perbandingan setiap waktu kerja operator per 1 *cycle* dan *takt time*. TSKK tipe-2 ini akan dapat diketahui *man power efficiency* atau istilah Jepang disebut *kaju haikin*. Tabel standar kerja kombinasi tipe-2 dapat dilihat pada Gambar 2.3 dan 2.4.



Gambar 2.3 Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe 2 (Sebelum Perbaikan)
(Sumber: Monden, 2000)



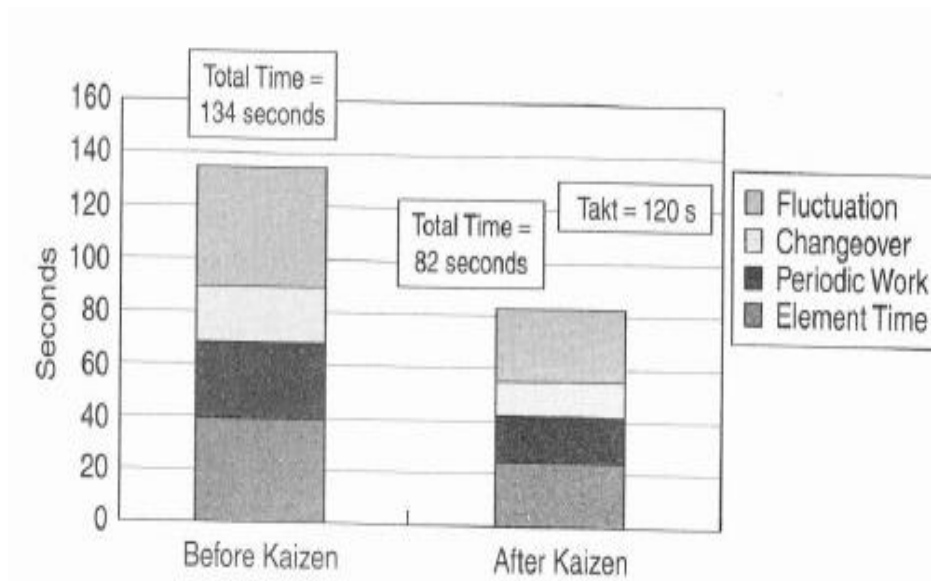
Gambar 2.4 Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe 2 (Sesudah Perbaikan)
(Sumber: Monden, 2000)

c. Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe-3

Digunakan untuk mengkonfirmasi rencana keseluruhan operasi dengan membuat standardisasi kerja baik *line gai (off-line operator)* maupun pekerjaan setiap orang didalam proses. TSKK tipe-3 ini dikenal juga dengan istilah *yamazumi chart*. *Yamazumi Chart* atau *Yamazumi Board* adalah alat visual yang digunakan dalam *lean manufacturing* untuk membantu dalam mendesain sel-sel produksi dan memonitor perbaikan terus-menerus. *Yamazumi Chart* memudahkan untuk memvisualisasikan berbagai elemen pekerjaan yang berlangsung dalam proses produksi, kemudian membandingkannya dengan *output* yang diharapkan atau *output* yang telah ditentukan perusahaan. Secara bahasa, arti *yamazumi* sendiri adalah menumpuk, dan grafik *yamazumi* berbentuk tumpukan sederhana dari *bar chart* dari lamanya waktu setiap aktivitas dalam proses produksi.

Menggunakan *yamazumi* dapat juga digunakan untuk menyoroti area kerja, dimana operator menghadapi tingkat stres kerja yang tinggi (*Muri-overburden*) sementara di waktu yang sama dengan area yang berbeda, bisa terjadi operator lain menghabiskan waktu menunggu atau *idle*. Kecepatan proses produksi secara total bisa dibilang sama dengan kecepatan proses produksi paling lambat dalam rantai produksi. *Yamazumi* inilah yang akan memberitahu kelemahan atau kelambatan proses yang terjadi pada rantai proses produksi. Papan *yamazumi* juga dapat membedakan antara kegiatan atau proses yang memberikan (*value-added*) dan (*non-value-added*), serta *waste process* pada proses produksi. Hal ini akan memudahkan untuk memvisualisasikan penghematan yang dibuat.

Ada dua cara yang dapat ditempuh untuk melakukan penghematan dengan berdasar pada *yamazumi chart*. Pertama, tentu saja dengan menghilangkan non-nilai tambah dan *waste* dari proses produksi, lalu menambahkan proses bernilai tambah untuk membuat proses jauh lebih efisien. Sedangkan yang kedua, adalah dengan memindahkan beban kerja kepada proses yang sebelumnya atau proses berikutnya. Tabel standar kerja kombinasi tipe-3 dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe 3
(Sumber: Monden, 2000)

2.3 Workload Analysis

Workload analysis (WLA) atau analisis beban kerja adalah sebuah proses untuk menghitung jumlah jam yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dalam waktu tertentu (Anggara, 2011). Tujuan dari analisis beban kerja adalah untuk menentukan jumlah operator yang dibutuhkan dan besar beban kerja yang dapat diberikan kepada seorang operator dalam melakukan tugas. Analisis beban kerja dilakukan dengan membandingkan beban kerja dengan waktu normal (waktu yang digunakan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, tanpa *allowance*) dan volume kerja.

Banyak manfaat yang didapatkan dengan melakukan analisis beban kerja, yaitu:

1. Untuk menentukan jumlah tenaga kerja.
2. Untuk melakukan proses *human resources planning*.
3. Untuk menentukan *standard time* (waktu baku) dari suatu aktivitas kerja.
4. Untuk menghitung *budget* perusahaan terkait gaji dan tunjangan pekerja.
5. Untuk melakukan *redesign* tugas jabatan dan *standard operating procedure* (SOP).

Workload analysis dilakukan dengan membandingkan bobot/beban kerja dengan norma waktu dan volume kerja. Target beban kerja ditentukan berdasarkan rencana kerja atau sasaran yang harus dicapai oleh setiap jabatan, misalnya mingguan atau bulanan. Volume kerja datanya terdapat pada setiap unit kerja, sedangkan normal waktu hingga kini belum banyak diperoleh sehingga dapat dijadikan suatu faktor tetap yang sangat menentukan dalam analisis beban kerja.

Beban kerja yang baik, sebaiknya mendekati 100% atau dalam kondisi normal. Beban kerja 100% tersebut berarti bahwa selama jam kerja, pekerja mampu bekerja secara terus menerus dalam kondisi normal (Anggara, 2011). Adapun rumus analisis beban kerja sebagai berikut:

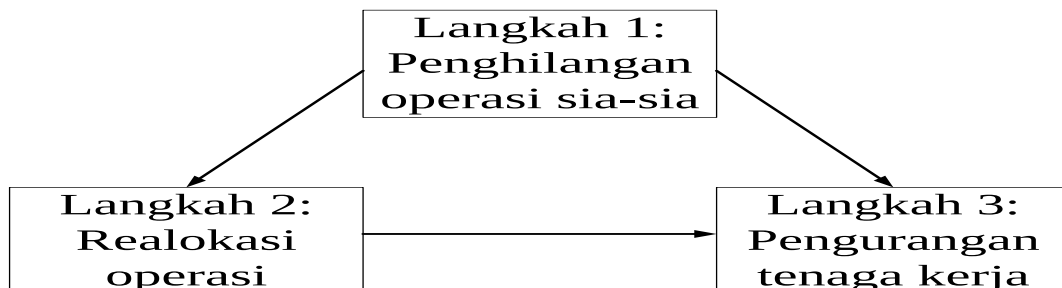
$$\text{Workload analysis} = \frac{\text{Jumlah produk} \times \text{Waktu proses tiap unit}}{\text{Hari kerja} \times \text{jam kerja}} \times 1 \text{ orang} \dots \dots (2.1)$$

Atau

$$\text{Workload analysis} = (\% \text{Produktif} \times \text{Performance Rating}) \times (1 + \text{Allowance}) \dots \dots (2.2)$$

2.4 Analisa Kebutuhan Tenaga Kerja

Dalam membuat perbaikan untuk mengurangi jumlah pekerja, Toyota menghilangkan operasi terbuang, merealokasikan dan mengurangi tenaga kerja. Penghilangan operasi yang benar-benar percuma (waktu tunggu) akan mengakibatkan realokasi operator diantara pekerja ditempat kerja dan pengurangan sebagai tenaga kerja. Ketiga langkah ini dapat diulangi beberapa kali sebelum perbaikan terhadap lini tersebut terlaksana. Siklus untuk menurunkan jumlah pekerja pada Toyota ditunjukkan pada Gambar 2.6.

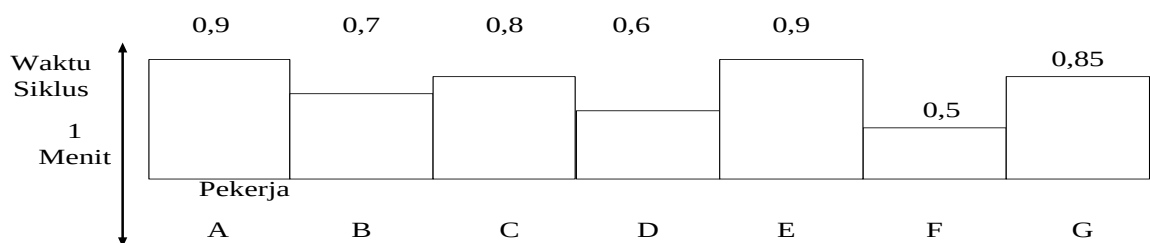


Gambar 2.6 Siklus Untuk Menurunkan Jumlah Pekerja
(Sumber: Monden, 2000)

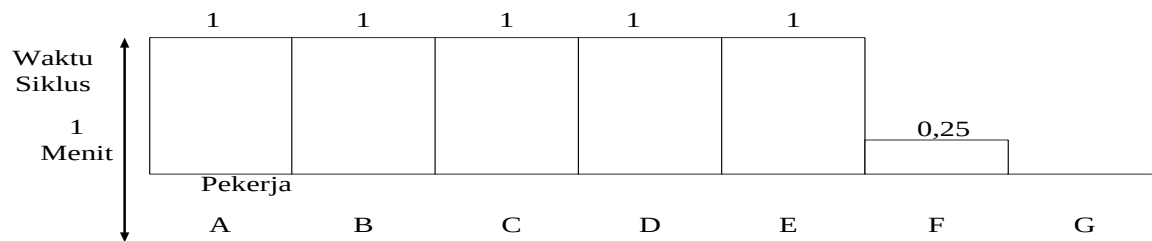
Langkah pertama untuk mengurangi jumlah tenaga kerja adalah menentukan waktu tunggu bagi setiap pekerja dan merevisi rutin operasi baku untuk menyingkirkannya. Waktu tunggu sering tersembunyi dibalik kelebihan produksi sehingga tidak pernah diketahui. Dalam kasus semacam ini, terdapat sejumlah besar persediaan dibalik atau diantara proses. Akibatnya suatu kerja misalnya pemindahan dan penumpukkan persediaan, yang dilakukan dalam waktu tunggu pekerja, sering dipandang pekerjaannya. Tetapi, di pabrik Toyota kerja itu digolongkan sebagai pemborosan akibat kelebihan produksi.

Untuk menggambarkan bagaimana penghapusan waktu tunggu dan realokasi operasi mengakibatkan penurunan tenaga kerja, lihatlah contoh berikut. Tujuh pekerja, A sampai G, semua bekerja ditempat yang sama. Waktu operasi baku untuk operasi yang ditugaskan pada tiap pekerja harus diukur. Dengan mengurangi waktu siklus dengan waktu operasi untuk tiap pekerja, waktu tunggu selama tiap siklus bagi tiap pekerja dapat ditentukan. Contohnya, jika waktu siklus adalah satu menit per unit produksi dan keseluruhan waktu baku yang ditugaskan pada pekerja memakan waktu 0,9 menit, maka dia akan memiliki waktu tunggu 0,1 menit. Pada umumnya, masing-masing pekerja akan memiliki waktu tunggu yang lamanya berbeda-beda.

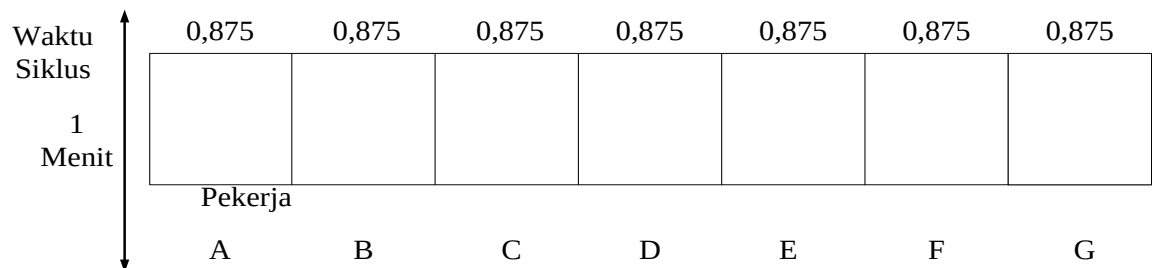
Untuk menghapuskan waktu tunggu, beberapa operasi yang dilakukan pekerja B harus ditransfer ke pekerja A, beberapa operasi pekerja C ditransfer ke pekerja B, dan seterusnya hingga operasi yang cukup telah direalokasikan untuk menghapus waktu tunggu pekerja A sampai E. Pada titik ini, pekerja G akan sama sekali dihapuskan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.7, 2.8 dan 2.9.



Gambar 2.7 Tiap Pekerja Punya Waktu Tunggu
(Sumber: Monden, 2000)



Gambar 2.8 Relokasi Operasi Diantara Pekerja
(Sumber: Monden, 2000)



Gambar 2.9 Alokasi Operasi Secara Keliru
(Sumber: Monden, 2000)

Bila merealokasikan operasi diantara pekerja baik untuk menghasilkan perbaikan operasi manual atau untuk mengompensasikan perubahan tingkat produksi, tiga aturan berikut harus diperhatikan (Monden, 2000):

1. Ketika waktu tunggu untuk tiap pekerja sedang diukur, ia harus berdiri tanpa melakukan apapun setelah menyelesaikan operasi terakhir yang ditugaskan padanya. Contohnya jika pekerja B telah menyelesaikan pekerjaannya dalam 0,7 menit, ia harus berdiri menganggur ditempat kerjanya selama 0,3 menit sisanya. Dengan cara ini tiap orang akan dapat melihat bahawa ia memiliki waktu luang, dan akan lebih sedikit hambatan jika ia diserahi satu atau dua pekerjaan lagi.
2. Bila mengurangi jumlah pekerja ditempat kerja, pekerja terbaik harus dipindahkan lebih dulu. Jika pekerja yang tak terlatih dipindahkan, ia mungkin akan keberatan, jiwanya tertekan, dan ia tak pernah dapat berkembang menjadi pekerja yang terampil. Sebaliknya, pekerja yang menonjol biasanya lebih senang dipindahkan karena ia memiliki keyakinan diri lebih besar dan mendapat peluang untuk mempelajari pekerjaan lain dalam pabrik.
3. Setelah operasi direalokasikan pada pekerja A hingga E, 0,75 menit waktu tunggu untuk pekerja F tidak boleh dibuang dengan membagi rata diantara enam pekerja yang ada pada lini itu. Jika hal ini dilakukan, waktu tunggu itu akan

tersembunyi lagi, karena tiap-tiap pekerja akan memperlambat langkah kerjanya untuk menghabiskan waktu tungguanya. Selain itu akan terdapat hambatan disaat akan merivisi rutin operasi baku lagi. Sebaliknya kita perlu kembali kelangkah 1 untuk melihat apakah dapat dilakukan perbaikan lebih lanjut dalam lini itu untuk menghapus sedikit sisa operasi yang dilakukan pekerja F.

Ketiga jenis operasi manual itu harus diperiksa untuk meningkatkan nilai tambah yang mungkin dapat dihilangkan melalui penggunaan mesin otomatis. Tetapi pada tahap ini penting untuk memilih rencana yang paling murah, karena hanya 0,25 menit waktu operasi manual yang perlu dihilangkan. Perbaikan yang tidak begitu mahal dapat dilakukan dengan:

1. Pindahkan persediaan suku cadang lebih dekat ke pekerja atau gunakan peluncur untuk memendekkan jarak berjalan.
2. Gunakan palet yang lebih kecil yang dapat ditempatkan di samping pekerja yang hanya membutuhkan sedikit suku cadang.
3. Rancang ulang suatu perkakas untuk menyingkirkan gerakan yang terbuang karena harus memindahkan dari satu tangan ke tangan yang lain.
4. Buat cara yang lebih mudah untuk mengambil perkakas dengan menggantung perkakas-perkakas itu dalam rak dengan bagian pegangan atas.
5. Gunakan betapa perkakas sederhana untuk melangsingkan operasi.
6. Bila seorang pekerja mengoperasikan lebih dari satu mesin, tempatkan tombol *on/of* diantara dua mesin sehingga tombol ini dapat ditekan sementara operator itu berjalan dari satu mesin ke mesin yang lain.

Dengan memakai alat-alat tersebut, dapat diusahakan penghapusan sisa waktu operasi 0,25 menit dari pekerja F, dan ia akan dapat dipindahkan dari lini itu. Dengan demikian, contoh itu dua dari tujuh pekerja mungkin dapat dipindahkan. Perhatikan lini sekali lagi untuk mencari operasi sia-sia yang terlewatkan dan cobalah untuk memindahkan pekerja lainnya dengan menghapuskan operasi lain yang tanpa nilai tambah. Perbaikan terhadap lini ini sukar, beberapa perbaikan yang pada hakikatnya berguna dapat dipertahankan sebagai cadangan sampai perubahan penjualan atau perubahan model memungkinkan mengubah waktu siklus atau rancangan tempat kerja.

2.5 Pemindahan Bahan (*Material Handling*)

Pemindahan bahan (*material handling*) adalah suatu aktivitas yang sangat penting dalam kegiatan produksi dan memiliki kaitan erat dalam perencanaan tata letak fasilitas produksi. Pemindahan bahan (*material handling*) adalah bagian dari sistem industri yang memberikan pengaruh tentang hubungan dan kondisi fisik dari bahan atau material dan/atau produk terhadap proses produksi tanpa adanya perubahan-perubahan dan bentuk material atau produk itu sendiri (Wignjosoebroto, 2008). Aktivitas pemindahan bahan sendiri sebenarnya merupakan aktivitas yang diklarifikasikan “*non produktif*” sebab tidak memberikan nilai perubahan apa-apa terhadap *material* atau bahan yang dipindahkan (Wignjosoebroto, 2008).

Pemindahan bahan (*material handling*) menurut *American Material Handling Society* (AMHS) didefinisikan sebagai pergerakan (*movement*), penyimpanan (*storage*), perlindungan (*protection*), pengendalian (*control*) *material* diseluruh proses manufaktur dan distribusi termasuk penggunaan dan pembuangannya. *Material handling* mempunyai arti penanganan *material* dalam jumlah yang tepat dari *material* yang sesuai dalam waktu yang baik pada tempat yang cocok, pada waktu yang tepat dalam posisi yang benar, dalam urutan yang sesuai dan biaya yang murah dengan menggunakan metode yang benar. Proses pemindahan ini dilaksanakan dari satu lokasi ke lokasi lain baik secara vertikal, horizontal, maupun lintasan yang membentuk kurva. Aktivitas pemindahan bahan ini bisa dilaksanakan dalam suatu lintasan yang tetap atau berubah-ubah. Selanjutnya material yang dipindah bisa berbentuk gas, cairan ataupun padat. Dalam pengertian umum aktivitas pemindahan bahan ini lebih ditujukan untuk memindahkan material dalam bentuk fisik dan padat (*solid*) (Wignjosoebroto, 2008). Beberapa istilah umum yang sering dijumpai dalam pembahasan mengenai *material handling*, yaitu:

1. *Transport*

Pemindahan bahan dalam satuan berat (*unit load*) melalui suatu lintasan yang jaraknya lebih dari 1,5 meter.

2. *Transfer*

Pemindahan bahan melalui lintasan yang jaraknya kurang dari 1,5 meter.

3. *Bulk Material*

Bahan atau *material* yang dalam proses pemindahannya tidak memerlukan wadah atau tempat untuk membawanya.

4. *Packaged Material*

Bahan atau *material* yang dalam proses pemindahannya memerlukan wadah atau tempat untuk membawanya dengan mudah, seperti *box*, *drum*, dan lain-lain.

5. *Rehandle*

Aktivitas penurunan muatan yang ada dalam *pallets*, *skid box*, dan lain-lain.

Tujuan kegiatan pemindahan bahan (*material handling*) dalam proses produksi, yaitu:

1. Menambah kapasitas produksi.
2. Mengurangi biaya produksi.
3. Meningkatkan produktivitas kerja.
4. Mengurangi kegiatan pemindahan bahan dalam bentuk gerakan-gerakan yang tidak efisien dan efektif.
5. Mengurangi faktor kelelahan dari operator.

2.5.1 **Manual Material Handling**

Manual Material Handling (MMH) dapat diartikan sebagai proses pemindahan barang, aliran material, produk akhir atau benda-benda lain yang menggunakan manusia sebagai sumber tenaga (Nurmianto, 2004). Selama ini pengertian MMH hanya sebatas pada kegiatan *lifting* dan *lowering* yang melihat aspek kekuatan vertikal. Padahal kegiatan MMH tidak terbatas pada kegiatan tersebut di atas, masih ada kegiatan *pushing* dan *pulling* di dalam kegiatan MMH. Kegiatan MMH yang sering dilakukan oleh pekerja di dalam industri, yaitu:

1. Kegiatan pengangkatan benda (*lifting task*),
2. Kegiatan pengantaran benda (*caryying task*),
3. Kegiatan mendorong benda (*pushing task*),
4. Kegiatan menarik benda (*pulling task*).

Pemilihan manusia sebagai tenaga kerja dalam melakukan kegiatan penanganan material bukanlah tanpa sebab. Penanganan material secara manual memiliki beberapa keuntungan sebagai berikut:

1. Fleksibel dalam gerakan sehingga memberikan kemudahan pemindahan beban pada ruang terbatas dan pekerjaan yang tidak beraturan.
2. Untuk beban ringan akan lebih murah bila dibandingkan menggunakan mesin.
3. Tidak semua material dapat dipindahkan dengan alat.

2.5.2 *Karakuri Kaizen*

Karakuri memiliki arti “mekanisme” atau “trik” dalam bahasa Jepang. Hal tersebut dimaksudkan sebagai alat bantu untuk mempermudah pekerjaan dengan sistem mekanisme yang menggunakan energi seminimal mungkin. Industri menggunakan *Karakuri* karena terinspirasi dari cara kerja *Zashiki Karakuri*. *Zashiki Karakuri* merupakan boneka yang dapat maju perlahan untuk menyajikan teh ke seorang tamu dan membungkukkan badannya setelah teh ditaruh di tangan boneka tersebut. *Zashiki Karakuri* diciptakan di tahun 1800 menggunakan mekanisme sederhana tanpa menggunakan baterai. Sistem mekanisme hanya menggunakan pegas, poros bumbungan dan tuas. Berikut ini adalah boneka *Zashiki Karakuri* dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 *Zashiki Karakuri*
(Sumber: Gunawan, 2016)

Prinsip *karakuri kaizen* adalah otomasi hemat biaya dan energi. Walaupun berasal dari kebudayaan Jepang, konsep *karakuri* ini merupakan sebuah ide cerdas yang bisa diterapkan di berbagai situasi untuk meningkatkan efisiensi, *safety* dan menghilangkan *waste* dan tentunya melakukan penghematan. (Gunawan, 2016)

Biasanya operator menggunakan tangan untuk mengambil dan memindahkan barang, dan perlu berjalan atau berpindah tempat untuk mentransfer barang dari satu titik ke titik lain, *karakuri kaizen* mengajarkan sebaliknya. Operator tidak boleh terlalu banyak bergerak dan berpindah tempat, karena akan memperbesar potensi *waste*. *Karakuri kaizen* berpusat pada solusi otomasi yang diimplementasikan dengan mudah yang beroperasi secara mekanis murni. Konsep *karakuri kaizen* mendorong penangan material yang mengandalkan gravitasi, utilisasi tuas, dan bubungan, serta memanfaatkan kelembaman untuk memindahkan dan mentransfer barang. Konsep ini dapat digunakan untuk memindahkan material dari mesin ke mesin, dari mesin ke operator, maupun dari operator ke mesin dengan cara yang rapih dan teliti. Tujuan diterapkannya *karakuri* dalam industri, sebagai berikut:

1. Memberikan nilai tambah pada operasional produksi dengan memperpendek waktu pemindahan bahan dari satu titik ke titik lain, sehingga dapat meningkatkan produktivitas operator.
2. Mengurangi kegiatan-kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added*).
3. Ergonomi, memberikan kemudahan bagi operator dalam melakukan proses pemindahan barang sehingga operator tidak perlu mengangkat benda kerja terlalu lama.
4. Mengurangi biaya, dengan menggunakan mekanisme sederhana *karakuri* membutuhkan biaya yang jauh lebih murah dibandingkan dengan sensor, komputer, atau alat otomasi lainnya.

Mekanisme yang dapat digunakan dalam *karakuri*, sebagai berikut:

1. Gravitasi, memanfaatkan bidang miring atau perbedaan ketinggian untuk memindahkan beban ke bawah.

2. Keseimbangan (tuas), memanfaatkan jungkat jungkit , tuas, titik tumpu, dan beban untuk memindahkan benda ke posisi yang lebih tinggi atau lebih rendah dengan menggunakan gaya yang kecil.
3. Pegas, menarik atau mendorong benda ke arah tertentu dan benda dapat kembali ke posisi semula.
4. Tali, mengikat benda dan meneruskan gerakan memindahkan benda.
5. Katrol, menjadi sumbu bagian tali untuk mentransmisi gerakan (lintasan untuk tali).
6. Sambungan (*linking*), memanfaatkan titik-titik tumpu untuk mentransmisikan gerakan.
7. Magnet, menarik atau mengambil logam.
8. Roda gigi (*gear*), meneruskan dan mengubah putaran.

2.6 Perancangan

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai, memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada (Andriani, dkk. 2017).

Perancangan suatu alat termasuk dalam metode teknik, dengan demikian langkah-langkah pembuatan perancangan akan mengikuti metode teknik. Asimov (2000) menerangkan bahwa perancangan teknik adalah suatu aktivitas dengan maksud tertentu menuju ke arah tujuan dari pemenuhan kebutuhan manusia, terutama yang dapat diterima oleh faktor teknologi peradaban. Berdasarkan definisi tersebut, terdapat tiga hal yang harus diperhatikan dalam perancangan (Andriani, dkk. 2017) yaitu:

1. Aktivitas dengan maksud tertentu
2. Sasaran pada pemenuhan kebutuhan manusia
3. Berdasarkan pada pertimbangan teknologi

Dalam membuat suatu perancangan produk atau alat, perlu mengetahui karakteristik perancangan dan perancangannya. Menurut Andriani, dkk. (2017) beberapa karakteristik perancangan adalah sebagai berikut:

1. Berorientasi pada tujuan
2. *Variform*
3. Pembatas, membatasi jumlah solusi pemecahan seperti berikut:
 - a. Hukum alam seperti ilmu fisika, ilmu kimia dan seterusnya.
 - b. Ekonomis, pembiayaan atau ongkos dalam meralisir rancangan yang telah dibuat.
 - c. Pertimbangan manusia, sifat, keterbatasan dan kemampuan manusia dalam merancang
 - d. Faktor-faktor legalisasi, mulai dari model, bentk sampai hak cipta.
 - e. Fasilitas produksi, sarana dan prasarana yang dibutuhkan untuk menciptakan rancangan yang telah dibuat.
 - f. Evolutif, berkembang terus/mampu mengikuti perkembangan zaman.
 - g. Perbandingan nilai, membandingkan dengan tatanan nilai yang telah ada.

Proses perancangan yang merupakan tahapan umum teknik perancangan dikenal dengan sebutan *NIDA* (*Need, Idea, Decision, dan Action*) (Andriani, dkk. 2017). Pada tahap *Need*, seorang perancang menetapkan dan mengidentifikasi kebutuhan sehubungan dengan alat atau produk yang harus dirancang. Kemudian, dilanjutkan dengan tahap *Idea*, yaitu tahap pengembangan ide-ide yang akan melahirkan berbagai alternatif untuk memenuhi kebutuhan tadi (Andriani, dkk. 2017). Selanjutnya, dilakukan suatu penilaian dan penganalisaan terhadap berbagai alternatif yang ada, sehingga perancang akan dapat memutuskan (*Decision*) suatu alternatif yang terbaik. Proses pembuatan (*Action*) pada akhirnya dilakukan.

2.7 Desain Produk

2.7.1 Pengertian Desain Produk

Desain merupakan suatu proses yang dapat dikatakan seumur dengan keberadaan manusia di dunia. Hal ini sering kali tidak kita sadari. Akibatnya sebagian yang berada di dunia berpendapat bahwa desain baru dikenal sejak masa modern serta merupakan bagian dari kehidupan modern. Istilah desain secara umum dapat berarti potongan, model, noda, bentuk, pola, konstruksi, serta rencana yang mempunyai maksud (Suwarno dan Nurcahyanie, 2007).

Desain produk merupakan hal yang sangat penting dalam menjaga kelangsungan hidup perusahaan. Berbagai desain produk baru diciptakan karena orang percaya bahwa ada kebutuhan akan produk tersebut. Selain itu, desain produk dikenal dengan produktivitas atau tingkat kemudahan untuk diproduksi.

Biaya produksi minimum yang mungkin untuk suatu produk pada mulanya ditetapkan oleh pembuat desain produk. Rekayasa produksi yang terbaik pun tidak akan mengubah keadaan ini. Seorang perancang hanya bekerja dalam batasan-batasan yang telah ditetapkan sebelumnya, karena saat yang tepat untuk mulai berpikir tentang cara-cara produksi dasar dari produk tersebut yaitu pada saat pembuatan desain (Buffa, 1993).

Desain merupakan rancangan bentuk dari suatu produk yang dilakukan. Desain dapat diartikan sebagai salah satu aktivitas luas dari inovasi desain dan teknologi. Perusahaan menghasilkan *output* untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen akan kepuasan, sehingga *output* yang dihasilkan seharusnya dapat memuaskan konsumen. Oleh karena itu, produk dapat diartikan sebagai kepuasan yang ditawarkan produsen (perusahaan) kepada konsumen. Untuk dapat mencapai tujuan tersebut maka sudah selayaknya perusahaan memfokuskan diri pada pengembangan keunggulan kualitas, agar mampu bersaing dengan strategi bisnis (Ginting, 2010).

2.7.2 Maksud dan Tujuan Desain Produk

Berdasarkan beberapa pengertian desain produk di atas, ternyata desain produk mempunyai maksud dan tujuan untuk membantu perusahaan dalam menciptakan dan mengembangkan produk baru. Selain itu, desain produk untuk bertujuan untuk menjamin hasil produksi yang sesuai dengan keinginan pelanggan di satu pihak serta pada pihak lain untuk menyesuaikan dengan kemampuan perusahaan. Adapun maksud dari desain produk (Purnomo, 2004) antara lain:

1. Untuk menghindari kegagalan-kegagalan yang mungkin terjadi dalam pembuatan suatu produk.
2. Untuk memilih metode yang paling baik dan ekonomis dalam pembuatan produk
3. Untuk menentukan standarisasi atau spesifikasi produk yang dibuat.
4. Untuk menghitung biaya dan menentukan harga produk yang dibuat.

5. Untuk mengetahui kelayakan produk tersebut apakah sudah memenuhi persyaratan atau masih perlu perbaikan kembali.

Sedangkan tujuan dari desain produk (Purnomo, 2004) antara lain:

1. Untuk menghasilkan produk yang berkualitas dan mempunyai nilai jual yang tinggi.
2. Untuk menghasilkan produk yang terbaru pada masanya.
3. Untuk membuat produk yang ekonomis dalam penggunaan bahan baku dan biaya-biaya dengan tanpa mengurangi nilai jual produk tersebut.

2.7.3 Dimensi Pengukuran Desain Produk

Pengukuran didefinisikan sebagai suatu proses pemberian angka atau label terhadap atribut, dengan aturan-aturan yang sesuai standar atau yang telah disepakati untuk mempresentasikan atribut yang diukur (Nunally dan Bernstein, 1994). Sedangkan di lain sisi, pengertian dari pengukuran atau *measurement* merupakan suatu proses atau kegiatan untuk menentukan kuantitas sesuatu yang bersifat numerik. Pengukuran lebih bersifat kuantitatif, bahkan merupakan instrumen untuk melakukan penilaian.

Pengukuran adalah penentuan besaran, dimensi atau kapasitas yang biasanya digunakan untuk menentukan suatu standar atau satuan pengukuran. Dalam perkembangan ilmu pengetahuan, pengukuran dijadikan sebagai suatu kegiatan untuk membandingkan suatu besaran yang diukur dengan alat ukur yang dijadikan suatu satuan. Pada ilmu fisika dan teknik, pengukuran merupakan suatu aktivitas yang membandingkan kuantitas fisik suatu objek dari kejadian dunia yang terlihat nyata. Dalam membuat suatu desain membutuhkan informasi perhitungan untuk menentukan ukuran yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan. Adapun kriteria ukur yang dibutuhkan untuk perhitungan dimensi suatu desain (Peter, 1990) yaitu:

- | | |
|--------------------|---------------|
| 1. Panjang | 5. Kemiringan |
| 2. Lebar | 6. Luas |
| 3. Tinggi | 7. Kapasitas |
| 4. Ketebalan sekat | |

2.7.4 Tahapan-Tahapan Desain Produk

Pada suatu perencanaan sebuah desain produk harus melalui beberapa tahapan-tahapan (Ulrich dan Steven, 2003) yaitu:

1. Memformulasikan hasil *marketing research*.

Adapun yang menjadi titik tolak yang menjadi tahapan kegiatan desain produk adalah riset pemasaran. Untuk mengetahui produk yang diinginkan pelanggan, seorang perancang dapat memperoleh data dari riset pemasaran yang langsung berhubungan dengan pelanggan. Riset ini dilakukan untuk mengetahui produk yang masih baru maupun untuk produk yang sudah ada.

Pengembangan suatu riset dalam suatu perusahaan akan menghasilkan suatu gagasan atau ide untuk membuat suatu produk, dimana ide tersebut diperoleh dari data yang didapatkan dari riset itu sendiri dilakukan. Dalam riset pembuatan produk baru atau pengembangan produk yang sudah ada, perusahaan harus mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- a. Keinginan pelanggan dalam hal kegunaan, kualitas, modal dan warna dari produknya dengan tidak mengabaikan penentuan harga.
- b. Biaya dari pembuatan produk baru atau pengembangan dari produk yang sudah ada mampu dibayarkan oleh perusahaan.

2. Membuat sketsa atau kerangka ukur.

Dalam membuat sketsa, bentuk dari produk yang akan dibuat akan terlihat jelas antara satu dengan yang lainnya. Sketsa tersebut dibuat untuk mempermudah dalam pembuatan gambar kerja, sketsa dari masing-masing produk walaupun sketsa ini tidak menunjukkan ukuran-ukuran yang sebenarnya, tetapi terlihat pada skala perbandingan.

3. Membuat dimensi ukuran.

Pembuat dimensi ukuran produk bersumber dari sketsa atau kerangka ukur yang telah dibuat dan disesuaikan dengan kebutuhan serta keinginan pengguna alat dan bahan. Dimensi ukuran harus dibuat seefektif mungkin agar dapat menghindari ketidakpuasan akan kebutuhan pengguna.

4. Membuat desain dengan menggunakan *software*.

Pembuatan gambar kerja dengan menggunakan sebuah *software* merupakan tahapan untuk penggambaran bentuk dan ukuran yang sebenarnya dengan skala yang diperkecil. Biasanya penggambaran desain dilakukan dengan menggunakan *software Auto CAD*. Selain itu, dalam penggambaran desain diperlihatkan bahan-bahan yang akan dipergunakan dalam pembuatan produk tersebut. Setelah desain sudah dibuat, kemudian diserahkan kepada pelaksana kegiatan untuk segera dipelajari dan selanjutnya dibuat suatu simulasi.

5. Membuat uji coba desain.

Uji coba dilakukan untuk memantau hasil desain serta menentukan layak tidaknya untuk diproduksi. Hal ini merupakan suatu langkah implementasi desain yang sebelumnya dibuat dalam keadaan aslinya. Selain itu, dengan menggunakan simulasi dapat mengetahui kekurangan dan kelebihan suatu produk sehingga dibutuhkan pengkajian yang terus menerus untuk menganalisis produk tersebut.

2.8 Perhitungan Kebutuhan dan Kapasitas Material Handling

Perancangan material *handling* membutuhkan perhitungan kebutuhan dan kapasitas (Setijadi, 2010) yaitu:

1. Perhitungan kebutuhan material *handling*.

Kebutuhan material *handling* dihitung berdasarkan jumlah produk yang disimpan dan jumlah produk dalam setiap material *handling*.

2. Jenis *racking* dan perhitungan kapasitas.

Dengan memperhatikan karakteristik dan volume produk, diperoleh pilihan *racking system selective* dan *double deep*, di samping *block stacking*, berikut kombinasinya. Selanjutnya dilakukan perhitungan kapasitas, mencakup *stacking*, *racking*, *pick module*, dan *shelving*. Untuk masing-masing alternatif ditentukan peralatan pemindahan bahan (*material handling equipment*) utama yang sesuai dengan *racking system* yang digunakan.

2.9 Perhitungan Waktu Kerja

Menurut Wignjosoebroto (1995), “Pengukuran kerja adalah metode penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit *output* yang dihasilkan. Pengukuran waktu kerja dapat dikatakan sebagai suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator terampil dalam melaksanakan sebuah kegiatan kerja, yang dilakukan dalam kondisi dan tempo kerja yang normal”. Suatu pekerjaan akan dikatakan diselesaikan secara efisien apabila waktu penyelesaiannya berlangsung paling singkat. Untuk menghitung waktu baku (*standard time*) penyelesaian pekerjaan guna memilih alternatif metode kerja yang terbaik, maka perlu diterapkan prinsip-prinsip dan teknik-teknik pengukuran kerja (*work measurement* atau *time study*). Waktu baku ini sangat diperlukan untuk:

1. Perencanaan kebutuhan tenaga kerja.
2. Estimasi biaya-biaya untuk upah pekerja.
3. Penjadwalan produksi dan penganggaran.
4. Perencanaan sistem pemberian bonus dan insentif bagi pekerja yang berprestasi.
5. Indikasi keluaran (*output*) yang mampu dihasilkan oleh seorang pekerja.

Waktu baku ini merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Waktu baku sudah meliputi kelonggaran waktu yang diberikan dengan memperhatikan situasi dan kondisi pekerjaan yang harus diselesaikan tersebut. Waktu baku yang dihasilkan dalam aktivitas pengukuran kerja dapat digunakan sebagai alat untuk membuat rencana penjadwalan kerja yang menyatakan berapa lama suatu kegiatan harus berlangsung dan berapa *output* yang akan dihasilkan serta berapa pula jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut (Wignjosoebroto, 1995). Ada berbagai macam cara untuk mengukur dan menetapkan waktu baku yang umumnya dilaksanakan dengan pengukuran waktu kerja yaitu (Wignjosoebroto, 1995):

1. *Stopwatch Time Study*
2. *Sampling Kerja*
3. *Standard Data/Formula*

4. *Predetermined Motion Time System*

2.9.1 Waktu Siklus

Waktu siklus atau *cycle time* adalah waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk pada satu stasiun kerja (Purnomo, 2004). Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan elemen-elemen kerja pada umumnya akan sedikit berbeda dari siklus satu ke siklus lainnya, sekalipun operator bekerja pada kecepatan normal atau *uniform*, tiap-tiap elemen dalam siklus yang berbeda tidak selalu akan bisa diselesaikan dalam waktu yang persis sama. Perhitungan waktu siklus dilakukan dengan cara:

$$Ws = \frac{\sum Xi}{N} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

Ws = Waktu siklus

$\sum Xi$ = Jumlah waktu kerja

N = Jumlah pengamatan

2.9.2 Waktu Normal

Waktu normal untuk suatu elemen operasi kerja adalah semata-mata menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualifikasi baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada tempo kerja yang normal (Wignjosoebroto, 1995). Adapun perhitungan waktu normal dilakukan dengan cara:

$$Wn = Ws (1 + Rating Factors) \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

Wn = Waktu normal

Ws = Waktu siklus

2.9.3 Waktu Standar

Waktu standar biasa disebut juga sebagai waktu baku. Waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan (Wignjosoebroto, 1995). Pengukuran dilakukan dikarenakan di dalam melakukan pekerjaan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang tidak dapat dihindari baik faktor dari dalam maupun dari luar perusahaan. Waktu baku adalah sama dengan waktu normal kerja

dengan waktu longgar (*allowance*). Perhitungan waktu baku dilakukan dengan cara:

$$W_b = W_n (1 + Allowance) \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

W_b = Waktu standar atau waktu baku

W_n = Waktu normal

Allowance = Waktu longgar

2.10 Efisiensi

Pengertian Gasperz (2004) tentang efisiensi adalah faktor yang mengatur performansi *actual* dari pusat kerja relatif terhadap standar yang diterapkan. Definisi lain mengatakan efisiensi adalah waktu standar untuk *setup* dan *run* dibagi dengan waktu aktual yang dibutuhkan. Efisiensi yang rendah menandakan adanya masalah sehingga harus diselesaikan, misalnya membutuhkan pelatihan, kesalahan peralatan, material berkualitas rendah, dan lain-lain. Efisiensi yang tinggi juga perlu diselidiki, apakah benar bahwa pekerja mengembangkan metode yang lebih baik dalam melakukan operasi ataukah telah terjadi kesalahan dalam pelaporan yang berkaitan dengan kuantitas, waktu kerja, dan lain-lain.

Berdasarkan ukuran efisiensi yang ada, kita dapat menilai apakah standar-standar yang ada masih valid atau sudah harus diubah. Dalam buku lain efisiensi didefinisikan sebagai ukuran yang menunjukkan bagaimana baiknya sumber daya digunakan dalam proses produksi untuk menghasilkan *output*. Efisiensi merupakan karakteristik proses yang mengukur performansi aktual dari sumber daya relative terhadap standar yang diterapkan. Peningkatan efisiensi dalam proses produksi akan menurunkan biaya perunit *output*, sehingga produk dapat dijual dengan harga yang lebih kompetitif di pasar. Rumus yang digunakan dalam mencari efisiensi adalah sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Performansi Aktual Operator} \times 100\%}{\text{Standar yang digunakan}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Efisiensi tenaga kerja (*man power efficiency*) merupakan rasio antara waktu yang digunakan tenaga kerja (operator) dengan waktu yang tersedia atau yang

disediakan, sedangkan *balance delay* merupakan rasio antara waktu tunggu (*idle time*) dalam suatu lini dengan waktu yang tersedia atau yang disediakan. Nilai *balance delay* semakin mendekati 0% (nol persen) maka semakin baik, karena hal ini menunjukkan bahwa waktu tunggu (*idle time*) yang terdapat pada lini tersebut juga mendekati 0 (nol).

Perhitungan tenaga kerja (*man power efficiency*), *idle time*, dan *balance delay* menurut Widadgo dan Basri (2006) adalah sebagai berikut:

1. *Man Power Efficiency* (Efisiensi Tenaga Kerja)

$$\text{Efisiensi Tenaga Kerja} = \frac{\text{Waktu yang digunakan} \times 100\%}{\text{Jumlah tenaga kerja} \times \text{Waktu yang tersedia/orang}} \dots\dots(2.7)$$

2. *Idle Time* (IT)

$$IT = (\text{Jumlah TK} \times \text{Waktu yang tersedia/orang}) - \text{waktu yang digunakan} \dots\dots(2.8)$$

3. *Balance Delay* (d)

$$d = \frac{\text{Waktu tunggu (Idle Time)} \times 100\%}{\text{Jumlah tenaga kerja} \times \text{Waktu yang tersedia/orang}} \dots\dots\dots(2.9)$$

2.11 Perhitungan Gaya

2.11.1 Gaya, Massa, dan Hukum Kedua Newton

Hukum pertama dan kedua Newton dapat dianggap sebagai definisi gaya. Gaya adalah suatu pengaruh pada sebuah benda yang menyebabkan benda mengubah kecepatannya. Besarnya gaya adalah hasil kali massa benda dan besarnya percepatan yang dihasilkan oleh gaya (Tipler, 1998). Jika gaya F dikerjakan pada benda bermassa m , dan menghasilkan percepatan a , maka:

$$F = m \times a \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

1. m adalah sifat intrinsik sebuah benda yang mengukur resistansinya terhadap percepatan.
2. a adalah percepatan pada benda yang akan mempengaruhi besarnya gaya.
3. F adalah gaya yang dikerjakan pada benda yang memiliki massa.

Benda standar internasional adalah sebuah silinder campuran platinum yang disimpan di *International Bureau of Weights and Measures* di Sevres, Perancis

(Tipler, 1998). Massa benda standar itu adalah 1 kilogram, yaitu Satuan Internasional (SI) untuk satuan massa. Gaya yang diperlukan untuk menghasilkan percepatan 1m/s^2 pada benda standar didefinisikan sebagai 1 Newton (N). Gaya yang dihasilkan oleh percepatan 2m/s^2 dengan cara yang sama pada benda standar itu didefinisikan sebagai 2N (Tipler, 1998). Gaya gravitasi ditulis dengan w dan nilai $a = g$, maka didapatkan:

$$w = m \times g \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan:

1. m adalah sifat intrinsik sebuah benda yang mengukur resistansinya terhadap percepatan.
2. g adalah percepatan gravitasi bumi.
3. w adalah berat benda yang dipengaruhi oleh massa dan percepatan gravitasi bumi.

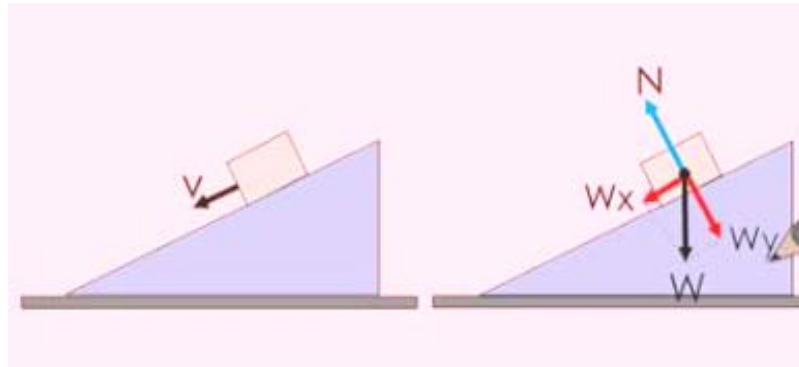
Karena g adalah sama untuk semua benda di suatu titik, dapat disimpulkan bahwa berat benda sebanding dengan massanya. Percepatan ini sama dengan percepatan jatuh bebas yang dialami sebuah benda jika satu-satunya gaya yang bekerja padanya adalah gaya gravitasi bumi (Tipler, 1998). Di dekat permukaan bumi, g mempunyai nilai $9,81\text{N/kg}$ atau setara dengan $9,81\text{m/s}^2$

Pengukuran g yang teliti di berbagai tempat menunjukkan bahwa g tidak mempunyai nilai yang sama di mana-mana. Gaya tarikan bumi pada benda berubah dengan lokasi. Gaya karena gravitasi pada titik-titik di atas permukaan bumi secara khusus berbanding terbalik dengan kuadrat jarak benda dari pusat bumi. Jadi, sebuah benda memiliki berat sedikit lebih kecil pada ketinggian yang sangat tinggi dibandingkan pada ketinggian laut. Medan gravitasi juga sedikit berubah dengan garis lintang karena bumi tidak tepat bulat tetapi agak datar di kutub-kutubnya (Tipler, 1998).

2.11.2 Benda Miring

Ketika benda berada di bidang miring, maka patokan kita sebagai bidang utama atau sumbu- x pada sistem itu adalah bidang miringnya gambaran gaya-gaya yang bekerja pada benda (Giancoli, 2001). Gaya berat selalu ke bawah menuju pusat bumi sedangkan gaya normal tegak lurus bidang miring.

Karena patokan ini adalah bidang miring maka proyeksikan gaya berat sumbu-x dan sumbu-y sehingga dihasilkan W_x dan W_y seperti terlihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Sumbu-X dan Sumbu-Y
(Sumber : Giancoli, 2001)

Pada gambar 2.10 jelas terlihat bahwa gaya yang bekerja dalam arah vertikal adalah N dan W_y . Berdasarkan hukum Newton I, maka berlaku:

$$F = 0 \dots\dots\dots (2.12)$$

$$N - W_y = 0 \dots\dots\dots (2.13)$$

$$N = W_y \dots\dots\dots (2.14)$$

Karena $W_y = W \cos \theta$, maka besar gaya normal yang dialami benda pada bidang miring adalah :

$$N = W \cos \theta \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan :

N = Gaya Normal (N)

W = Berat Benda (N)

θ = sudut yang dibentuk oleh W dengan sumbu-y atau sudut kemiringan bidang miring.

2.12 Faktor Penyesuaian (*Rating Factor*)

Bagian yang paling penting dan sulit dalam pelaksanaan pengukuran kerja adalah kegiatan evaluasi kecepatan atau tempo kerja operator pada saat pengukuran kerja berlangsung. Kecepatan, usaha, tempo atau *performance* kerja semuanya akan menunjukkan kecepatan gerakan operator pada saat bekerja. Aktivitas untuk

menilai atau mengevaluasi kecepatan kerja operator ini dikenal sebagai *rating performance* (Wignjosoebroto, 1995).

Dengan melakukan *rating* ini diharapkan waktu kerja yang diukur bisa dinormalkan kembali. Ketidaknormalan dari waktu kerja ini diakibatkan oleh operator yang bekerja secara kurang wajar yaitu bekerja dalam tempo atau kecepatan yang tidak sebagaimana mestinya. Suatu saat dirasakan terlalu cepat dan di saat lain malah terlalu lambat. *Rating* adalah satu persoalan penilaian yang menjadi bagian dari aktivitas pengukuran kerja dan untuk menetapkan waktu baku penyelesaian kerja terhadap faktor penilaian (lebih cenderung bersifat subjektif) terhadap tempo kerja operator ini harus dibuat oleh *time study analyst*.

Untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan, maka dilakukan penyesuaian dengan mengalikan waktu pengamatan rata-rata (bisa waktu siklus atau waktu untuk tiap elemen) dengan faktor penyesuaian. Untuk melaksanakan pekerjaan secara normal maka dianggap bahwa operator cukup berpengalaman pada saat bekerja melaksanakannya tanpa usaha-usaha yang berlebihan sepanjang hari kerja, menguasai cara kerja yang ditetapkan, dan menunjukkan kesungguhan dalam menjalankan pekerjaannya. Beberapa sistem untuk *rating* yang umumnya diaplikasikan dalam pengukuran kerja, yaitu:

1. *Skill dan Effort Rating*

Sekitar tahun 1916, Charles E. Bedaux memperkenalkan suatu sistem untuk pembayaran upah atau pengendalian tenaga kerja. Sistem yang diperkenalkan berdasarkan pengukuran kerja dan waktu baku yang ada dinyatakan dengan angka “Bs”. Prosedur pengukuran kerja yang dibuat oleh Bedaux juga menentukan *rating* terhadap kecakapan (*skill*) dan usaha-usaha yang ditunjukkan operator pada saat bekerja dan mempertimbangkan kelonggaran (*allowance*) waktu lainnya. Bedaux menetapkan angka 60 Bs sebagai *performance standard* yang harus dicapai oleh seorang operator. Hal tersebut berarti seorang operator dengan kecepatan normal diharapkan akan mampu mencapai angka 60 Bs per jam dan pemberian insentif dilakukan pada tempo kerja rata-rata sekitar 70-85 Bs per jam.

Sebelum Bedaux memperkenalkan sistemnya, *performance rating* biasanya dilaksanakan dengan jalan menganalisis langsung dari data waktu yang diperoleh dari pengukuran *stopwatch*. Jika seorang operator bekerja dengan tempo yang cepat, maka waktu kerjanya akan tercatat diatas waktu rata-rata yang ada dan sebaliknya. Sistem Bedaux akan memperbaiki metode umum yang dipakai sebelumnya.

2. *Westing House System's Rating*

Pada tahun 1927, *Westing House Company* juga ikut memperkenalkan sistem yang dianggap lebih lengkap dibandingkan dengan sistem yang dilaksanakan oleh Bedaux. *Westing house* menambahkan kondisi kerja (*working condition*) dan *consistency* dari operator dalam melakukan kerja sebagai faktor yang mempengaruhi *performance* manusia dengan ketentuan yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 *Performance Ratings* Dengan Sistem *Westing House*

WESTING HOUSE RATING FACTORS					
KETERAMPILAN			USAHA		
0,15	A1	Super Skill	0,13	A1	Excessive
0,13	A2		0,12	A2	
0,11	B1	Excellent	0,1	B1	Excellent
0,08	B2		0,08	B2	
0,06	C1	Good	0,05	C1	Good
0,03	C2		0,02	C2	
0	D	Average	0	D	Average
-0,05	E1	Fair	-0,04	E1	Fair
-0,1	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	Poor	-0,12	F1	Poor
-0,22	F2		-0,17	F2	
KONDISI KERJA			KONSISTENSI		
0,06	A	Ideal	0,04	A	Perfect
0,04	B	Excellent	0,03	B	Excellent
0,02	C	Good	0,01	C	Good
0	D	Average	0	D	Average
-0,03	E	Fair	-0,02	E	Fair
-0,07	F	Poor	-0,04	F	Poor

(Sumber: Wignjosoebroto, 1995)

3. *Synthetic Rating*

Synthetic rating adalah metode untuk mengevaluasi tempo kerja *operator* berdasarkan nilai waktu yang telah ditetapkan terlebih dahulu (*predetermined time value*). Prosedur yang dilakukan adalah dengan melaksanakan pengukuran kerja seperti biasanya dan kemudian membandingkan waktu yang diukur ini dengan waktu penyelesaian elemen kerja yang sebelumnya sudah diketahui data waktunya. Perbandingan ini merupakan *index performance* atau *rating factor* dari operator untuk melaksanakan elemen kerja tersebut. Rasio untuk menghitung *index performance* atau *rating factor* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$R = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.16)$$

Keterangan:

R = *index performance* atau *rating factor*

P = *predetermined time* untuk elemen kerja yang diamati (menit)

A = rata-rata waktu dari elemen kerja yang diukur (menit)

4. *Performance Rating* atau *Speed Rating*

Dalam praktek pengukuran kerja, maka metode penerapan *rating performance* kerja operator didasarkan pada satu faktor tunggal yaitu operator *speed*, *space* atau tempo. Sistem ini dikenal sebagai *performance rating* atau *speed rating*. *Rating factor* ini umumnya dinyatakan dalam persentase (%) atau angka desimal, dimana performansi kerja normal akan sama dengan 100% atau 1,00. Penetapan besar kecilnya angka akan dilakukan oleh *time study analyst* sendiri, sehingga dibutuhkan pengalaman yang cukup dalam mengevaluasi atau menilai performansi kerja *operator*.

Rating factor pada dasarnya diaplikasikan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari pengukuran kerja akibat tempo atau kecepatan kerja operator yang berubah-ubah (Wignjosoebroto, 1995).

2.13 Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

Menurut Wignjosoebroto (1995), “Faktor kelonggaran merupakan bentuk waktu tambahan yang diberikan sebagai kompensasi bagi pekerja atas berbagai keperluan, keterlambatan dan kerugian yang dilakukan oleh pekerja. Faktor kelonggaran ini bisa diklasifikasikan menjadi *personal allowance*, *delay allowance*, dan *fatigue allowance*”. Penilaian seberapa besar faktor kelonggaran menggunakan bantuan tabel persentase kelonggaran berdasarkan faktor yang berpengaruh yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

FAKTOR			KELONGGARAN (%)	
KEBUTUHAN PRIBADI				
1	Pria		0 – 2,5	
2	Wanita		2 – 5,0	
KEADAAN LINGKUNGAN				
1	Bersih, Sehat, Tidak Bising		0	
2	Siklus Kerja Berulang - Ulang Antara 5 - 10 Detik		0 – 1	
3	Siklus Kerja Berulang - Ulang Antara 0 - 5 Detik		1 – 3	
4	Sangat Bising		0 – 5	
5	Ada Faktor Penurunan Kualitas		0 – 5	
6	Ada Getaran Lantai		5 – 10	
7	Keadaan Yang Luar Biasa		5 – 10	
TENAGA YANG DIKELUARKAN			PRIA	WANITA
1	Dapat Diabaikan	Tanpa Beban	0	
2	Sangat Ringan	0 – 2,25 Kg	0 – 6	0 – 6
3	Ringan	2,25 - 9 Kg	6 – 7,5	6 – 7,5
4	Sedang	9 - 18 Kg	7,5 - 12	7,5 – 16
5	Berat	18 - 27 Kg	12 - 19	16 – 30
6	Sangat Berat	27 - 50 Kg	19 - 30	
7	Luar Biasa Berat	> 50 Kg	30 - 50	

Lanjut...

Tabel 2.2 Faktor Kelonggaran (*Allowance*) (Lanjutan)

FAKTOR		KELONGGARAN (%)	
SIKAP KERJA			
1	Duduk	0 – 1	
2	Berdiri Di Atas Dua Kaki	1 - 2.5	
3	Berdiri Di Atas Satu Kaki	2.5 – 4	
4	Berbaring	2.5 – 4	
5	Membungkuk	4 – 10	
GERAKAN KERJA			
1	Normal	0	
2	Agak Terbatas	0 – 5	
3	Sulit	0 – 5	
4	Anggota Badan Terbatas	5 – 10	
5	Seluruh Badan Terbatas	10 – 15	
KELELAHAN MATA		TERANG	BURUK
1	Pandangan Terputus	0	1
2	Pandangan Terus Menerus	2	2
3	Pandangan Terus Menerus Dengan Faktor Berubah-Ubah	2	5
4	Pandangan Terus Menerus Dengan Fokus Tetap	4	8
TEMPERATUR TEMPAT KERJA (C)		NORMAL	LEMBAB
1	Beku	> 10	> 12
2	Rendah	10 – 0	12 – 5
3	Sedang	5 – 0	8 – 0
4	Normal	0 – 5	0 – 8
5	Tinggi	5 – 40	8 – 100
		> 40	> 100

(Sumber: Wigjosoebroto, 1995)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode deskriptif, yaitu suatu metode penelitian yang menguraikan data yang dihimpun dari perusahaan yang sedang diteliti. Adapun jenis/sumber data, pengumpulan dan langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.1 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer digunakan untuk pengolahan sedangkan data sekunder digunakan sebagai pendukung data primer.

3.1.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari objek penelitian. Data primer yang dikumpulkan yaitu kegiatan operator, pengukuran waktu kerja siklus dan pengukuran dimensi material *handling (trolley)*, dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Pengamatan kegiatan operator dilakukan menggunakan alat perekam video.
2. Pengukuran waktu kerja yang dilakukan adalah pengamatan waktu siklus untuk setiap stasiun kerja menggunakan alat *stopwatch*.
3. Pengukuran material *handling (trolley)* yang dilakukan adalah dengan menghitung dimensi *trolley Axle shaft* menggunakan alat meteran.

3.1.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung atau melalui media perantara (diperoleh dari pihak lain). Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Data umum perusahaan PT IGP *plant 3*.
2. Jam kerja PT IGP *plant 3*.
3. *Layout* proses dan aliran material PT IGP *plant 3*.
4. Jumlah produksi lini B *Rear Axle*.
5. Jumlah dan elemen pekerjaan operator dalam satu stasiun kerja.
6. Kapasitas dan jumlah material *handling (trolley)*.

3.1.3 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari:

1. Data primer bersumber dari pengukuran waktu secara langsung di *warehouse* dan lini B *sub assembling Rear Axle*.
2. Data sekunder bersumber dari *section head* dan *foreman* lini B *Rear Axle*, serta operator di *warehouse* dan lini B *sub assembling Rear Axle*.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan menggunakan beberapa metode pengumpulan data, yaitu:

3.2.1 Penelitian Lapangan

Pengumpulan data dengan cara penelitian langsung terhadap objek yang diteliti di lapangan. Pengumpulan data dilakukan dengan cara berikut:

1. Wawancara (*Interview*) yaitu pengumpulan data dengan mengajukan sejumlah pertanyaan secara langsung kepada responden yang mengetahui produksi dengan jelas.
2. Observasi langsung yaitu pengumpulan data melalui pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti.

3.2.2 Studi Pustaka

Pengumpulan landasan teori diperoleh dari literatur, buku dan jurnal yang berhubungan dengan penelitian ini dan sebagai penunjang dalam melaksanakan riset lapangan.

3.3 Teknik Analisis

3.3.1 Studi Lapangan (*Genba*)

Studi lapangan dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung (*genba*) pada proses produksi di *warehouse plant 2,5* dan lini B *sub assembling rear axle plant 3* PT IGP. Hal tersebut dilakukan bertujuan untuk mendapatkan informasi dan gambaran secara jelas mengenai kondisi aktual di lapangan sehingga dapat mengidentifikasi masalah-masalah yang sedang dihadapi oleh perusahaan.

3.3.2 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan teori-teori yang relevan terhadap permasalahan yang terjadi dalam perusahaan diambil dari buku-buku dan referensi yang tercantum dalam daftar pustaka.

3.3.3 Identifikasi Masalah

Tahap selanjutnya adalah identifikasi masalah. Identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui apa permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan sebagai upaya perbaikan yang telah dijelaskan pada bab I.

3.3.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian merupakan pernyataan tentang apa yang akan dihasilkan atau dicapai oleh peneliti. Tujuan penelitian telah dijelaskan pada bab I.

3.3.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data berisi data yang telah dikumpulkan selama penelitian. Adapun data yang telah dikumpulkan telah dijelaskan pada bagian sebelumnya.

3.3.6 Pengolahan Data

Berdasarkan data yang telah diperoleh pada tahap pengumpulan data, selanjutnya dilakukan beberapa tahap pengolahan data, yaitu:

1. Perhitungan waktu kerja standar

Waktu kerja standar diperoleh melalui langkah-langkah yang dijelaskan sebagai berikut:

- a. Perhitungan rata-rata waktu siklus didapat dengan cara membagi total waktu siklus hasil pengumpulan data.
- b. Kemudian dilakukan perhitungan waktu normal yang diperoleh dengan mengalikan waktu siklus dengan faktor penyesuaian (*rating factor*).
- c. Setelah itu dilakukan perhitungan waktu standar yang diperoleh dengan mengalikan waktu normal dengan faktor kelonggaran (*allowance*).

2. Pembuatan identifikasi elemen dan waktu kerja

Setelah melakukan pengamatan kegiatan dan pengukuran waktu kerja operator, berikutnya adalah membuat identifikasi elemen dan waktu kerja dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Membuat tabel dengan 4 kolom yang berisi kegiatan/elemen pekerjaan, waktu operator melakukan pekerjaan manual, otomatis dan berjalan.

- b. Urutkan kegiatan pekerjaan operator pada kolom yang sudah dibuat.
 - c. Masukkan waktu kerja yang dibutuhkan operator dalam melakukan satu kegiatan/elemen pekerjaan.
 - d. Total jumlah waktu kerja yang dibutuhkan oleh setiap operator untuk melakukan pekerjaan dalam satu siklus waktu.
3. Pembuatan *Yamazumi Chart* Sebelum Perbaikan
- Takt time* dan waktu kerja dari setiap operator yang telah dibuat dijadikan bahan untuk membuat *Yamazumi Chart*. *Yamazumi Chart* yang dibuat berjumlah dua yaitu untuk operator di *warehouse* dan operator pada lini B *sub assembling Rear Axle*. Langkah-langkah dalam pembuatan *Yamazumi Chart* adalah sebagai berikut:
- a. Buat sumbu X (operator) dan Y (waktu).
 - b. Buat grafik batang dari setiap operator di satu stasiun kerja dengan memasukan total waktu kerja manual, otomatis dan saat berjalan.
 - c. Buat garis lurus horizontal yang menandakan *takt time* dari setiap operator.
4. Perhitungan operator sebelum perbaikan.
- a. Perhitungan *idle time* dan efisiensi operator.
 - b. Perhitungan jumlah operator.

3.3.7 Analisis dan Pembahasan

1. Analisis *yamazumi chart* kondisi awal.

Setelah kondisi awal dibuat *Yamazumi Chart*. Kemudian dilakukan analisis kondisi *idle time*, efisiensi, *takt time*, dan waktu standar setiap operator.

2. Analisis material *handling (trolley)*.

Melakukan analisis material *handling* dengan metode *karakuri* untuk mengurangi *double handling* dan mempercepat waktu kerja operator. Analisis yang dilakukan yaitu menentukan masalah penyebab waktu elemen kerja operator paling lama saat penggunaan *trolley*.

3. Realokasi elemen kerja dengan *yamazumi chart*.

Melakukan pemindahan/realokasi elemen kerja antara operator yang *value added* dan *non value added* sampai mendekati *takt time* agar waktu kerja seimbang dan produktif hasil dari *yamazumi chart* sebelum perbaikan.

4. Analisis *yamazumi chart* sesudah rencana perbaikan.

Setelah waktu kerja setiap operator seimbang maka dibuat *Yamazumi Chart* sesudah perbaikan. Kemudian dilakukan perhitungan kondisi *idle time*, efisiensi dan *balance delay* setiap operator sesudah perbaikan.

3.3.8 Usulan Rencana Perbaikan (*Kaizen Idea*)

Setelah dilakukan analisis, dibawah ini rencana perbaikan yang diusulkan dan dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang ada adalah sebagai berikut:

1. Penyeimbangan beban kerja operator dengan cara pemindahan atau pengurangan elemen kerja *non value added* setiap stasiun kerja agar waktu kerja seimbang.
2. Merancang material *handling (trolley)* menggunakan metode *karakuri* dengan memodifikasi *trolley* yang lama untuk mengurangi *double handling* dan mempercepat waktu kerja operator.
3. Mengusulkan jumlah operator optimal dalam satu stasiun kerja.

3.3.9 Tahap Persiapan Implementasi

Berdasarkan rencana perbaikan yang diusulkan, beberapa hal yang dilakukan dalam persiapan sebelum dilakukan implementasi adalah sebagai berikut:

1. Modifikasi material *handling (trolley karakuri kaizen)*.
2. Membuat elemen dan waktu kerja baru dari rencana perbaikan.

3.3.10 Implementasi

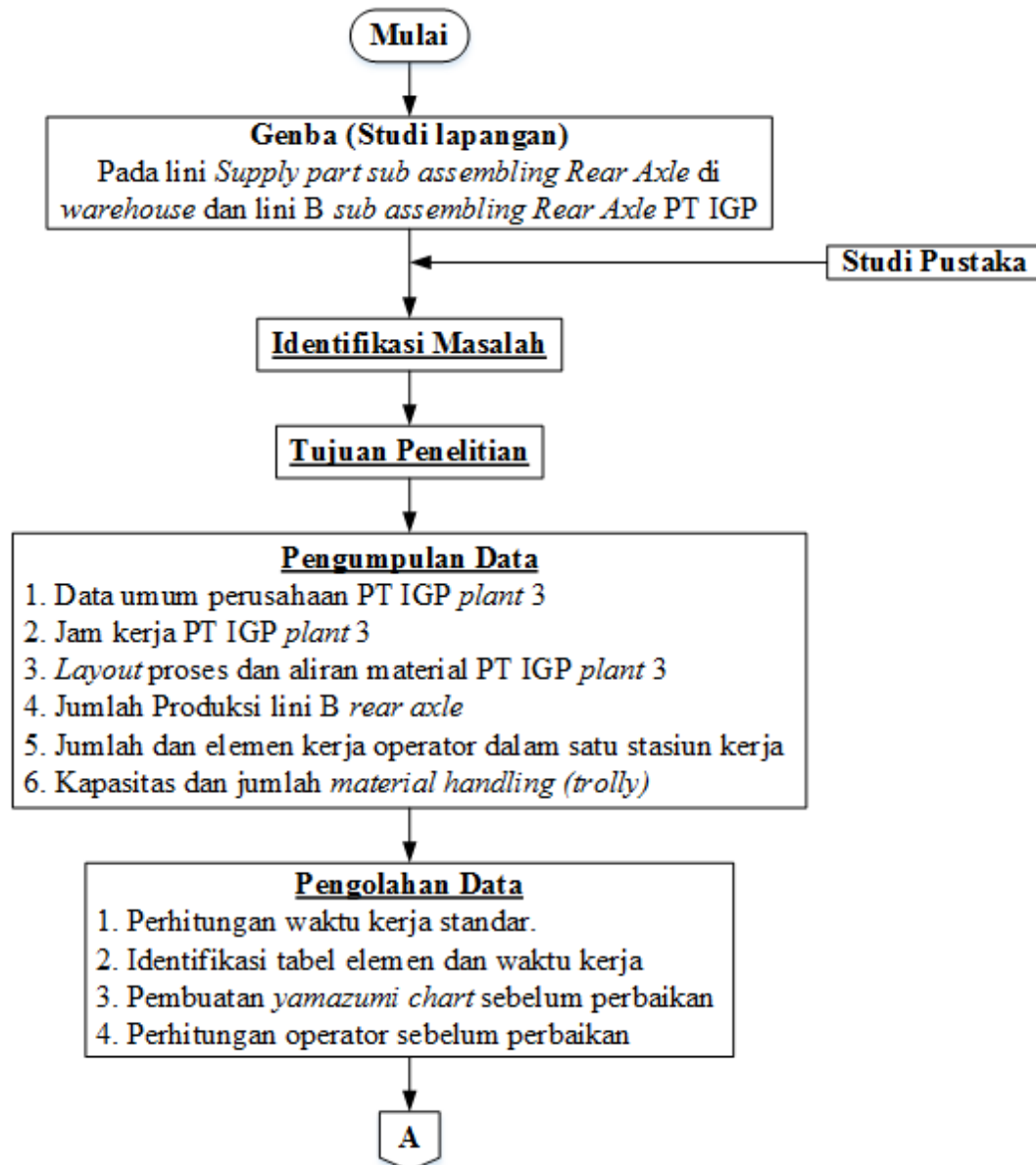
Setelah tahapan persiapan sebelum implementasi sudah dilakukan, maka selanjutnya dapat dilakukan *trial* dan *error* dari rencana perbaikan yang telah diusulkan. Setelah proses *trial* dan *error* sudah cukup, maka implementasi dapat dilakukan.

3.3.11 Evaluasi Kondisi Sebelum dan Sesudah Perbaikan

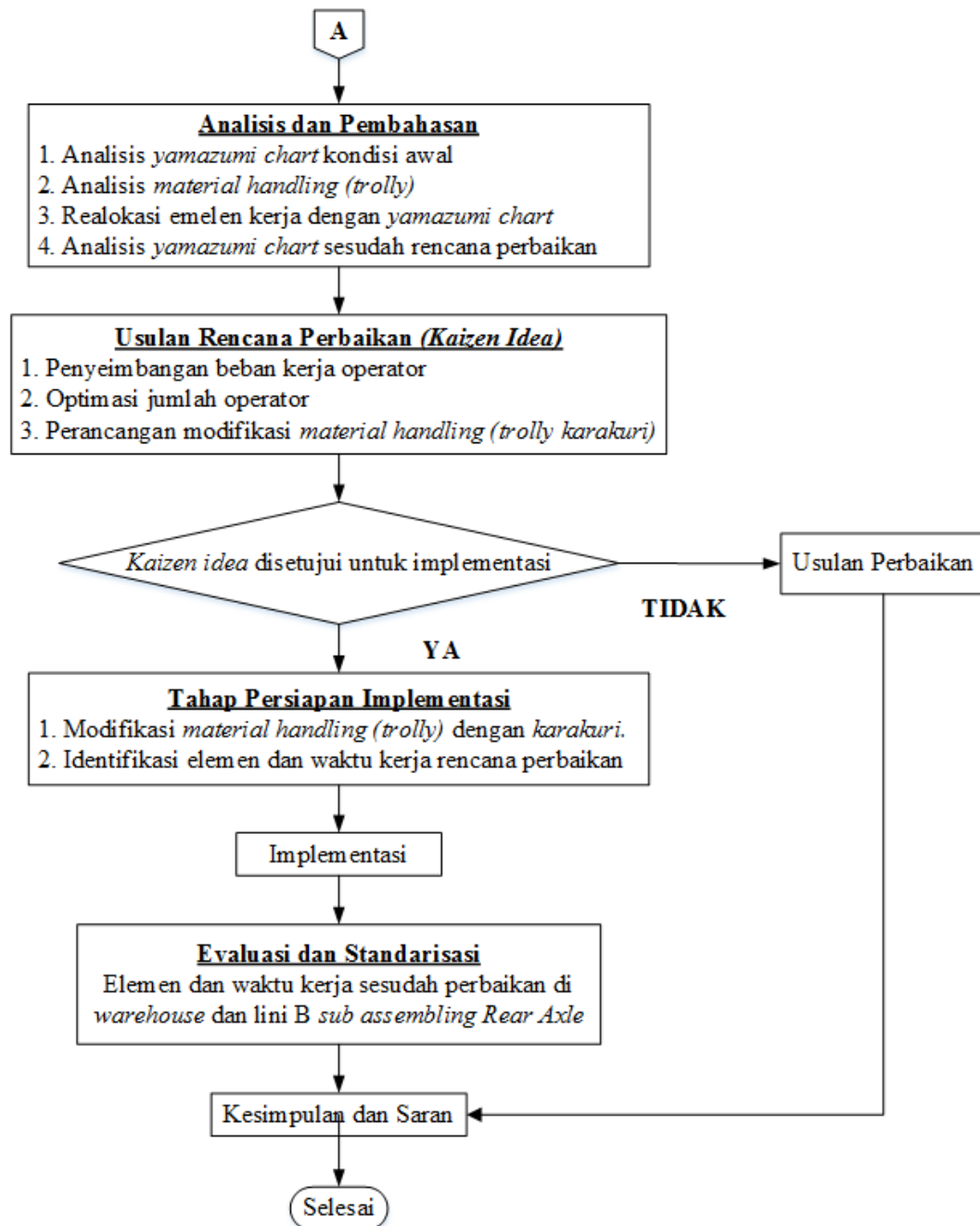
Setelah dilakukan implementasi rencana perbaikan pada proses produksi. Langkah selanjutnya adalah mengevaluasi hasil implementasi rencana perbaikan tersebut, serta membuat standardisasi. Hal tersebut dilakukan karena terdapat perubahan elemen dan waktu kerja yang dilakukan operator. Kemudian membandingkan kondisi sebelum dan sesudah perbaikan.

3.3.12 Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan serta memberikan solusi pemecahan yang dapat diterapkan. Selain itu juga dapat memberikan saran-saran yang dapat dipertimbangkan bagi penelitian selanjutnya. Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat metodologi penelitiannya pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian (Lanjutan)
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Berdasarkan observasi di PT IGP yang dilaksanakan pada bulan Februari 2018 sampai dengan bulan Juli 2018 didapatkan hasil data pendukung. Data pendukung yang dibutuhkan dalam penyusunan laporan ini adalah profil perusahaan, hasil produksi, *layout* aliran dan proses material, jumlah dan selemen kerja operator, pengukuran waktu pekerjaan serta data material *handling*.

4.1.1 Profil Perusahaan

Data profil perusahaan PT IGP yang dikumpulkan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Sejarah Perusahaan

PT IGP didirikan sebagai perusahaan penanam modal dalam negeri (PMDN), dan memulai bisnisnya dalam hal pembuatan komponen otomotif dengan memproduksi *Rear Axle* dan *Propeller Shaft* pada tahun 1982. Perusahaan terus meningkatkan kompetensi, sehingga selain proses *assembling* PT IGP berhasil memulai proses *machining* komponen *Rear Axle* dan *Propeller Shaft*. PT IGP dengan bisnis utama memproduksi *Rear Axle* dan *Propeller Shaft*, telah menetapkan misi untuk menjadi produsen *Drive Shaft* dan *Drive Axle* yang dapat diandalkan, dengan visi untuk menjadi perusahaan dengan daya saing terbaik di pasar global.

Pada tahun 1985 PT Gemala Kempa Daya (GKD), IGP, dan Wahana Eka Putra (WEP) membuat sebuah *group* perusahaan pembuat kompoen otomotif yang bernama GKD *group*. *Group* tersebut bertujuan untuk menyatukan visi dan misi agar menjadi perusahaan pembuat komponen otomotif terbaik dikelasnya. Kemudian dikarenakan banyaknya pengurangan karyawan yang dilakukan oleh PT GKD sehingga membuat PT tersebut banyak mengalami kerugian. Oleh karena itu pada tahun 1996 GKD *group* mengubah namanya menjadi IGP *group* dengan bergabungnya perusahaan pembuat komponen otomotif lainnya. IGP *group* awalnya beranggotakan PT GKD, PT IGP, PT WEP, PT Tri Dharma

Wisasa (TDW), PT Asano Gear Indonesia (AGI), dan PT Akashi Wahana Indonesia (AWI).

Perkembangan industri komponen kendaraan di tanah air terus meningkat seiring dengan kemajuan industri. Berkaitan dengan hal ini PT IGP *Group* (IGP *Group*) turut mengambil bagian dan berperan dalam kegiatan industri suku cadang aksesoris roda empat atau lebih. IGP *Group* yang semula terdiri dari 6 perusahaan saat ini terdiri dari 4 perusahaan yaitu:

- a. PT IGP
- b. PT GKD
- c. PT AGI
- d. PT AWI

Data umum PT IGP dengan total luas kawasan industri sebesar 215.723 m² dalam keseluruhan di IGP *Group* adalah sebagai berikut:

Nama : PT Inti Ganda Perdana

Alamat Pabrik : Jalan Raya Pegangsaan Dua Blok A1 KM 1,6
Kelapa Gading Jakarta Utara Indonesia

Luas Area : 85.085 m²

Telepon : 021 - 4602755

Fax : 021 - 4602765

Tahun Berdiri : 1982

Kantor dan *layout* PT IGP *plant* Jakarta dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



Gambar 4.1 Kantor PT IGP *Plant* Jakarta
(Sumber: PT IGP)



Gambar 4.2 Layout PT IGP Plant Jakarta (Total Area: 85.085 m2)
(Sumber: PT IGP)

2. Visi Misi

PT IGP memiliki visi dan misi yang ingin dicapai perusahaan di masa depan yang mampu menjamin kesinambungan dan kesuksesan perusahaan dalam jangka panjang. Untuk kelancaran berjalannya suatu perusahaan visi dan misi merupakan hal yang sangat penting. Visi merupakan suatu harapan perusahaan akan keadaan yang ingin diwujudkan pada masa yang akan datang. Visi digunakan sebagai pedoman untuk mengalokasikan sumber daya yang dimiliki, serta sebagai landasan untuk mencapai tujuan perusahaan dan perumusan strategi yang akan ditetapkan. Adapun visi dari PT IGP adalah sebagai berikut:
Visi: “Menjadi perusahaan dengan daya saing terbaik di pasar global”.

Dengan motto perusahaan “Menjadi produsen *drive shaft* dan *drive axle* yang dapat diandalkan”. PT IGP berupaya membuat konsumen puas dari pelayanan yang diberikan.

Misi merupakan landasan mendasar yang membedakan satu perusahaan dengan perusahaan yang lain yang sejenis, dan dijadikan dasar dalam melakukan aktivitas perusahaan. Adapun misi dari PT IGP adalah sebagai berikut:

- a. *No Wasting* (Tidak Ada Pemborosan).
- b. *Today Is Better* (Hari ini Lebih Baik).

Selain memiliki visi dan misi, PT IGP juga memiliki nilai-nilai inti (*core value*) yang harus dijaga dan dijalankan perusahaan agar dapat membangun gambaran

positif konsumen terhadap perusahaan. *Core Value* PT IGP yaitu “AKU PRIMA”. Adapun nilai-nilai inti perusahaan adalah sebagai berikut:

a. Terpercaya dan Handal.

Bertekad dan mampu membuktikan apa yang diucapkan dan diamanatkan sesuai dengan tugas-tugasnya di PT IGP serta prinsip-prinsip *Good Corporate Governance* (GCG).

b. Fokus Pada Pelanggan.

Selalu mencari peluang untuk memberikan lebih dari yang diharapkan pelanggan melalui usaha-usaha terbaik dan inovasi yang tiada henti dalam segala bidang.

c. Semangat KePRImaan.

Selalu mempunyai hasrat yang menggebu-gebu untuk mencapai hasil yang lebih baik dari tuntutan kerja.

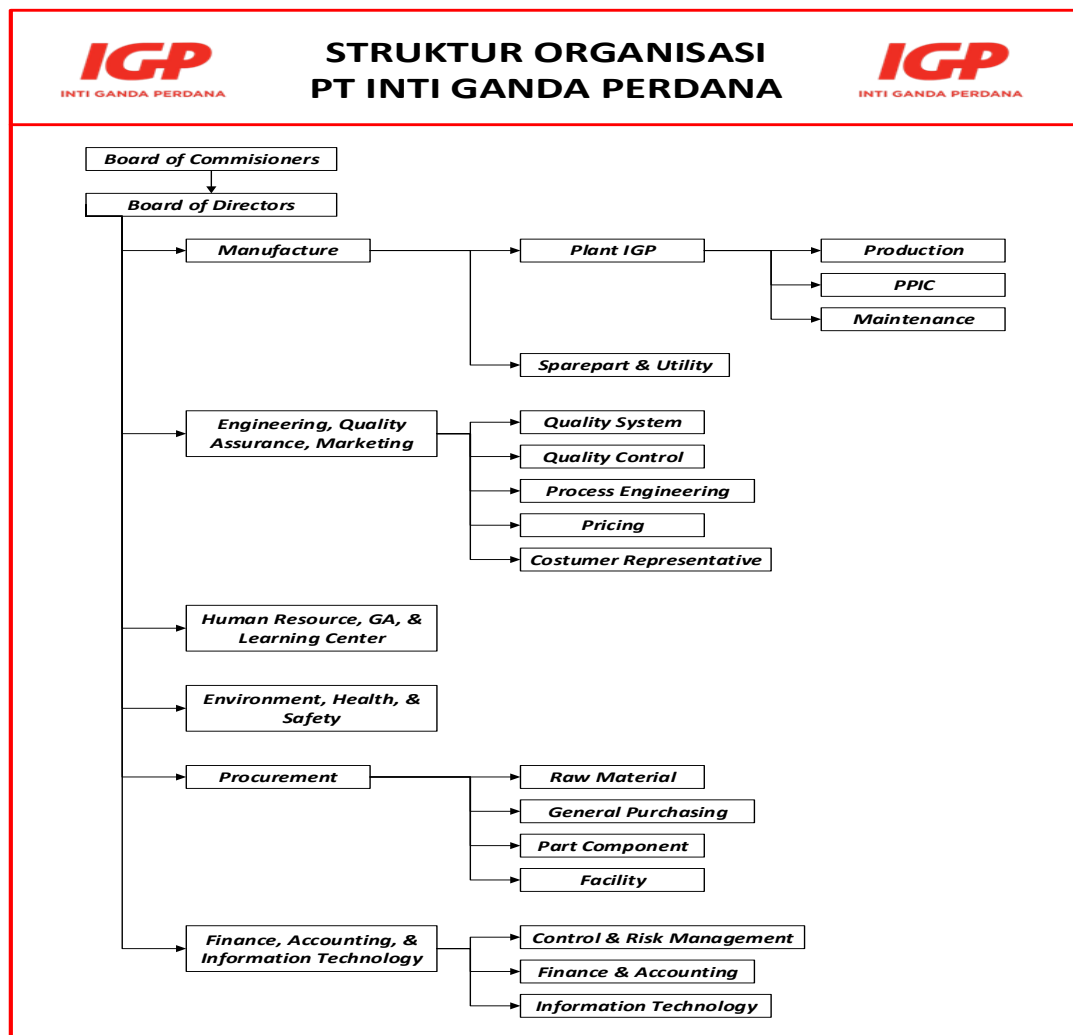
d. Kerjasama.

Bangga sebagai bagian dari PT IGP serta *Astra Oto Part (AOP) Group* dan saling membantu dalam usaha untuk mencapai keberhasilan bersama.

3. Struktur Organisasi

Struktur organisasi adalah suatu susunan dalam unit kerja yang ada di sebuah organisasi. Fungsi dari organisasi yaitu memberikan kejelasan tanggung jawab, kejelasan kedudukan/jabatan, kejelasan mengenai hubungan antar jabatan, serta kejelasan uraian pekerjaan. Adanya struktur organisasi tersebut, perusahaan dapat mengetahui dan menganalisis pelaksanaan tugas dan tanggung jawab antar bagian/divisi. PT IGP membagi tingkatan tugas berdasarkan keprofesionalan dan kemahiran. Setiap personal mengacu pada sistem lini dan staf dengan tujuan agar pengawasan dan kontrol secara langsung dapat lebih mudah dilakukan.

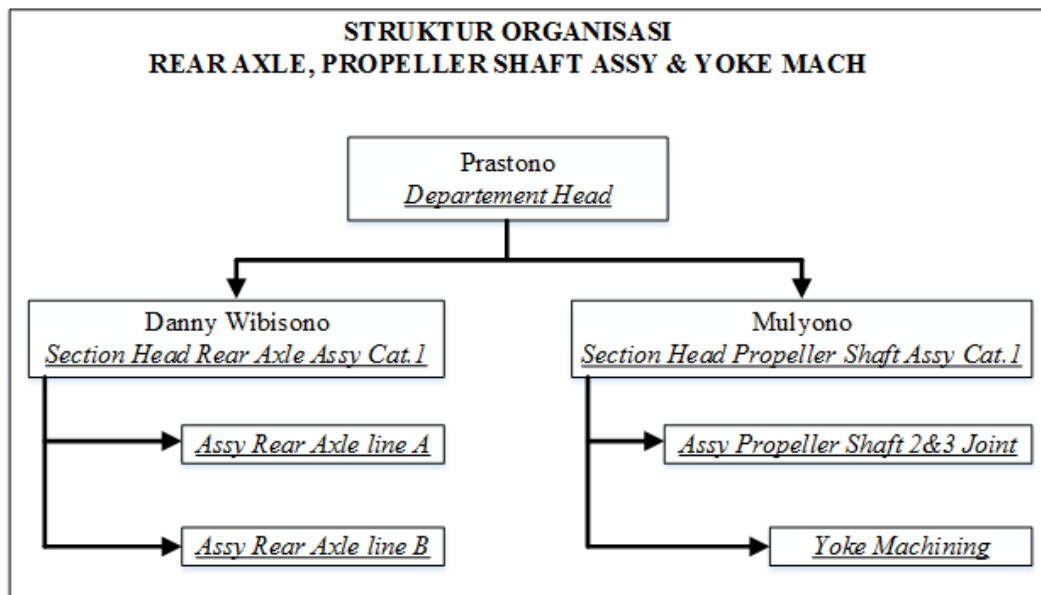
PT IGP dipimpin oleh seorang *President Director* yang langsung membawahi seorang *Managing Director*. *Managing Director* tersebut membawahi 6 orang *Director*. Masing-masing *Director* membawahi beberapa divisi. Struktur Organisasi PT IGP dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Struktur Organisasi PT IGP
(Sumber: PT IGP)

Berdasarkan Gambar 4.3 dalam suatu organisasi terdapat pembagian kerja untuk masing-masing bagian. Adanya pertanggung jawaban dari bagian tersebut agar perusahaan dapat berjalan secara terstruktur dan memiliki susunan birokrasi yang jelas. Hal ini dilakukan agar tidak adanya kesalahpahaman antara bagian satu dengan bagian lainnya dalam menjalankan suatu tugas sehingga perusahaan dapat terus berjalan dengan baik.

Adapun penelitian ini dilakukan pada bagian produksi *plant* IGP 3 yang memiliki struktur organisasi seperti Gambar 4.4 berikut:



Gambar 4.4 Struktur Organisasi *Plant IGP 3*
(Sumber: PT IGP)

4. Waktu Kerja

PT IGP memiliki peraturan mengenai jam kerja pada karyawan-karyawannya yaitu selama 5 hari kerja dalam seminggu dengan ditentukan selama 8 jam kerja per hari. Waktu kerja yang diberlakukan di PT IGP adalah sebagai berikut:

a. Untuk karyawan yang bekerja *shift*

Karyawan *shift* dibagi menjadi tiga *shift* perharinya, dalam satu *shift* karyawan diharapkan bekerja selama 8 jam dan untuk waktu *over time* maksimal 2 jam perharinya. Pembagian *shift* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Waktu Kerja *Shift*

Kegiatan	<i>Shift</i>	Senin – Kamis	Jum'at
		Jam	
Kerja	I	07.30 – 10.00	07.30 – 10.00
Istirahat		10.00 – 10.10	10.00 – 10.10
Kerja		10.10 – 11.45	10.10 – 11.45
Istirahat		11.45 – 12.30	11.45 – 12.45
Kerja		12.30 – 14.30	12.45 – 14.30
Istirahat		14.30 – 14.40	14.30 – 14.40
Kerja		14.40 - 16.15	14.40 – 16.30
Kerja	II	16.15 – 18.00	16.30 – 18.00
Istirahat		18.00 – 18.30	18.00 – 18.30

Lanjut...

Tabel 4.1 Waktu Kerja *Shift* (Lanjutan)

Kegiatan	<i>Shift</i>	Senin – Kamis	Jum'at
		Jam	
Kerja	II	18.30 – 21.00	18.30 – 21.00
Istirahat		21.00 – 21.10	21.00 – 21.10
Kerja		21.10 – 00.00	21.10 – 00.00
Kerja	III	00.00 – 02.30	
Istirahat		02.30 – 02.40	
Kerja		02.40 – 04.00	
Istirahat		04.00 – 04.30	
Kerja		04.30 – 06.00	
Istirahat		06.00 – 06.10	
Kerja		06.10 - 07.30	

(Sumber: PT IGP)

Hari Sabtu dan Minggu ditetapkan sebagai hari libur, sedangkan jeda waktu antara *shift* I (satu), *shift* II (dua), dan *shift* III (tiga) dan kelebihan jam kerja lainnya dihitung sebagai lembur.

b. Untuk karyawan *non-shift*

PT IGP juga mempekerjakan karyawan diluar dari *shift* yang diberikan (*Non Shift*), dimana pada waktu berkerja karyawan tersebut dapat dijelaskan pada poin berikut:

1) Hari Senin sampai Kamis

Pukul 07.30 sampai 16.15 (diselingi waktu *kyuke* selama 10 menit, yaitu pukul 10.00-10.10 dan 14.30-14.40 serta istirahat siang pukul 11.45-12.30).

2) Hari Jum'at

Pukul 07.30 sampai 16.30 (diselingi waktu *kyuke* selama 10 menit, yaitu pukul 10.00-10.10 dan 14.30-14.40 serta istirahat siang pukul 11.45-12.30).

3) Hari Sabtu dan Minggu

Hari libur perusahaan, kecuali dinyatakan sebagai hari kerja pengganti.

4.1.2 Hasil Produksi

Data hasil produksi PT IGP adalah sebagai berikut:

1. Produk PT IGP

PT IGP dengan bisnis utama memproduksi *Real Axle* dan *Propeller Shaft*. Kemudian disamping memproduksi *Real Axle* dan *Propeller Shaft* sejak 1995, untuk memenuhi permintaan konsumen PT IGP mulai memproduksi *Front Axle* dan mengerjakan proses *machining*. Proses *machining* tersebut untuk komponen-komponen *Real Axle* dan *Propeller Shaft*, seperti *Axle housing*, dan *Propeller Shaft Yoke*. Dalam memenuhi permintaan pasar yang semakin banyak PT IGP menerapkan sistem produksi tiga *shift* dengan jumlah produk 350.000 unit pertahun. Selain pasar dalam negeri, produk PT IGP juga mulai merambah dunia internasional melalui pelanggan. Hal ini membuktikan produk PT IGP telah diterima di dunia internasional.

Produk yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

a. IGP PLANT 1

Produk yang dihasilkan oleh IGP *plant 1* adalah *Rear Axle*, *Proppler Shaft*, *Housing*, *Assembly of Transmission and Differential Carrier assy* untuk kendaraan berat seperti *truck* sedang dan besar. Konsumen utama dari IGP *plant 1* adalah Hino *truck*, dan Isuzu *truck*.

b. IGP PLANT 2

Produk yang dihasilkan oleh IGP *plant 2* adalah *machining axle shaft* dan *Housing* yang akan digunakan pada mobil penumpang atau mobil pribadi. Konsumen utama dari IGP *plant 2* adalah IGP *plant 3*, dan IGP Karawang.

c. IGP PLANT 3

Produk yang dihasilkan oleh IGP *plant 3* berupa perakitan *Rear Axle*, *Proppler Shaft and Differential Carrier* yang telah dibuat pada IGP *Plant 2*. Komponen tersebut diperuntukan kepada mobil penumpang atau mobil pribadi. Konsumen utama IGP *plant 3* adalah Astra Daihatsu Motor (ADM), Toyota Motor Manufacturing Indonesia (TMMIN), dan Kramayudha Tiga Berlian (KTB).

d. IGP PLANT 4 (*Learning Center* dan *Workshop*)

Learning center dan *Workshop* awalnya berupa rantai produksi yang memproduksi *Flywheel*, dan *Front Axle*. Adanya pemindahan lokasi produksi ke Karawang, membuat IGP *plant* 4 digunakan menjadi sarana pendidikan dan pelatihan. Pelatihan diberikan kepada calon karyawan baru untuk dapat mengetahui sistem yang ada di IGP Group. *Learning center* dan *workshop* bertujuan untuk melatih calon karyawan baru maupun yang lama. Hal tersebut dilakukan agar karyawan memiliki kemampuan dan pengetahuan tentang proses produksi serta diharapkan dapat mengurangi kerugian yang dialami oleh IGP Group.

Beberapa produk-produk yang dibuat PT IGP dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Produk IGP

Nomor	Product	Nomor	Product
1	<i>Axle Shaft</i>	6	<i>Spline Shaft</i>
2	<i>Housing Assy</i>	7	<i>Shaft Yoke</i>
3	<i>End Housing</i>	8	<i>Flange Yoke</i>
4	<i>Side Bearing Nut</i>	9	<i>Propeller Tube</i>
5	<i>Companion Flange</i>	10	<i>Tube Yoke</i>

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

Adapun gambar pada produk inti yang dihasilkan oleh PT IGP dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6.



Gambar 4.5 *Rear Axle*
(Sumber: PT IGP)



Gambar 4.6 *Propeller Shaft*
(Sumber: PT IGP)

2. Model Produk *Rear Axle* lini B *plant* 3.

Terdapat 4 model *part* yang diproduksi pada lini B *Assembling Rear Axle* di *plant* IGP 3. Adapun 4 model tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Produk *Rear Axle* Lini B *Plant* 3

Model <i>Rear Axle</i>	Kendaraan
D 40	Granmax Luxio
D 37	Himax
D 17	Xenia Avanza
D 14 N	Rush Terios

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

3. Data Produksi *Rear Axle* Lini B *Plant* 3.

Diketahui data produksi pada lini B *Assembling Rear Axle* di *plant* IGP 3. Selama tujuh bulan terakhir. Adapun data produksi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Produksi

Bulan (Tahun 2018)	Jumlah Produksi (Unit)	Waktu Kerja (Hari)
Januari	21.027	21
Febuari	17.965	18
Maret	18.690	20
April	20.121	20
Mei	20.935	20
Juni	12.945	12
Juli	22.572	21

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

4.1.3 *Layout* Aliran dan Proses Material

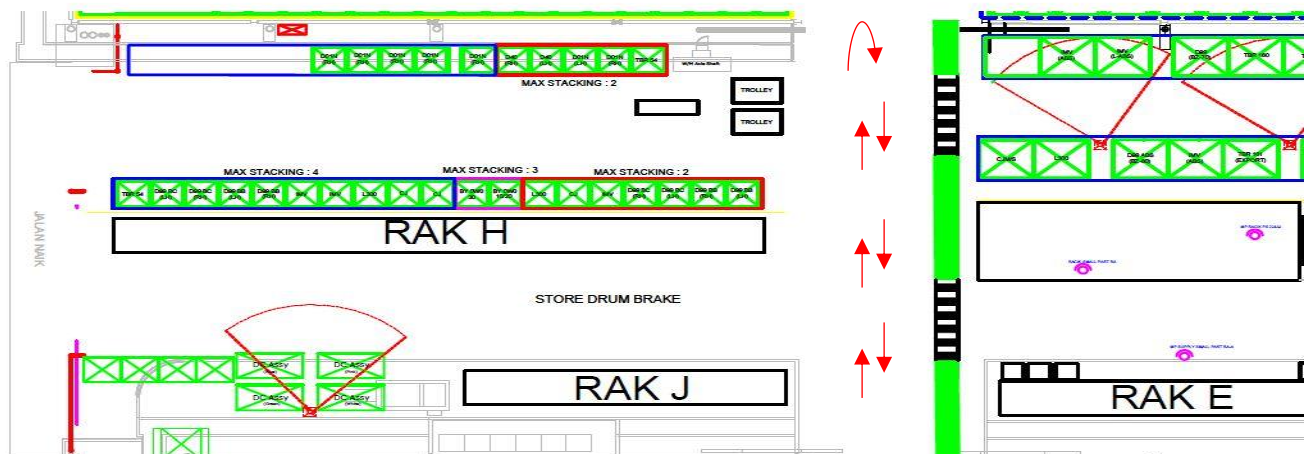
Layout aliran dan proses material pada PT IGP *plant* 2,5 dan *plant* 3 adalah sebagai berikut:

1. *Layout* Area Produksi IGP *plant* 2,5 dan *plant* 3.

Diketahui *layout* produksi pada PT IGP *plant* 2,5 dan *plant* 3, serta lintasan *towing* (panah merah) yang membawa *trolly* dari *warehouse plant* 2,5 ke lini B *sub assembling rear axle plant* 3. Adapun *layout* dan lintasan *towing* dapat dilihat pada Gambar 4.7.

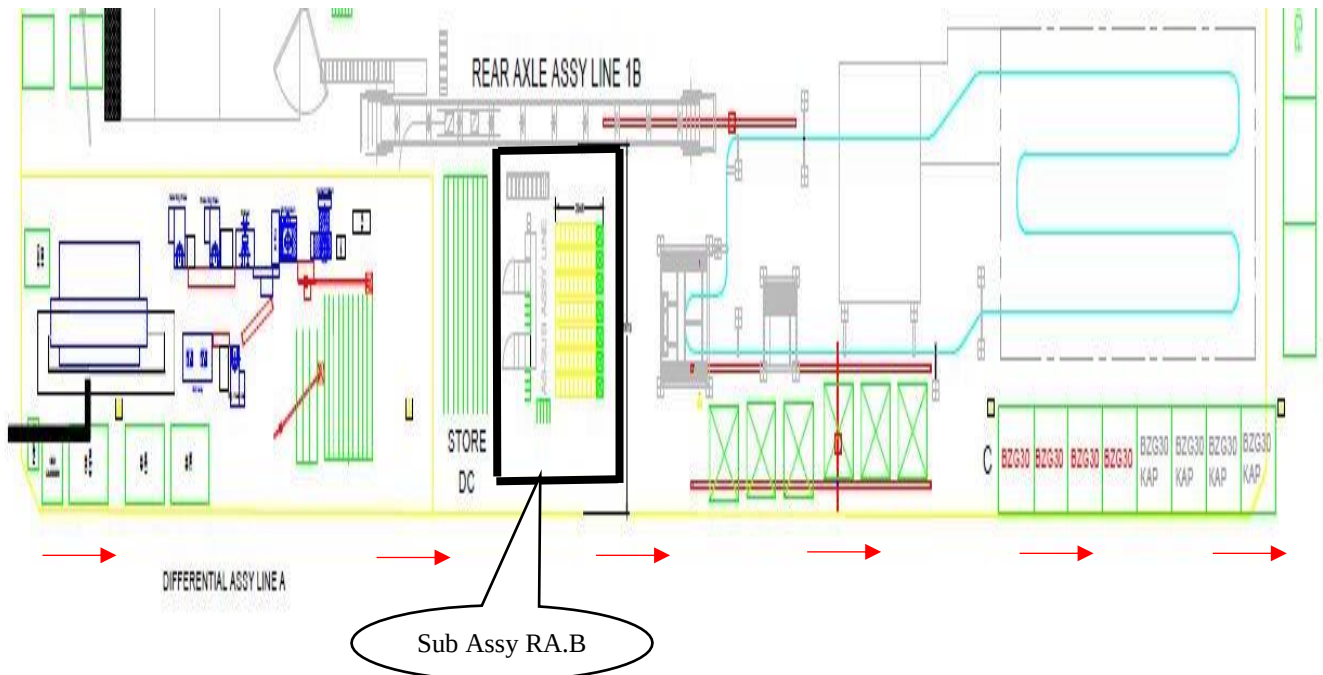
2. Layout Stasiun Kerja

Adapun *layout* stasiun kerja di *warehouse plant 2,5* yang digunakan sebagai tempat *supply axle shaft* dan *drum brake* menggunakan *trolley* dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 *Layout Stasiun Kerja Warehouse Plant 2,5*
(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

Adapun *layout* stasiun kerja pada lini B *assembling rear axle plant 3* yang digunakan sebagai tempat perakitan *sub assy axle shaft* dan *drum brake* untuk *rear axle* di lini B dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 *Layout Stasiun Kerja Lini B Assembling Rear Axle*
(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

4.1.4 Jumlah dan Elemen Kerja Operator

Data jumlah dan elemen kerja operator adalah sebagai berikut:

1. Warehouse Plant 2,5.

Pada *warehouse plant* 2,5 terdapat beberapa elemen kerja yang dilakukan oleh 4 operator. Pembagian elemen kerja operator di *warehouse plant* 2,5 dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Elemen Kerja Warehouse Plant 2,5

Warehouse Plant 2,5		
Operator	Elemen Kerja	Deskripsi Kerja
Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)	1	Mendorong <i>trolley</i> A/S B ke mesin <i>washing</i> A/S
	2	Memindahkan <i>orderlist</i>
	3	Memasukan A/S B dari rak <i>washing</i> ke <i>trolley</i> A/S B
	4	Memindahkan A/S A dari <i>trolley</i> belanja ke rak <i>washing</i>
	5	Menekan tombol <i>start</i>
	6	Mendorong <i>trolley</i> belanja ke rak A/S A
	7	Mengambil A/S A sesuai <i>orderlist</i> ke <i>trolley</i> belanja
	8	Mendorong <i>trolley</i> belanja ke mesin <i>washing</i> A/S
	9	Memindahkan <i>orderlist</i> dari <i>trolley</i> belanja
	10	Membantu mengisi A/S A ke <i>trolley</i> A/S A
	11	Mendorong <i>trolley</i> A/S A ke <i>store drum brake</i>
Agus (Racik Axle Shaft Lini RA.B)	1	Mengambil <i>polybox</i> kosong dari <i>trolley</i> DC dan A/S B
	2	Mendorong <i>trolley</i> A/S B ke <i>store drum brake</i>
	3	Mendorong <i>trolley</i> A/S A ke mesin <i>washing</i> A/S
	4	Mengambil <i>orderlist</i> pada papan <i>orderlist</i> ke <i>trolley</i> belanja
	5	Menunggu <i>washing</i>
	6	Memindahkan <i>orderlist</i> dari <i>trolley</i> belanja
	7	Memasukan A/S A dari rak <i>washing</i> ke <i>trolley</i> A/S A
	8	Memindahkan A/S B dari <i>trolley</i> belanja ke rak <i>washing</i>
	9	Menekan tombol <i>start</i>
	10	Mendorong <i>trolley</i> belanja ke rak A/S B
	11	Mengambil A/S B sesuai <i>orderlist</i> ke <i>trolley</i> belanja
	12	Mendorong <i>trolley</i> belanja ke mesin <i>washing</i> A/S
Tri (Racik Drum Brake)	1	Mengambil <i>polybox</i> kosong dari <i>trolley</i> A/S A
	2	Memasukan <i>Drum Brake</i> ke <i>trolley</i> A/S B
	3	Mendorong <i>trolley</i> A/S B ke antrian <i>trolley</i>
	4	Menyambungkan <i>trolley</i> A/S B ke <i>trolley</i> DC
	5	Menyiapkan <i>Drum Brake</i> A/S A
	6	Memasukan <i>Drum Brake</i> ke <i>trolley</i> A/S A
	7	Mendorong <i>trolley</i> A/S A ke antrian <i>trolley</i>
	8	Menyambungkan <i>trolley</i> A/S A ke <i>trolley</i> A/S B

Lanjut...

Tabel 4.5 Elemen Kerja Warehouse Plant 2,5 (Lanjutan)

Warehouse Plant 2,5		
Operator	Elemen Kerja	Deskripsi Kerja
Dodi (Racik Teflon DC)	1	Mengambil <i>orderlist</i> pada papan <i>orderlist</i> ke <i>trolley</i> DC
	2	Mengambil <i>polybox</i> kosong dari <i>trolley</i> A/S B
	3	Mendorong <i>trolley</i> ke area DC
	4	Meletakkan <i>polybox</i> kosong pada palet
	5	Mendorong <i>trolley</i> ke <i>area brake</i>
	6	Meletakkan <i>brake</i> ke teflon
	7	Mengatur urutan posisi teflon DC
	8	Mendorong <i>trolley</i> DC ke area antrian <i>trolley</i>
	9	Menyambungkan <i>trolley</i> DC ke <i>trolley</i> A/S dan <i>trolley housing</i>

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

2. Lini B Sub Assembling Rear Axle.

Pada lini B *sub assembling rear axle* terdapat beberapa elemen kerja yang dilakukan oleh 3 operator. Pembagian elemen kerja operator lini B *sub assembling rear axle* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Elemen Kerja Lini B Sub Assembling Rear Axle

Lini B Sub Assembling Rear Axle		
Operator	Elemen Kerja	Deskripsi Kerja
Ali (Press Bolt Hub)	1	Mengambil <i>polybox small part</i> ke meja mesin <i>press bolt hub</i>
	2	Mengambil <i>axle shaft</i> RH dan LH dari <i>trolley</i> ke meja
	3	Mengambil <i>bolt hub, outer, bearing & IRB</i> di <i>polybox small part</i>
	4	Mengembalikan <i>polybox</i> kosong ke <i>shutter trolley axle shaft</i>
	5	Memasang <i>bolt hub</i> di A/S RH dan LH
	6	Meletakkan A/S RH ke <i>lower jig</i> untuk memasang <i>IRB, outer bearing</i> dan <i>bearing</i>
	7	Melakukan proses <i>press bolt hub</i> RH
	8	Meletakkan A/S RH <i>after press</i> ke teflon/ <i>pokayoke</i>
	9	Meletakkan A/S LH ke <i>lower jig</i> untuk memasang <i>outer bearing</i> dan <i>bearing</i>
	10	Melakukan proses <i>press bolt hub</i> LH
	11	Meletakkan A/S LH <i>after press</i> ke teflon/ <i>pokayoke</i>
	12	Mendorong <i>trolley axle shaft</i> kosong ke tempat <i>trolley</i> kosong <i>trolley axle shaft</i> isi ke tempat <i>trolley</i> proses
Udoyo (Press Bearing)	1	Mengambil <i>axle shaft assy</i> RH dan LH
	2	Mengambil <i>IRB</i> ke mesin <i>lower jig heater</i>
	3	Mengambil <i>axle shaft assy</i> RH letakkan ke <i>lower jig bearing press</i>
	4	Memasang <i>upper jig</i> sesuai model
	5	Melakukan proses <i>Press Inner Retainer Bearing</i> pada <i>axle shaft</i> RH
	6	Meletakkan <i>axle shaft</i> di <i>chute</i> teflon

Lanjut...

Tabel 4.6 Elemen Kerja Lini B Sub Assembling Rear Axle (Lanjutan)

Lini B Sub Assembling Rear Axle		
Operator	Elemen Kerja	Deskripsi Kerja
Udoyo (Press Bearing)	7	Mengambil <i>axle shaft assy</i> LH letakkan ke <i>lower jig bearing press</i>
	8	Memasang <i>upper jig</i> sesuai model
	9	Melakukan proses <i>Press Inner Retainer Bearing</i> pada <i>axle shaft</i> LH
	10	Meletakkan <i>axle shaft</i> di <i>chute</i> teflon
	11	Mengembalikan <i>upper jig</i> ke tempatnya
	12	Memasang IRB ke A/S RH dan A/S LH
	13	Mengambil <i>drum brake</i> dari <i>polybox</i> ke teflon
Arfan (Picking Brake)	1	Berjalan ke arah <i>polybox drum brake</i>
	2	Mengambil <i>kanban brake</i> ke kotak <i>kanban brake</i>
	3	Memasang <i>brake</i> RH & LH pada <i>axle shaft</i> RH & LH
	4	Memasang lakban penutup pada <i>marking backing plate</i> , tutup nepel dan pita kabel <i>brake</i> RH
	5	Memasang lakban penutup pada <i>marking backing plate</i> , tutup nepel dan pita kabel <i>brake</i> LH
	6	Meletakkan <i>drum brake</i> 2 pcs di <i>conveyor</i>
	7	Meletakkan teflon <i>drum brake</i> kosong pada <i>shutter</i> bagian bawah
	8	Berjalan ke arah <i>polybox drum brake</i>
	9	Menekan tombol <i>Pokayoke</i>
	10	Meletakkan <i>polybox</i> kosong pada <i>shuter polybox</i> kosong

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

4.1.5 Pengukuran Waktu Kerja

Data pengukuran waktu kerja adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran Waktu Siklus (Cycle Time)

Hasil pengamatan yang dilakukan pada *warehouse plant* 2,5 dengan *takt time* 50 detik setiap operator (kecepatan *conveyor*). Data waktu siklus operator *warehouse plant* 2,5 dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Pengukuran Waktu Siklus Warehouse Plant 2,5

Operator Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)								
Sub Grup	Mendorong <i>trolley</i> A/S B ke mesin <i>washing</i> A/S (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	20,4	20,63	20,72	19,87	19,97	19,92	20,4	20,65
2	20,63	19,53	19,99	20,57	20,3	19,4	20,38	19,75
3	20,22	20,76	19,29	19,49	20,66	20,78	20,73	19,11
4	20,25	19,65	19,71	19,34	19,65	19,66	19,21	20,69

Lanjut...

Tabel 4.7 Pengukuran Waktu Siklus *Warehouse Plant 2,5* (Lanjutan)

Operator Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)								
Sub Grup	Memindahkan <i>orderlist</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	6,79	7,75	7,47	7,03	7,83	7,12	7,21	7,79
2	7,78	7,65	7,11	7,83	6,38	7,91	6,49	7,67
3	7,27	6,09	6,14	6,86	6,83	7,94	7,45	6,93
4	6,03	7,21	6,75	6	8	6,65	7,91	6,51
Operator Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)								
Sub Grup	Memasukan A/S B dari rak <i>washing</i> ke <i>trolley</i> A/S B (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	61,83	61,63	61,08	62,57	62,43	61,86	62,35	61,66
2	61,9	62,43	61,45	61,06	62,65	62,4	62,62	61,32
3	61,1	62,33	61,63	61,77	62,79	61,89	61,53	61,87
4	62,56	62,96	61,85	62,64	62,47	61,56	62,73	61,99
Operator Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)								
Sub Grup	Memindahkan A/S A dari <i>trolley</i> belanja ke rak <i>washing</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	52,27	51,98	51,53	52,15	52,43	52,28	52,85	52,18
2	51,16	52,39	51,77	51,48	52,52	51,81	52,74	51,95
3	52,17	51,93	53	51,92	52,2	52,07	51,95	52,63
4	51,47	51,4	52,05	51,81	51,57	52,7	51,31	51,55
Operator Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)								
Sub Grup	Menekan tombol <i>start</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	1,03	1,37	2,57	2,7	2,98	1,29	2,54	2,96
2	1,49	1,19	2,1	1,58	2,44	2,35	2,04	2,2
3	2,22	1,16	2,09	1,28	2,97	1,31	1,69	2,93
4	2,73	2,89	1,72	1,72	1,17	2,3	2,33	2,26
Operator Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)								
Sub Grup	Mendorong <i>trolley</i> belanja ke rak A/S A (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	8,54	7,46	8,87	7,77	8,29	8,7	8,58	8,24
2	7,47	8,38	8,84	8,28	7,01	8,8	8,57	8,36
3	7,76	8,03	7,52	8,96	7,88	7,01	7,77	8,82
4	7,77	7,79	8,43	7,35	8,36	7,69	8,94	8,73

Lanjut...

Tabel 4.7 Pengukuran Waktu Siklus *Warehouse Plant 2,5* (Lanjutan)

Operator Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)								
Sub Grup	Mengambil A/S A sesuai <i>orderlist</i> ke <i>trolly</i> belanja (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	50,75	50,96	49,35	50,66	49,2	49,55	49,08	49,95
2	50,84	50,22	50,69	50,19	49,93	50,5	49,43	49,45
3	49,16	50,3	50,46	49,9	49,84	49,55	50,93	49,87
4	49,27	50,34	49,97	49,15	49,4	49,3	49,73	50,89
Operator Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)								
Sub Grup	Mendorong <i>trolly</i> belanja ke mesin <i>washing</i> A/S (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	7,99	6,71	7,93	7,25	7,57	7,84	7,86	6
2	7,58	7,64	6,3	6,56	7,02	7,01	7,28	7,78
3	6,39	6,55	7,82	7,17	7,47	7,3	7,03	7,84
4	7,75	6,35	6,97	7,53	6,06	6,32	6,61	7,12
Operator Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)								
Sub Grup	Memindahkan <i>orderlist</i> dari <i>trolly</i> belanja (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	4,26	5,89	4,89	5,28	4,94	5,57	4,08	5,29
2	5,7	5,87	4,27	4,16	5,79	4,13	4,53	5,29
3	4,02	4,74	4,19	4,68	4,96	4,48	4,56	4,19
4	4,72	4,72	5,82	5,98	5,22	4,92	4,11	4,67
Operator Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)								
Sub Grup	Membantu mengisi A/S A ke <i>trolly</i> A/S A (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	46,03	45,08	46,76	45,63	46,25	46,27	45,16	46,06
2	46,1	46,2	46,07	45,5	45,99	45,03	45,15	45,87
3	45,73	45,93	46,9	47	46,71	45,92	45,79	46,42
4	46,68	45,56	46,87	46,24	46,47	45,36	45,34	45,66
Operator Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)								
Sub Grup	Mendorong <i>trolly</i> A/S A ke <i>store drum brake</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	23,29	23,1	23,05	23,23	23,56	24,18	24,59	23,72
2	24,97	23,24	24,04	24,98	24,17	23,35	24,62	24,19
3	24,43	24,89	24,9	23,28	24,35	24,79	23,82	24,99
4	23,14	23,25	24,02	24,1	24,96	23,27	24,99	23,89

Lanjut...

Tabel 4.7 Pengukuran Waktu Siklus *Warehouse Plant 2,5* (Lanjutan)

Operator Agus (Racik Axle Shaft Lini RA.B)								
Sub Grup	Mengambil <i>polybox</i> kosong dari <i>trolley</i> DC dan A/S B (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	100,28	100,36	100,9	99,83	99,27	100,24	100,32	99,78
2	100,02	100,14	100,83	100,25	99,18	100,29	99,61	99,77
3	100,17	100,64	100,5	100,61	99,3	100,6	99,08	99,33
4	99,76	100,66	100,08	100,18	100,54	100,06	99,99	99,69
Operator Agus (Racik Axle Shaft Lini RA.B)								
Sub Grup	Mendorong <i>trolley</i> A/S B ke <i>store drum brake</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	22,36	22,95	21,31	21,25	21,7	22,34	21,86	22,16
2	22,55	22,59	22,14	21,31	22,21	22,44	22,89	21,13
3	21,65	21,2	21,25	21,61	22,59	21,18	22,18	22,35
4	21,59	22,3	21,99	22,2	22,49	22,08	22,58	22,21
Operator Agus (Racik Axle Shaft Lini RA.B)								
Sub Grup	Mendorong <i>trolley</i> A/S A ke mesin <i>washing</i> A/S (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	26,66	26,65	25,24	25,64	25,6	25,7	25,53	25,06
2	25,9	25,46	26,2	25,84	26,15	26,54	26,4	25,75
3	26,41	25,67	26,76	26,53	26,08	26,5	25,34	25,3
4	25,84	26,13	25,91	26,32	26,61	26,68	25,85	25,32
Operator Agus (Racik Axle Shaft Lini RA.B)								
Sub Grup	Mengambil <i>orderlist</i> pada papan <i>orderlist</i> ke <i>trolley</i> belanja (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	15,49	14,61	14,14	14,29	15,08	15,48	14,11	14,53
2	15,81	14,94	14,33	14,31	14,15	14,48	15,06	14,4
3	14,91	14,15	15,49	14,08	15,25	15,95	14,91	15,42
4	15,12	15,72	15,24	15,26	15,53	14,18	15,31	15,81
Operator Agus (Racik Axle Shaft Lini RA.B)								
Sub Grup	Menunggu <i>washing</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	12,58	13,18	13,2	12,93	12,39	13,45	12,45	12,28
2	13,08	12,83	13,09	12,69	12,32	12,33	13,69	13,32
3	13,72	13,88	13,65	12,03	13,79	13,63	12,78	12,8
4	12,67	13,76	13,6	13,14	12,56	12,1	13,43	13,63

Lanjut...

Tabel 4.7 Pengukuran Waktu Siklus *Warehouse Plant 2,5* (Lanjutan)

Operator Agus (Racik <i>Axle Shaft</i> Lini RA.B)								
Sub Grup	Memindahkan <i>orderlist</i> dari <i>trolley</i> belanja (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	6,04	6,29	6,99	6,25	6,88	7,09	6,41	6,48
2	7,79	7,09	6,02	7,35	7,77	7,13	7,43	6,7
3	6,89	7,54	7,91	7,57	7,67	6,9	7,6	6,04
4	7,5	6,79	7,77	6,49	7,43	7,65	7,19	7,07
Operator Agus (Racik <i>Axle Shaft</i> Lini RA.B)								
Sub Grup	Memasukan A/S A dari rak <i>washing</i> ke <i>trolley</i> A/S A (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	55,54	54,48	55,51	55,8	55,63	54,64	55,69	54,22
2	55,83	55,2	55,46	54,04	55,42	55,27	55,26	54,24
3	54,54	55,63	55,39	54,01	54,28	55,38	55,82	55,38
4	54,73	54,55	54,08	54,62	54,23	55,97	55,03	54,35
Operator Agus (Racik <i>Axle Shaft</i> Lini RA.B)								
Sub Grup	Memindahkan A/S B dari <i>trolley</i> belanja ke rak <i>washing</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	60,96	60,88	60,61	61,28	60,07	60,74	61,84	60,4
2	60,08	61,91	60,7	60,78	62	61,01	61,75	60,94
3	60,83	61,29	61,7	60,4	61,73	60,9	61,49	60,34
4	60,31	61,6	61,46	60,98	60,99	60,53	61,73	60,04
Operator Agus (Racik <i>Axle Shaft</i> Lini RA.B)								
Sub Grup	Menekan tombol <i>start</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	2,23	1,07	2,08	1,44	1,54	1,76	2,65	1,29
2	1,8	2,62	1,63	1,04	1,46	2,22	1,84	2,07
3	2,61	2,43	1,66	1,45	2,57	2,19	2,32	1,16
4	2,27	1,25	1,91	2,74	2,34	1,56	2,61	2,5
Operator Agus (Racik <i>Axle Shaft</i> Lini RA.B)								
Sub Grup	Mendorong <i>trolley</i> belanja ke rak A/S B (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	10,32	10,56	10,15	11,56	10,83	11,49	11,92	11,51
2	11,31	10,5	11,7	11,95	10,86	10,04	10,96	10,67
3	10,22	11,32	10,13	10,09	11,76	11,04	11,28	10,96
4	10,77	10,69	11,23	11,59	10,12	10,08	11,46	11,93

Lanjut...

Tabel 4.7 Pengukuran Waktu Siklus *Warehouse Plant 2,5* (Lanjutan)

Operator Agus (Racik <i>Axle Shaft</i> Lini RA.B)								
Sub Grup	Mengambil A/S B sesuai <i>orderlist</i> ke <i>trolly</i> belanja (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	57,72	57,04	58,65	57,05	57,99	57,83	57,59	58,77
2	58,08	58,97	57,05	57,16	57,11	57,38	58,8	58,5
3	57,98	58,11	57,88	57,4	57,25	58,98	58,14	57,86
4	58,53	58,51	58,99	57,42	57,09	58,46	57,01	58,21
Operator Agus (Racik <i>Axle Shaft</i> Lini RA.B)								
Sub Grup	Mendorong <i>trolly</i> belanja ke mesin <i>washing</i> A/S (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	8,43	8,84	7,81	8,77	7,67	8,3	8,12	7,87
2	7,23	7,96	8,01	7,91	7,8	8,91	7,8	7,75
3	7,21	8,13	8,34	8,35	8,88	7,21	8,14	7,03
4	8,33	8,71	8,3	7,12	8,44	7,8	7,19	8,54
Operator Tri (Racik <i>Drum Brake</i>)								
Sub Grup	Mengambil <i>polybox</i> kosong dari <i>trolly</i> A/S A (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	46,41	46,91	46,37	45,84	46,16	46,63	45,43	46,23
2	46,88	45,47	46,83	46,79	46,42	46,59	46,93	47
3	45,99	46,55	45,59	45,24	45,23	46,46	46,29	45,61
4	46,45	46,07	46,74	46,65	46,38	45,16	45,08	46,21
Operator Tri (Racik <i>Drum Brake</i>)								
Sub Grup	Memasukan <i>Drum Brake</i> ke <i>trolly</i> A/S B (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	57,32	57,38	58,97	57,67	57,19	57,81	58,07	58,61
2	57,63	57,74	58,15	58,36	57,05	57,6	57,53	57,79
3	57,92	58,49	57,63	58,08	58,43	58,36	58,49	58,58
4	57,53	58,15	58,49	58,45	58,12	57,43	57,39	57,25
Operator Tri (Racik <i>Drum Brake</i>)								
Sub Grup	Mendorong <i>trolly</i> A/S B ke antrian <i>trolly</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	19,83	20,5	19,66	19,21	20,94	19,09	20,98	20,86
2	19,56	20,02	20,97	19,59	19,98	19,26	19,25	20,72
3	19,89	19,97	19,45	19,15	19,31	19,61	19,92	20,34
4	19,23	20,92	19,06	19,94	20,09	20,73	19,23	19,23

Lanjut...

Tabel 4.7 Pengukuran Waktu Siklus *Warehouse Plant 2,5* (Lanjutan)

Operator Tri (Racik <i>Drum Brake</i>)								
Sub Grup	Menyambungkan <i>trolley</i> A/S B ke <i>trolley</i> DC (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	6,15	6,5	7,93	6,14	6,69	6,36	7,53	6,8
2	6,52	7,34	7,22	7,19	7,86	7,39	6,53	6,2
3	7,24	6,57	6,18	6,85	7,59	6,98	6,82	6,28
4	7,26	7,31	7,11	6,79	7,52	6,37	6,48	6,74
Operator Tri (Racik <i>Drum Brake</i>)								
Sub Grup	Menyiapkan <i>Drum Brake</i> A/S A (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	46,05	45,64	45,05	45,76	46,86	46,2	45,1	46,09
2	45,31	45,33	46,53	45,06	45,99	46,54	45,41	46,15
3	46,64	46,61	46,35	46,55	45,66	45,57	45,36	47
4	45,7	46,98	45,74	46,26	45,92	45,86	46,22	45,33
Operator Tri (Racik <i>Drum Brake</i>)								
Sub Grup	Memasukan <i>Drum Brake</i> ke <i>trolley</i> A/S A (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	55,63	55,95	55,3	55,32	55,82	54,21	55,89	55,99
2	55,95	55,81	54,54	54,89	54,09	54,28	54,01	55,21
3	54,41	54,53	54,23	54,84	55,74	55,94	54,09	55,78
4	55,36	55,89	54,71	54,26	54,14	55,8	55,86	55,42
Operator Tri (Racik <i>Drum Brake</i>)								
Sub Grup	Mendorong <i>trolley</i> A/S A ke antrian <i>trolley</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	19,58	19,16	19,21	20,57	20,03	19,21	20,52	20,02
2	19,76	20,17	19,57	20,45	19,61	19,47	20,09	19,52
3	19,63	20,26	19,31	19,39	20,37	20,42	20,52	19,84
4	19,75	20,13	20,99	20,36	19,46	19,82	20	20,54
Operator Tri (Racik <i>Drum Brake</i>)								
Sub Grup	Menyambungkan <i>trolley</i> A/S A ke <i>trolley</i> A/S B (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	7,94	6,37	7,55	7,5	7,52	6,42	7,86	6,84
2	6,02	6,17	7,39	6,68	6,86	7,9	6,39	7,54
3	6,32	6,34	6,1	7,65	7,57	7,99	6,02	6,28
4	6,11	6,79	6,22	7,67	7,48	7,22	6,35	7,06

Lanjut...

Tabel 4.7 Pengukuran Waktu Siklus *Warehouse Plant 2,5* (Lanjutan)

Operator Dodi (Racik Teflon DC)								
Sub Grup	Mengambil <i>orderlist</i> pada papan <i>orderlist</i> ke <i>trolley</i> DC (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	9,91	9	10,38	9,78	10,57	10,24	10,64	9,83
2	10,63	9,5	9,35	9,89	9,21	9,02	9,35	9,1
3	10,89	9,76	10,08	10,33	10,35	10,46	10,78	9,44
4	9,69	10,15	10,76	9,37	10,03	9,52	9,33	9,57
Operator Dodi (Racik Teflon DC)								
Sub Grup	Mengambil <i>polybox</i> kosong dari <i>trolley</i> A/S B (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	47,11	47,11	46,89	47,85	47,59	47,98	46,56	47,68
2	46,32	47,99	47	47,78	46,86	47,8	47,25	46,37
3	47,27	47,74	46,96	47,77	47,18	47,01	47,5	48
4	47,89	46,57	46,47	47,28	46,43	46,14	46,28	46,32
Operator Dodi (Racik Teflon DC)								
Sub Grup	Mendorong <i>trolley</i> ke area DC (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	32,72	32,18	31,14	32,85	31,74	31,01	31,35	32,66
2	32,36	32,6	31,16	32,14	32,99	32,13	32,79	31,28
3	31,07	31,62	31,06	31,41	31,13	33	31,68	32,15
4	31,21	32,34	32,06	31	32,83	32,25	31,53	32,97
Operator Dodi (Racik Teflon DC)								
Sub Grup	Meletakkan <i>polybox</i> kosong pada palet (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	51,56	52,99	51,7	52,85	51,79	51,37	51,71	52,95
2	52,37	51,11	51,42	51,1	51,36	51,64	51,07	52,77
3	51,3	51,44	52,94	52,95	51,3	52,79	51,16	51,34
4	52,46	52,26	52,14	51,1	51,17	52,02	52,21	51,79
Operator Dodi (Racik Teflon DC)								
Sub Grup	Mendorong <i>trolley</i> ke <i>area brake</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	8,98	8,02	8,8	8,6	8,73	8,55	8,28	8,28
2	8,13	8,31	8,72	7,85	8,41	8,73	7,54	7,68
3	7,21	7,16	8,38	8,23	8,44	8,5	7	7,1
4	7,81	8,1	8,48	8,91	8,44	8,15	7,17	7,34

Lanjut...

Tabel 4.7 Pengukuran Waktu Siklus *Warehouse Plant 2,5* (Lanjutan)

Operator Dodi (Racik Teflon DC)								
Sub Grup	Meletakkan <i>brake</i> ke teflon (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	41,47	42,51	41,34	42,83	41,52	42,5	42,16	41,36
2	41,08	41,27	42,01	42,46	41,16	42,9	41,47	43
3	41,29	41,42	41,71	41,8	42,28	42,84	42,94	41,45
4	42,36	42,95	41,94	41,47	42,72	41,94	42,09	42,04
Operator Dodi (Racik Teflon DC)								
Sub Grup	Mengatur urutan posisi teflon DC (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	23,41	23,02	23,9	22,42	23,27	22,82	22,06	22,12
2	22,37	22,35	22,39	23,9	22,88	22,6	22,2	23,41
3	22,51	22,85	23,25	23,3	23,73	23,25	22,98	23,7
4	22,62	23,01	22,74	22,05	22,79	22,79	23,78	23,37
Operator Dodi (Racik Teflon DC)								
Sub Grup	Mendorong <i>trolly</i> DC ke area antrian <i>trolly</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	22,8	21,89	22,86	22,48	21,93	22,9	21,37	21,13
2	22,62	22,06	22,12	22,3	22,45	21,65	21,46	21,88
3	22,73	21,31	21,23	22,14	22,37	21,41	22,7	21,5
4	21,14	21,86	21,47	21,2	21,34	22,47	22,61	22,03
Operator Dodi (Racik Teflon DC)								
Sub Grup	Menyambungkan <i>trolly</i> DC ke <i>trolly</i> A/S dan <i>trolly housing</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	15,89	14,72	15	15,03	15,96	14,96	14,96	15,91
2	15,26	15,86	14,31	14,73	14,77	14,47	15,13	15,36
3	14,48	14,88	14,01	15,31	15,53	14,35	14,69	14,36
4	14,32	14,78	14,49	15,27	14,99	14,44	14,34	14,88

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

Hasil pengamatan yang dilakukan pada lini B *sub assembling rear axle* dengan *takt time* 50 detik setiap operator (kecepatan *conveyor*). Data waktu siklus operator lini B *sub assembling rear axle* dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Pengukuran Waktu Siklus Lini B Sub Assembling Rear Axle

Operator Ali (Press Bolt Hub)								
Sub Grup	Mengambil <i>polybox small part</i> ke meja mesin <i>press bolt hub</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	1,84	2,01	2,18	2,07	1,66	2,06	2,31	2,35
2	2,45	2,15	2,32	1,63	2,1	1,71	1,89	2,23
3	2,03	1,65	2,41	2,44	2,48	2,11	1,8	1,53
4	1,63	1,87	2,4	1,9	1,66	1,71	1,66	2,1
Operator Ali (Press Bolt Hub)								
Sub Grup	Mengambil <i>axle shaft</i> RH dan LH dari <i>trolley</i> ke meja (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	3,08	3	2,87	3,16	3,27	3,14	3,33	2,51
2	2,65	3,39	2,74	3,46	3,38	2,64	3,27	3,29
3	3,07	2,74	2,6	2,71	3,27	2,84	3,14	3,48
4	2,77	2,5	2,57	3,27	2,66	2,88	2,93	3,49
Operator Ali (Press Bolt Hub)								
Sub Grup	Mengambil <i>bolt hub, outer, bearing & IRB</i> di <i>polybox small part</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	5,51	5,95	5,52	5,72	5,52	5,95	5,6	6,5
2	5,88	5,55	6,34	5,64	6,46	5,62	6,34	5,86
3	5,77	5,54	5,98	5,76	5,87	6,4	5,97	6,08
4	6,28	6,05	5,66	6,46	5,67	5,58	5,53	5,86
Operator Ali (Press Bolt Hub)								
Sub Grup	Mengembalikan <i>polybox</i> kosong ke <i>shutter trolley axle shaft</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	2,02	1,65	1,65	1,77	1,77	1,56	1,63	1,65
2	1,55	1,54	2,42	2,16	2,36	1,69	1,86	2
3	2,37	2,5	2,37	2,31	2,4	1,53	1,63	2,34
4	1,73	2,4	2,34	2,17	1,89	2,44	2,08	2,48
Operator Ali (Press Bolt Hub)								
Sub Grup	Memasang <i>bolt hub</i> di A/S RH dan LH (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	5,66	5,5	5,66	6,37	5,92	6,3	6,09	6,16
2	5,84	5,66	6,12	6,12	5,85	6,16	6,14	6,36
3	5,55	6,39	5,6	6,37	5,78	5,67	6,33	6,14
4	6,19	5,81	6,42	5,86	6,06	5,63	5,69	5,99

Lanjut...

Tabel 4.8 Pengukuran Waktu Siklus Lini B Sub Assembling Rear Axle (Lanjutan)

Operator Ali (Press Bolt Hub)								
Sub Grup	Meletakkan A/S RH ke <i>lower jig</i> untuk memasang IRB, <i>outer bearing</i> dan <i>bearing</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	5,23	5,23	5,5	5,46	5,06	4,8	5	4,57
2	5,12	5,23	5,36	4,59	5,24	5,01	4,97	5,2
3	5,37	5,09	4,88	5,37	5,46	4,54	5,09	5,25
4	5,29	5,22	4,51	5,12	5,48	4,84	4,93	4,88
Operator Ali (Press Bolt Hub)								
Sub Grup	Melakukan proses <i>press bolt hub</i> RH (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	7,47	6,78	7,18	7,47	7,43	7,07	7,06	6,77
2	7,48	7,2	6,99	6,63	7,05	7,09	7,07	6,86
3	6,87	7,11	7,17	7,01	6,75	6,8	6,94	7,16
4	6,84	6,67	6,6	6,83	7,19	7,43	7,34	7,45
Operator Ali (Press Bolt Hub)								
Sub Grup	Meletakkan A/S RH <i>after press</i> ke teflon/ <i>pokayoke</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	0,78	1,08	1,1	1,07	0,77	1,06	1,08	1,41
2	1,41	1,39	0,56	0,68	1,34	1,32	1,34	0,97
3	1,46	1,37	1,48	0,54	0,94	0,77	0,71	0,57
4	1,38	1,49	0,59	1,06	0,82	0,61	0,51	1,31
Operator Ali (Press Bolt Hub)								
Sub Grup	Meletakkan A/S LH ke <i>lower jig</i> untuk memasang <i>outer bearing</i> dan <i>bearing</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	5,32	4,56	4,5	5,31	4,86	5,19	5,18	5
2	5,28	4,77	5,25	5,23	4,75	4,81	5,3	5,26
3	5,02	4,69	5,33	4,83	4,52	5,14	5,23	5,27
4	5,2	5,31	5,47	5,08	4,55	4,75	4,83	5,04
Operator Ali (Press Bolt Hub)								
Sub Grup	Melakukan proses <i>press bolt hub</i> LH (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	6,81	6,67	6,64	6,92	7,08	7,06	7,35	6,66
2	7,01	6,83	6,79	6,57	7,47	7,39	6,68	6,57
3	7,09	7,41	7,32	7,18	6,97	7,42	6,71	7
4	6,66	7,22	7,13	7,37	6,94	6,5	7,13	6,97

Lanjut...

Tabel 4.8 Pengukuran Waktu Siklus Lini B Sub Assembling Rear Axle (Lanjutan)

Operator Ali (Press Bolt Hub)								
Sub Grup	Meletakkan A/S LH <i>after press</i> ke teflon/pokayoke (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	0,58	1,12	1,3	1,33	0,97	1,37	1,33	0,83
2	1,17	0,55	1,41	1,13	0,58	1,05	0,77	1,13
3	1,45	1,35	1,33	1,29	0,77	1,19	1,09	1,21
4	1,03	1,43	0,79	1,39	0,87	1,02	0,89	0,7
Operator Ali (Press Bolt Hub)								
Sub Grup	Mendorong <i>trolley axle shaft</i> kosong ke tempat <i>trolley</i> kosong <i>trolley axle shaft</i> isi ke tempat <i>trolley</i> proses (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	1,6	1,78	1,94	1,66	1,74	1,63	1,98	1,89
2	1,95	1,65	1,71	2,39	2,12	1,62	1,52	1,9
3	2,2	1,75	1,8	1,95	2,33	1,76	1,73	1,57
4	2,1	2,27	2,4	2,21	2,46	2,3	1,95	2,28
Operator Udoyo (Press Bearing)								
Sub Grup	Mengambil <i>axle shaft assy</i> RH dan LH (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	4,05	4,12	3,7	4,37	4,47	3,92	3,74	4,07
2	3,63	3,82	4,45	4,03	4,17	3,9	4,03	3,63
3	3,79	3,55	3,89	3,53	3,92	3,92	3,51	3,6
4	4,23	4,21	4,26	3,6	4,22	4,05	4,3	4,05
Operator Udoyo (Press Bearing)								
Sub Grup	Mengambil IRB ke mesin <i>lower jig heater</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	6,14	5,95	5,56	5,79	5,86	5,83	5,52	6,01
2	6,32	6,07	5,99	6,41	5,51	5,56	5,85	6,35
3	6,07	5,78	6,15	6,37	5,9	6,1	6,27	5,89
4	6,29	5,52	6,02	5,7	6,21	5,73	6,41	5,83
Operator Udoyo (Press Bearing)								
Sub Grup	Mengambil <i>axle shaft assy</i> RH letakkan ke <i>lower jig bearing press</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	3,56	4,01	4,43	3,69	3,61	4,08	4,02	4,44
2	4,24	4,49	3,7	3,98	4,35	4,44	4,19	4,18
3	4,26	4,21	3,84	4,14	4,29	3,57	4,31	4,11
4	3,81	3,64	3,97	4,15	3,88	4,09	4,4	3,82

Lanjut...

Tabel 4.8 Pengukuran Waktu Siklus Lini B Sub Assembling Rear Axle (Lanjutan)

Operator Udoyo (Press Bearing)								
Sub Grup	Memasang <i>upper jig</i> sesuai model (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	2,07	2,37	2,42	1,63	1,89	2,13	1,8	1,78
2	2,13	1,65	1,55	1,58	2,41	2,37	1,8	1,96
3	1,61	2,04	2,33	1,98	1,74	1,6	2,27	1,86
4	2,32	2,43	1,77	2,31	2,17	2,19	1,86	1,56
Operator Udoyo (Press Bearing)								
Sub Grup	Melakukan proses <i>Press Inner Retainer Bearing</i> pada <i>axle shaft</i> RH (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	6,66	6,71	6,77	7,5	6,7	6,8	6,95	6,65
2	7,43	6,69	7,06	6,9	6,82	7,16	7,18	6,77
3	7,41	7,14	7,01	7,26	7,45	6,64	7,03	7,44
4	6,85	7,32	6,92	6,92	6,58	6,93	7,17	7,21
Operator Udoyo (Press Bearing)								
Sub Grup	Meletakkan <i>axle shaft</i> di <i>chute</i> teflon (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	2,79	2,75	2,9	3,38	3,47	2,71	2,76	2,97
2	2,82	2,69	2,53	2,63	3,34	2,86	3,14	3,19
3	3,09	3,07	2,85	3,32	3,11	3,22	3,17	2,9
4	2,61	3,45	3,12	3,46	2,6	2,69	3,15	3,05
Operator Udoyo (Press Bearing)								
Sub Grup	Mengambil <i>axle shaft</i> assy LH letakkan ke <i>lower jig bearing press</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	1,52	2,39	1,78	2,39	2,35	1,64	1,7	2,23
2	2,16	2,06	1,61	1,96	2,32	2,03	1,83	1,77
3	2,03	1,6	2,27	1,96	2,41	2,5	1,84	2,01
4	1,82	2,37	1,84	1,67	1,85	1,84	2,43	2,23
Operator Udoyo (Press Bearing)								
Sub Grup	Memasang <i>upper jig</i> sesuai model (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	2,36	2,35	1,52	2,26	1,56	2,02	2,49	2,02
2	2,03	2,44	2,49	1,56	1,5	1,58	1,57	2,21
3	1,61	1,96	2,02	1,88	1,81	2,27	2,14	2,45
4	2,36	2,46	2,49	2,35	2,36	2,17	1,7	2,23

Lanjut...

Tabel 4.8 Pengukuran Waktu Siklus Lini B Sub Assembling Rear Axle (Lanjutan)

Operator Udoyo (<i>Press Bearing</i>)								
Sub Grup	Melakukan proses <i>Press Inner Retainer Bearing</i> pada <i>axle shaft</i> LH (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	7,12	6,79	6,71	6,52	6,79	7,04	6,62	7,12
2	6,83	7,09	6,91	6,68	6,94	6,63	6,83	7,21
3	6,88	7,27	6,67	7,18	7,15	7,22	7,37	7,42
4	6,71	7	6,8	6,74	6,53	7,3	7,49	6,9
Operator Udoyo (<i>Press Bearing</i>)								
Sub Grup	Meletakkan <i>axle shaft</i> di <i>chute</i> teflon (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	3,3	3,47	2,8	3,12	2,62	3,13	3,43	3,05
2	2,71	2,59	2,56	3,38	3,05	3,45	3,3	2,72
3	2,77	2,91	3,37	3,4	2,78	2,6	3,12	2,58
4	2,92	2,51	2,64	3,09	3,19	2,77	2,64	2,71
Operator Udoyo (<i>Press Bearing</i>)								
Sub Grup	Mengembalikan <i>upper jig</i> ke tempatnya (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	2,27	1,91	2,09	2,13	1,51	2,19	2,22	2,5
2	1,78	2,48	2,3	2,25	2,14	2,05	1,66	2,44
3	1,93	2,18	1,73	1,64	2,11	1,68	1,89	1,94
4	2,05	2,19	2,27	1,74	2,38	2,33	1,55	1,69
Operator Udoyo (<i>Press Bearing</i>)								
Sub Grup	Memasang IRB ke A/S RH dan A/S LH (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	2,41	1,7	2,27	1,92	1,6	2,37	1,7	2,36
2	1,63	1,75	1,5	1,84	1,91	2,44	2,08	1,9
3	1,65	1,99	1,96	2,02	2,4	2,49	2,41	1,77
4	1,96	2,15	2,48	2,49	1,64	2,49	1,65	2,12
Operator Udoyo (<i>Press Bearing</i>)								
Sub Grup	Mengambil <i>drum brake</i> dari <i>polybox</i> ke teflon (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	8,57	8,78	9,21	9,36	8,75	9,11	8,61	8,58
2	9,37	9,15	8,55	9,29	8,75	8,8	9,25	9,07
3	8,55	9,07	8,76	8,61	9,09	9,09	8,62	9,4
4	8,87	8,75	8,8	8,78	8,67	9,13	9,44	9,33

Lanjut...

Tabel 4.8 Pengukuran Waktu Siklus Lini B Sub Assembling Rear Axle
(Lanjutan)

Operator Arfan (<i>Picking Brake</i>)								
Sub Grup	Berjalan kearah <i>polybox drum brake</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	2,73	3,42	2,72	3,11	3,41	3,15	3,19	2,8
2	3,35	3,08	3,49	3,37	3,48	2,65	3,24	2,75
3	3,41	3,29	3,06	2,71	3,43	3,11	3,32	3,05
4	3,45	2,9	2,71	2,68	3,41	2,85	2,69	3,09
Operator Arfan (<i>Picking Brake</i>)								
Sub Grup	Mengambil <i>kanban brake</i> ke kotak <i>kanban brake</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	3,66	4,03	4,29	3,82	4,39	4,44	3,69	4,4
2	4	3,62	4,29	4,09	4,39	4,33	4,19	4,36
3	3,76	4,21	3,68	4,27	3,5	3,88	3,98	3,87
4	3,76	4,31	4,43	3,9	3,95	3,53	4,27	4,46
Operator Arfan (<i>Picking Brake</i>)								
Sub Grup	Memasang <i>brake RH & LH</i> pada <i>axle shaft RH & LH</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	11,09	11,36	11,24	10,75	10,58	11,16	10,51	11,44
2	11,49	10,97	11,46	10,66	10,74	10,82	11,23	11,42
3	10,69	11	10,86	11,19	10,99	11,05	10,84	11,49
4	10,99	10,88	10,53	10,66	10,76	10,96	10,79	11,38
Operator Arfan (<i>Picking Brake</i>)								
Sub Grup	Memasang lakban penutup pada <i>marking backing plate</i> , tutup nepel dan pita kabel <i>brake RH</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	6,38	5,85	6,16	5,95	6,39	5,99	6,46	6,48
2	5,6	6,14	6,29	6,31	6,38	5,62	6,38	5,87
3	5,5	5,85	6,07	5,92	6,16	6,33	5,55	5,52
4	5,99	5,65	6,19	5,67	6,21	6,28	6,15	6,3
Operator Arfan (<i>Picking Brake</i>)								
Sub Grup	Memasang lakban penutup pada <i>marking backing plate</i> , tutup nepel dan pita kabel <i>brake LH</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	5,84	5,77	5,7	6,07	5,67	5,6	6,14	5,51
2	5,83	6,44	6,02	6,1	6,5	5,99	6,46	5,74
3	6,42	5,84	6,25	5,66	6,39	5,74	5,91	5,53
4	6,34	5,71	5,98	5,76	5,79	5,96	5,53	6

Lanjut...

Tabel 4.8 Pengukuran Waktu Siklus Lini B Sub Assembling Rear Axle (Lanjutan)

Operator Arfan (<i>Picking Brake</i>)								
Sub Grup	Meletakkan <i>drum brake</i> 2 pcs di <i>conveyor</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	4,06	3,95	4,44	3,59	3,94	4,47	4,19	3,63
2	4,32	3,82	3,83	3,64	4,09	4,43	3,89	4,03
3	3,87	3,87	3,92	4,29	3,92	4,41	4,1	3,76
4	4,38	3,87	4,26	3,59	3,66	4,02	4,13	4,32
Operator Arfan (<i>Picking Brake</i>)								
Sub Grup	Meletakkan teflon <i>drum brake</i> kosong pada <i>shutter</i> bagian bawah (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	1,81	1,86	1,57	2,29	2,02	1,9	2,15	2,03
2	1,87	1,51	2,07	2,12	1,9	2,17	1,64	2,3
3	1,51	1,56	1,82	1,95	2,48	1,97	2,24	1,59
4	2,45	1,55	1,6	1,56	1,79	2,34	1,59	2,13
Operator Arfan (<i>Picking Brake</i>)								
Sub Grup	Berjalan kearah <i>polybox drum brake</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	2,77	2,71	3,33	2,87	3,19	2,53	3,05	2,75
2	3,38	2,94	3,15	3,13	2,77	2,73	3,29	3,17
3	3,04	3,07	2,98	2,95	3,2	3,26	2,59	2,69
4	3,49	3,45	3,39	3,5	2,97	2,67	3,32	2,86
Operator Arfan (<i>Picking Brake</i>)								
Sub Grup	Menekan tombol <i>Pokayoke</i> (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	1,19	0,59	0,87	0,75	1,31	1,18	1,22	0,75
2	1,41	1,3	0,86	1,46	0,84	0,98	1,47	1,44
3	1,16	0,54	0,75	0,92	1,43	1,3	0,86	1,08
4	0,97	1,5	1,02	1,29	1,03	0,92	1,37	1,12
Operator Arfan (<i>Picking Brake</i>)								
Sub Grup	Meletakkan <i>polybox</i> kosong pada <i>shuter polybox</i> kosong (Detik)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	4,87	4,52	4,96	5,17	4,71	5,15	4,93	4,72
2	4,99	5,14	4,69	5,03	5,5	5,5	5,24	5,15
3	4,88	4,71	4,75	5,06	5,1	5,41	4,77	4,51
4	4,79	5,17	5,2	5,31	4,92	5,02	4,56	4,92

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

2. Data Rating Factor

Pemberian *rating factor* didasarkan pada observasi di lapangan dan hasil diskusi dengan *foreman* dan *section head* yang disesuaikan dengan keterampilan, usaha,

kondisi kerja dan konsistensi operator. Penentuan *rating factor* dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 *Rating Factor* Operator

Operator	Rating Factor			
Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)	Keterampilan	<i>Good</i>	C2	0.03
	Usaha	<i>Fair</i>	E2	-0.08
	Kondisi Kerja	<i>Fair</i>	E	-0.03
	Konsistensi	<i>Average</i>	D	0.00
	Total			-0.08
Agus (Racik Axle Shaft Lini RA.B)	Keterampilan	<i>Good</i>	C2	0.03
	Usaha	<i>Fair</i>	E1	-0.04
	Kondisi Kerja	<i>Fair</i>	E	-0.03
	Konsistensi	<i>Poor</i>	F	-0.04
	Total			-0.08
Tri (Racik Drum Brake)	Keterampilan	<i>Average</i>	D	0.00
	Usaha	<i>Fair</i>	E2	-0.08
	Kondisi Kerja	<i>Average</i>	D	0.00
	Konsistensi	<i>Average</i>	D	0.00
	Total			-0.08
Dodi (Racik Teflon DC)	Keterampilan	<i>Average</i>	D	0.00
	Usaha	<i>Fair</i>	E1	-0.04
	Kondisi Kerja	<i>Average</i>	D	0.00
	Konsistensi	<i>Poor</i>	F	-0.04
	Total			-0.08
Ali (Press Bolt Hub)	Keterampilan	<i>Average</i>	D	0.00
	Usaha	<i>Average</i>	D	0.00
	Kondisi Kerja	<i>Fair</i>	E	-0.03
	Konsistensi	<i>Fair</i>	E	-0.02
	Total			-0.05
Udoyo (Press Bearing)	Keterampilan	<i>Good</i>	C1	0.06
	Usaha	<i>Fair</i>	E1	-0.04
	Kondisi Kerja	<i>Fair</i>	E	-0.03
	Konsistensi	<i>Poor</i>	F	-0.04
	Total			-0.05
Arfan (Picking Brake)	Keterampilan	<i>Average</i>	D	0.00
	Usaha	<i>Good</i>	C2	0.02
	Kondisi Kerja	<i>Fair</i>	E	-0.03
	Konsistensi	<i>Poor</i>	F	-0.04
	Total			-0.05

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

Pemberian *rating factor* setiap operator pada Tabel 4.9 karena berdasarkan beberapa hal yaitu sebagai berikut:

- a. Operator Ujang memiliki keterampilan yang baik diatas rata-rata, tidak berusaha mengejar waktu proses, kondisi kerja yang bising serta melelahkan, dan konsistensi rata-rata.
- b. Operator Agus memiliki keterampilan yang baik diatas rata-rata, tidak berusaha mengejar waktu proses, kondisi kerja yang bising serta melelahkan, dan kurang konsisten.
- c. Operator Tri memiliki keterampilan rata-rata, tidak berusaha mengejar waktu proses, kondisi kerja yang normal dan konsistensi rata-rata.
- d. Operator Dodi memiliki keterampilan rata-rata, tidak berusaha mengejar waktu proses, kondisi kerja yang normal dan kurang konsisten.
- e. Operator Ali memiliki keterampilan rata-rata, berusaha mengejar waktu proses, kondisi kerja yang sempit, dan kurang konsisten.
- f. Operator Udoyo memiliki keterampilan yang baik diatas rata-rata, tidak berusaha mengejar waktu proses, kondisi kerja yang sempit, dan kurang konsisten.
- g. Operator Arfan memiliki keterampilan rata-rata, sangat berusaha mengejar waktu proses, kondisi kerja yang sempit, dan kurang konsisten.

3. Data Allowance

Penentuan *allowance* ini didasarkan pada observasi di lapangan dan hasil diskusi dengan *foreman* dan *section head* yang dibagi menjadi tujuh jenis, yaitu kebutuhan pribadi, keadaan lingkungan, tenaga yang dikeluarkan, sikap kerja, gerakan kerja, kelelahan mata, dan temperatur tempat kerja. Penetapan *allowance* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 *Allowance* Operator

Jenis Allowance	Nilai	Keterangan
Kebutuhan Pribadi	1%	Kebutuhan pribadi pria
Keadaan Lingkungan	1%	Keadaan lingkungan bising.
Tenaga Yang Dikeluarkan	6%	Tenaga yang dikeluarkan ringan 2,25 – 9 Kg
Sikap Kerja	1%	Sikap kerja berdiri diatas dua kaki
Gerakan Kerja	0%	Gerakan kerja normal
Kelelahan Mata	0%	Kelelahan mata pandangan terputus dan terang
Temperatur Tempat Kerja	0%	Temperatur tempat kerja normal
<i>Total allowance</i>	9%	

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

4.1.6 Data Material Handling (Trolley)

Dalam kegiatan *supply part* menggunakan *trolley* yang dibawa *towing* dari *warehouse plant 2,5* ke *lini B sub assembling rear axle plant 3*. Adapun *trolley* yang saat ini digunakan untuk *supply part axle shaft* dan *drum brake* *lini B* di *plant 3* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 *Trolley Supply Part Axle Shaft Dan Drum Brake Lini B Di Plant 3*
(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

Trolley supply part axle shaft *lini B* pada Gambar 4.10 terbuat dari besi *hollow* dengan data *trolley* sebagai berikut:

1. Dimensi/Ukuran Material Handling (Trolley)

Adapun dimensi/ukuran dari *trolley supply part axle shaft* dan *drum brake* *lini B* dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Dimensi Ukuran *Trolley Supply Part*

NO	Part trolley	Ukuran (mm)
1	Panjang keseluruhan <i>trolley</i>	1500
2	Lebar keseluruhan <i>trolley</i>	1300
3	Tinggi keseluruhan <i>trolley</i>	1880
4	Panjang rak <i>axle shaft</i>	1500
5	Lebar rak <i>axle shaft</i>	440
6	Tinggi rak <i>axle shaft</i>	1360
7	Panjang rak <i>drum brake</i>	1500
8	Lebar rak <i>drum brake</i>	500
9	Tinggi rak <i>drum brake</i>	1360
10	Panjang rak <i>small part</i>	1500
11	Lebar rak <i>small part</i>	300
12	Tinggi rak <i>small part</i>	870
13	Tinggi kaki <i>trolley</i> dari roda	320
14	Tinggi roda	200

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

2. Jumlah Material Handling (Trolley)

Diketahui jumlah *trolley supply part axle shaft* dan *drum brake* lini B yang ada di *plant* 3 saat ini sebanyak 5 unit. Dari 5 unit, 4 unit dioperasikan dalam kegiatan *supply part axle shaft* dan *drum brake* lini B dan 1 unit disimpan sebagai cadangan jika terjadi kondisi yang *abnormal*. *Trolley* yang dioperasikan diletakkan sesuai dengan fungsinya dengan penjelasan sebagai berikut:

- a. 1 *trolley* berada di *warehouse plant* 2,5 untuk dilakukan pengisian *part axle shaft* dan *drum brake*.
- b. 1 *trolley* dibawa *towing* dari *warehouse plant* 2,5 ke lini B *sub assembling rear axle plant* 3.
- c. 2 *trolley* berada pada lini B *sub assembling rear axle plant* 3 untuk dilakukan proses perakitan ke *rear axle*.

Setelah isi *trolley* di lini B *sub assembling rear axle plant* 3 sudah habis, maka *towing* membawa *trolley* kosong tersebut kembali ke *warehouse plant* 2,5 untuk dilakukan pengisian *part axle shaft* dan *drum brake*.

3. Kapasitas Material Handling (Trolley)

Kapasitas *trolley supply part axle shaft* dan *drum brake* lini B yang ada di *plant* 3 saat ini dapat berisi 20 *axle shaft* (10 pasang) serta 20 *drum brake* (10 pasang).

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk menghitung total dan rata-rata waktu siklus, perhitungan waktu normal, perhitungan waktu standar, pembuatan identifikasi elemen dan waktu kerja, *yamazumi chart* sebelum perbaikan, serta perhitungan jumlah operator.

4.2.1 Perhitungan Waktu

Data perhitungan waktu operator adalah sebagai berikut:

1. Rata-Rata Waktu Siklus

Setelah melakukan pengukuran data waktu siklus operator per elemen kerja, tahap selanjutnya adalah menghitung total dan rata-rata waktu tersebut. Dalam menghitung rata-rata waktu siklus, data total waktu siklus yang telah didapatkan

(lihat Tabel 4.7 dan Tabel 4.8) dibagi dengan jumlah data yang dikumpulkan. Perhitungan total dan rata-rata waktu siklus dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Perhitungan Total dan Rata-Rata Waktu Siklus Operator Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)

Operator Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)									
Sub Grup	Mendorong trolley A/S B ke mesin washing A/S (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	$\bar{x}_i$
1	20,4	20,63	20,72	19,87	19,97	19,92	20,4	20,65	20,32
2	20,63	19,53	19,99	20,57	20,3	19,4	20,38	19,75	20,07
3	20,22	20,76	19,29	19,49	20,66	20,78	20,73	19,11	20,13
4	20,25	19,65	19,71	19,34	19,65	19,66	19,21	20,69	19,77
Total Waktu Siklus									80,29
Rata-Rata Waktu Siklus $\frac{\sum \bar{x}_i}{N}$									20,07

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Setelah diperoleh rata-rata dari 4 sub grup (lihat Tabel 4.12) cara mencari $\bar{\bar{x}}$ adalah sebagai berikut:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{N} = \frac{80,29}{4} = 20,07$$

Keterangan:

$\bar{x}_i$ = Rata-rata sub grup

$\sum \bar{x}_i$ = Jumlah rata-rata sub grup

$\bar{\bar{x}}$ = Rata-rata waktu siklus

N = Jumlah pengukuran (sub grup)

Perhitungan waktu siklus elemen kerja yang lain dapat dihitung dengan cara yang sama. Perhitungan detail dapat dilihat pada Lampiran A. Rekapitulasi semua rata-rata waktu siklus elemen kerja di *warehouse plant 2,5* dan lini B *sub assembling* dapat dilihat pada Tabel 4.13 dan Tabel 4.14.

Tabel 4.13 Rekapitulasi Rata-Rata Waktu Siklus Elemen Kerja Warehouse Plant 2,5

Warehouse Plant 2,5			
Operator	Elemen Kerja	Deskripsi Kerja	Rata-Rata Waktu Siklus (Detik)
Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)	1	Mendorong trolley A/S B ke mesin washing A/S	20,07
	2	Memindahkan orderlist	7,14
	3	Memasukan A/S B dari rak washing ke trolley A/S B	62,03
	4	Memindahkan A/S A dari trolley belanja ke rak washing	52,04
	5	Menekan tombol start	2,05
	6	Mendorong trolley belanja ke rak A/S A	8,16

Lanjut...

Tabel 4.13 Rekapitulasi Rata-Rata Waktu Siklus Elemen Kerja *Warehouse Plant 2,5* (Lanjutan)

<i>Warehouse Plant 2,5</i>			
Operator	Elemen Kerja	Deskripsi Kerja	Rata-Rata Waktu Siklus (Detik)
Ujang (Racik <i>Axle Shaft</i> Lini RA.A)	7	Mengambil A/S A sesuai <i>orderlist</i> ke <i>trolley</i> belanja	49,96
	8	Mendorong <i>trolley</i> belanja ke mesin <i>washing</i> A/S	7,14
	9	Memindahkan <i>orderlist</i> dari <i>trolley</i> belanja	4,87
	10	Membantu mengisi A/S A ke <i>trolley</i> A/S A	45,99
	11	Mendorong <i>trolley</i> A/S A ke <i>store drum brake</i>	24,04
TOTAL			283,49
Agus (Racik <i>Axle Shaft</i> Lini RA.B)	1	Mengambil <i>polybox</i> kosong dari <i>trolley</i> DC dan A/S B	100,07
	2	Mendorong <i>trolley</i> A/S B ke <i>store drum brake</i>	22,02
	3	Mendorong <i>trolley</i> A/S A ke mesin <i>washing</i> A/S	25,99
	4	Mengambil <i>orderlist</i> pada papan <i>orderlist</i> ke <i>trolley</i> belanja	14,92
	5	Menunggu <i>washing</i>	13,03
	6	Memindahkan <i>orderlist</i> dari <i>trolley</i> belanja	7,05
	7	Memasukan A/S A dari rak <i>washing</i> ke <i>trolley</i> A/S A	55,01
	8	Memindahkan A/S B dari <i>trolley</i> belanja ke rak <i>washing</i>	61,01
	9	Menekan tombol <i>start</i>	1,95
	10	Mendorong <i>trolley</i> belanja ke rak A/S B	10,97
	11	Mengambil A/S B sesuai <i>orderlist</i> ke <i>trolley</i> belanja	57,92
	12	Mendorong <i>trolley</i> belanja ke mesin <i>washing</i> A/S	8,03
TOTAL			377,97
Tri (Racik <i>Drum Brake</i>)	1	Mengambil <i>polybox</i> kosong dari <i>trolley</i> A/S A	46,21
	2	Memasukan <i>Drum Brake</i> ke <i>trolley</i> A/S B	57,93
	3	Mendorong <i>trolley</i> A/S B ke antrian <i>trolley</i>	19,89
	4	Menyambungkan <i>trolley</i> A/S B ke <i>trolley</i> DC	6,89
	5	Menyiapkan <i>Drum Brake</i> A/S A	45,96
	6	Memasukan <i>Drum Brake</i> ke <i>trolley</i> A/S A	55,12
	7	Mendorong <i>trolley</i> A/S A ke antrian <i>trolley</i>	19,93
	8	Menyambungkan <i>trolley</i> A/S A ke <i>trolley</i> A/S B	6,94
TOTAL			258,87
Dodi (Racik Teflon DC)	1	Mengambil <i>orderlist</i> pada papan <i>orderlist</i> ke <i>trolley</i> DC	9,90
	2	Mengambil <i>polybox</i> kosong dari <i>trolley</i> A/S B	47,15
	3	Mendorong <i>trolley</i> ke area DC	31,95
	4	Meletakkan <i>polybox</i> kosong pada palet	51,88
	5	Mendorong <i>trolley</i> ke <i>area brake</i>	8,13
	6	Meletakkan <i>brake</i> ke teflon	42,01
	7	Mengatur urutan posisi teflon DC	22,93
	8	Mendorong <i>trolley</i> DC ke area antrian <i>trolley</i>	21,98
	9	Menyambungkan <i>trolley</i> DC ke <i>trolley</i> A/S dan <i>trolley housing</i>	14,92
TOTAL			250,85

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.14 Rekapitulasi Rata-Rata Waktu Siklus Elemen Kerja Lini B Sub Assembling Rear Axle

Lini B Sub Assembling Rear Axle			
Operator	Elemen Kerja	Deskripsi Kerja	Rata-Rata Waktu Siklus (Detik)
Ali (Press Bolt Hub)	1	Mengambil <i>polybox small part</i> ke meja mesin <i>press bolt hub</i>	2,01
	2	Mengambil <i>axle shaft</i> RH dan LH dari <i>trolley</i> ke meja	3,00
	3	Mengambil <i>bolt hub, outer, bearing & IRB</i> di <i>polybox small part</i>	5,89
	4	Mengembalikan <i>polybox</i> kosong ke <i>shutter trolley axle shaft</i>	2,01
	5	Memasang <i>bolt hub</i> di A/S RH dan LH	5,98
	6	Meletakkan A/S RH ke <i>lower jig</i> untuk memasang <i>IRB, outer bearing</i> dan <i>bearing</i>	5,09
	7	Melakukan proses <i>press bolt hub</i> RH	7,06
	8	Meletakkan A/S RH <i>after press</i> ke <i>teflon/pokayoke</i>	1,03
	9	Meletakkan A/S LH ke <i>lower jig</i> untuk memasang <i>outer bearing</i> dan <i>bearing</i>	5,03
	10	Melakukan proses <i>press bolt hub</i> LH	6,99
Ali (Press Bolt Hub)	11	Meletakkan A/S LH <i>after press</i> ke <i>teflon/pokayoke</i>	1,08
	12	Mendorong <i>trolley axle shaft</i> kosong ke tempat <i>trolley</i> kosong <i>trolley axle shaft</i> isi ke tempat <i>trolley</i> proses	1,94
TOTAL			47,11
Udoyo (Press Bearing)	1	Mengambil <i>axle shaft assy</i> RH dan LH	3,96
	2	Mengambil <i>IRB</i> ke mesin <i>lower jig heater</i>	5,97
	3	Mengambil <i>axle shaft assy</i> RH letakkan ke <i>lower jig bearing press</i>	4,06
	4	Memasang <i>upper jig</i> sesuai model	1,99
	5	Melakukan proses <i>Press Inner Retainer Bearing</i> pada <i>axle shaft</i> RH	7,00
	6	Meletakkan <i>axle shaft</i> di <i>chute</i> <i>teflon</i>	2,99
	7	Mengambil <i>axle shaft assy</i> LH letakkan ke <i>lower jig bearing press</i>	2,01
	8	Memasang <i>upper jig</i> sesuai model	2,07
	9	Melakukan proses <i>Press Inner Retainer Bearing</i> pada <i>axle shaft</i> LH	6,95
	10	Meletakkan <i>axle shaft</i> di <i>chute</i> <i>teflon</i>	2,96
	11	Mengembalikan <i>upper jig</i> ke tempatnya	2,04
	12	Memasang <i>IRB</i> ke A/S RH dan A/S LH	2,03
	13	Mengambil <i>drum brake</i> dari <i>polybox</i> ke <i>teflon</i>	8,94
TOTAL			52,97
Arfan (Picking Brake)	1	Berjalan ke arah <i>polybox drum brake</i>	3,10
	2	Mengambil <i>kanban brake</i> ke kotak <i>kanban brake</i>	4,05
	3	Memasang <i>brake</i> RH & LH pada <i>axle shaft</i> RH & LH	11,00
	4	Memasang lakban penutup pada <i>marking backing plate</i> , tutup nepel dan pita kabel <i>brake</i> RH	6,05
	5	Memasang lakban penutup pada <i>marking backing plate</i> , tutup nepel dan pita kabel <i>brake</i> LH	5,94

Lanjut...

Tabel 4.14 Rekapitulasi Rata-Rata Waktu Siklus Elemen Kerja Lini B *Sub Assembling Rear Axle* (Lanjutan)

Lini B <i>Sub Assembling Rear Axle</i>			
Operator	Elemen Kerja	Deskripsi Kerja	Rata-Rata Waktu Siklus (Detik)
Arfan (<i>Picking Brake</i>)	6	Meletakkan <i>drum brake</i> 2 pcs di <i>conveyor</i>	4,02
	7	Meletakkan teflon <i>drum brake</i> kosong pada <i>shutter</i> bagian bawah	1,92
	8	Berjalan ke arah <i>polybox drum brake</i>	3,04
	9	Menekan tombol <i>Pokayoke</i>	1,09
	10	Meletakkan <i>polybox</i> kosong pada <i>shuter polybox</i> kosong	4,98
TOTAL			45,19

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

2. Waktu Normal

Waktu normal setiap elemen kerja diperoleh dengan cara mengalikan waktu siklus yang diperoleh dengan faktor penyesuaian (*rating factors*) yang sudah ditentukan (lihat Tabel 4.9). Waktu siklus diperoleh dari menjumlahkan waktu elemen kerja yang ada pada tiap elemen kerja, sehingga contoh menghitung waktu normal operator Ujang (racik *axle shaft* lini RA.A) adalah sebagai berikut:

$$Wn = Ws (1 + \text{Rating Factors})$$

$$Wn = 283,49 (1 + (-0,08)) = 283,49 (1 - 0,08) = 283,49 (0,92) = 260,81 \text{ detik}$$

Perhitungan waktu normal elemen kerja yang lain dapat dihitung dengan cara yang sama. Perhitungan detail dapat dilihat pada Tabel 4.15.

3. Waktu Standar

Waktu standar dihitung dengan mengalikan waktu normal (Wn) dengan faktor kelonggaran (*allowance*) yang sudah ditentukan (lihat Tabel 4.10) kemudian ditambahkan kembali dengan waktu normal (Wn). Contoh menghitung waktu standar operator Ujang (racik *axle shaft* lini RA.A) adalah sebagai berikut:

$$WStd = Wn (1 + \text{Allowance})$$

$$WStd = 260,81 (1 + 0,09) = 260,81 (1,09) = 284,28 \text{ detik}$$

Perhitungan waktu standar elemen kerja yang lain dapat dihitung dengan cara yang sama. Perhitungan detail dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Standar

Operator	Elemen Kerja	Rata-Rata Waktu Siklus (Detik)	Total Waktu Siklus (Detik) A	Rating Factor B	Waktu Normal (Detik) $C=A(1+B)$	Allowance D	Waktu Standar (Detik) $E=C(1+D)$
<i>Warehouse Plant 2,5</i>							
Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)	1	20,07	283,49	-0,08	260,81	0,09	284,28
	2	7,14					
	3	62,03					
	4	52,04					
	5	2,05					
	6	8,16					
	7	49,96					
	8	7,14					
	9	4,87					
	10	45,99					
	11	24,04					
Agus (Racik Axle Shaft Lini RA.B)	1	100,07	377,97	-0,08	347,73	0,09	379,03
	2	22,02					
	3	25,99					
	4	14,92					
	5	13,03					
	6	7,05					
	7	55,01					
	8	61,01					
	9	1,95					
	10	10,97					
	11	57,92					
	12	8,03					
Tri (Racik Drum Brake)	1	46,21	258,87	-0,08	238,16	0,09	259,59
	2	57,93					
	3	19,89					
	4	6,89					
	5	45,96					
	6	55,12					
	7	19,93					
	8	6,94					
Dodi (Racik Teflon DC)	1	9,9	250,85	-0,08	230,78	0,09	251,55
	2	47,15					
	3	31,95					
	4	51,88					

Lanjut...

Tabel 4.15 Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Standar (Lanjutan)

Operator	Elemen Kerja	Rata-Rata Waktu Siklus (Detik)	Total Waktu Siklus (Detik) A	Rating Factor B	Waktu Normal (Detik) $C=A(1+B)$	Allowance D	Waktu Standar (Detik) $E=C(1+D)$
<i>Warehouse Plant 2,5</i>							
Dodi (Racik Teflon DC)	5	8,13	250,85	-0,08	230,78	0,09	251,55
	6	42,01					
	7	22,93					
	8	21,98					
	9	14,92					
TOTAL			1171,18		1077,49		1174,46
<i>Lini B Sub Assembling Rear Axle</i>							
Ali (Press Bolt Hub)	1	2,01	47,11	-0,05	44,75	0,09	48,78
	2	3,00					
	3	5,89					
	4	2,01					
	5	5,98					
	6	5,09					
	7	7,06					
	8	1,03					
	9	5,03					
	10	6,99					
	11	1,08					
	12	1,94					
Udoyo (Press Bearing)	1	3,96	52,97	-0,05	50,32	0,09	54,85
	2	5,97					
	3	4,06					
	4	1,99					
	5	7,00					
	6	2,99					
	7	2,01					
	8	2,07					
	9	6,95					
	10	2,96					
	11	2,04					
	12	2,03					
	13	8,94					
Arfan (Picking Brake)	1	3,10	45,19	-0,05	42,93	0,09	46,79
	2	4,05					
	3	11,00					

Lanjut...

Tabel 4.15 Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Standar (Lanjutan)

Operator	Elemen Kerja	Rata-Rata Waktu Siklus (Detik)	Total Waktu Siklus (Detik) A	Rating Factor B	Waktu Normal (Detik) $C=A(1+B)$	Allowance D	Waktu Standar (Detik) $E=C(1+D)$
Lini B Sub Assembling Rear Axle							
Arfan (Picking Brake)	4	6,05	45,19	-0,05	42,93	0,09	46,79
	5	5,94					
	6	4,02					
	7	1,92					
	8	3,04					
	9	1,09					
	10	4,98					
TOTAL			145,27		138,01		150,43

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.2 Identifikasi Elemen dan Waktu Kerja

Elemen dan waktu kerja setiap operator pada *warehouse plant* 2,5 dan lini B *sub assembling rear axle* setelah dilakukan pengamatan serta pengukuran waktu kerja dapat diidentifikasi pekerjaan manual, auto dan jalan. Tabel Identifikasi elemen dan waktu kerja operator dapat dilihat pada Tabel 4.16 dan Tabel 4.17.

Tabel 4.16 Identifikasi Elemen dan Waktu Kerja Operator Warehouse Plant 2,5

Operator	Elemen Kerja	Waktu (Detik)			
		Manual	Auto	Jalan	Total
Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)	1. Mendorong <i>trolley</i> A/S B dan memposisikan ke mesin <i>washing</i> A/S	5,04		15,03	20,07
	2. Memindahkan <i>orderlist</i>	4,07		3,07	7,14
	3. Mengangkat dan memasukan A/S B dari rak <i>washing</i> ke <i>trolley</i> A/S B	62,03			62,03
	4. Memindahkan A/S A dari <i>trolley</i> belanja ke rak <i>washing</i>	52,04			52,04
	5. Menekan tombol <i>start</i>	2,05			2,05
	6. Mendorong <i>trolley</i> belanja ke rak A/S A			8,16	8,16
	7. Mengambil A/S A sesuai <i>orderlist</i> dan memasukan ke <i>trolley</i> belanja	44		5,96	49,96
	8. Mendorong <i>trolley</i> belanja ke mesin <i>washing</i> A/S			7,14	7,14
	9. Memindahkan <i>orderlist</i> dari <i>trolley</i> belanja	2		2,87	4,87
	10. Membantu mengisi A/S A ke <i>trolley</i> A/S A	45,99			45,99
	11. Mendorong <i>trolley</i> A/S A ke <i>store drum brake</i>			24,04	24,04
Total		217,22	0	66,27	283,49
Agus (Racik Axle Shaft Lini RA.B)	1. Mengambil <i>polybox</i> kosong dari <i>trolley</i> DC dan A/S B	70,03		30,04	100,07
	2. Mendorong <i>trolley</i> A/S B ke <i>store drum brake</i>			22,02	22,02
	3. Mendorong <i>trolley</i> A/S A dan memposisikan ke mesin <i>washing</i> A/S	5,99		20	25,99

Lanjut...

Tabel 4.16 Identifikasi Elemen dan Waktu Kerja Operator *Warehouse Plant 2,5*
(Lanjutan)

Operator	Elemen Kerja	Waktu (Detik)			
		Manual	Auto	Jalan	Total
Agus (Racik Axle Shaft Lini RA.B)	4. Mengambil <i>orderlist</i> pada papan <i>orderlist</i> dan Menempelkan pada <i>trolley</i> belanja	6,92		8	14,92
	5. Menunggu <i>washing</i>	13,03			13,03
	6. Memindahkan <i>orderlist</i> dari <i>trolley</i> belanja	4,02		3,03	7,05
	7. Mengangkat dan memasukan A/S A dari rak <i>washing</i> ke <i>trolley</i> A/S A	55,01			55,01
	8. Memindahkan A/S B dari <i>trolley</i> belanja ke rak <i>washing</i>	61,01			61,01
	9. Menekan tombol <i>start</i>	1,95			1,95
	10. Mendorong <i>trolley</i> belanja ke rak A/S B			10,97	10,97
	11. Mengambil A/S B sesuai <i>orderlist</i> dan memasukan ke <i>trolley</i> belanja	54		3,92	57,92
	12. Mendorong <i>trolley</i> belanja ke mesin <i>washing</i> A/S			8,03	8,03
Total		271,96	0	106,01	377,97
Tri (Racik Drum Brake)	1. Mengambil <i>polybox</i> kosong dari <i>trolley</i> A/S A	18,11		28,10	46,21
	2. Mengangkat dan memasukan <i>Drum Brake</i> ke <i>trolley</i> A/S B	50		7,93	57,93
	3. Mendorong <i>trolley</i> A/S B ke antrian <i>trolley</i>			19,89	19,89
	4. Menyambungkan <i>trolley</i> A/S B ke <i>trolley</i> DC	5		1,89	6,89
	5. Menyiapkan <i>Drum Brake</i> A/S A	23		22,96	45,96
	6. Mengangkat dan memasukan <i>Drum Brake</i> ke <i>trolley</i> A/S A	50,06		5,06	55,12
	7. Mendorong <i>trolley</i> A/S A ke antrian <i>trolley</i>			19,93	19,93
	8. Menyambungkan <i>trolley</i> A/S A ke <i>trolley</i> A/S B	5		1,94	6,94
Total		151,17	0	107,7	258,87
Dodi (Racik Teflon DC)	1. Mengambil <i>orderlist</i> pada papan <i>orderlist</i> dan menempelkan pada <i>trolley</i> DC	7		2,90	9,90
	2. Mengambil <i>polybox</i> kosong dari <i>trolley</i> A/S B	47,15			47,15
	3. Mendorong <i>trolley</i> ke area DC			31,95	31,95
	4. Mengangkat dan meletakkan <i>polybox</i> kosong pada palet	51,88			51,88
	5. Mendorong <i>trolley</i> ke <i>area brake</i>			8,13	8,13
	6. Mengangkat dan meletakkan <i>brake</i> ke teflon	42,01			42,01
	7. Mengatur urutan posisi teflon DC	22,93			22,93
	8. Mendorong <i>trolley</i> DC ke area antrian <i>trolley</i>			21,98	21,98
	9. Menyambungkan <i>trolley</i> DC ke <i>trolley</i> A/S dan <i>trolley housing</i>	12		2,92	14,92
Total		182,97	0	67,88	250,85

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.17 Identifikasi Elemen dan Waktu Kerja Operator Lini B Sub Assembling Rear Axle

Operator	Elemen Kerja	Waktu (Detik)			
		Manual	Auto	Jalan	Total
Ali (Press Bolt Hub)	1. Mengambil <i>polybox small part</i> dan meletakkan di meja mesin <i>press bolt hub</i>	2,01			2,01
	2. Mengambil <i>axle shaft</i> RH dan LH dari <i>trolley</i> dan meletakkan di meja	3,00			3,00
	3. Mengambil <i>bolt hub, outer, bearing</i> dan IRB di <i>polybox small part</i>	5,89			5,89
	4. Mengembalikan <i>polybox</i> kosong ke <i>shutter trolley axle shaft</i>	2,01			2,01
	5. Memasang <i>bolt hub</i> di A/S RH dan LH	5,89			5,98
	6. Meletakkan A/S RH ke <i>lower jig</i> tangan kiri, menekan tombol, tangan kanan memasang IRB, <i>outer bearing</i> dan <i>bearing</i>	5,09			5,09
	7. Melakukan proses <i>press bolt hub</i> RH	7,06			7,06
	8. Meletakkan A/S RH <i>after press</i> ke teflon/ <i>pokayoke</i>	1,03			1,03
	9. Meletakkan A/S LH ke <i>lower jig</i> tangan kiri, menekan tombol, tangan kanan memasang <i>outer bearing</i> dan <i>bearing</i>	5,03			5,03
	10. Melakukan proses <i>press bolt hub</i> LH	6,99			6,99
	11. Meletakkan A/S LH <i>after press</i> ke teflon/ <i>pokayoke</i>	1,08			1,08
	12. Mendorong <i>trolley axle shaft</i> kosong ke tempat <i>trolley</i> kosong dan mendorong <i>trolley axle shaft</i> isi ke tempat <i>trolley</i> proses			1,94	1,94
Total		45,08	0	1,94	47,11
Udoyo (Press Bearing)	1. Mengambil <i>axle shaft assy</i> RH dan LH	2,96		1,00	3,96
	2. Mengambil IRB ke mesin <i>lower jig heater</i> dan menekan tombol <i>start heater</i>	4,97		1,00	5,97
	3. Mengambil <i>axle shaft assy</i> RH letakkan ke <i>lower jig bearing press</i> dan <i>positioning part</i>	3,03		1,03	4,06
	4. Memasang <i>upper jig</i> sesuai model	1,99			1,99
	5. Melakukan proses <i>Press Inner Retainer Bearing</i> pada <i>axle shaft</i> RH	7,00			7,00
	6. Melepas <i>upper jig</i> dan ambil <i>axle shaft</i> dan meletakkan di <i>chute</i> teflon	2,99			2,99
	7. Mengambil <i>axle shaft assy</i> LH meletakkan ke <i>lower jig bearing press</i>	2,01			2,01
	8. Memasang <i>upper jig</i> sesuai model	2,07			2,07
	9. Melakukan proses <i>Press Inner Retainer Bearing</i> pada <i>axle shaft</i> LH	6,95			6,95
	10. Melepas <i>upper jig</i> dan mengambil <i>axle shaft</i> dan meletakkan di <i>chute</i> teflon	2,96			2,96
	11. Mengembalikan <i>upper jig</i> ke tempatnya	2,04			2,04
	12. Memasang IRB ke A/S RH dan A/S LH dan posisikan mendekat ke mesin <i>press</i>	2,03			2,03

Lanjut...

Tabel 4.17 Identifikasi Elemen dan Waktu Kerja Operator Lini B *Sub Assembling Rear Axle* (Lanjutan)

Operator	Elemen Kerja	Waktu (Detik)			
		Manual	Auto	Jalan	Total
Udoyo (<i>Press Bearing</i>)	13. Membuka pengunci pintu tempat drum brake, kemudian mengambil <i>drum brake</i> dari <i>polybox</i> , meletakan pada teflon dan mengembalikan <i>polybox</i> ke <i>trolly</i>	7,94		1,00	8,94
Total		48,94	0	4,03	52,97
Arfan (<i>Picking Brake</i>)	1. Berjalan kearah <i>polybox drum brake</i>			3,10	3,10
	2. Mengambil <i>kanban brake</i> kemudian meletakan <i>kanban brake</i> pada kotak <i>kanban brake</i>	4,05			4,05
	3. Mengambil <i>brake</i> RH & LH dan menekan <i>pokayoke</i> kemudian memasang pada <i>axle shaft</i> RH & LH	8,00		3,00	11,00
	4. Memasang lakban penutup pada <i>marking backing plate</i> , tutup nepel dan pita kabel <i>brake</i> RH	6,05			6,05
	5. Memasang lakban penutup pada <i>marking backing plate</i> , tutup nepel dan pita kabel <i>brake</i> LH	5,94			5,94
	6. Mengambil <i>drum brake</i> 2 pcs dan meletakan di <i>conveyor</i>	2,01		2,01	4,02
	7. Meletakan teflon <i>drum brake</i> kosong pada <i>shutter</i> bagian bawah	1,92			1,92
	8. Berjalan kearah <i>polybox drume brake</i>			3,04	3,04
	9. Menekan tombol <i>Pokayoke</i>	1,09			1,09
	10. Meletakan <i>polybox</i> kosong pada <i>shuter polybox</i> kosong	4,98			4,98
Total		34,04	0	11,15	45,19

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 4.16 dan 4.17 hasil identifikasi elemen dan waktu kerja operator melakukan kegiatan manual, otomatis dan berjalan adalah sebagai berikut:

1. Pada *warehouse* operator Ujang melakukan kegiatan manual 217,22 detik, otomatis 0 detik dan berjalan 66,27 detik. Operator Agus melakukan kegiatan manual 271,96 detik, otomatis 0 detik dan berjalan 106,01 detik. Operator Tri melakukan kegiatan manual 151,17 detik, otomatis 0 detik dan berjalan 107,7 detik. Operator Dodi melakukan kegiatan manual 182,97 detik, otomatis 0 detik dan berjalan 67,88 detik.
2. Pada lini B *sub assembling* operator Ali melakukan kegiatan manual 45,08 detik, otomatis 0 detik dan berjalan 1,94 detik. Operator Udoyo melakukan kegiatan manual 48,94 detik, otomatis 0 detik dan berjalan 4,03 detik. Operator Arfan melakukan kegiatan manual 34,04 detik, otomatis 0 detik dan berjalan 11,15 detik.

4.2.3 Yamazumi Chart Sebelum Perbaikan

Perhitungan beban kerja operator menggunakan *yamazumi chart* dimaksudkan untuk melihat keseluruhan beban kerja operator. Hasil perhitungan tersebut digunakan untuk melihat operator yang beban kerjanya melebihi batas normal beban kerja (*takt time*) dan operator yang beban kerjanya sangat rendah atau waktu menganggur paling tinggi. Perhitungan beban kerja operator dapat dihitung dengan membandingkan waktu standar operator (lihat Tabel 4.15) dengan *takt time* yang telah ditentukan yaitu kecepatan *conveyor* 50 detik. Pada *warehouse plant* 2,5, waktu standar dibagi 10 karena dalam satu siklus pekerjaan terdapat 10 pasang *axle shaft*. Contoh menghitung waktu standar operator Ujang (racik *axle shaft* lini RA.A) di stasiun kerja *warehouse plant* 2,5 untuk dibandingkan dengan *takt time* adalah sebagai berikut:

$$Wstd = \frac{Wstd \text{ operator warehouse plant 2,5}}{10} = \frac{284,28}{10} = 28,43 \text{ detik}$$

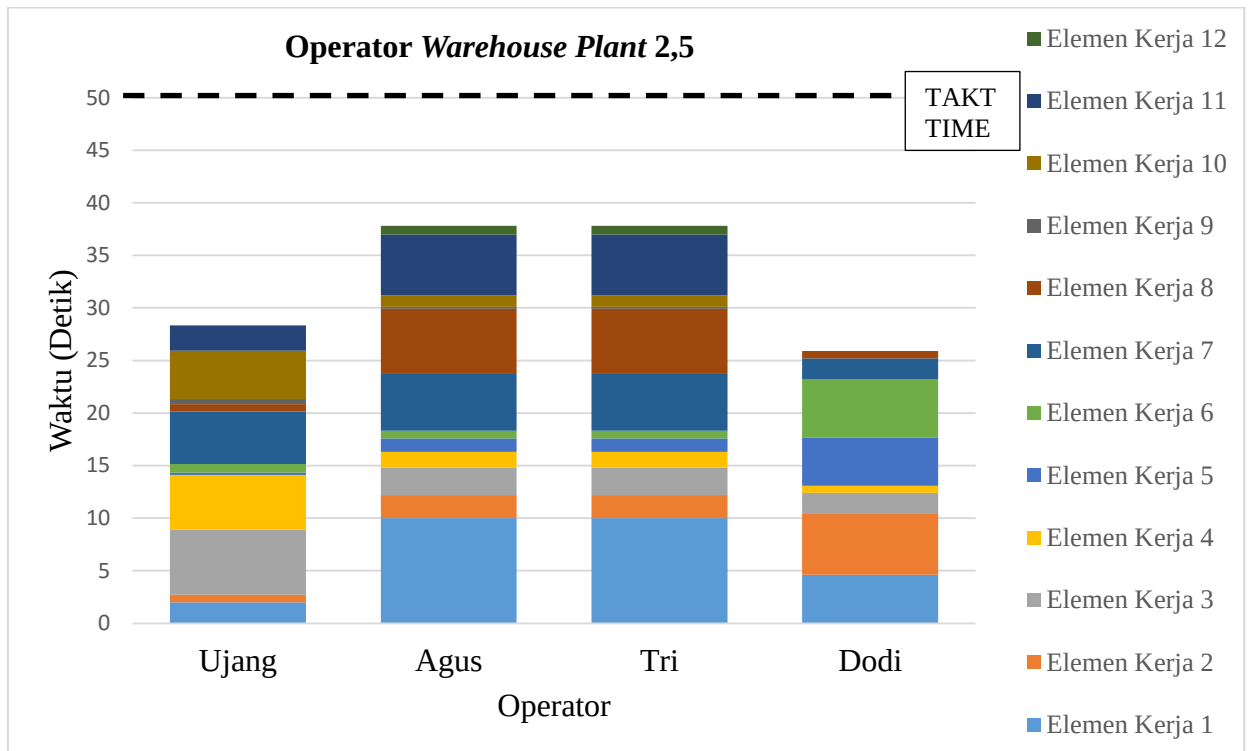
Berdasarkan rumus tersebut, maka dapat diperoleh perbandingan waktu standar dengan *takt time* operator yang lain dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 18. Perbandingan Waktu Standar Dengan *Takt Time* Setiap Operator

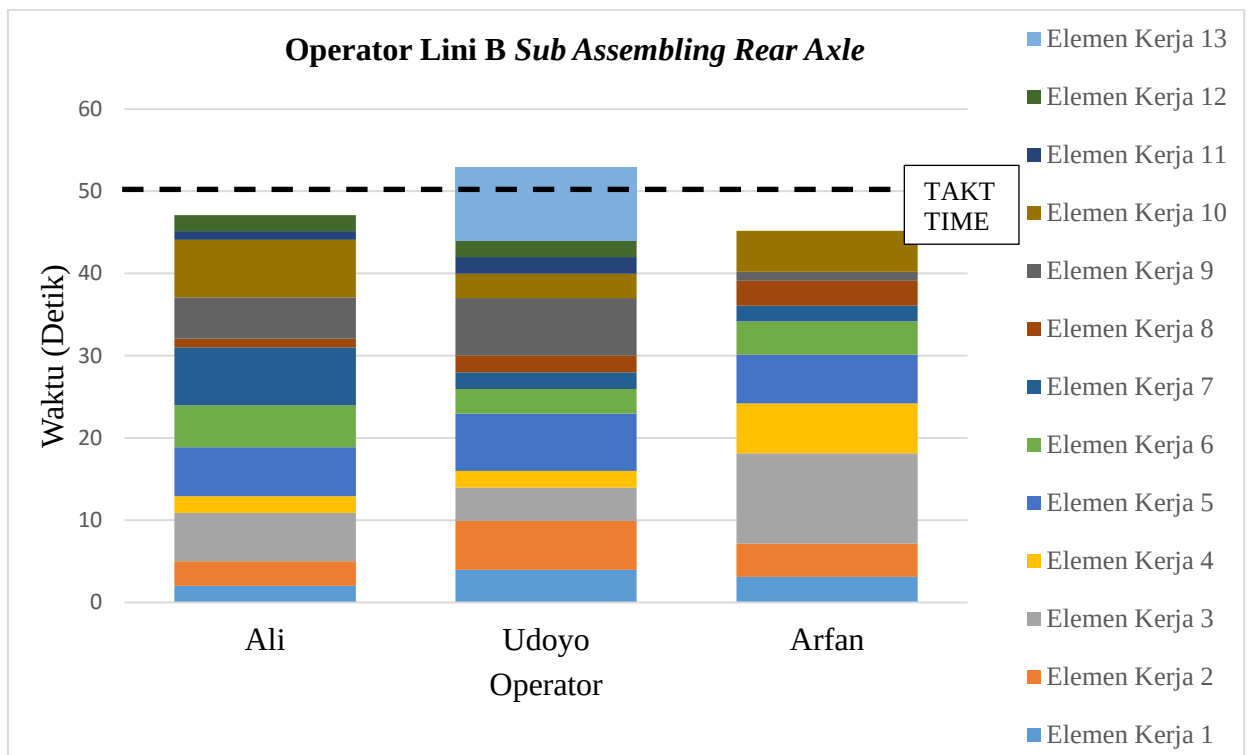
Operator	Waktu Standar (Detik)	<i>Takt Time</i> (Detik)	Keterangan
<i>Warehouse Plant</i> 2,5			
Ujang (Racik <i>Axle Shaft</i> Lini RA.A)	284,28/10 = 28,43	50	Wstd < TT
Agus (Racik <i>Axle Shaft</i> Lini RA.B)	379,03/10 = 37,90	50	Wstd < TT
Tri (Racik <i>Drum Brake</i>)	259,59/10 = 25,96	50	Wstd < TT
Dodi (Racik Teflon DC)	251,55/10 = 25,16	50	Wstd < TT
<i>Lini B Sub Assembling Rear Axle</i>			
Ali (<i>Press Bolt Hub</i>)	48,78	50	Wstd < TT
Udoyo (<i>Press Bearing</i>)	54,85	50	Wstd > TT
Arfan (<i>Picking Brake</i>)	46,79	50	Wstd < TT

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Secara lebih jelasnya beban kerja operator *warehouse plant* 2,5 dan operator lini B *sub assembling rear axle* digambarkan menggunakan *yamazumi chart* dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12.



Gambar 4.11 Beban Kerja Operator Warehouse Plant 2,5
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)



Gambar 4.12 Beban Kerja Operator Lini B Sub Assembling Rear Axle
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.4 Perhitungan Operator Sebelum Perbaikan

Perhitungan waktu operator sebelum perbaikan adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan *Idle Time* dan Efisiensi Operator

Perhitungan *idle time* operator dan efisiensi operator dipengaruhi oleh *takt time* (TT). TT yang ditetapkan pada *warehouse plant* 2,5 dan lini B *sub assembling rear axle* adalah 50 detik (kecepatan *conveyor*). Contoh perhitungan *idle time* dan efisiensi operator Ujang (racik *axle shaft* lini RA.A) adalah sebagai berikut:

$$\text{Idle Time} = \text{TT} - \text{Waktu Standar Operator} = 50 - 28,43 = 21,57 \text{ detik}$$

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Waktu Standar Operator}}{\text{TT}} \times 100\% = \frac{28,43}{50} \times 100\% = 56,86\%$$

Perhitungan waktu *idle time* dan efisiensi operator yang lain dapat dihitung dengan cara yang sama. Perhitungan detail dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Perhitungan *Idle Time* dan Efisiensi Setiap Operator

Operator	Waktu Standar (Detik) A	Takt Time (Detik) B	Idle Time (Detik) C=B-A	Efisiensi Operator D=(A/B)x100%
<i>Warehouse Plant 2,5</i>				
Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)	28,43	50	21,57	56,86 %
Agus (Racik Axle Shaft Lini RA.B)	37,90	50	12,10	75,80 %
Tri (Racik Drum Brake)	25,96	50	24,04	51,92 %
Dodi (Racik Teflon DC)	25,16	50	24,84	50,32 %
Total	117,45		82,55	
<i>Lini B Sub Assembling Rear Axle</i>				
Ali (Press Bolt Hub)	48,78	50	1,22	97,56 %
Udoyo (Press Bearing)	54,85	50	-4,85	109,70 %
Arfan (Picking Brake)	46,79	50	3,21	93,58 %
Total	150,42		-0,42	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.19, didapat total waktu standar pada *warehouse plant* 2,5 sebesar 117,45 detik dan total *idle time* sebesar 82,55 detik. Sehingga efisiensi lini dan *balance delay* kondisi awal dapat dihitung sebagai berikut:

Efisiensi *warehouse plant* 2,5

$$= \frac{\sum \text{Waktu Standar}}{\sum \text{MP} \times \text{TT}} \times 100\% = \frac{117,45}{4 \times 50} \times 100\% = 58,73\%$$

Balance Delay (D) warehouse plant 2,5

$$= \frac{(\sum MP \times TT) - \sum \text{Waktu Standar}}{(\sum MP \times TT)} \times 100\% = \frac{(4 \times 50) - 117,45}{(4 \times 50)} \times 100\% = 41,28\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.19, didapat total waktu standar pada lini B *sub assembling rear axle* sebesar 150,42 detik dan total *idle time* sebesar -0,42 detik. Sehingga efisiensi lini dan *balance delay* kondisi awal dapat dihitung sebagai berikut:

Efisiensi lini B *sub assembling rear axle*

$$= \frac{\sum \text{Waktu Standar}}{\sum MP \times TT} \times 100\% = \frac{150,42}{3 \times 50} \times 100\% = 100,28\%$$

Balance Delay (D) lini B sub assembling rear axle

$$= \frac{(\sum MP \times TT) - \sum \text{Waktu Standar}}{(\sum MP \times TT)} \times 100\% = \frac{(3 \times 50) - 150,42}{(3 \times 50)} \times 100\% = -0,28\%$$

2. Perhitungan Jumlah Operator

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan nilai *takt time* (TT) yang sudah ditetapkan oleh perusahaan dengan nilai TT sebesar 50 detik (kecepatan *conveyor*) dan menjumlahkan total waktu standar *warehouse plant 2,5* sebesar 117,45 detik. Setelah didapatkan nilai *takt time* dan total waktu standar, langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah kebutuhan tenaga kerja, dengan perhitungan sebagai berikut:

Jumlah Kebutuhan Tenaga Kerja *warehouse plant 2,5*

$$= \frac{\text{Total Waktu Standar}}{TT} = \frac{117,45}{50} = 2,35 \approx 3 \text{ operator}$$

Nilai TT sebesar 50 detik (kecepatan *conveyor*) dan total waktu standar lini b *sub assembling rear axle* sebesar 117,45 detik. Jumlah kebutuhan tenaga kerja, dengan perhitungan sebagai berikut:

Jumlah Kebutuhan Tenaga Kerja lini b *sub assembling rear axle*

$$= \frac{\text{Total Waktu Standar}}{TT} = \frac{150,42}{50} = 3,01 \approx 4 \text{ operator}$$

Jumlah kebutuhan tenaga kerja yang sudah dihitung diatas bukanlah sesuatu yang mutlak, namun dapat digunakan sebagai acuan dalam mendistribusikan elemen-elemen kerja masing-masing operator. Sehingga tidak menutup kemungkinan jumlah operator menjadi lebih atau berkurang karena disesuaikan dengan penggabungan elemen-elemen kerja satu dengan elemen kerja lainnya.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini, akan dilakukan analisis dan pembahasan masalah di *warehouse plant 2,5* dan lini B *sub assembling rear axle plant 3* dengan modifikasi *trolley* dan menyeimbangkan atau menyesuaikan beban kerja. Penyeimbangan beban kerja dapat dilakukan dengan melakukan realokasi pekerjaan operator. Analisis yang dilakukan adalah analisis *yamazumi chart* kondisi awal, analisis perancangan modifikasi *trolley* dengan *karakuri*, realokasi elemen kerja dengan *yamazumi chart*, dan analisis *yamazumi chart* setelah rencana perbaikan. Kemudian mengusulkan rencana perbaikan, setelah usulan rencana perbaikan diterima barulah dilakukan persiapan implementasi berupa memodifikasi *trolley*, dan pembuatan elemen kerja rencana perbaikan serta evaluasi dan standarisasi setelah perbaikan.

5.1 Analisis Yamazumi Chart Kondisi Awal

Berdasarkan Hasil analisis *yamazumi chart* kondisi awal operator pada *warehouse plant 2,5* (lihat Gambar 4.11) semua operator terdapat waktu menganggur atau waktu standar beban kerja dibawah *takt time*. Waktu standar dan waktu menganggur (*idle time*) masing-masing operator (lihat Tabel 4.19) adalah sebagai berikut:

1. Waktu standar operator Ujang 28,43 detik dengan *idle time* sebesar 21,57 detik, sehingga beban kerja dibawah *takt time*.
2. Waktu standar operator Agus 37,90 detik dengan *idle time* sebesar 12,10 detik, sehingga beban kerja dibawah *takt time*.
3. Waktu standar operator Tri 25,96 detik dengan *idle time* sebesar 24,04 detik, sehingga beban kerja dibawah *takt time*.
4. Waktu standar operator Dodi 25,16 detik dengan *idle time* sebesar 24,84 detik, sehingga beban kerja dibawah *takt time*.

Kemudian analisis *yamazumi chart* kondisi awal operator pada lini B *sub assembling rear axle* (lihat Gambar 4.12) terdapat *idle time* atau waktu standar beban kerja dibawah *takt time* pada operator Ali dan Arfan, sedangkan operator

Udoyo memiliki beban kerja diatas *takt time*. Waktu standar dan *idle time* masing-masing operator (lihat Tabel 4.19) adalah sebagai berikut:

1. Waktu standar operator Ali 48,78 detik dengan *idle time* sebesar 1,22 detik, sehingga beban kerja dibawah *takt time*.
2. Waktu standar operator Udoyo 54,85 detik dengan tidak memiliki *idle time*, sehingga beban kerja melebihi *takt time*.
3. Waktu standar operator Arfan 46,79 detik dengan *idle time* sebesar 3,21 detik, sehingga beban kerja dibawah *takt time*.

Berdasarkan analisis *yamazumi chart* kondisi awal, didapatkan pada *warehouse plant 2,5* waktu standar setiap operator mempunyai perbandingan yang cukup besar dari *takt time* dan *idle time* yang cukup tinggi. Total *idle time* pada *warehouse plant 2,5* kondisi awal sebesar 82,55 detik (lihat Tabel 4.19). Kemudian pada lini B *sub assembling rear axle* waktu standar setiap operator mendekati *takt time* dan *idle time* yang cukup rendah. Total *idle time* pada lini B *sub assembling rear axle* pada kondisi awal sebesar -0,42 detik (lihat Tabel 4.19).

5.2 Analisis Perancangan Modifikasi Trolley Dengan Karakuri Kaizen

Berdasarkan analisis *yamazumi* kondisi awal, maka dapat diidentifikasi masalah penyebab waktu elemen kerja operator saat penggunaan *trolley*. Adapun masalah yang menyebabkan waktu kerja operator menjadi tidak efektif serta efisien saat penggunaan *trolley* adalah sebagai berikut:

1. Trolley Macet Ketika Memasukan Axle Shaft

Pada *warehouse plant 2,5* saat proses memasukan *axle shaft* ke dalam *trolley* setelah dicuci oleh operator racik *axle shaft* sering kali menemukan kejadian dimana *axle shaft* sulit dimasukan karena *trolley* macet. Contoh elemen kerja pada operator Ujang yaitu memasukan *axle shaft* dari rak *washing* ke *trolley A/S B* dengan waktu sebesar 62,03 detik (lihat Tabel 4.16), memiliki perbedaan dengan operator Agus yang melakukan elemen kerja sama yaitu memasukan *axle shaft* dari rak *washing* ke *trolley A/S A* dengan waktu sebesar 55,01 detik (lihat Tabel 4.16). Terjadi perbedaan waktu sekitar 7,02 detik. Adapun proses memasukan *axle shaft* dari rak *washing* ke dalam *trolley* dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Proses Memasukan *Axle Shaft* ke Dalam *Trolley*
(Sumber: PT IGP)

2. Menghilangkan Waktu Kerja Saat Penggunaan *Trolley*

Pada lini B *sub assembling rear axle* jika waktu standar dan *idle time* dijumlah maka menghasilkan beban kerja operator yang berlebihan di lini tersebut (lihat Tabel 4.19). Agar lini B *sub assembling rear axle* tidak berlebihan beban kerja dapat dilakukan pengurangan elemen kerja yaitu menghilangkan waktu penggunaan *trolley* oleh operator Ali yaitu elemen kerja mendorong *trolley* yang kosong dan menarik *trolley* yang berisi *axle shaft* serta *drum brake*. Kegiatan tersebut menggunakan waktu rata-rata sekitar 19,4 detik setiap 10 unit atau 1,94 detik per unit (lihat Tabel 4.17). Adapun proses mendorong dan menarik *trolley* operator Ali dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Proses Mendorong dan Menarik *Trolley* Operator Ali
(Sumber: PT IGP)

Berdasarkan kendala penyebab waktu kerja operator menjadi tidak efektif serta efisien saat penggunaan *trolley*, maka dilakukan rancangan modifikasi material *handling (trolley)* dengan metode *karakuri* untuk mengurangi *double handling* dan mempercepat waktu kerja operator. Tujuan diterapkannya *karakuri* pada *warehouse plant 2,5* dan lini B *sub assembling rear axle* adalah sebagai berikut:

1. Mengurangi kegiatan-kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added*). Pada *warehouse plant 2,5* dengan mengurangi waktu *trolley* macet saat dimasukan *axle shaft* kurang lebih sebesar 7,02 detik.
2. Ergonomi, memberikan kemudahan bagi operator dalam melakukan proses pemindahan barang sehingga operator tidak perlu mengangkat/mendorong benda kerja terlalu lama. Pada lini B *sub assembling rear axle* dengan menghilangkan elemen kerja mendorong *trolley* yang kosong dan menarik *trolley* yang berisi *axle shaft* serta *drum brake* kurang lebih 19,4 detik setiap siklus atau 1,94 detik per unit.

5.3 Realokasi Elemen Kerja Dengan Yamazumi Chart

Setelah dilakukan analisis perancangan modifikasi *trolley*, maka setelah rencana perbaikan modifikasi *trolley* beberapa elemen kerja dapat dihilangkan dan dipindahkan.

5.3.1 Warehouse Plant 2,5

Seperti yang telah dijelaskan pada analisis sebelumnya, pada kondisi awal jumlah *idle time warehouse plant 2,5* kondisi awal sebesar 82,55 detik dan *balance delay* sebesar 41,28% (lihat Tabel 4.19). Efisiensi lini ini dikategorikan rendah, yang disebabkan oleh tidak meratanya beban kerja setiap pos. Dalam meningkatkan efisiensi lini dapat dilakukan realokasi elemen kerja dengan *yamazumi chart* yaitu dengan memindahkan elemen kerja operator.

Realokasi elemen kerja menggunakan *yamazumi chart* dilakukan untuk memindahkan elemen kerja satu operator ke operator lainnya dengan acuan tidak melebihi batas *takt time* dan memperhatikan alat, mesin dan lokasi atau tempat elemen kerja yang akan direalokasikan. Realokasi elemen kerja menggunakan *yamazumi chart warehouse plant 2,5* adalah sebagai berikut:

1. Operator Ujang

Awalnya operator Ujang melakukan 11 elemen kerja (lihat Tabel 4.16). Setelah dilakukan realokasi elemen kerja menggunakan *yamazumi chart*, elemen kerja operator Ujang ditambahkan 9 elemen kerja dari operator Agus, serta dikurangi 1 elemen kerja yang tidak diperlukan. Elemen kerja yang ditambahkan, dan dikurangi operator Ujang yaitu:

- a. Elemen kerja yang ditambahkan dari operator Agus adalah sebagai berikut:
 - 1) Mendorong *trolley* A/S A ke mesin *washing* A/S 25,99 detik.
 - 2) Mengambil *orderlist* pada papan *orderlist* ke *trolley* belanja 14,92 detik.
 - 3) Memindahkan *orderlist* dari *trolley* belanja 7,05 detik.
 - 4) Memasukan A/S A dari rak *washing* ke *trolley* A/S A 55,01 detik.
 - 5) Memindahkan A/S A dari *trolley* belanja ke rak *washing* 61,01 detik.
 - 6) Menekan tombol *start* 1,95 detik.
 - 7) Memasukan A/S B sesuai *orderlis* ke *trolley* belanja 57,92 detik.
 - 8) Mendorong *trolley* belanja ke rak A/S B 10,97 detik.
 - 9) Mendorong *trolley* belanja ke mesin *washing* A/S 8,03 detik.
- b. Elemen kerja yang dikurangi karena tidak diperlukan adalah membantu mengisi A/S A ke *trolley* A/S A 49,55 detik.

Waktu siklus kondisi awal sebesar 283,49 detik (lihat Tabel 4.15). Setelah ditambahkan 9 elemen kerja dari operator Agus, serta dikurangi 1 elemen kerja yang tidak diperlukan, maka jumlah elemen kerja yang dilakukan menjadi 19 dengan waktu siklus sebesar 473,33 detik. Elemen kerja dan waktu siklus operator Ujang setelah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Elemen Kerja dan Waktu Siklus Operator Ujang Setelah Perbaikan.

Elemen Kerja	Deskripsi Kerja	Waktu Siklus (Detik)	Total Waktu Siklus (Detik)
1	Mengambil <i>orderlist</i> pada papan <i>orderlist</i> ke <i>trolley</i> belanja	14,92	473,33
2	Mendorong <i>trolley</i> A/S B ke mesin <i>washing</i> A/S	20,07	
3	Memindahkan <i>orderlist</i>	7,14	
4	Memasukan A/S B dari rak <i>washing</i> ke <i>trolley</i> A/S B	55,01	
5	Memindahkan A/S A dari <i>trolley</i> belanja ke rak <i>washing</i>	52,04	

Lanjut...

Tabel 5.1 Elemen Kerja dan Waktu Siklus Operator Ujang Setelah Perbaikan (Lanjutan)

Elemen Kerja	Deskripsi Kerja	Waktu Siklus (Detik)	Total Waktu Siklus (Detik)
6	Menekan tombol <i>start</i>	2,05	473,33
7	Mendorong <i>trolley</i> belanja ke rak A/S A	8,16	
8	Memasukan A/S A sesuai <i>orderlist</i> ke <i>trolley</i> belanja	49,96	
9	Mendorong <i>trolley</i> belanja ke mesin <i>washing</i> A/S	7,14	
10	Memindahkan <i>orderlist</i> dari <i>trolley</i> belanja	4,87	
11	Mendorong <i>trolley</i> A/S A ke mesin <i>washing</i> A/S	25,99	
12	Memindahkan <i>orderlist</i> dari <i>trolley</i> belanja	7,05	
13	Memasukan A/S A dari rak <i>washing</i> ke <i>trolley</i> A/S A	55,01	
14	Mendorong <i>trolley</i> A/S A ke <i>store drum brake</i>	24,04	
15	Memindahkan A/S B dari <i>trolley</i> belanja ke rak <i>washing</i>	61,01	
16	Menekan tombol <i>start</i>	1,95	
17	Mendorong <i>trolley</i> belanja ke rak A/S B	10,97	
18	Mengambil A/S B sesuai <i>orderlist</i> ke <i>trolley</i> belanja	57,92	
19	Mendorong <i>trolley</i> belanja ke mesin <i>washing</i> A/S	8,03	

(Sumber: Hasil Analisis Data)

2. Operator Agus

Awalnya operator Agus melakukan 12 elemen kerja (lihat Tabel 4.16). Setelah dilakukan realokasi elemen kerja menggunakan *yamazumi chart*, elemen kerja operator Agus dikurangi 2 elemen kerja yang tidak diperlukan, serta memindahkan 1 elemen kerja ke operator Tri dan 9 elemen kerja ke operator Ujang. Elemen kerja yang dikurangi dan dipindahkan operator Agus yaitu:

- a. Elemen kerja yang dikurangi karena tidak diperlukan adalah sebagai berikut:
 - 1) Mengambil *polybox* kosong dari *trolley* DC dan A/S B 100,07 detik dipindah ke lini racik *small part*.
 - 2) Menunggu *washing* 13,03 detik.
- b. Elemen kerja yang dipindahkan ke operator Tri adalah mendorong *trolley* A/S B ke *store drum brake* 22,02 detik.
- c. Elemen kerja yang dipindahkan ke operator Ujang adalah sebagai berikut:
 - 1) Mendorong *trolley* A/S A ke mesin *washing* A/S 25,99 detik.
 - 2) Mengambil *orderlist* pada papan *orderlist* ke *trolley* belanja 14,92 detik.
 - 3) Memindahkan *orderlist* dari *trolley* belanja 7,05 detik.
 - 4) Memasukan A/S A dari rak *washing* ke *trolley* A/S A 55,01 detik.
 - 5) Memindahkan A/S A dari *trolley* belanja ke rak *washing* 61,01 detik.

- 6) Menekan tombol *start* 1,95 detik.
- 7) Memasukan A/S B sesuai *orderlist* ke *trolley* belanja 57,92 detik.
- 8) Mendorong *trolley* belanja ke rak A/S B 10,97 detik.
- 9) Mendorong *trolley* belanja ke mesin *washing* A/S 8,03 detik.

Waktu siklus kondisi awal sebesar 377,97 detik (lihat Tabel 4.15). Setelah dikurangi 9 elemen kerja ke operator Ujang dan 2 elemen kerja yang tidak diperlukan, serta memindahkan 1 elemen kerja ke operator Tri, maka jumlah elemen kerja yang dilakukan tidak ada.

3. Operator Tri.

Awalnya operator Tri melakukan 8 elemen kerja (lihat Tabel 4.16). Setelah dilakukan realokasi elemen kerja menggunakan *yamazumi chart*, elemen kerja operator Tri ditambahkan 6 elemen kerja dari operator Dodi, serta 1 elemen kerja dari operator Agus. Elemen kerja yang ditambahkan dari operator Dodi dan Agus yaitu:

- a. Elemen kerja yang ditambahkan dari operator Dodi adalah sebagai berikut:
 - 1) Mengambil *orderlist* pada papan *orderlist* ke *trolley* DC 9,90 detik.
 - 2) Mengambil *polybox* kosong dari *trolley* DC dan A/S 47,15 detik.
 - 3) Meletakan *polybox* kosong pada *pallet* 51,88 detik.
 - 4) Menyambungkan *trolley* DC ke *trolley* A/S dan *trolley housing* 14,92 detik.
 - 5) Mendorong *trolley* ke area DC 31,95 detik.
 - 6) Mendorong *trolley* DC ke area antrian *trolley* 30,11 detik.
- b. Elemen kerja yang ditambahkan dari operator Agus adalah mendorong *trolley* A/S B ke *store drum brake* 22,02 detik.

Waktu siklus kondisi awal sebesar 258,87 detik (lihat Tabel 4.15). Setelah ditambahkan 6 elemen kerja dari operator Dodi, serta 1 elemen kerja dari operator Agus, maka jumlah elemen kerja yang dilakukan menjadi 15 dengan waktu siklus sebesar 466,8 detik. Elemen kerja dan waktu siklus operator Tri setelah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Elemen Kerja dan Waktu Siklus Operator Tri Setelah Perbaikan.

Elemen Kerja	Deskripsi Kerja	Waktu Siklus (Detik)	Total Waktu Siklus (Detik)
1	Mengambil <i>orderlist</i> pada papan <i>orderlist</i> ke <i>trolley</i> DC	9,9	466,8
2	Mengambil <i>polybox drum brake</i> kosong dari <i>trolley</i> A/S B	47,15	
3	Mengambil <i>polybox drum brake</i> kosong dari <i>trolley</i> A/S A	46,21	
4	Mendorong <i>trolley</i> DC ke area DC	31,95	
5	Meletakan <i>polybox</i> kosong pada <i>pallet</i>	51,88	
6	Mendorong <i>trolley</i> DC ke area antrian <i>trolley</i>	30,11	
7	Menyambungkan <i>trolley</i> DC ke <i>trolley housing</i>	14,92	
8	Mendorong <i>trolley</i> A/S B ke <i>store drum brake</i>	22,02	
9	Memasukan <i>DrumBrake</i> ke <i>trolley</i> B	57,93	
10	Mendorong <i>trolley</i> A/S B ke antrian <i>trolley</i>	19,89	
11	Menyambungkan <i>trolley</i> A/S B ke <i>trolley</i> DC	6,89	
12	Menyiapkan <i>Drum Brake</i> A/S A	45,96	
13	Memasukan <i>DrumBrake</i> ke <i>trolley</i> A	55,12	
14	Mendorong <i>trolley</i> A/S A ke antrian <i>trolley</i>	19,93	
15	Menyambungkan <i>trolley</i> A/S A ke <i>trolley</i> A/S B	6,94	

(Sumber: Hasil Analisis Data)

4. Operator Dodi

Awalnya operator Dodi melakukan 9 elemen kerja (lihat Tabel 4.16). Setelah dilakukan realokasi elemen kerja menggunakan *yamazumi chart*, elemen kerja operator Dodi dikurangi 3 elemen kerja yang tidak diperlukan, serta memindahkan 6 elemen kerja ke operator Tri. Elemen kerja yang dikurangi dan dipindahkan operator Dodi yaitu:

- a. Elemen kerja yang dikurangi karena tidak diperlukan adalah sebagai berikut:
 - 1) Meletakan *brake* ke *teflon* 42,01 detik dipindah ke lini RA.A.
 - 2) Mengatur urutan posisi *teflon* DC 23,93 detik dipindah ke lini DC.
 - 3) Mendorong *trolley* ke area *brake* 8,13 detik (waktu tetap terpakai).
- b. Elemen kerja yang dipindahkan ke operator Tri adalah sebagai berikut:
 - 1) Mengambil *orderlist* pada papan *orderlist* ke *trolley* DC 9,90 detik.
 - 2) Mengambil *polybox* kosong dari *trolley* DC dan A/S 47,15 detik.
 - 3) Meletakan *polybox* kosong pada *pallet* 51,88 detik.
 - 4) Menyambungkan *trolley* DC ke *trolley* A/S dan *trolley housing* 14,92 detik.
 - 5) Mendorong *trolley* ke area DC 31,95 detik.
 - 6) Mendorong *trolley* DC ke area antrian *trolley* 30,11 detik.

Waktu siklus kondisi awal sebesar 250,85 detik (lihat Tabel 4.15). Setelah dikurangi 3 elemen kerja yang tidak diperlukan, serta memindahkan 6 elemen kerja ke operator Tri, maka jumlah elemen kerja yang dilakukan tidak ada.

Realokasi elemen kerja dan pengurangan tenaga kerja pada *warehouse plant* 2,5 menggunakan *yamazumi chart* didapatkan 2 operator yang sebelumnya ada 4 operator. Perubahan beban kerja setiap operator pada *warehouse plant* 2,5 adalah operator Ujang melakukan pekerjaan sebanyak 19 elemen kerja dengan waktu siklus sebesar 473,33 detik. Operator Agus menjadi tidak ada. Operator Tri melakukan pekerjaan sebanyak 15 elemen kerja dengan waktu siklus sebesar 466,8 detik. Operator Dodi menjadi tidak ada.

5.3.2 Lini B Sub Assembling Rear Axle

Seperti yang telah dijelaskan pada analisis sebelumnya, pada kondisi awal jumlah *idle time* lini b *sub assembling rear axle* kondisi awal sebesar -0,42 detik dan *balance delay* sebesar -0,28% (lihat Tabel 4.19). Efisiensi lini ini dikategorikan tinggi, yang disebabkan oleh beban kerja operator terlalu banyak. Dapat dilakukan realokasi elemen kerja dengan *yamazumi chart* yaitu dengan memindahkan elemen kerja operator yang waktu standarnya masih dibawah dengan *takt time*.

Realokasi elemen kerja menggunakan *yamazumi chart* dilakukan untuk memindahkan elemen kerja satu operator ke operator lainnya dengan acuan tidak melebihi batas *takt time* dan memperhatikan alat, mesin dan lokasi atau tempat elemen kerja yang akan direalokasikan. Analisis realokasi elemen kerja menggunakan *yamazumi chart* lini b *sub assembling rear axle* adalah sebagai berikut:

1. Operator Ali

Awalnya operator Ali melakukan 12 elemen kerja (lihat Tabel 4.17). Setelah dilakukan *improvement trolley* elemen kerja yang dilakukan menjadi 11 karena kegiatan dorong *trolley axle shaft* kosong ke tempat *trolley* kosong dan dorong *trolley axle shaft* isi ke tempat *trolley* proses dapat dihilangkan. Kemudian dilakukan realokasi elemen kerja menggunakan *yamazumi chart*, elemen kerja operator Ali ditambahkan sebagian 1 elemen kerja dari operator Udoyo. Elemen

kerja yang ditambahkan operator Ali yaitu mengambil *axle shaft assy* RH dan LH 3,00 detik.

Waktu siklus kondisi awal sebesar 47,11 detik (lihat Tabel 4.15). Setelah ditambahkan sebagian 1 elemen kerja dari operator Udoyo, maka jumlah elemen kerja yang dilakukan menjadi 12 dengan waktu siklus sebesar 48,17 detik. Elemen kerja dan waktu siklus operator Ali setelah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Elemen Kerja dan Waktu Siklus Operator Ali Setelah Perbaikan.

Elemen Kerja	Deskripsi Kerja	Waktu Siklus (Detik)	Total Waktu Siklus (Detik)
1	Mengambil <i>polybox small part</i> ke meja mesin	2,01	48,17
2	Mengambil <i>axle shaft</i> RH dan LH dari <i>trolley</i> ke meja <i>axle</i>	3,00	
3	Mengambil <i>bolt hub, outer bearing, bearing & IRB</i> di <i>polybox small part</i>	5,89	
4	Mengembalikan <i>polybox</i> kosong ke <i>shutter trolley axle shaft</i>	2,01	
5	Memasang <i>bolt hub</i> di A/S RH dan LH	5,98	
6	Memasang <i>IRB, outer bearing</i> dan <i>bearing</i>	5,09	
7	Melakukan Proses <i>Press Bolt Hub</i> RH	7,06	
8	Meltakan A/S RH <i>after press</i> ke teflon/ <i>pokayoke</i>	1,03	
9	Memasang <i>IRB, outer</i> dan <i>bearing</i>	5,03	
10	Melakukan proses <i>Press Bolt Hub</i> LH	6,99	
11	Meletakkan A/S LH <i>after press</i> ke teflon/ <i>pokayoke</i>	1,08	
12	Mengambil <i>axle shaft assy</i> RH dan LH	3,00	

(Sumber: Hasil Analisis Data)

2. Operator Udoyo

Awalnya operator Udoyo melakukan 13 elemen kerja (lihat Tabel 4.17). Setelah dilakukan realokasi elemen kerja menggunakan *yamazumi chart*, elemen kerja operator Udoyo memindahkan sebagian 1 elemen kerja ke operator Ali dan sebagian 1 elemen kerja ke operator Arfan, serta ditambahkan 1 elemen kerja dari operator Arfan. Elemen kerja yang dikurangi dan ditambahkan operator Udoyo yaitu:

- Elemen kerja yang dipindahkan sebagian 1 elemen kerja ke operator Ali adalah mengambil *axle shaft assy* RH dan LH 3,00 detik.
- Elemen kerja yang dipindahkan sebagian 1 elemen kerja ke operator Arfan adalah mengambil *drum brake* dari *polybox* 4 detik.
- Elemen kerja yang ditambahkan dari operator Arfan adalah menekan tombol *pokayoke* 1 detik.

Waktu siklus kondisi awal sebesar 52,97 detik (lihat Tabel 4.15). Setelah memindahkan sebagian 1 elemen kerja ke operator Ali dan sebagian 1 elemen kerja ke operator Arfan, serta ditambahkan 1 elemen kerja dari operator Arfan, maka jumlah elemen kerja yang dilakukan 14 dengan waktu siklus sebesar 47,06 detik. Elemen kerja dan waktu siklus operator Udoyo setelah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Elemen Kerja dan Waktu Siklus Operator Udoyo Setelah Perbaikan.

Elemen Kerja	Deskripsi Kerja	Waktu Siklus (Detik)	Total Waktu Siklus (Detik)
1	Mengambil <i>axle shaft assy</i> RH dan LH	0,96	47,06
2	Mengambil IRB ke mesin <i>lower jig heater</i>	5,97	
3	Meletakkan <i>axle shaft assy</i> RH ke <i>lower jig bearing press</i>	4,06	
4	Memasang <i>upper jig</i> sesuai model	1,99	
5	Melakukan <i>Press Inner Retainer Bearing</i> pada <i>axle shaft</i> RH	7,00	
6	Meletakkan <i>axle shaft</i> di <i>chute</i> teflon	2,99	
7	Meletakkan <i>axle shaft assy</i> LH ke <i>lower jig bearing press</i>	2,01	
8	Memasang <i>upper jig</i> sesuai model	2,07	
9	Melakukan <i>Press Inner Retainer Bearing</i> pada <i>axle shaft</i> LH	6,95	
10	Meletakkan <i>axle shaft</i> di <i>chute</i> teflon	2,96	
11	Mengembalikan <i>upper jig</i> ke tempatnya	2,04	
12	Memasang IRB ke A/S RH dan A/S LH ke mesin <i>press</i>	2,03	
13	Menekan tombol <i>Pokayoke</i>	1,09	
14	Mengambil <i>drum brake</i> dari <i>polybox</i>	4,94	

(Sumber: Hasil Analisis Data)

3. Operator Arfan

Awalnya operator Arfan melakukan 10 elemen kerja (lihat Tabel 4.17). Setelah dilakukan realokasi elemen kerja menggunakan *yamazumi chart*, elemen kerja operator Arfan ditambahkan sebagian 1 elemen kerja dari operator Udoyo, serta memindahkan 1 elemen kerja ke operator Udoyo. Elemen kerja yang ditambahkan dan dipindahkan operator Arfan yaitu:

- Elemen kerja yang ditambahkan dari operator Udoyo adalah mengambil *drum brake* dari *polybox* 4 detik.
- Elemen kerja yang dipindahkan ke operator Udoyo adalah menekan tombol *pokayoke* 1 detik.

Waktu siklus kondisi awal sebesar 45,19 detik (lihat Tabel 4.15). Setelah ditambahkan sebagian 1 elemen kerja dari operator Udoyo, serta memindahkan

1 elemen kerja ke operator Udooyo, maka jumlah elemen kerja yang dilakukan menjadi 10 dengan waktu siklus sebesar 48,10 detik. Elemen kerja dan waktu siklus operator Arfan setelah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Elemen Kerja dan Waktu Siklus Operator Arfan Setelah Perbaikan.

Elemen Kerja	Deskripsi Kerja	Waktu Siklus (Detik)	Total Waktu Siklus (Detik)
1	Berjalan ke arah <i>polybox drum brake</i>	3,10	48,10
2	Meletakkan <i>kanban brake</i> pada kotak <i>kanban brake</i>	4,05	
3	Memasang <i>brake</i> RH & LH ke <i>axle shaft</i> RH & LH	11,00	
4	Memasang lakban penutup pada <i>marking backing plate</i> , tutup nepel dan pita kabel <i>brake</i> RH	6,05	
5	Memasang lakban penutup pada <i>marking backing plate</i> , tutup nepel dan pita kabel <i>brake</i> LH	5,94	
6	Meletakkan <i>drum brake</i> 2 pcs di <i>conveyor</i>	4,02	
7	Meletakkan teflon <i>drum brake</i> kosong pada <i>shutter</i> bawah	1,92	
8	Berjalan ke arah <i>polybox drum brake</i>	3,04	
9	Meletakkan <i>polybox</i> kosong pada <i>shuter polybox</i> kosong	4,98	
10	Mengambil <i>drum brake</i> dari <i>polybox</i>	4,00	

(Sumber: Hasil Analisis Data)

Realokasi elemen kerja dan pengurangan tenaga kerja pada lini b *sub assembling rear axle* menggunakan *yamazumi chart* didapatkan 3 operator yang sebelumnya ada 3 operator dengan beban kerja diatas *takt time*. Perubahan beban kerja setiap operator pada lini b *sub assembling rear axle* adalah operator Ali melakukan pekerjaan sebanyak 12 elemen kerja dengan waktu siklus sebesar 48,17 detik. Operator Udooyo melakukan pekerjaan sebanyak 14 elemen kerja dengan waktu siklus sebesar 47,06 detik. Operator Arfan melakukan pekerjaan sebanyak 10 elemen kerja dengan waktu siklus sebesar 48,10 detik.

5.4 Analisis Yamazumi Chart Setelah Rencana Perbaikan

Setelah dilakukan realokasi elemen kerja baru, maka pada *yamazumi chart* sesudah rencana perbaikan akan menghasilkan perubahan. Perubahan yang terjadi berupa jumlah elemen kerja dan jumlah operator pada *warehouse plant 2,5* dan lini B *sub assembling rear axle*.

5.4.1 Perhitungan Waktu Standar

Pemberian *rating factor* setelah perbaikan mengalami sedikit perbedaan pada operator di *warehouse*, sedangkan pada lini B *sub assembling* memiliki *rating factor* yang sama dengan kondisi awal karena tidak banyak elemen kerja yang berubah. Berdasarkan pada observasi di lapangan dan hasil diskusi dengan *foreman* dan *section head* yang disesuaikan dengan keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi operator. Penentuan *rating factor* sesudah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 *Rating Factor* Operator Sesudah Perbaikan

Operator	Rating Factor			
Ujang (Racik Axle Shaft Lini RA.A)	Keterampilan	<i>Good</i>	C2	0.03
	Usaha	<i>Fair</i>	E1	-0.04
	Kondisi Kerja	<i>Fair</i>	E	-0.03
	Konsistensi	<i>Fair</i>	E	-0.02
	Total			-0.06
Tri (Racik Drum Brake)	Keterampilan	<i>Average</i>	D	0.00
	Usaha	<i>Fair</i>	E1	-0.04
	Kondisi Kerja	<i>Average</i>	D	0.00
	Konsistensi	<i>Fair</i>	E	-0.02
	Total			-0.06
Ali (Press Bolt Hub)	Keterampilan	<i>Average</i>	D	0.00
	Usaha	<i>Average</i>	D	0.00
	Kondisi Kerja	<i>Fair</i>	E	-0.03
	Konsistensi	<i>Fair</i>	E	-0.02
	Total			-0.05
Udoyo (Press Bearing)	Keterampilan	<i>Good</i>	C1	0.06
	Usaha	<i>Fair</i>	E1	-0.04
	Kondisi Kerja	<i>Fair</i>	E	-0.03
	Konsistensi	<i>Poor</i>	F	-0.04
	Total			-0.05
Arfan (Picking Brake)	Keterampilan	<i>Average</i>	D	0.00
	Usaha	<i>Good</i>	C2	0.02
	Kondisi Kerja	<i>Fair</i>	E	-0.03
	Konsistensi	<i>Poor</i>	F	-0.04
	Total			-0.05

(Sumber: Hasil Analisis Data)

Pemberian *rating factor* setiap operator pada Tabel 5.6 karena berdasarkan beberapa hal yaitu sebagai berikut:

1. Setelah perbaikan operator Ujang memiliki keterampilan yang baik diatas rata-rata, tidak berusaha mengejar waktu proses, kondisi kerja yang bising serta melelahkan, dan kurang konsisten.
2. Setelah perbaikan operator Tri memiliki keterampilan rata-rata, tidak berusaha mengejar waktu proses, kondisi kerja yang normal dan konsistensi rata-rata.
3. Setelah perbaikan operator Ali memiliki keterampilan rata-rata, berusaha mengejar waktu proses, kondisi kerja yang sempit, dan kurang konsisten.
4. Setelah perbaikan operator Udoyo memiliki keterampilan yang baik diatas rata-rata, tidak berusaha mengejar waktu proses, kondisi kerja yang sempit, dan kurang konsisten.
5. Setelah perbaikan operator Arfan memiliki keterampilan rata-rata, sangat berusaha mengejar waktu proses, kondisi kerja yang sempit, dan kurang konsisten.

Kemudian *allowance* sesudah perbaikan sama dengan kondisi awal yaitu 9% (lihat Tabel 4.10). Hal tersebut berdasarkan pada observasi di lapangan dan hasil diskusi dengan *foreman* dan *section head* yang dibagi menjadi tujuh jenis, yaitu kebutuhan pribadi, keadaan lingkungan, tenaga yang dikeluarkan, sikap kerja, gerakan kerja, kelelahan mata, dan temperatur tempat kerja. Sehingga perhitungan waktu standar operator sesudah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.7.

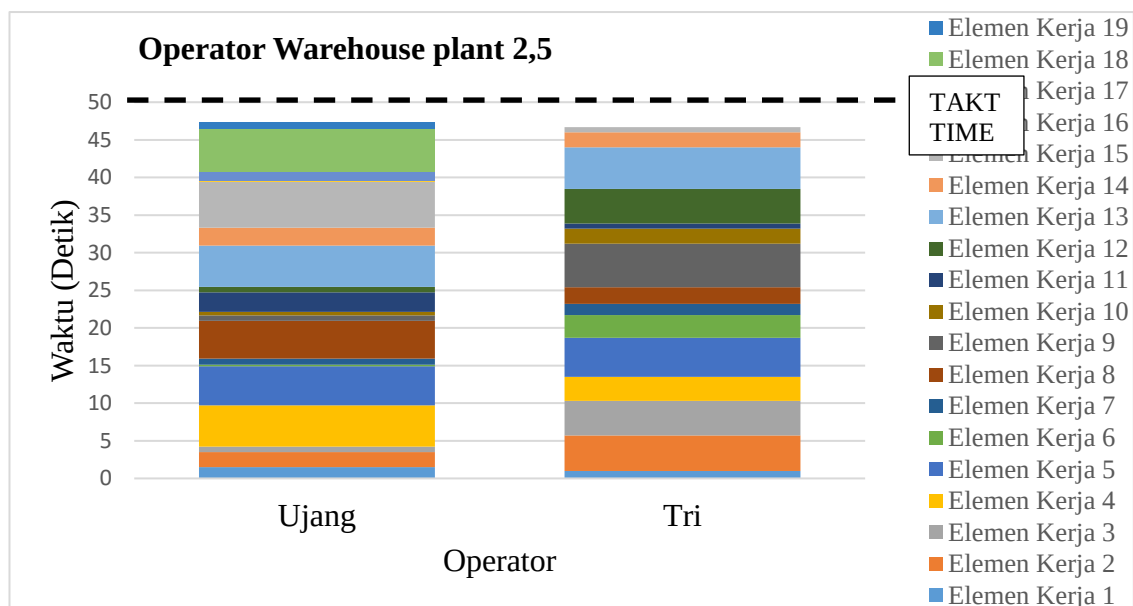
Tabel 5.7 Perhitungan Waktu Standar Operator Sesudah Perbaikan

No	Operator	Total Waktu Siklus (Detik)	Rating Factor	Waktu Normal (Detik)	Allowance	Waktu Standar (Detik)
		A	B	C=A(1-B)	D	E=C(1+D)
Warehouse 2,5					0,09	
1	Ujang	473,33	0,94	444,93		484,97
2	Tri	466,8		438,79		478,28
Lini B Sub Assembling						
3	Ali	48,17	0,95	45,76		49,88
4	Udoyo	47,06		44,71		48,73
5	Arfan	48,10		45,70		49,81

(Sumber: Hasil Analisis Data)

5.4.2 Yamazumi Chart Warehouse Plant 2,5

Menggunakan metode pendekatan *yamazumi chart* untuk mengetahui dan dapat membandingkan *idle time*, efisiensi operator, dan *balance delay* kondisi awal dengan setelah perbaikan. Sebelum realokasi elemen kerja baru didapat 4 orang operator. Berdasarkan realokasi elemen kerja baru sebelumnya hanya dibutuhkan 2 operator di *warehouse plant 2,5* sehingga *yamazumi chart* setelah perbaikan dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Yamazumi Chart Warehouse Plant 2,5
(Sumber: Hasil Analisis Data)

Yamazumi chart menunjukkan, tidak adanya operator yang lebih banyak menganggur/menunggu karena keseluruhan beban kerja operator menunjukkan nilai di atas 50%. Contoh perhitungan waktu tunggu dan beban kerja operator dalam *yamazumi chart* setelah perbaikan untuk operator Ujang adalah sebagai berikut:

$$\text{Waktu Tunggu} = \text{Takt Time} - \text{Waktu Standar} = 50 - 47,46 = 2,54.$$

$$\text{Beban Kerja} = \frac{\text{Waktu Standar}}{\text{Takt Time}} \times 100\% = \frac{47,46}{50} \times 100\% = 94,92\%$$

Perhitungan waktu tunggu dan beban kerja operator yang lain dapat dihitung dengan cara yang sama. Perhitungan detail dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Waktu Tunggu dan Beban Kerja Operator *Warehouse Plant 2,5* Setelah Realokasi Elemen Kerja

No	Operator	Total Waktu Standar (Detik)	Takt Time (Detik)	Waktu Tunggu (Detik)	Beban Kerja Operator Dalam Yamazumi Chart (%)
		A	B	C=B-A	D=(A/B)x100%
1	Ujang	484,97/10 = 48,50	50	1,50	96,99%
2	Tri	478,28/10 = 47,83	50	2,17	95,66%
Total Waktu		96,33		3,67	

(Sumber: Hasil Analisis Data)

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 5.8, diketahui total waktu standar pada *warehouse plant 2,5* sebesar 96,33 detik dan total *idle time* sebesar 3,67 detik. Sehingga efisiensi lini dan *balance delay* dapat dihitung sebagai berikut:

Efisiensi *warehouse plant 2,5*

$$= \frac{\sum \text{Waktu Standar}}{\sum \text{MP} \times \text{TT}} \times 100\% = \frac{96,33}{2 \times 50} \times 100\% = 96,33\%$$

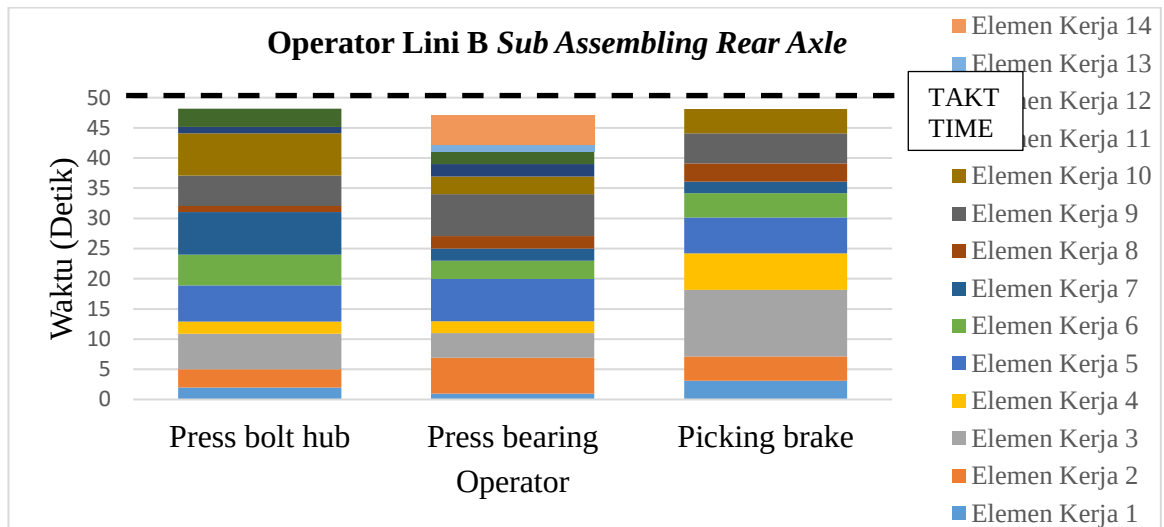
Balance Delay (D) warehouse plant 2,5

$$= \frac{(\sum \text{MP} \times \text{TT}) - \sum \text{Waktu Standar}}{(\sum \text{MP} \times \text{TT})} \times 100\% = \frac{(2 \times 50) - 96,33}{(2 \times 50)} \times 100\% = 3,67\%$$

Hasil perhitungan menghasilkan efisiensi lini sebesar 96,33% dan *balance delay* sebesar 3,67%.

5.4.3 Yamazumi Chart Lini B Sub Assembling Rear Axle

Menggunakan metode pendekatan *yamazumi chart* untuk mengetahui dan dapat membandingkan *idle time*, efisiensi operator, dan *balance delay* kondisi awal dengan setelah perbaikan. Sebelum dilakukan modifikasi *trolley* serta realokasi elemen kerja baru didapat 3 orang operator dengan beban kerja berlebihan. Berdasarkan realokasi elemen kerja baru sebelumnya hanya dibutuhkan 3 operator di lini b *sub assembling rear axle*, sehingga *yamazumi chart* setelah perbaikan dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Yamazumi Chart Lini B Sub Assembling Rear Axle
(Sumber: Hasil Analisis Data)

Yamazumi chart menunjukkan, tidak adanya operator yang lebih banyak mengganggu/menunggu karena keseluruhan beban kerja operator menunjukkan nilai di atas 50%. Contoh perhitungan waktu tunggu dan beban kerja operator dalam yamazumi chart setelah perbaikan untuk operator Ali adalah sebagai berikut:

$$\text{Waktu Tunggu} = \text{Takt Time} - \text{Waktu Standar} = 50 - 49,88 = 0,12.$$

$$\text{Beban Kerja} = \frac{\text{Waktu Standar}}{\text{Takt Time}} \times 100\% = \frac{49,88}{50} \times 100\% = 99,76\%$$

Perhitungan waktu tunggu dan beban kerja operator yang lain dapat dihitung dengan cara yang sama. Perhitungan detail dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Waktu Tunggu dan Beban Kerja Operator Lini B Sub Assembling Rear Axle Setelah Realokasi Elemen Kerja

No	Operator	Total Waktu Standar (Detik)	Takt Time (Detik)	Waktu Tunggu (Detik)	Beban Kerja Operator Dalam Yamazumi Chart (%)
		A	B	C=B-A	D=(A/B)x 100%
1	Ali	49,88	50	0,12	99,76%
2	Udoyo	48,73	50	1,27	97,46%
3	Arfan	49,81	50	0,19	99,62%
Total Waktu		148,42		1,58	

(Sumber: Hasil Analisis Data)

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 5.9, diketahui total waktu standar pada lini b sub assembling rear axle sebesar 148,42 detik dan total idle time sebesar 1,58 detik. Sehingga efisiensi lini dan balance delay dapat dihitung sebagai berikut:

Efisiensi *warehouse plant 2,5*

$$= \frac{\sum \text{Waktu Standar}}{\sum \text{MP} \times \text{TT}} \times 100\% = \frac{148,42}{3 \times 50} \times 100\% = 98,95\%$$

Balance Delay (D) warehouse plant 2,5

$$= \frac{(\sum \text{MP} \times \text{TT}) - \sum \text{Waktu Standar}}{(\sum \text{MP} \times \text{TT})} \times 100\% = \frac{(3 \times 50) - 148,42}{(3 \times 50)} \times 100\% = 1,05\%$$

Hasil perhitungan menghasilkan efisiensi lini sebesar 98,95% dan *balance delay* sebesar 1,05%.

Kesimpulan dari analisis *yamazumi chart* pada *warehouse plant 2,5* dan lini b *sub assembling rear axle* adalah sebagai berikut:

1. *Idle time* pada kondisi awal untuk *warehouse plant 2,5* adalah 82,55 detik, dan untuk lini b *sub assembling rear axle* adalah -0,42 (tidak ada). Sehingga *idle time* setelah dilakukan perbaikan untuk *warehouse plant 2,5* menjadi 3,67 detik, menurun sebesar 78,88 detik dan untuk lini b *sub assembling rear axle* menjadi 1,58 detik memiliki *idle time* karena waktu standar sudah dibawah *takt time*.
2. Efisiensi pada kondisi awal untuk *warehouse plant 2,5* sebesar 58,73%, dan untuk lini b *sub assembling rear axle* sebesar 100,28 (melebihi *takt time*). Sesudah dilakukan perbaikan nilai efisiensi lini untuk *warehouse plant 2,5* menjadi 96,33%, meningkat sebesar 37,60% dan untuk lini b *sub assembling rear axle* menjadi 98,95% memiliki efisiensi dibawah 100% karena waktu standar sudah dibawah *takt time*.
3. *Balance delay* pada kondisi awal untuk *warehouse plant 2,5* sebesar 41,28%, dan untuk lini b *sub assembling rear axle* -0,28 (tidak ada). Sesudah dilakukan perbaikan nilai *balance delay warehouse plant 2,5* menjadi 3,67%, turun sebesar 37,61% dan untuk lini b *sub assembling rear axle* menjadi 1,05% memiliki *balanced delay* karena waktu standar sudah dibawah *takt time*.

5.5 Usulan Rencana Perbaikan (*Kaizen Idea*)

Setelah dilakukan analisis dengan *yamazumi chart*, analisis modifikasi *trolley* dan realokasi elemen kerja baru, maka dapat dilakukan perbaikan pada *warehouse plant 2,5* dan lini B *sub assembling rear axle* untuk mengurangi waktu kegiatan manual dan berjalan dengan melakukan pemerataan beban kerja, pemindahan

aktivitas serta *improvement trolley/trolley*. Usulan Rencana perbaikan atau *kaizen idea* dapat dilihat pada tabel 5.10.

Tabel 5.10 Rencana Perbaikan

No	Activity	Target	Reduce (Detik)
1	Improvement trolley/trolley Axle Shaft	Mengurangi kegiatan mendorong Axle Shaft yang macet	7,02
		Menghilangkan aktivitas dorong trolley axle shaft kosong ke tempat trolley kosong dan dorong trolley axle shaft isi ke tempat trolley proses	1,94
2	Pindahkan aktivitas ke lini racik small part, DC dan RA.A	Menghilangan aktivitas ambil polybox small part kosong dari trolley A/S A dan A/S B	100,07
		Menghilangkan aktivitas mengatur urutan posisi teflon DC	22,93
		Menghilangkan aktivitas angkat dan letakan brake ke teflon	42,01
3	Pemerataan beban kerja (balancing job) dengan MP Tri	Menghilangkan aktivitas menunggu washing	13,03
		Menghilangkan aktivitas bantu mengisi A/S A ke trolley A/S A	45,99
		Menggunakan 2 operator pada warehouse plant 2,5	
		Menggunakan 3 operator pada lini B sub assembling rear axle	
Total			233,04

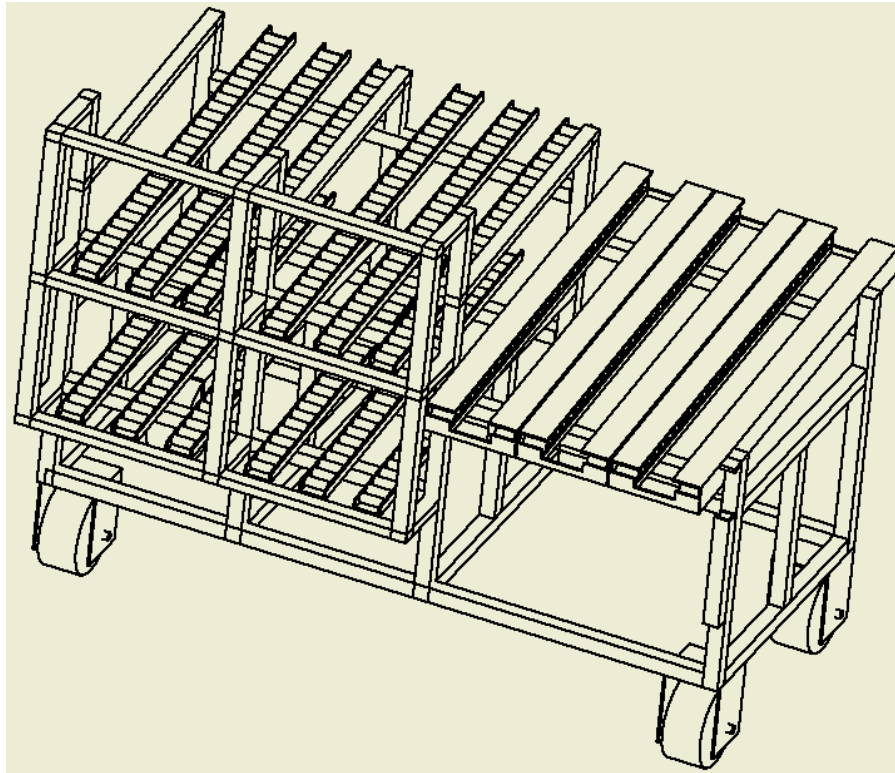
(Sumber: Hasil Analisis Data)

5.6 Modifikasi Material Handling (Trolley)

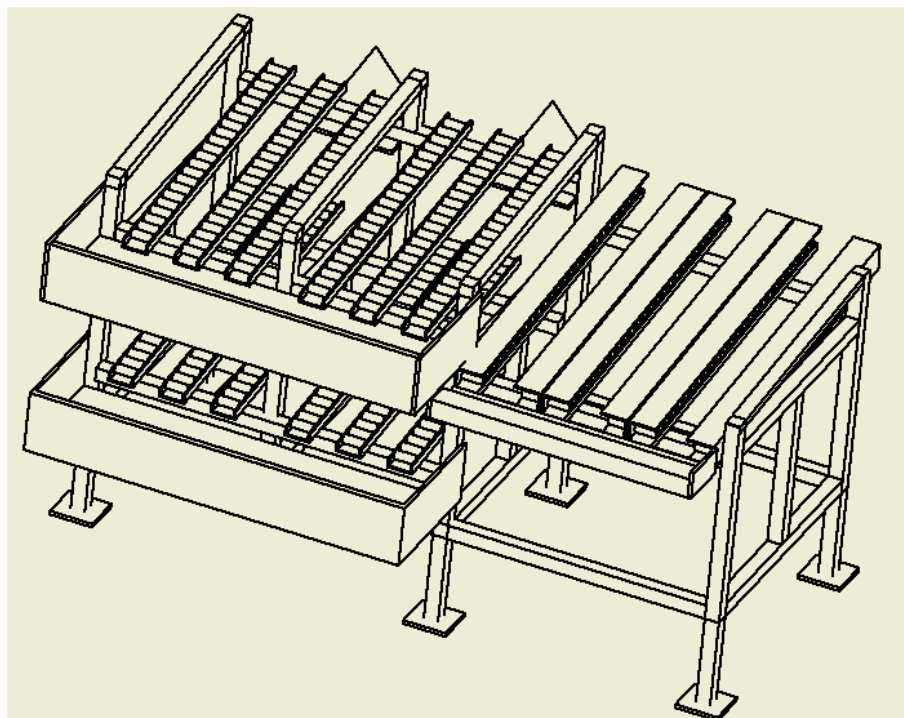
Setelah melakukan usulan rencana perbaikan (*Kaizen Idea*), langkah selanjutnya adalah mempersiapkan rencana perbaikan sebelum implementasi. Salah satunya adalah modifikasi *trolley* untuk mencapai target yang sudah ditentukan.

5.6.1 Rancangan dan Dimensi Modifikasi Trolley

Pembuatan rancangan modifikasi *trolley* menggunakan *software* desain SolidWork 2013 dengan ukuran dimensi dalam satuan milimeter. Rancangan modifikasi *trolley* dapat dilihat pada Gambar 5.5 dan 5.6. Sedangkan untuk dimensi dapat dilihat pada Lampiran B.



Gambar 5.5 Kerangka *Trolley*
(Sumber: Hasil Analisis Data)



Gambar 5.6 Kerangka Rak *Axle Shaft* dan *Drum Brake*
(Sumber: Hasil Analisis Data)

5.6.2 Pembuatan Modifikasi Trolley

Modifikasi trolley yang dapat membuat target tercapai yaitu

Diusulkan untuk mengurangi, menghilangkan, dan mengatasi masalah kemacetan serta kegiatan yang tidak diperlukan dengan memodifikasi *trolley*. Pada usulan modifikasi *trolley* terdapat 2 buah alat bantu rak tambahan yang masing-masing memiliki fungsi. *Trolley* utama berfungsi sebagai *supply part* dari *warehouse plant 2,5* ke lini *b sub assembling rear axle*. Sedangkan 2 buah alat rak bantu berfungsi untuk meletakkan *axle shaft* dan *drum brake*. Adapun hasil modifikasi *trolley* dan fungsi dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Hasil Modifikasi *Trolley* dan Fungsi

Hasil Modifikasi	Nama dan Fungsi
	Trolley Utama Berfungsi sebagai <i>supply part</i> dari <i>warehouse plant 2,5</i> ke lini <i>b sub assembling rear axle</i>. Hasil modifikasi rak <i>axle shaft</i> menjadi terbuka dan terdapat 3 jalur. Sedangkan Hasil modifikasi rak <i>drum brake</i> terdapat 2 jalur.
	Pengunci Axle Shaft Pada Trolley Berfungsi sebagai pengunci rak <i>axle shaft</i> berjumlah 3 buah. Terdapat pengunci yang akan bergerak jika terdorong pembuka kunci yang ada pada alat bantu rak <i>axle shaft</i>. Pengunci ini menggunakan pegas sehingga bisa naik dan turun secara otomatis.
	Pengunci Drum Brake Pada Trolley Berfungsi sebagai pengunci <i>drum brake</i>. Terdapat pengunci yang akan bergerak jika terdorong pembuka kunci yang ada pada alat bantu rak <i>drum brake</i>. Pengunci ini menggunakan pegas sehingga bisa bergeser kekiri dan kekanan secara otomatis.

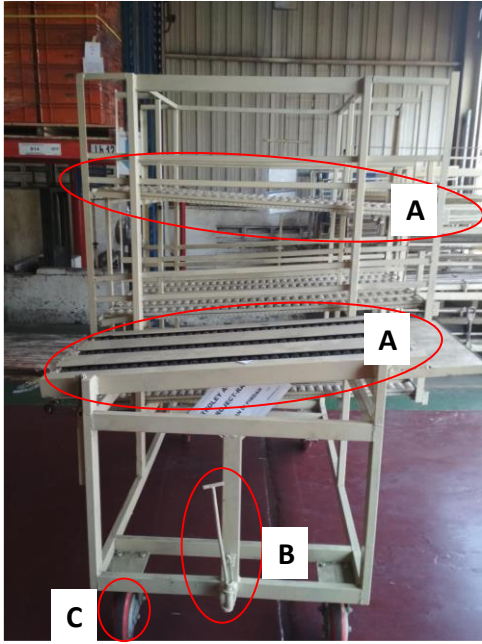
Lanjut...

Tabel 5.11 Hasil Modifikasi *Trolley* dan Fungsi (Lanjutan)

Hasil Modifikasi	Nama dan Fungsi
	Rak Axle Shaft Berfungsi sebagai tempat menaruh <i>axle shaft</i> di <i>lini b sub assembling rear axle</i>. Alat bantu rak tambahan ini untuk mempermudah agar operator Ali tidak melakukan kegiatan yang tidak diperlukan dan menghemat jumlah <i>trolley</i> yang dibutuhkan.
	Pembuka Kunci Rak Axle Shaft Pada Trolley Berfungsi sebagai pembuka kunci rak <i>axle shaft</i>. Terdapat pembuka kunci yang akan mendorong kunci yang ada di rak <i>axle shaft</i> pada <i>trolley</i>. Pembuka kunci ini menggunakan besi yang di desain berbentuk segitiga untuk menaikan dan menurunkan pengunci pada <i>trolley</i>.
	Rak Drum Brake Berfungsi sebagai tempat menaruh <i>drum brake</i> di <i>lini b sub assembling rear axle</i>. Alat bantu rak tambahan ini untuk mempermudah agar operator Ali tidak melakukan kegiatan yang tidak diperlukan dan menghemat jumlah <i>trolley</i> yang dibutuhkan.

Lanjut...

Tabel 5.11 Hasil Modifikasi *Trolly* dan Fungsi (Lanjutan)

Hasil Modifikasi	Nama dan Fungsi
	Pembuka Kunci Rak Drum Brake Pada Trolly Berfungsi sebagai pembuka kunci rak <i>drum brake</i>. Terdapat pembuka kunci yang akan mendorong kunci yang ada di rak <i>drum brake</i> pada <i>trolly</i>. Pembuka kunci ini menggunakan besi yang di desain berbentuk segitiga untuk menggeser kekiri dan kekanan pengunci pada <i>trolly</i>.
	Roller Pada Rak Drum Brake Berfungsi untuk memindahkan <i>polybox drum brake</i> kosong ke rak <i>drum brake</i> pada <i>trolly</i>. Terdapat roda dan bidang miring yang akan turun dan naik karena terdorong rak <i>drum brake</i> pada <i>trolly</i> saat pembukaan kunci. <i>Roller</i> ini menggunakan besi yang di desain dari lintasan bidang miring dan roda.
	Komponen Trolly A. <i>Shutter</i> berupa bidang miring yang memiliki roda didalamnya, berfungsi untuk tempat <i>axle shaft</i> dan <i>drum brake</i>. Roda dan bidang miring membuat <i>axle shaft</i> dan <i>drum brake</i> mudah untuk berpindah tempat tanpa melakukan kegiatan dorong atau tarik. B. Pengait <i>trolly</i>, berfungsi untuk menyambungkan <i>trolly</i> dengan <i>towing</i>. C. Roda, berfungsi untuk memudahkan dalam pergerakan <i>trolly</i>.

(Sumber: Hasil Analisis Data)

Dari hasil modifikasi pada Tabel 5.11 diatas terdapat penggunaan mekanisme yang ada dalam *karakuri* seperti berikut:

1. Gravitasi, memanfaatkan bidang miring atau perbedaan ketinggian untuk memindahkan beban ke bawah. Pada *trolley* maupun rak terdapat bidang miring agar *axle shaft* dapat turun secara otomatis memanfaatkan gaya gravitasi.
2. Pegas, menarik atau mendorong benda ke arah tertentu dan benda dapat kembali ke posisi semula. Pada pengunci di *trolley* untuk *axle shaft*, pegas dapat bergerak keatas dan kebawah, sedangkan pengunci di *trolley* untuk *drum brake*, pegas dapat bergerak kesamping kanan dan kiri.
3. Sambungan (*linking*), memanfaatkan titik-titik tumpu untuk mentransmisikan gerakan. Pada pengunci di *trolley* untuk *axle shaft* terdapat sambungan sebagai titik tumpu untuk meneruskan gerakan pegas.
4. Roda gigi (*gear*), meneruskan dan mengubah putaran. Pada rak *drum brake* terdapat roda untuk membuat *shutter* naik dan turun sesuai dengan berat benda.

5.6.3 Penentuan Jumlah Kebutuhan dan Kapasitas *Trolley*

Berdasarkan hasil modifikasi dapat ditetapkan kebutuhan jumlah *trolley supply part axle shaft* dan *drum brake* lini B yang ada di *plant 3* sebanyak 3 unit. Dari 3 unit, 2 unit dioperasikan dalam kegiatan *supply part axle shaft* dan *drum brake* lini B dan 1 unit disimpan sebagai cadangan jika terjadi kondisi yang *abnormal*. Sedangkan untuk alat bantu rak dibutuhkan masing-masing 1 unit. *Trolley* yang dioperasikan diletakkan sesuai dengan fungsinya dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Satu unit *trolley* berada di *warehouse plant 2,5* untuk dilakukan pengisian *part axle shaft* dan *drum brake*.
2. Satu unit *trolley* dibawa *towing* dari *warehouse plant 2,5* ke lini B *sub assembling rear axle plant 3*.

Setelah isi rak *axle shaft* dan *drum brake* di lini B *sub assembling rear axle plant 3* sudah habis, maka *towing* membawa *trolley* untuk dilakukan pengisian *part axle shaft* dan *drum brake*. Kemudian kapasitas *trolley supply part axle shaft* dan *drum brake* setelah modifikasi yaitu dapat berisi 30 *axle shaft* (15 pasang) serta 40

drum brake (20 pasang). Dari kapasitas tersebut jumlah *supply* tidak berubah tetap 20 *axle shaft* (10 pasang) serta 20 *drum brake* (10 pasang).

5.6.4 Perhitungan Gaya Pada Trolly

Perhitungan gaya diperlukan untuk mengetahui kelayakan rancangan alat bantu apabila dibuat. Massa benda kerja *axle shaft* ialah (5x20) kilogram, sedangkan untuk *drum brake* adalah (2,5x20) kilogram. Terdapat sudut kemiringan 5° pada *shutter* dan percepatan gravitasi 9,8 m/s². Perhitungan resultan gaya dan besarnya percepatan material (*work in process*) pada bidang miring (*shutter*) adalah sebagai berikut:

$$\text{Berat material (w)} = m \times g = [(5 \times 20) + (2,5 \times 20)] \times 9,8 = 1470 \text{ N}$$

$$(w_x) = w \times \sin 5^\circ = 1470 \times 0,087 = 127,89 \text{ N}$$

Resultan gaya dapat dicari dari formulasi rumus dibawah ini.

$$\sum F = (w_x) = 127,89 \text{ N}$$

Jadi, alat bantu yang digunakan memiliki landasan yang cukup licin karena beralas roda yang dapat berputar, dimana gesekan dianggap tidak ada. Percepatan material (*work in process*) dapat dicari dari formulasi rumus dibawah ini.

$$\sum F = m \times a$$

$$127,89 = (150) \times a$$

$$a = 127,89/150$$

$$a = 0,85 \text{ m/s}^2$$

Berdasarkan hasil modifikasi *trolly* dapat ditetapkan kebutuhan jumlah *trolly supply part axle shaft* dan *drum brake* lini B yang ada di *plant* 3 sebanyak 3 unit yang sebelumnya 5 unit. Kemudian tambahan untuk alat bantu rak dibutuhkan masing-masing 1 unit. Sedangkan kapasitas *trolly supply part axle shaft* dan *drum brake* setelah modifikasi yaitu dapat berisi 30 *axle shaft* (15 pasang) serta 40 *drum brake* (20 pasang). Dari kapasitas sebelumnya yaitu 20 *axle shaft* (10 pasang) serta 20 *drum brake* (10 pasang).

5.7 Hasil Realokasi Elemen dan Waktu Kerja Rencana Perbaikan

Setelah melakukan usulan rencana perbaikan (*Kaizen Idea*), dan modifikasi *trolley* untuk mencapai target yang sudah ditentukan, maka langkah selanjutnya adalah membuat elemen dan waktu kerja rencana perbaikan setiap operator pada *warehouse plant 2,5* dan lini B *sub assembling rear axle*. Setelah dilakukan analisis serta perhitungan waktu kerja dapat diidentifikasi pekerjaan manual, auto dan jalan. Tabel identifikasi elemen dan waktu kerja rencana perbaikan setiap operator dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan Tabel 5.13.

Tabel 5.12 Tabel Hasil Realokasi Elemen dan Waktu Kerja Rencana Perbaikan Pada *Warehouse Plant 2,5*.

Operator	Elemen Kerja	Waktu (Detik)			
		Manual	Auto	Jalan	Total
Ujang	1. Mengambil <i>orderlist</i> pada papan <i>orderlist</i> ke <i>trolley</i> belanja	6,92		8	14,92
	2. Mendorong <i>trolley</i> A/S B ke mesin <i>washing</i> A/S	5,04		15,03	20,07
	3. Memindahkan <i>orderlist</i>	4,07		3,07	7,14
	4. Memasukan A/S B dari rak <i>washing</i> ke <i>trolley</i> A/S B	55,01			55,01
	5. Memindahkan A/S A dari <i>trolley</i> belanja ke rak <i>washing</i>	52,04			52,04
	6. Menekan tombol <i>start</i>	2,05			2,05
	7. Mendorong <i>trolley</i> belanja ke rak A/S A			8,16	8,16
	8. Memasukan A/S A sesuai <i>orderlist</i> ke <i>trolley</i> belanja	44		5,96	49,96
	9. Mendorong <i>trolley</i> belanja ke mesin <i>washing</i> A/S			7,14	7,14
	10. Memindahkan <i>orderlist</i> dari <i>trolley</i> belanja	2		2,87	4,87
	11. Mendorong <i>trolley</i> A/S A ke mesin <i>washing</i> A/S	5,99		20	25,99
	12. Memindahkan <i>orderlist</i> dari <i>trolley</i> belanja	4,02		3,03	7,05
	13. Memasukan A/S A dari rak <i>washing</i> ke <i>trolley</i> A/S A	55,01			55,01
	14. Mendorong <i>trolley</i> A/S A ke <i>store drum brake</i>			24,04	24,04
	15. Memindahkan A/S B dari <i>trolley</i> belanja ke rak <i>washing</i>	61,01			61,01
	16. Menekan tombol <i>start</i>	1,95			1,95
	17. Mendorong <i>trolley</i> belanja ke rak A/S B			10,97	10,97
	18. Mengambil A/S B sesuai <i>orderlist</i> ke <i>trolley</i> belanja	54		3,92	57,92
	19. Mendorong <i>trolley</i> belanja ke mesin <i>washing</i> A/S			8,03	8,03
Total		353	0	120	473
Tri	1. Mengambil <i>orderlist</i> pada papan <i>orderlist</i> ke <i>trolley</i> DC	7		2,90	9,90
	2. Mengambil <i>polybox drum brake</i> kosong dari <i>trolley</i> B	47,15			47,15
	3. Mengambil <i>polybox drum brake</i> kosong dari <i>trolley</i> A	18,11		28,10	46,21
	4. Mendorong <i>trolley</i> DC ke area DC			31,95	31,95
	5. Meletakan <i>polybox</i> kosong pada <i>pallet</i>	51,88			51,88
	6. Mendorong <i>trolley</i> DC ke area antrian <i>trolley</i>			30,11	30,11

Lanjut...

Tabel 5.12 Tabel Hasil Realokasi Elemen dan Waktu Kerja Rencana Perbaikan Pada Warehouse Plant 2,5. (Lanjutan)

Operator	Elemen Kerja	Waktu (Detik)			
		Manual	Auto	Jalan	Total
Tri	7. Menyambungkan <i>trolley</i> DC ke <i>trolley housing</i>	12		2,92	14,92
	8. Mendorong <i>trolley</i> A/S B ke <i>store drum brake</i>			22,02	22,02
	9. Memasukan <i>DrumBrake</i> ke <i>trolley</i> B	50		7,93	57,93
	10. Mendorong <i>trolley</i> A/S B ke antrian <i>trolley</i>			19,89	19,89
	11. Menyambungkan <i>trolley</i> A/S B ke <i>trolley</i> DC	5		1,89	6,89
	12. Menyiapkan <i>Drum Brake</i> A/S A	23		22,96	45,96
	13. Memasukan <i>DrumBrake</i> ke <i>trolley</i> A	50,06		5,06	55,12
	14. Mendorong <i>trolley</i> A/S A ke antrian <i>trolley</i>			19,93	19,93
	15. Menyambungkan <i>trolley</i> A/S A ke <i>trolley</i> A/S B	5		1,94	6,94
Total		298		170	468

(Sumber: Hasil Analisis Data)

Tabel 5.13 Tabel Hasil Realokasi Elemen dan Waktu Kerja Rencana Perbaikan Pada Lini B Sub Assembling Rear Axle.

Operator	Elemen Kerja	Waktu (Detik)			
		Manual	Auto	Jalan	Total
Ali	1. Mengambil <i>polybox small part</i> ke meja mesin	2,01			2,01
	2. Mengambil <i>axle shaft</i> RH dan LH dari <i>trolley</i> ke meja <i>axle</i>	3,00			3,00
	3. Mengambil <i>bolt hub, outer bearing, bearing & IRB</i> di <i>polybox small part</i>	5,89			5,89
	4. Mengembalikan <i>polybox</i> kosong ke <i>shutter trolley axle shaft</i>	2,01			2,01
	5. Memasang <i>bolt hub</i> di A/S RH dan LH	5,89			5,98
	6. Memasang <i>IRB, outer bearing</i> dan <i>bearing</i>	5,09			5,09
	7. Melakukan Proses <i>Press Bolt Hub</i> RH	7,06			7,06
	8. Meltakan A/S RH <i>after press</i> ke teflon/ <i>pokayoke</i>	1,03			1,03
	9. Memasang <i>IRB, outer</i> dan <i>bearing</i>	5,03			5,03
	10. Melakukan proses <i>Press Bolt Hub</i> LH	6,99			6,99
	11. Meletakkan A/S LH <i>after press</i> ke teflon/ <i>pokayoke</i>	1,08			1,08
	12. Mengambil <i>axle shaft assy</i> RH dan LH	2		1	3
Total		45,08	0	1	48,17
Udoyo	1. Mengambil <i>axle shaft assy</i> RH dan LH	0,96			0,96
	2. Mengambil <i>IRB</i> ke mesin <i>lower jig heater</i>	4,97		1,00	5,97
	3. Meletakkan <i>axle shaft assy</i> RH ke <i>lower jig bearing press</i>	3,03		1,03	4,06
	4. Memasang <i>upper jig</i> sesuai model	1,99			1,99
	5. Melakukan proses <i>Press Inner Retainer Bearing</i> pada <i>axle shaft</i> RH	7,00			7,00
	6. Meletakkan <i>axle shaft</i> di <i>chute</i> teflon	2,99			2,99

Lanjut...

Tabel 5.13 Tabel Hasil Realokasi Elemen dan Waktu Kerja Rencana Perbaikan Pada Lini B Sub Assembling Rear Axle. (Lanjutan)

Operator	Elemen Kerja	Waktu (Detik)			
		Manual	Auto	Jalan	Total
Udoyo	7. Meletakkan <i>axle shaft assy</i> LH ke <i>lower jig bearing press</i>	2,01			2,01
	8. Memasang <i>upper jig</i> sesuai model	2,07			2,07
	9. Melakukan proses <i>Press Inner Retainer Bearing</i> pada <i>axle shaft</i> LH	6,95			6,95
	10. Meletakkan <i>axle shaft</i> di <i>chute</i> teflon	2,96			2,96
	11. Mengembalikan <i>upper jig</i> ke tempatnya	2,04			2,04
	12. Memasang IRB ke A/S RH dan A/S LH ke mesin <i>press</i>	2,03			2,03
	13. Menekan tombol <i>Pokayoke</i>	1,09			1,09
	14. Mengambil <i>drum brake</i> dari <i>polybox</i>	3,94		1	4,94
Total		44,03	0	3,03	47,06
Arfan	1. Berjalan kearah <i>polybox drum brake</i>			3,10	3,10
	2. Meletakkan <i>kanban brake</i> pada kotak <i>kanban brake</i>	4,05			4,05
	3. Memasang <i>brake</i> RH & LH ke <i>axle shaft</i> RH & LH	8,00		3,00	11,00
	4. Memasang lakban penutup pada <i>marking backing plate</i> , tutup nepel dan pita kabel <i>brake</i> RH	6,05			6,05
	5. Memasang lakban penutup pada <i>marking backing plate</i> , tutup nepel dan pita kabel <i>brake</i> LH	5,94			5,94
	6. Meletakkan <i>drum brake</i> 2 pcs di <i>conveyor</i>	2,01		2,01	4,02
	7. Meletakkan teflon <i>drum brake</i> kosong pada <i>shutter</i> bagian bawah	1,92			1,92
	8. Berjalan kearah <i>polybox drum brake</i>			3,04	3,04
	9. Meletakkan <i>polybox</i> kosong pada <i>shuter polybox</i> kosong	4,98			4,98
	10. Mengambil <i>drum brake</i> dari <i>polybox</i>	4			4
Total		36,95	0	11,15	48,1

(Sumber: Hasil Analisis Data)

Berdasarkan Tabel 4.16 dan 4.17 hasil identifikasi elemen dan waktu kerja operator melakukan kegiatan manual, otomatis dan berjalan adalah sebagai berikut:

1. Pada *warehouse* operator Ujang melakukan kegiatan manual 217,22 detik, otomatis 0 detik dan berjalan 66,27 detik. Operator Agus melakukan kegiatan manual 271,96 detik, otomatis 0 detik dan berjalan 106,01 detik.
2. Pada lini B *sub assembling* operator Ali melakukan kegiatan manual 45,08 detik, otomatis 0 detik dan berjalan 1,94 detik. Operator Udoyo melakukan kegiatan manual 48,94 detik, otomatis 0 detik dan berjalan 4,03 detik. Operator Arfan melakukan kegiatan manual 34,04 detik, otomatis 0 detik dan berjalan 11,15 detik.

5.8 Evaluasi dan Standarisasi Kondisi Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Evaluasi dan standarisasi setelah dilakukan perbaikan pada *warehouse plant* 2,5 dan lini B *sub assembling rear axle plant* 3 adalah sebagai berikut:

1. Karena terjadi pengurangan operator pada *warehouse plant* 2,5, maka penamaan operator untuk racik *axle shaft* RA.A digantikan dengan racik *axle shaft*.
2. Karena terjadi realokasi beban kerja pada operator racik *axle shaft* RA.A (Ujang), maka terdapat tambahan waktu berjalan operator dengan rata-rata waktu 12 detik setiap satu siklus (500 detik/siklus) atau 1,2 detik setiap unitnya. Hal ini tidak berpengaruh terhadap waktu kerja operator karena masih memiliki *idle time* yang cukup yaitu 1,5 detik setiap unit.
3. Elemen kerja operator setelah perbaikan berubah karena terjadi pengurangan dan pemindahan beban kerja, maka standar elemen kerja operator yang baru seperti pada Tabel 5.12 dan Tabel 5.13.

Kemudian melakukan perbandingan antara kondisi awal dengan setelah perbaikan. Perbandingan dari kondisi awal dengan setelah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Perbandingan Kondisi Awal dan Sesudah Perbaikan

		Kondisi Awal		Sesudah Perbaikan	
		<i>Warehouse Plant</i> 2,5	Lini B Sub <i>Assembling Rear Axle</i>	<i>Warehouse Plant</i> 2,5	Lini B Sub <i>Assembling Rear Axle</i>
Beban Kerja	Elemen Kerja	1 Operator Racik Axle Shaft RA.A (11) 2 Operator Racik Axle Shaft RA.B (12) 3 Operator Tri (8) 4 Operator Dodi (9)	1 Operator Ali (12) 2 Operator Udooyo (13) 3 Operator Arfan (10)	1 Operator Racik Axle Shaft (19) 2 Operator Tri (15)	1 Operator Ali (12) 2 Operator Udooyo (14) 3 Operator Arfan (10)
Material Handling	Jumlah Material Handling (Trolly)	4 beroperasi dan 1 cadangan		2 Beroperasi, 1 Cadangan, 1 Rak Axle Shaft dan 1 Rak Drum Brake	
	Kapasitas Material Handling (Trolly)	20 axle shaft (10 pasang) 20 drum brake (10 Pasang)		30 axle shaft (15 pasang) 40 drum brake (20 Pasang)	
Perhitungan Waktu	Waktu Standar	1 Operator Ujang (28,43) 2 Operator Agus (37,9) 3 Operator Tri (25,96) 4 Operator Dodi (25,16)	1 Operator Ali (48,78) 2 Operator Udooyo (54,85) 3 Operator Arfan (46,79)	1 Operator Ujang (48,50) 2 Operator Tri (47,83)	1 Operator Ali (49,88) 2 Operator Udooyo (48,73) 3 Operator Arfan (49,81)
	Idle Time	82,55 Detik	-0,42 Detik	3,67 Detik	1,58 Detik
	Efisiensi Lini	58,73%	100,28%	96,33%	98,95%
	Balance Delay	41,28%	-0,28%	3,67%	1,05%
Kebutuhan Operator	Jumlah Operator	4	3	2	3

(Sumber: Hasil Analisis Data)

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada penelitian ini maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perubahan beban kerja setiap operator pada *warehouse plant 2,5* adalah operator Ujang melakukan pekerjaan sebanyak 19 elemen kerja dengan waktu standar sebesar 48,50 detik. Operator Agus menjadi tidak ada. Operator Tri melakukan pekerjaan sebanyak 15 elemen kerja dengan waktu standar sebesar 47,83 detik. Operator Dodi menjadi tidak ada. Perubahan beban kerja setiap operator pada lini b *sub assembling rear axle* adalah operator Ali melakukan pekerjaan sebanyak 12 elemen kerja dengan waktu standar sebesar 49,88 detik. Operator Udoyo melakukan pekerjaan sebanyak 14 elemen kerja dengan waktu standar sebesar 48,73 detik. Operator Arfan melakukan pekerjaan sebanyak 10 elemen kerja dengan waktu standar sebesar 49,81 detik.
2. Berdasarkan hasil modifikasi *trolly* dapat ditetapkan kebutuhan jumlah *trolly supply part axle shaft* dan *drum brake* lini B yang ada di *plant 3* sebanyak 3 unit yang sebelumnya 5 unit. Kemudian tambahan untuk alat bantu rak dibutuhkan masing-masing 1 unit. Sedangkan kapasitas *trolly supply part axle shaft* dan *drum brake* setelah modifikasi yaitu dapat berisi 30 *axle shaft* (15 pasang) serta 40 *drum brake* (20 pasang). Dari kapasitas sebelumnya yaitu 20 *axle shaft* (10 pasang) serta 20 *drum brake* (10 pasang).
3. Realokasi elemen kerja dan pengurangan tenaga kerja pada *warehouse plant 2,5* menggunakan *yamazumi chart* didapatkan 2 operator yang sebelumnya ada 4 operator dan pada lini b *sub assembling rear axle* menggunakan *yamazumi chart* didapatkan 3 operator yang sebelumnya ada 3 operator dengan beban kerja diatas *takt time*.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa saran yang diharapkan dapat memberikan masukan untuk perusahaan. Saran yang dapat diberikan untuk perbaikan perusahaan adalah sebagai berikut:

1. Bagi perusahaan dengan adanya modifikasi *trolly*, pemerataan beban kerja serta memindahkan aktivitas ke lini yang lain diharapkan mampu meningkatkan produktivitas dan mengurangi pemborosan pada operator.
2. Agar proses produksi tetap berjalan efektif dan maksimal, perusahaan diharapkan melakukan identifikasi permasalahan secara berkala dalam kurun waktu tertentu.
3. Kelengkapan data dalam laporan ini dapat dilanjutkan untuk penelitian kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, H. H., dan Imdam, I.A.. 2014. *Kamus Istilah Produksi Ramping*. Edisi Pertama. Graha Ilmu, Jakarta.
- Andriani, M., Dewiyana, dan Elis E. 2017. *Perancangan Ulang Egrek yang Ergonomis untuk Meningkatkan Produktivitas Pekerja pada Saat Memanen Sawit*. Jurnal Integrasi Sistem Industri. Vol. 4.
- Anggara, R. 2011. *Pengukuran Berdasarkan Beban Kerja*. Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Asimov, M. 2000. *Analisa Sistem Informasi*. Andi, Yogyakarta.
- Buffa, E.S. 1993. *Manajemen Operasi dan Produksi*. Bina Rupa Aksara, Jakarta.
- Gaspersz, V. 2004. *Production Planning & Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufakturing 21*. Vincent Foundation dan PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gaspersz, V. 2007. *Lean Six Sigma For Manufacturing and Service*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Giancoli, D.C. 2001. *Fisika Dasar*. Erlangga, Jakarta.
- Ginting, R. 2010. *Sistem Produksi*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Gunawan, A. 2016. *Karakuri Kaizen*. PT Inti Ganda Perdana, Jakarta.
- Monden, Y. 2000. *Sistem Produksi Toyota 2*. Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.
- Nunally, J.C., and Bernstein, I.H. 1994. *Psychometric Theory*. McGraw Hill Inc, New York.
- Nurmianto, E. 2004. *Ergonomi, Konsep dasar dan Aplikasinya*. Guna Widya, Jakarta.
- Peter, A. 1990. *A Practical Method For The Assesment Of Work-Related Musculoskeletal Risks*. McGraw Hill Inc, London.
- Purnomo, H. 2004. *Pengantar Teknik Industri*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Setijadi. 2010. *Perancangan Layout dan Racking System Untuk Gudang Distributor PT X*. Jurnal National Conference On Applied Ergonomics 2010, Yogyakarta.

- Suwarno, dan Nurcahyanie, Y.D. 2007. *Konsep Teknologi Dalam Pengembangan Produk Industri*. Kencanan Prenada Media Group, Jakarta.
- Tipler, P. A. 1998. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Erlangga, Jakarta.
- Toyota Training Center. 2006. *Toyota Production System Training Guide*. PT Inti Ganda Perdana, Jakarta.
- Ulrich, K.T. and Steven, D.E. 2003. *Perancangan dan Pengembangan Produk*. Salemba Teknika, Jakarta.
- Widadgo dan Basri, H. 2006. *Handout Of Toyota Production System Training For PT Astra Daihatsu Motors Vendor*. PT Astra Daihatsu Motor, Jakarta.
- Wignjosoebroto, S. 1995. *Ergonomi, Studi Gerakan Dan Waktu*. Edisi Pertama. Guna Widya, Surabaya.
- Wignjosoebroto, S. 2008. *Ergonomi: Studi Gerak dan Waktu*. Guna Widya, Surabaya.
- Wilson, L. 2010. *How To Implement Lean Manufacturing*. McGraw-Hill Inc, New York.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

LAMPIRAN

A

**Tabel Pengukuran Waktu Siklus dan Waktu
Standar Lini *Supply Part Sub Assembling*
Rear Axle serta Lini B *Sub Assembling Rear***

LAMPIRAN

B

Dimensi *Trolley Axle Shaft* Hasil Modifikasi

Operator Press Bolt Hub									
Sub Grup	Mengambil polybox small part ke meja mesin press bolt hub (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	1,84	2,01	2,18	2,07	1,66	2,06	2,31	2,35	2,06
2	2,45	2,15	2,32	1,63	2,1	1,71	1,89	2,23	2,06
3	2,03	1,65	2,41	2,44	2,48	2,11	1,8	1,53	2,06
4	1,63	1,87	2,4	1,9	1,66	1,71	1,66	2,1	1,87
Total Waktu Siklus									8,04
Rata-Rata Waktu Siklus									2,01
Operator Press Bolt Hub									
Sub Grup	Mengambil axle shaft RH dan LH dari trolley ke meja (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	3,08	3	2,87	3,16	3,27	3,14	3,33	2,51	3,05
2	2,65	3,39	2,74	3,46	3,38	2,64	3,27	3,29	3,10
3	3,07	2,74	2,6	2,71	3,27	2,84	3,14	3,48	2,98
4	2,77	2,5	2,57	3,27	2,66	2,88	2,93	3,49	2,88
Total Waktu Siklus									12,01
Rata-Rata Waktu Siklus									3,00
Operator Press Bolt Hub									
Sub Grup	Mengambil bolt hub, outer, bearing & IRB di polybox small part (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	5,51	5,95	5,52	5,72	5,52	5,95	5,6	6,5	5,78
2	5,88	5,55	6,34	5,64	6,46	5,62	6,34	5,86	5,96
3	5,77	5,54	5,98	5,76	5,87	6,4	5,97	6,08	5,92
4	6,28	6,05	5,66	6,46	5,67	5,58	5,53	5,86	5,89
Total Waktu Siklus									23,55
Rata-Rata Waktu Siklus									5,89
Operator Press Bolt Hub									
Sub Grup	Mengembalikan polybox kosong ke shutter trolley axle shaft (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	2,02	1,65	1,65	1,77	1,77	1,56	1,63	1,65	1,71
2	1,55	1,54	2,42	2,16	2,36	1,69	1,86	2	1,95
3	2,37	2,5	2,37	2,31	2,4	1,53	1,63	2,34	2,18
4	1,73	2,4	2,34	2,17	1,89	2,44	2,08	2,48	2,19
Total Waktu Siklus									8,03
Rata-Rata Waktu Siklus									2,01
Operator Press Bolt Hub									
Sub Grup	Memasang bolt hub di A/S RH dan LH (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	5,66	5,5	5,66	6,37	5,92	6,3	6,09	6,16	5,96
2	5,84	5,66	6,12	6,12	5,85	6,16	6,14	6,36	6,03
3	5,55	6,39	5,6	6,37	5,78	5,67	6,33	6,14	5,98
4	6,19	5,81	6,42	5,86	6,06	5,63	5,69	5,99	5,96
Total Waktu Siklus									23,92
Rata-Rata Waktu Siklus									5,98
Operator Press Bolt Hub									
Sub Grup	Meletakkan A/S RH ke lower jig untuk memasang IRB, outer bearing dan bearing (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	$\overline{x_i}$
1	5,23	5,23	5,5	5,46	5,06	4,8	5	4,57	5,11
2	5,12	5,23	5,36	4,59	5,24	5,01	4,97	5,2	5,09
3	5,37	5,09	4,88	5,37	5,46	4,54	5,09	5,25	5,13
4	5,29	5,22	4,51	5,12	5,48	4,84	4,93	4,88	5,03
Total Waktu Siklus									20,36
Rata-Rata Waktu Siklus									5,09

Operator Press Bolt Hub									
Sub Grup	Melakukan proses press bolt hub RH (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	$\bar{x}_i$
1	7,47	6,78	7,18	7,47	7,43	7,07	7,06	6,77	7,15
2	7,48	7,2	6,99	6,63	7,05	7,09	7,07	6,86	7,05
3	6,87	7,11	7,17	7,01	6,75	6,8	6,94	7,16	6,98
4	6,84	6,67	6,6	6,83	7,19	7,43	7,34	7,45	7,04
Total Waktu Siklus									28,22
Rata-Rata Waktu Siklus									7,06
Operator Press Bolt Hub									
Sub Grup	Meletakkan A/S RH after press ke teflon/pokayoke (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	$\bar{x}_i$
1	0,78	1,08	1,1	1,07	0,77	1,06	1,08	1,41	1,04
2	1,41	1,39	0,56	0,68	1,34	1,32	1,34	0,97	1,13
3	1,46	1,37	1,48	0,54	0,94	0,77	0,71	0,57	0,98
4	1,38	1,49	0,59	1,06	0,82	0,61	0,51	1,31	0,97
Total Waktu Siklus									4,12
Rata-Rata Waktu Siklus									1,03
Operator Press Bolt Hub									
Sub Grup	Meletakkan A/S LH ke lower jig untuk memasang outer bearing dan bearing (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	$\bar{x}_i$
1	5,32	4,56	4,5	5,31	4,86	5,19	5,18	5	4,99
2	5,28	4,77	5,25	5,23	4,75	4,81	5,3	5,26	5,08
3	5,02	4,69	5,33	4,83	4,52	5,14	5,23	5,27	5,00
4	5,2	5,31	5,47	5,08	4,55	4,75	4,83	5,04	5,03
Total Waktu Siklus									20,10
Rata-Rata Waktu Siklus									5,03
Operator Press Bolt Hub									
Sub Grup	Melakukan proses press bolt hub LH (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	$\bar{x}_i$
1	6,81	6,67	6,64	6,92	7,08	7,06	7,35	6,66	6,90
2	7,01	6,83	6,79	6,57	7,47	7,39	6,68	6,57	6,91
3	7,09	7,41	7,32	7,18	6,97	7,42	6,71	7	7,14
4	6,66	7,22	7,13	7,37	6,94	6,5	7,13	6,97	6,99
Total Waktu Siklus									27,94
Rata-Rata Waktu Siklus									6,99
Operator Press Bolt Hub									
Sub Grup	Meletakkan A/S LH after press ke teflon/pokayoke (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	$\bar{x}_i$
1	0,58	1,12	1,3	1,33	0,97	1,37	1,33	0,83	1,10
2	1,17	0,55	1,41	1,13	0,58	1,05	0,77	1,13	0,97
3	1,45	1,35	1,33	1,29	0,77	1,19	1,09	1,21	1,21
4	1,03	1,43	0,79	1,39	0,87	1,02	0,89	0,7	1,02
Total Waktu Siklus									4,30
Rata-Rata Waktu Siklus									1,08
Operator Press Bolt Hub									
Sub Grup	Mendorong trolley axle shaft kosong ke tempat trolley kosong trolley axle shaft isi ke tempat trolley proses (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	$\bar{x}_i$
1	1,6	1,78	1,94	1,66	1,74	1,63	1,98	1,89	1,78
2	1,95	1,65	1,71	2,39	2,12	1,62	1,52	1,9	1,86
3	2,2	1,75	1,8	1,95	2,33	1,76	1,73	1,57	1,89
4	2,1	2,27	2,4	2,21	2,46	2,3	1,95	2,28	2,25
Total Waktu Siklus									7,77
Rata-Rata Waktu Siklus									1,94

Operator Press Bearing									
Sub Grup	Mengambil axle shaft assy RH dan LH (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	4,05	4,12	3,7	4,37	4,47	3,92	3,74	4,07	4,06
2	3,63	3,82	4,45	4,03	4,17	3,9	4,03	3,63	3,96
3	3,79	3,55	3,89	3,53	3,92	3,92	3,51	3,6	3,71
4	4,23	4,21	4,26	3,6	4,22	4,05	4,3	4,05	4,12
Total Waktu Siklus									15,84
Rata-Rata Waktu Siklus									3,96
Operator Press Bearing									
Sub Grup	Mengambil IRB ke mesin lower jig heater (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	6,14	5,95	5,56	5,79	5,86	5,83	5,52	6,01	5,83
2	6,32	6,07	5,99	6,41	5,51	5,56	5,85	6,35	6,01
3	6,07	5,78	6,15	6,37	5,9	6,1	6,27	5,89	6,07
4	6,29	5,52	6,02	5,7	6,21	5,73	6,41	5,83	5,96
Total Waktu Siklus									23,87
Rata-Rata Waktu Siklus									5,97
Operator Press Bearing									
Sub Grup	Mengambil axle shaft assy RH letakkan ke lower jig bearing press (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	3,56	4,01	4,43	3,69	3,61	4,08	4,02	4,44	3,98
2	4,24	4,49	3,7	3,98	4,35	4,44	4,19	4,18	4,20
3	4,26	4,21	3,84	4,14	4,29	3,57	4,31	4,11	4,09
4	3,81	3,64	3,97	4,15	3,88	4,09	4,4	3,82	3,97
Total Waktu Siklus									16,24
Rata-Rata Waktu Siklus									4,06
Operator Press Bearing									
Sub Grup	Memasang upper jig sesuai model (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	2,07	2,37	2,42	1,63	1,89	2,13	1,8	1,78	2,01
2	2,13	1,65	1,55	1,58	2,41	2,37	1,8	1,96	1,93
3	1,61	2,04	2,33	1,98	1,74	1,6	2,27	1,86	1,93
4	2,32	2,43	1,77	2,31	2,17	2,19	1,86	1,56	2,08
Total Waktu Siklus									7,95
Rata-Rata Waktu Siklus									1,99
Operator Press Bearing									
Sub Grup	Melakukan proses Press Inner Retainer Bearing pada axle shaft RH (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	6,66	6,71	6,77	7,5	6,7	6,8	6,95	6,65	6,84
2	7,43	6,69	7,06	6,9	6,82	7,16	7,18	6,77	7,00
3	7,41	7,14	7,01	7,26	7,45	6,64	7,03	7,44	7,17
4	6,85	7,32	6,92	6,92	6,58	6,93	7,17	7,21	6,99
Total Waktu Siklus									28,00
Rata-Rata Waktu Siklus									7,00
Operator Press Bearing									
Sub Grup	Meletakan axle shaft di chute teflon (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	2,79	2,75	2,9	3,38	3,47	2,71	2,76	2,97	2,97
2	2,82	2,69	2,53	2,63	3,34	2,86	3,14	3,19	2,90
3	3,09	3,07	2,85	3,32	3,11	3,22	3,17	2,9	3,09
4	2,61	3,45	3,12	3,46	2,6	2,69	3,15	3,05	3,02
Total Waktu Siklus									11,97
Rata-Rata Waktu Siklus									2,99

Operator Press Bearing									
Sub Grup	Mengambil axle shaft assy LH letakkan ke lower jig bearing press (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	1,52	2,39	1,78	2,39	2,35	1,64	1,7	2,23	2,00
2	2,16	2,06	1,61	1,96	2,32	2,03	1,83	1,77	1,97
3	2,03	1,6	2,27	1,96	2,41	2,5	1,84	2,01	2,08
4	1,82	2,37	1,84	1,67	1,85	1,84	2,43	2,23	2,01
Total Waktu Siklus									8,05
Rata-Rata Waktu Siklus									2,01
Operator Press Bearing									
Sub Grup	Memasang upper jig sesuai model (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	2,36	2,35	1,52	2,26	1,56	2,02	2,49	2,02	2,07
2	2,03	2,44	2,49	1,56	1,5	1,58	1,57	2,21	1,92
3	1,61	1,96	2,02	1,88	1,81	2,27	2,14	2,45	2,02
4	2,36	2,46	2,49	2,35	2,36	2,17	1,7	2,23	2,27
Total Waktu Siklus									8,28
Rata-Rata Waktu Siklus									2,07
Operator Press Bearing									
Sub Grup	Melakukan proses Press Inner Retainer Bearing pada axle shaft LH (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	7,12	6,79	6,71	6,52	6,79	7,04	6,62	7,12	6,84
2	6,83	7,09	6,91	6,68	6,94	6,63	6,83	7,21	6,89
3	6,88	7,27	6,67	7,18	7,15	7,22	7,37	7,42	7,15
4	6,71	7	6,8	6,74	6,53	7,3	7,49	6,9	6,93
Total Waktu Siklus									27,81
Rata-Rata Waktu Siklus									6,95
Operator Press Bearing									
Sub Grup	Meletakan axle shaft di chute teflon (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	3,3	3,47	2,8	3,12	2,62	3,13	3,43	3,05	3,12
2	2,71	2,59	2,56	3,38	3,05	3,45	3,3	2,72	2,97
3	2,77	2,91	3,37	3,4	2,78	2,6	3,12	2,58	2,94
4	2,92	2,51	2,64	3,09	3,19	2,77	2,64	2,71	2,81
Total Waktu Siklus									11,84
Rata-Rata Waktu Siklus									2,96
Operator Press Bearing									
Sub Grup	Mengembalikan upper jig ke tempatnya (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	2,27	1,91	2,09	2,13	1,51	2,19	2,22	2,5	2,10
2	1,78	2,48	2,3	2,25	2,14	2,05	1,66	2,44	2,14
3	1,93	2,18	1,73	1,64	2,11	1,68	1,89	1,94	1,89
4	2,05	2,19	2,27	1,74	2,38	2,33	1,55	1,69	2,03
Total Waktu Siklus									8,15
Rata-Rata Waktu Siklus									2,04
Operator Press Bearing									
Sub Grup	Memasang IRB ke A/S RH dan A/S LH (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	2,41	1,7	2,27	1,92	1,6	2,37	1,7	2,36	2,04
2	1,63	1,75	1,5	1,84	1,91	2,44	2,08	1,9	1,88
3	1,65	1,99	1,96	2,02	2,4	2,49	2,41	1,77	2,09
4	1,96	2,15	2,48	2,49	1,64	2,49	1,65	2,12	2,12
Total Waktu Siklus									8,13
Rata-Rata Waktu Siklus									2,03

Operator Press Bearing									
Sub Grup	Mengambil drum brake dari polybox ke teflon (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	$\bar{x}_i$
1	8,57	8,78	9,21	9,36	8,75	9,11	8,61	8,58	8,87
2	9,37	9,15	8,55	9,29	8,75	8,8	9,25	9,07	9,03
3	8,55	9,07	8,76	8,61	9,09	9,09	8,62	9,4	8,90
4	8,87	8,75	8,8	8,78	8,67	9,13	9,44	9,33	8,97
Total Waktu Siklus									35,77
Rata-Rata Waktu Siklus									8,94
Operator Picking Brake									
Sub Grup	Berjalan kearah polybox drum brake (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	2,73	3,42	2,72	3,11	3,41	3,15	3,19	2,8	3,07
2	3,35	3,08	3,49	3,37	3,48	2,65	3,24	2,75	3,18
3	3,41	3,29	3,06	2,71	3,43	3,11	3,32	3,05	3,17
4	3,45	2,9	2,71	2,68	3,41	2,85	2,69	3,09	2,97
Total Waktu Siklus									12,39
Rata-Rata Waktu Siklus									3,10
Operator Picking Brake									
Sub Grup	Mengambil kanban brake ke kotak kanban brake (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	3,66	4,03	4,29	3,82	4,39	4,44	3,69	4,4	4,09
2	4	3,62	4,29	4,09	4,39	4,33	4,19	4,36	4,16
3	3,76	4,21	3,68	4,27	3,5	3,88	3,98	3,87	3,89
4	3,76	4,31	4,43	3,9	3,95	3,53	4,27	4,46	4,08
Total Waktu Siklus									16,22
Rata-Rata Waktu Siklus									4,05
Operator Picking Brake									
Sub Grup	Memasang brake RH & LH pada axle shaft RH & LH (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	$\bar{x}_i$
1	11,09	11,36	11,24	10,75	10,58	11,16	10,51	11,44	11,02
2	11,49	10,97	11,46	10,66	10,74	10,82	11,23	11,42	11,10
3	10,69	11	10,86	11,19	10,99	11,05	10,84	11,49	11,01
4	10,99	10,88	10,53	10,66	10,76	10,96	10,79	11,38	10,87
Total Waktu Siklus									44,00
Rata-Rata Waktu Siklus									11,00
Operator Picking Brake									
Sub Grup	Memasang lakban penutup pada marking backing plate, tutup nepel dan pita kabel brake RH (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	$\bar{x}_i$
1	6,38	5,85	6,16	5,95	6,39	5,99	6,46	6,48	6,21
2	5,6	6,14	6,29	6,31	6,38	5,62	6,38	5,87	6,07
3	5,5	5,85	6,07	5,92	6,16	6,33	5,55	5,52	5,86
4	5,99	5,65	6,19	5,67	6,21	6,28	6,15	6,3	6,06
Total Waktu Siklus									24,20
Rata-Rata Waktu Siklus									6,05
Operator Picking Brake									
Sub Grup	Memasang lakban penutup pada marking backing plate, tutup nepel dan pita kabel brake LH (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	$\bar{x}_i$
1	5,84	5,77	5,7	6,07	5,67	5,6	6,14	5,51	5,79
2	5,83	6,44	6,02	6,1	6,5	5,99	6,46	5,74	6,14
3	6,42	5,84	6,25	5,66	6,39	5,74	5,91	5,53	5,97
4	6,34	5,71	5,98	5,76	5,79	5,96	5,53	6	5,88
Total Waktu Siklus									23,77
Rata-Rata Waktu Siklus									5,94

Operator Picking Brake									
Sub Grup	Meletakan drum brake 2 pcs di conveyor (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	4,06	3,95	4,44	3,59	3,94	4,47	4,19	3,63	4,03
2	4,32	3,82	3,83	3,64	4,09	4,43	3,89	4,03	4,01
3	3,87	3,87	3,92	4,29	3,92	4,41	4,1	3,76	4,02
4	4,38	3,87	4,26	3,59	3,66	4,02	4,13	4,32	4,03
Total Waktu Siklus									16,09
Rata-Rata Waktu Siklus									4,02
Operator Picking Brake									
Sub Grup	Meletakan teflon drum brake kosong pada shutter bagian bawah (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	1,81	1,86	1,57	2,29	2,02	1,9	2,15	2,03	1,95
2	1,87	1,51	2,07	2,12	1,9	2,17	1,64	2,3	1,95
3	1,51	1,56	1,82	1,95	2,48	1,97	2,24	1,59	1,89
4	2,45	1,55	1,6	1,56	1,79	2,34	1,59	2,13	1,88
Total Waktu Siklus									7,67
Rata-Rata Waktu Siklus									1,92
Operator Picking Brake									
Sub Grup	Berjalan kearah polybox drume brake (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	2,77	2,71	3,33	2,87	3,19	2,53	3,05	2,75	2,90
2	3,38	2,94	3,15	3,13	2,77	2,73	3,29	3,17	3,07
3	3,04	3,07	2,98	2,95	3,2	3,26	2,59	2,69	2,97
4	3,49	3,45	3,39	3,5	2,97	2,67	3,32	2,86	3,21
Total Waktu Siklus									12,15
Rata-Rata Waktu Siklus									3,04
Operator Picking Brake									
Sub Grup	Menekan tombol Pokayoke (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	1,19	0,59	0,87	0,75	1,31	1,18	1,22	0,75	0,98
2	1,41	1,3	0,86	1,46	0,84	0,98	1,47	1,44	1,22
3	1,16	0,54	0,75	0,92	1,43	1,3	0,86	1,08	1,01
4	0,97	1,5	1,02	1,29	1,03	0,92	1,37	1,12	1,15
Total Waktu Siklus									4,36
Rata-Rata Waktu Siklus									1,09
Operator Picking Brake									
Sub Grup	Meletakan polybox kosong pada shutter polybox kosong (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	4,87	4,52	4,96	5,17	4,71	5,15	4,93	4,72	4,88
2	4,99	5,14	4,69	5,03	5,5	5,5	5,24	5,15	5,16
3	4,88	4,71	4,75	5,06	5,1	5,41	4,77	4,51	4,90
4	4,79	5,17	5,2	5,31	4,92	5,02	4,56	4,92	4,99
Total Waktu Siklus									19,92
Rata-Rata Waktu Siklus									4,98

Operator Racik Axle Shaft Lini RA.A									
Sub Grup	Mendorong trolley A/S B ke mesin washing A/S (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	20,4	20,63	20,72	19,87	19,97	19,92	20,4	20,65	20,32
2	20,63	19,53	19,99	20,57	20,3	19,4	20,38	19,75	20,07
3	20,22	20,76	19,29	19,49	20,66	20,78	20,73	19,11	20,13
4	20,25	19,65	19,71	19,34	19,65	19,66	19,21	20,69	19,77
Total Waktu Siklus									80,29
Rata-Rata Waktu Siklus									20,07
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.A									
Sub Grup	Memindahkan orderlist (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	6,79	7,75	7,47	7,03	7,83	7,12	7,21	7,79	7,37
2	7,78	7,65	7,11	7,83	6,38	7,91	6,49	7,67	7,35
3	7,27	6,09	6,14	6,86	6,83	7,94	7,45	6,93	6,94
4	6,03	7,21	6,75	6	8	6,65	7,91	6,51	6,88
Total Waktu Siklus									28,55
Rata-Rata Waktu Siklus									7,14
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.A									
Sub Grup	Memasukan A/S B dari rak washing ke trolley A/S B (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	61,83	61,63	61,08	62,57	62,43	61,86	62,35	61,66	61,93
2	61,9	62,43	61,45	61,06	62,65	62,4	62,62	61,32	61,98
3	61,1	62,33	61,63	61,77	62,79	61,89	61,53	61,87	61,86
4	62,56	62,96	61,85	62,64	62,47	61,56	62,73	61,99	62,35
Total Waktu Siklus									248,11
Rata-Rata Waktu Siklus									62,03
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.A									
Sub Grup	Memindahkan A/S A dari trolley belanja ke rak washing (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	52,27	51,98	51,53	52,15	52,43	52,28	52,85	52,18	52,21
2	51,16	52,39	51,77	51,48	52,52	51,81	52,74	51,95	51,98
3	52,17	51,93	53	51,92	52,2	52,07	51,95	52,63	52,23
4	51,47	51,4	52,05	51,81	51,57	52,7	51,31	51,55	51,73
Total Waktu Siklus									208,15
Rata-Rata Waktu Siklus									52,04
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.A									
Sub Grup	Menekan tombol start (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	1,03	1,37	2,57	2,7	2,98	1,29	2,54	2,96	2,18
2	1,49	1,19	2,1	1,58	2,44	2,35	2,04	2,2	1,92
3	2,22	1,16	2,09	1,28	2,97	1,31	1,69	2,93	1,96
4	2,73	2,89	1,72	1,72	1,17	2,3	2,33	2,26	2,14
Total Waktu Siklus									8,20
Rata-Rata Waktu Siklus									2,05
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.A									
Sub Grup	Mendorong trolley belanja ke rak A/S A (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	8,54	7,46	8,87	7,77	8,29	8,7	8,58	8,24	8,31
2	7,47	8,38	8,84	8,28	7,01	8,8	8,57	8,36	8,21
3	7,76	8,03	7,52	8,96	7,88	7,01	7,77	8,82	7,97
4	7,77	7,79	8,43	7,35	8,36	7,69	8,94	8,73	8,13
Total Waktu Siklus									32,62
Rata-Rata Waktu Siklus									8,16

Operator Racik Axle Shaft Lini RA.A									
Sub Grup	Mengambil A/S A sesuai orderlist ke trolley belanja (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	50,75	50,96	49,35	50,66	49,2	49,55	49,08	49,95	49,94
2	50,84	50,22	50,69	50,19	49,93	50,5	49,43	49,45	50,16
3	49,16	50,3	50,46	49,9	49,84	49,55	50,93	49,87	50,00
4	49,27	50,34	49,97	49,15	49,4	49,3	49,73	50,89	49,76
Total Waktu Siklus									199,85
Rata-Rata Waktu Siklus									49,96
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.A									
Sub Grup	Mendorong trolley belanja ke mesin washing A/S (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	7,99	6,71	7,93	7,25	7,57	7,84	7,86	6	7,39
2	7,58	7,64	6,3	6,56	7,02	7,01	7,28	7,78	7,15
3	6,39	6,55	7,82	7,17	7,47	7,3	7,03	7,84	7,20
4	7,75	6,35	6,97	7,53	6,06	6,32	6,61	7,12	6,84
Total Waktu Siklus									28,58
Rata-Rata Waktu Siklus									7,14
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.A									
Sub Grup	Memindahkan orderlist dari trolley belanja (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	4,26	5,89	4,89	5,28	4,94	5,57	4,08	5,29	5,03
2	5,7	5,87	4,27	4,16	5,79	4,13	4,53	5,29	4,97
3	4,02	4,74	4,19	4,68	4,96	4,48	4,56	4,19	4,48
4	4,72	4,72	5,82	5,98	5,22	4,92	4,11	4,67	5,02
Total Waktu Siklus									19,49
Rata-Rata Waktu Siklus									4,87
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.A									
Sub Grup	Membantu mengisi A/S A ke trolley A/S A (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	46,03	45,08	46,76	45,63	46,25	46,27	45,16	46,06	45,91
2	46,1	46,2	46,07	45,5	45,99	45,03	45,15	45,87	45,74
3	45,73	45,93	46,9	47	46,71	45,92	45,79	46,42	46,30
4	46,68	45,56	46,87	46,24	46,47	45,36	45,34	45,66	46,02
Total Waktu Siklus									183,97
Rata-Rata Waktu Siklus									45,99
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.A									
Sub Grup	Mendorong trolley A/S A ke store drum brake (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	23,29	23,1	23,05	23,23	23,56	24,18	24,59	23,72	23,59
2	24,97	23,24	24,04	24,98	24,17	23,35	24,62	24,19	24,20
3	24,43	24,89	24,9	23,28	24,35	24,79	23,82	24,99	24,43
4	23,14	23,25	24,02	24,1	24,96	23,27	24,99	23,89	23,95
Total Waktu Siklus									96,17
Rata-Rata Waktu Siklus									24,04
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.B									
Sub Grup	Mengambil polybox kosong dari trolley DC dan A/S B (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	100,28	100,36	100,9	99,83	99,27	100,24	100,32	99,78	100,12
2	100,02	100,14	100,83	100,25	99,18	100,29	99,61	99,77	100,01
3	100,17	100,64	100,5	100,61	99,3	100,6	99,08	99,33	100,03
4	99,76	100,66	100,08	100,18	100,54	100,06	99,99	99,69	100,12
Total Waktu Siklus									400,28
Rata-Rata Waktu Siklus									100,07

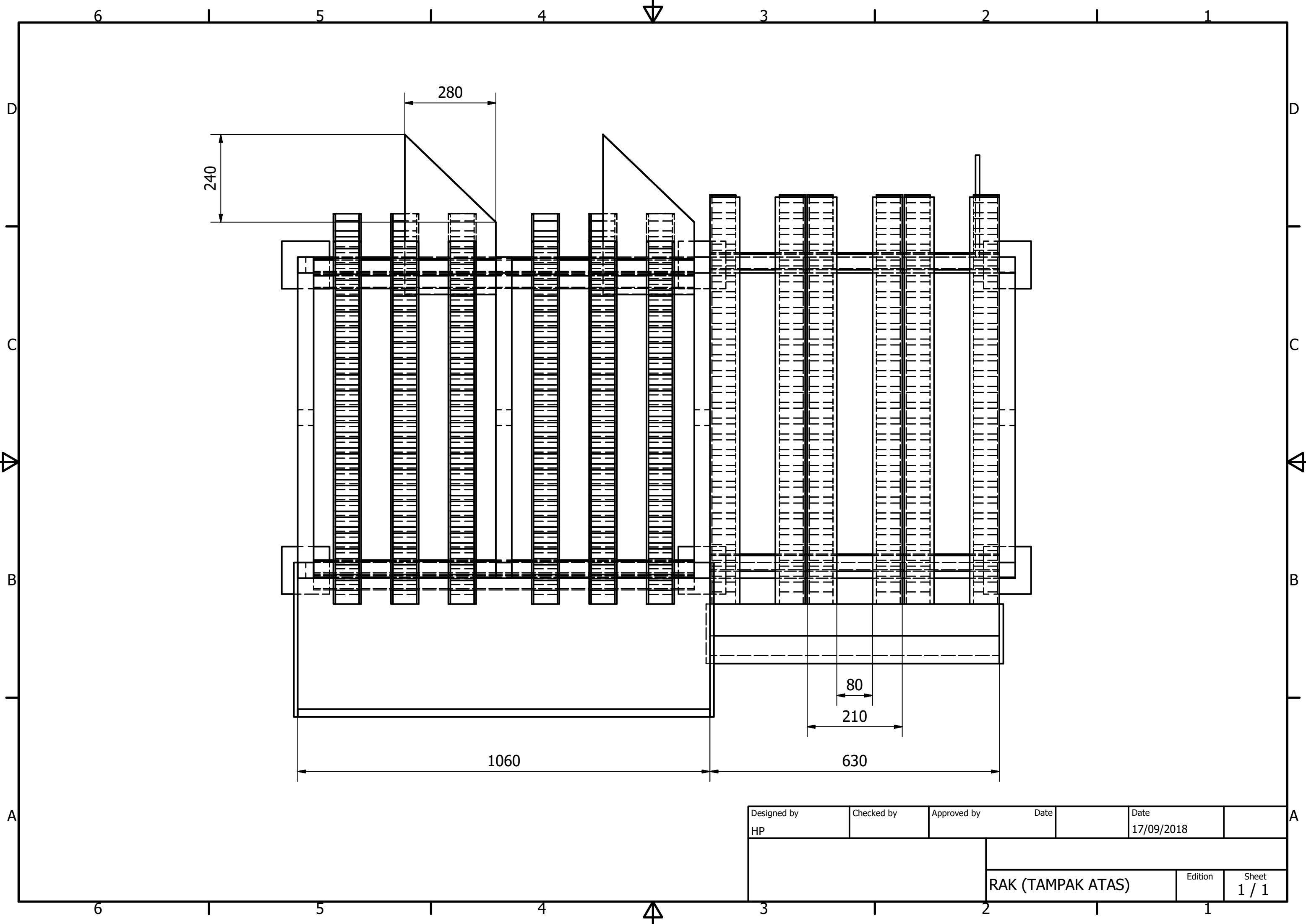
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.B									
Sub Grup	Mendorong trolley A/S B ke store drum brake (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	22,36	22,95	21,31	21,25	21,7	22,34	21,86	22,16	21,99
2	22,55	22,59	22,14	21,31	22,21	22,44	22,89	21,13	22,16
3	21,65	21,2	21,25	21,61	22,59	21,18	22,18	22,35	21,75
4	21,59	22,3	21,99	22,2	22,49	22,08	22,58	22,21	22,18
Total Waktu Siklus									88,08
Rata-Rata Waktu Siklus									22,02
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.B									
Sub Grup	Mendorong trolley A/S A ke mesin washing A/S (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	26,66	26,65	25,24	25,64	25,6	25,7	25,53	25,06	25,76
2	25,9	25,46	26,2	25,84	26,15	26,54	26,4	25,75	26,03
3	26,41	25,67	26,76	26,53	26,08	26,5	25,34	25,3	26,07
4	25,84	26,13	25,91	26,32	26,61	26,68	25,85	25,32	26,08
Total Waktu Siklus									103,95
Rata-Rata Waktu Siklus									25,99
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.B									
Sub Grup	Mengambil orderlist pada papan orderlist ke trolley belanja (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	15,49	14,61	14,14	14,29	15,08	15,48	14,11	14,53	14,72
2	15,81	14,94	14,33	14,31	14,15	14,48	15,06	14,4	14,69
3	14,91	14,15	15,49	14,08	15,25	15,95	14,91	15,42	15,02
4	15,12	15,72	15,24	15,26	15,53	14,18	15,31	15,81	15,27
Total Waktu Siklus									59,69
Rata-Rata Waktu Siklus									14,92
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.B									
Sub Grup	Menunggu washing (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	12,58	13,18	13,2	12,93	12,39	13,45	12,45	12,28	12,81
2	13,08	12,83	13,09	12,69	12,32	12,33	13,69	13,32	12,92
3	13,72	13,88	13,65	12,03	13,79	13,63	12,78	12,8	13,29
4	12,67	13,76	13,6	13,14	12,56	12,1	13,43	13,63	13,11
Total Waktu Siklus									52,12
Rata-Rata Waktu Siklus									13,03
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.B									
Sub Grup	Memindahkan orderlist dari trolley belanja (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	6,04	6,29	6,99	6,25	6,88	7,09	6,41	6,48	6,55
2	7,79	7,09	6,02	7,35	7,77	7,13	7,43	6,7	7,16
3	6,89	7,54	7,91	7,57	7,67	6,9	7,6	6,04	7,27
4	7,5	6,79	7,77	6,49	7,43	7,65	7,19	7,07	7,24
Total Waktu Siklus									28,22
Rata-Rata Waktu Siklus									7,05
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.B									
Sub Grup	Memasukan A/S A dari rak washing ke trolley A/S A (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	55,54	54,48	55,51	55,8	55,63	54,64	55,69	54,22	55,19
2	55,83	55,2	55,46	54,04	55,42	55,27	55,26	54,24	55,09
3	54,54	55,63	55,39	54,01	54,28	55,38	55,82	55,38	55,05
4	54,73	54,55	54,08	54,62	54,23	55,97	55,03	54,35	54,70
Total Waktu Siklus									220,03
Rata-Rata Waktu Siklus									55,01

Operator Racik Axle Shaft Lini RA.B									
Sub Grup	Memindahkan A/S B dari trolley belanja ke rak washing (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	60,96	60,88	60,61	61,28	60,07	60,74	61,84	60,4	60,85
2	60,08	61,91	60,7	60,78	62	61,01	61,75	60,94	61,15
3	60,83	61,29	61,7	60,4	61,73	60,9	61,49	60,34	61,09
4	60,31	61,6	61,46	60,98	60,99	60,53	61,73	60,04	60,96
Total Waktu Siklus									244,03
Rata-Rata Waktu Siklus									61,01
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.B									
Sub Grup	Menekan tombol start (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	2,23	1,07	2,08	1,44	1,54	1,76	2,65	1,29	1,76
2	1,8	2,62	1,63	1,04	1,46	2,22	1,84	2,07	1,84
3	2,61	2,43	1,66	1,45	2,57	2,19	2,32	1,16	2,05
4	2,27	1,25	1,91	2,74	2,34	1,56	2,61	2,5	2,15
Total Waktu Siklus									7,79
Rata-Rata Waktu Siklus									1,95
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.B									
Sub Grup	Mendorong trolley belanja ke rak A/S B (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	10,32	10,56	10,15	11,56	10,83	11,49	11,92	11,51	11,04
2	11,31	10,5	11,7	11,95	10,86	10,04	10,96	10,67	11,00
3	10,22	11,32	10,13	10,09	11,76	11,04	11,28	10,96	10,85
4	10,77	10,69	11,23	11,59	10,12	10,08	11,46	11,93	10,98
Total Waktu Siklus									43,88
Rata-Rata Waktu Siklus									10,97
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.B									
Sub Grup	Mengambil A/S B sesuai orderlist ke trolley belanja (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	57,72	57,04	58,65	57,05	57,99	57,83	57,59	58,77	57,83
2	58,08	58,97	57,05	57,16	57,11	57,38	58,8	58,5	57,88
3	57,98	58,11	57,88	57,4	57,25	58,98	58,14	57,86	57,95
4	58,53	58,51	58,99	57,42	57,09	58,46	57,01	58,21	58,03
Total Waktu Siklus									231,69
Rata-Rata Waktu Siklus									57,92
Operator Racik Axle Shaft Lini RA.B									
Sub Grup	Mendorong trolley belanja ke mesin washing A/S (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	8,43	8,84	7,81	8,77	7,67	8,3	8,12	7,87	8,23
2	7,23	7,96	8,01	7,91	7,8	8,91	7,8	7,75	7,92
3	7,21	8,13	8,34	8,35	8,88	7,21	8,14	7,03	7,91
4	8,33	8,71	8,3	7,12	8,44	7,8	7,19	8,54	8,05
Total Waktu Siklus									32,11
Rata-Rata Waktu Siklus									8,03
Operator Racik Drum Brake									
Sub Grup	Mengambil polybox kosong dari trolley A/S A (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	46,41	46,91	46,37	45,84	46,16	46,63	45,43	46,23	46,25
2	46,88	45,47	46,83	46,79	46,42	46,59	46,93	47	46,61
3	45,99	46,55	45,59	45,24	45,23	46,46	46,29	45,61	45,87
4	46,45	46,07	46,74	46,65	46,38	45,16	45,08	46,21	46,09
Total Waktu Siklus									184,82
Rata-Rata Waktu Siklus									46,21

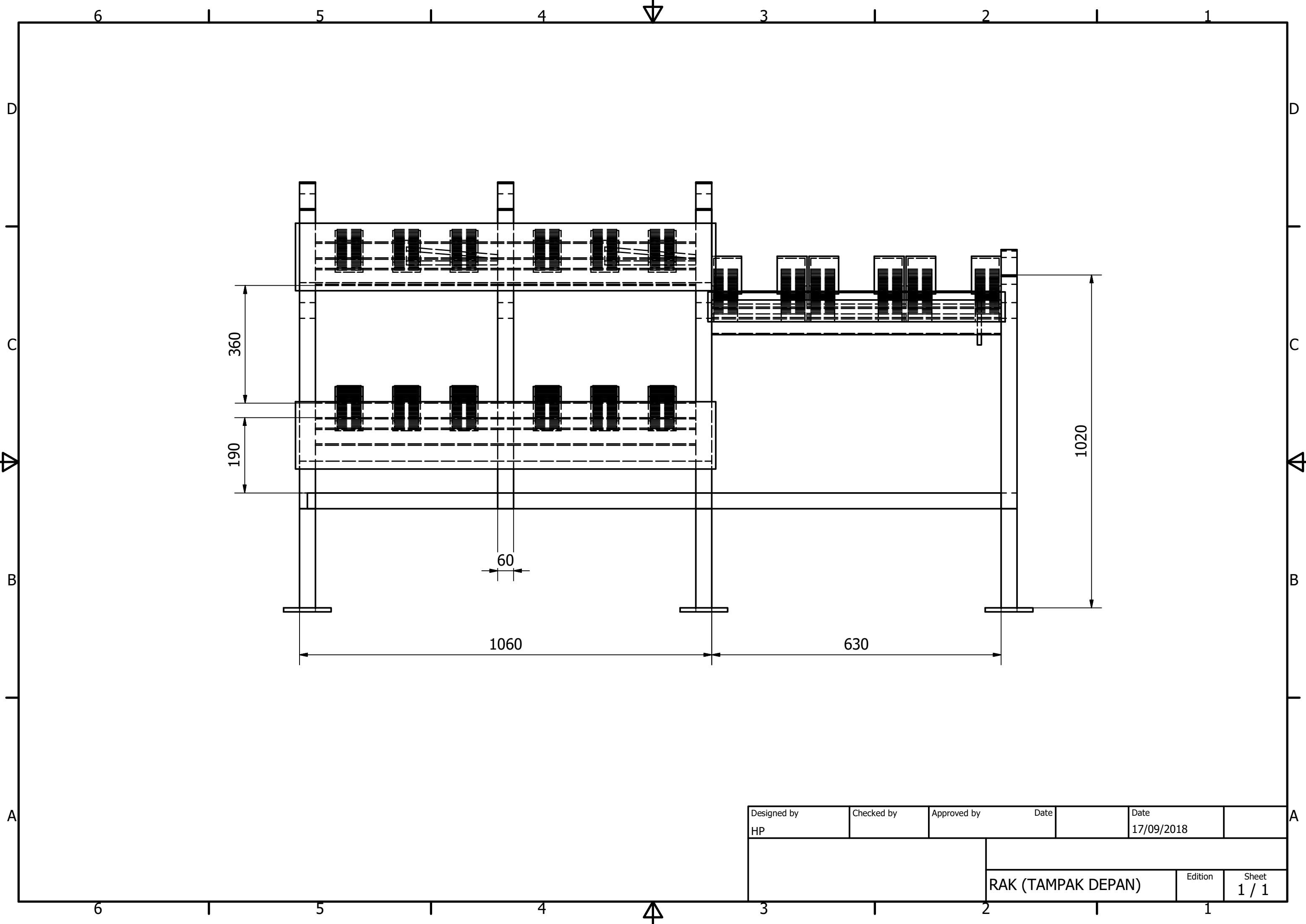
Operator Racik Drum Brake									
Sub Grup	Memasukan Drum Brake ke trolley A/S B (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	57,32	57,38	58,97	57,67	57,19	57,81	58,07	58,61	57,88
2	57,63	57,74	58,15	58,36	57,05	57,6	57,53	57,79	57,73
3	57,92	58,49	57,63	58,08	58,43	58,36	58,49	58,58	58,25
4	57,53	58,15	58,49	58,45	58,12	57,43	57,39	57,25	57,85
Total Waktu Siklus									231,71
Rata-Rata Waktu Siklus									57,93
Operator Racik Drum Brake									
Sub Grup	Mendorong trolley A/S B ke antrian trolley (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	19,83	20,5	19,66	19,21	20,94	19,09	20,98	20,86	20,13
2	19,56	20,02	20,97	19,59	19,98	19,26	19,25	20,72	19,92
3	19,89	19,97	19,45	19,15	19,31	19,61	19,92	20,34	19,71
4	19,23	20,92	19,06	19,94	20,09	20,73	19,23	19,23	19,80
Total Waktu Siklus									79,56
Rata-Rata Waktu Siklus									19,89
Operator Racik Drum Brake									
Sub Grup	Menyambungkan trolley A/S B ke trolley DC (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	6,15	6,5	7,93	6,14	6,69	6,36	7,53	6,8	6,76
2	6,52	7,34	7,22	7,19	7,86	7,39	6,53	6,2	7,03
3	7,24	6,57	6,18	6,85	7,59	6,98	6,82	6,28	6,81
4	7,26	7,31	7,11	6,79	7,52	6,37	6,48	6,74	6,95
Total Waktu Siklus									27,56
Rata-Rata Waktu Siklus									6,89
Operator Racik Drum Brake									
Sub Grup	Menyiapkan Drum Brake A/S A (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	46,05	45,64	45,05	45,76	46,86	46,2	45,1	46,09	45,84
2	45,31	45,33	46,53	45,06	45,99	46,54	45,41	46,15	45,79
3	46,64	46,61	46,35	46,55	45,66	45,57	45,36	47	46,22
4	45,7	46,98	45,74	46,26	45,92	45,86	46,22	45,33	46,00
Total Waktu Siklus									183,85
Rata-Rata Waktu Siklus									45,96
Operator Racik Drum Brake									
Sub Grup	Memasukan Drum Brake ke trolley A/S A (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	55,63	55,95	55,3	55,32	55,82	54,21	55,89	55,99	55,51
2	55,95	55,81	54,54	54,89	54,09	54,28	54,01	55,21	54,85
3	54,41	54,53	54,23	54,84	55,74	55,94	54,09	55,78	54,95
4	55,36	55,89	54,71	54,26	54,14	55,8	55,86	55,42	55,18
Total Waktu Siklus									220,49
Rata-Rata Waktu Siklus									55,12
Operator Racik Drum Brake									
Sub Grup	Mendorong trolley A/S A ke antrian trolley (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	19,58	19,16	19,21	20,57	20,03	19,21	20,52	20,02	19,79
2	19,76	20,17	19,57	20,45	19,61	19,47	20,09	19,52	19,83
3	19,63	20,26	19,31	19,39	20,37	20,42	20,52	19,84	19,97
4	19,75	20,13	20,99	20,36	19,46	19,82	20	20,54	20,13
Total Waktu Siklus									79,72
Rata-Rata Waktu Siklus									19,93

Operator Racik <i>Drum Brake</i>									
Sub Grup	Menyambungkan trolley A/S A ke trolley A/S B (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	7,94	6,37	7,55	7,5	7,52	6,42	7,86	6,84	7,25
2	6,02	6,17	7,39	6,68	6,86	7,9	6,39	7,54	6,87
3	6,32	6,34	6,1	7,65	7,57	7,99	6,02	6,28	6,78
4	6,11	6,79	6,22	7,67	7,48	7,22	6,35	7,06	6,86
Total Waktu Siklus									27,77
Rata-Rata Waktu Siklus									6,94
Operator Racik <i>Teflon DC</i>									
Sub Grup	Mengambil orderlist pada papan orderlist ke trolley DC (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	9,91	9	10,38	9,78	10,57	10,24	10,64	9,83	10,04
2	10,63	9,5	9,35	9,89	9,21	9,02	9,35	9,1	9,51
3	10,89	9,76	10,08	10,33	10,35	10,46	10,78	9,44	10,26
4	9,69	10,15	10,76	9,37	10,03	9,52	9,33	9,57	9,80
Total Waktu Siklus									39,61
Rata-Rata Waktu Siklus									9,90
Operator Racik <i>Teflon DC</i>									
Sub Grup	Mengambil polybox kosong dari trolley A/S B (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	47,11	47,11	46,89	47,85	47,59	47,98	46,56	47,68	47,35
2	46,32	47,99	47	47,78	46,86	47,8	47,25	46,37	47,17
3	47,27	47,74	46,96	47,77	47,18	47,01	47,5	48	47,43
4	47,89	46,57	46,47	47,28	46,43	46,14	46,28	46,32	46,67
Total Waktu Siklus									188,62
Rata-Rata Waktu Siklus									47,15
Operator Racik <i>Teflon DC</i>									
Sub Grup	Mendorong trolley ke area DC (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	32,72	32,18	31,14	32,85	31,74	31,01	31,35	32,66	31,96
2	32,36	32,6	31,16	32,14	32,99	32,13	32,79	31,28	32,18
3	31,07	31,62	31,06	31,41	31,13	33	31,68	32,15	31,64
4	31,21	32,34	32,06	31	32,83	32,25	31,53	32,97	32,02
Total Waktu Siklus									127,80
Rata-Rata Waktu Siklus									31,95
Operator Racik <i>Teflon DC</i>									
Sub Grup	Meletakkan polybox kosong pada palet (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	51,56	52,99	51,7	52,85	51,79	51,37	51,71	52,95	52,12
2	52,37	51,11	51,42	51,1	51,36	51,64	51,07	52,77	51,61
3	51,3	51,44	52,94	52,95	51,3	52,79	51,16	51,34	51,90
4	52,46	52,26	52,14	51,1	51,17	52,02	52,21	51,79	51,89
Total Waktu Siklus									207,52
Rata-Rata Waktu Siklus									51,88
Operator Racik <i>Teflon DC</i>									
Sub Grup	Mendorong trolley ke area brake (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	8,98	8,02	8,8	8,6	8,73	8,55	8,28	8,28	8,53
2	8,13	8,31	8,72	7,85	8,41	8,73	7,54	7,68	8,17
3	7,21	7,16	8,38	8,23	8,44	8,5	7	7,1	7,75
4	7,81	8,1	8,48	8,91	8,44	8,15	7,17	7,34	8,05
Total Waktu Siklus									32,50
Rata-Rata Waktu Siklus									8,13

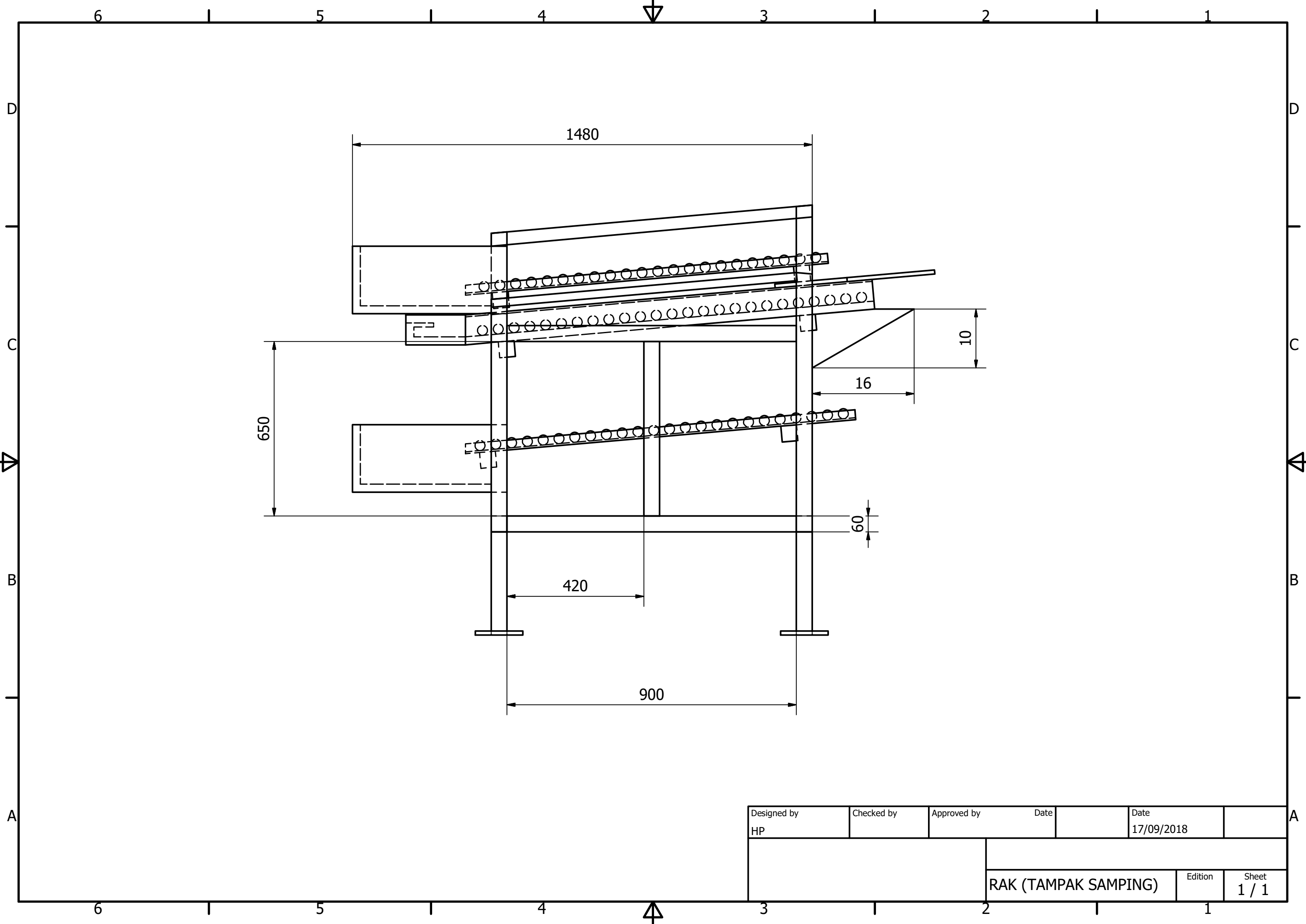
Operator Racik <i>Teflon</i> DC									
Sub Grup	Meletakan brake ke teflon (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	41,47	42,51	41,34	42,83	41,52	42,5	42,16	41,36	41,96
2	41,08	41,27	42,01	42,46	41,16	42,9	41,47	43	41,92
3	41,29	41,42	41,71	41,8	42,28	42,84	42,94	41,45	41,97
4	42,36	42,95	41,94	41,47	42,72	41,94	42,09	42,04	42,19
Total Waktu Siklus									168,04
Rata-Rata Waktu Siklus									42,01
Operator Racik <i>Teflon</i> DC									
Sub Grup	Mengatur urutan posisi teflon DC (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	23,41	23,02	23,9	22,42	23,27	22,82	22,06	22,12	22,88
2	22,37	22,35	22,39	23,9	22,88	22,6	22,2	23,41	22,76
3	22,51	22,85	23,25	23,3	23,73	23,25	22,98	23,7	23,20
4	22,62	23,01	22,74	22,05	22,79	22,79	23,78	23,37	22,89
Total Waktu Siklus									91,73
Rata-Rata Waktu Siklus									22,93
Operator Racik <i>Teflon</i> DC									
Sub Grup	Mendorong trolley DC ke area antrian trolley (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	22,8	21,89	22,86	22,48	21,93	22,9	21,37	21,13	22,17
2	22,62	22,06	22,12	22,3	22,45	21,65	21,46	21,88	22,07
3	22,73	21,31	21,23	22,14	22,37	21,41	22,7	21,5	21,92
4	21,14	21,86	21,47	21,2	21,34	22,47	22,61	22,03	21,77
Total Waktu Siklus									87,93
Rata-Rata Waktu Siklus									21,98
Operator Racik <i>Teflon</i> DC									
Sub Grup	Menyambungkan trolley DC ke trolley A/S dan trolley housing (Detik)								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	x_i
1	15,89	14,72	15	15,03	15,96	14,96	14,96	15,91	15,30
2	15,26	15,86	14,31	14,73	14,77	14,47	15,13	15,36	14,99
3	14,48	14,88	14,01	15,31	15,53	14,35	14,69	14,36	14,70
4	14,32	14,78	14,49	15,27	14,99	14,44	14,34	14,88	14,69
Total Waktu Siklus									59,68
Rata-Rata Waktu Siklus									14,92



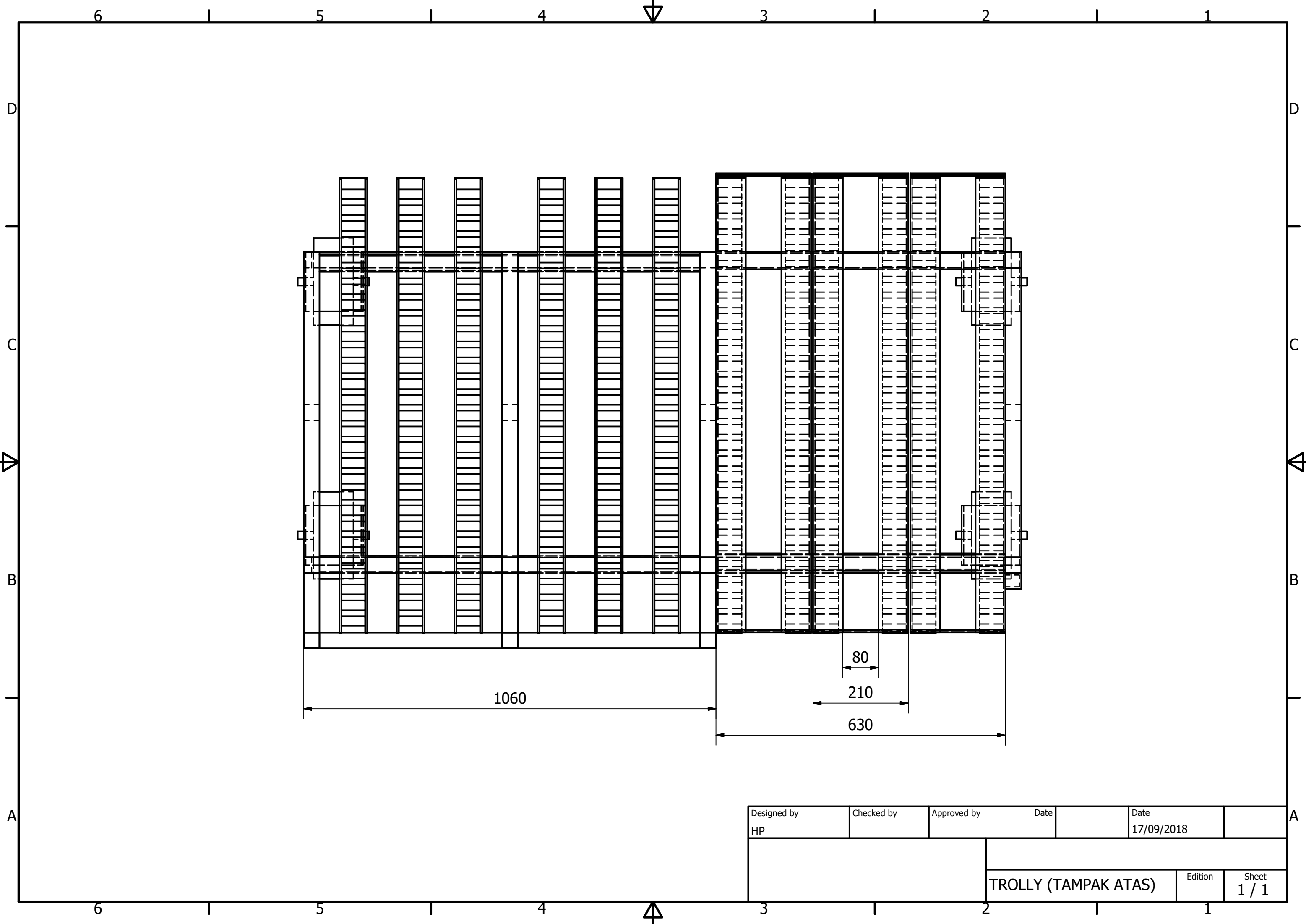
Designed by HP	Checked by	Approved by	Date		Date 17/09/2018	
			RAK (TAMPAK ATAS)			
			Edition		Sheet 1 / 1	



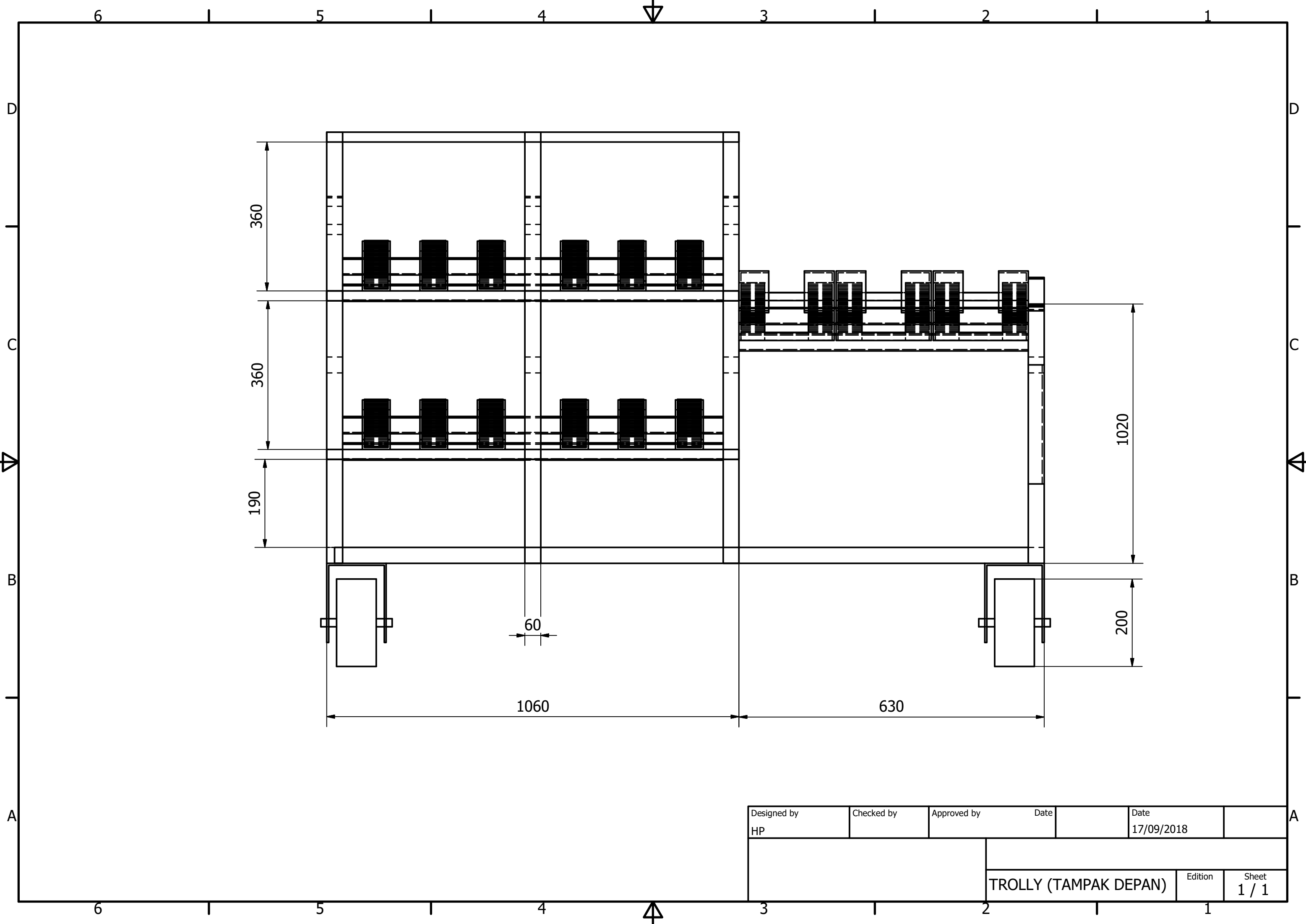
Designed by HP	Checked by	Approved by	Date 17/09/2018	
		RAK (TAMPAK DEPAN)		
		Edition	Sheet 1 / 1	



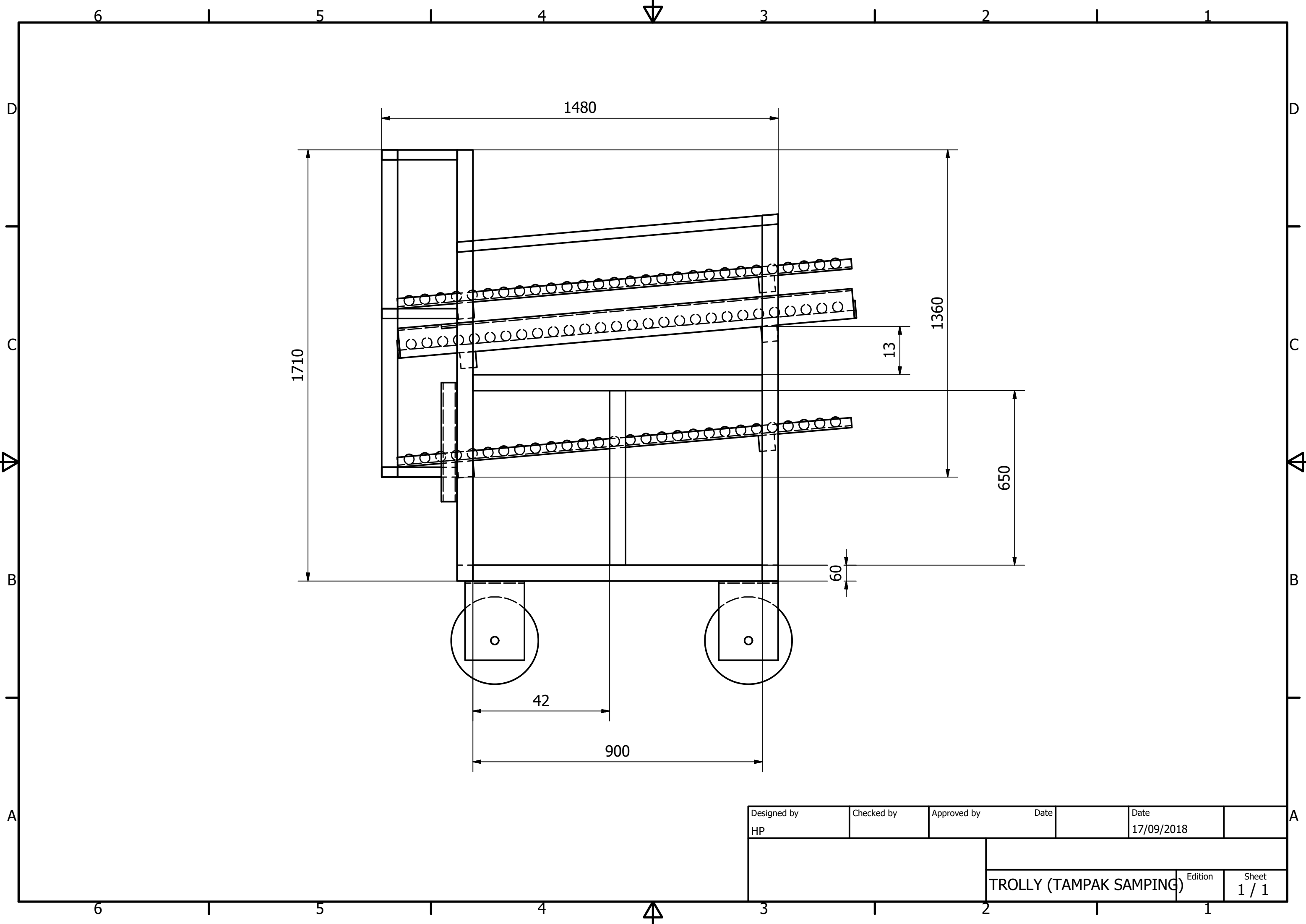
Designed by HP	Checked by	Approved by	Date	17/09/2018	
			RAK (TAMPAK SAMPIING)		
			Edition	Sheet 1 / 1	



Designed by HP	Checked by	Approved by	Date	17/09/2018	
			TROLLY (TAMPAK ATAS)		
			Edition	Sheet 1 / 1	



Designed by HP	Checked by	Approved by	Date	Date 17/09/2018	
			TROLLY (TAMPAK DEPAN)		
			Edition	Sheet 1 / 1	



Designed by HP	Checked by	Approved by	Date		Date 17/09/2018	
			TROLLY (TAMPAK SAMPIING)			
			Edition		Sheet 1 / 1	