

**MENGURANGI PEMBOROSAN PADA PROSES *SUB ASSY FRONT AXLE*
TIPE TD DENGAN MENGGUNAKAN METODE *VALUE STREAM*
MAPPING DI PT KRAMA YUDHA RATU MOTOR**

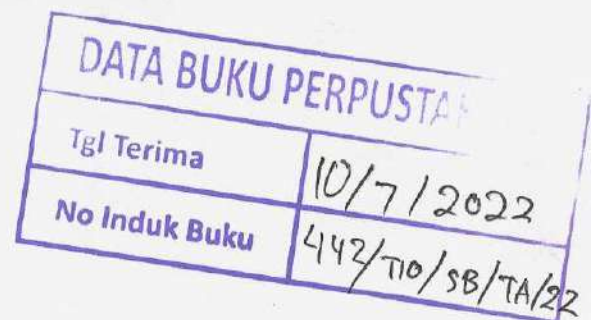
TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Penyelesaian Program
Studi Diploma IV Teknik Industri Otomotif
Pada Politeknik STMI Jakarta**

OLEH:

NAMA : INTAN AULIA RAHMAH

NIM : 1115046



**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
2019**

SUMBANGAN ALUMNI

**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTRIAN PERINDUSTRIAN**

TANDA PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGA AKHIR :

**MENGURANGI PEMBOROSAN PADA PROSES *SUB ASSY FRONT AXLE TYPE TD*
DENGAN MENGGUNAKAN *METODE VALUE STREAM MAPPING* DI PT KRAMA
YUDHA RATU MOTOR**

DISUSUN OLEH :

NAMA : INTAN AULIA RAHMAH

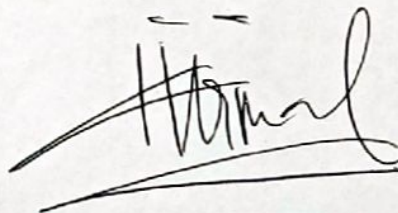
NIM : 1115046

PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diajukan dan
Dipertahankan dalam Ujian Tugas Akhir
Politeknik STMI Jakarta**

Jakarta, 12 Agustus 2019

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Irma', with a long horizontal stroke underneath.

Irma Agustiningsih Imdam, S.ST., M.T

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL TUGAS AKHIR:

"MENGURANGI PEMBOROSAN PADA PROSES *SUB ASSY FRONT AXLE TIPE TD* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *VALUE STREAM MAPPING* DI PT KRAMA YUDHA RATU MOTOR"

DISUSUN OLEH :

NAMA : INTAN AULIA RAHMAH

NIM : 1115046

PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF (TIO)

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada hari Rabu tanggal 11 September 2019

Jakarta, 11 September 2019

Penguji 1,



Taswir Syahfoeddin, S.MI., M.Si.
NIP: 195412261989031001

Penguji 2,



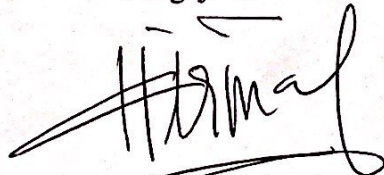
Dr. Ir. Drs. Hasan Sudrajat, M.M., M.H.
NIP: 19580409197903002

Penguji 3,



Ir. Suriadi A. Salam, M.Com.
NIP: 195810251985031006

Penguji 4,



Irma Agastiningsih Imdam, S.ST, M.T
NIP: 197208012003122002



LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama

NIM

Judul TA

INTAN AULIA RAHMAH















1115046

MENGURANGI PEMBOROSAN PADA PROSES SUB ASSY FRONT AXLE TYPE TD DENGAN MENGGUNAKAN METODE VALUE STREAM MAPPING DI PT KRAMA YUHA RATU MOTOR.

Pembimbing

Asisten Pembimbing

IRMA AGUSTININGSIH IMDAM, S.ST., M.T.

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
11-07-2019	Bab I	Revisi Bab I	
15-07-2019	Bab I	Revisi Bab I	
17-07-2019	Bab I	Revisi Bab I	
18-07-2019	Bab I + II	ACC Bab I + Revisi Bab II	
19-07-2019	Bab II	Revisi Bab II	
22-07-2019	Bab II	ACC Bab II	
23-07-2019	Bab III	Revisi Bab III	
25-07-2019	Bab III	Revisi Bab III	
26-07-2019	Bab III + IV	ACC Bab III + Revisi Bab IV	
29-07-2019	Bab IV	Revisi Bab IV	
31-07-2019	Bab IV + V	ACC Bab IV + Revisi Bab V	
01-08-2019	Bab V	Revisi Bab V	
08-08-2019	Bab V + VI	ACC Bab V + Revisi Bab VI	
10-08-2019	Bab I - VI	ACC	

Mengetahui,
Ka Prodi

Teknik Industri Otomotif

g/n

Muhammad Agus, S.T., M.T.

NIP : 197000029.200212.001

Pembimbing

Irma Agustiningsih Imdam, S.ST., M.T.

NIP : 197208012003122002



SAI GLOBAL

CERTIFICATION SERVICES Pty.Ltd Registration ISO 9001 : 2008 No. Reg QEC 264727

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : INTAN AULIA RAHMAH

NIM : 1115046

Berstatus sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Industri Otomotif Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI, dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang telah saya buat dengan judul **"MENGURANGI PEMBOROSAN PADA PROSES SUB ASSY FRONT AXLE TYPE TD DENGAN MENGGUNAKAN METODE VALUE STREAM MAPPING DI PT KRAMA YUDHA RATU MOTOR"**.

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, asistensi dengan dosen pembimbing, serta buku-buku maupun jurnal-jurnal ilmiah yang menjadi bahan acuan yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan hasil duplikasi karya tulis yang sudah diduplikasikan atau yang pernah dipakai sebelumnya untuk mendapat gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya dan dicantumkan pada referensi karya Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan karya tulis hasil terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan di atas, maka saya bersedia menerima sanksi atas apa yang telah saya lakukan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jakarta, 12 Agustus 2019

Yang Membuat Pernyataan



(Intan Aulia Rahmah)

ABSTRAK

PT Krama Yudha Ratu Motor adalah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang industri otomotif dalam proses perakitan bermacam-macam kendaraan niaga dan komponen. Produk yang dirakit salah satunya ialah *front axle* pada mobil truk tipe TD. PT Krama Yudha Ratu Motor mengalami banyak kendala akibat proses produksi yang tidak berlangsung lancar, salah satunya pada proses produksi *Sub Assy Front Axle*. Terjadi pemborosan *transportation*, *overproduction*, *inventory*, *defect*, *waiting*, *motion* dan *overprocess* masing-masing sebesar 25,47%, 21,03%, 20,72%, 16,14%, 9,05%, 5,65%, dan 1,94% pada proses produksi *Sub Assy Front Axle*. Hal tersebut menyebabkan perpindahan *part* antar proses terhambat sehingga memperpanjang *lead time* produksi. Metode yang digunakan untuk mengatasi masalah yang terjadi adalah *Value Stream Mapping* (VSM). Metode ini dilengkapi *tool Waste Assessment Model* (WAM) untuk identifikasi pemborosan dan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) sebagai *mapping tool* dalam menganalisis pemborosan. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh rencana perbaikan guna mengurangi pemborosan, yaitu mengurangi waktu proses elemen kerja yang tidak memberi nilai tambah namun diperlukan dengan cara mengubah penggunaan *dolly* menjadi *trolley*. Hal ini bertujuan agar lebih efisien dalam waktu proses lebih cepat, gerakan pengambilan, penempatan *trolley* lebih fleksibel dan Muatan *trolley* lebih banyak dibandingkan *dolly* sehingga mengurangi waktu proses. Waktu yang dihasilkan pada elemen kerja mengambil *drum brake* dari *dolly* mengalami penurunan dari sebelumnya 13,59 menjadi 11,76 detik/unit. Selain itu penggunaan *conveyor* bertujuan untuk mempercepat pemindahan *part* dari proses *Assy Front Hub* menuju *Assy Drum*. Penggunaan *conveyor* akan mengurangi waktu transportasi antara SK 4 dan SK 5 sehingga tidak terjadi stagnasi dan akan mempercepat *Production Lead Time*. Waktu transportasi sebelum perbaikan sebesar 11,13 detik/unit sedangkan waktu transportasi sesudah perbaikan sebesar 2,15 unit/detik. Selain itu dengan penggunaan *conveyer*, pada SK 5 akan mengurangi waktu proses elemen kerja ke-1 dari sebelumnya 10,54 menjadi 6,98 detik/unit. *Conveyor* yang akan digunakan berukuran 2 m x 0,74 m dipasang diantara SK 4 dan 5 sehingga proses berlangsung lancar. Perbaikan tersebut menghasilkan peningkatan *Process Cycle Efficiency* sebesar 1,32% dan penurunan *lead time* produksi sebesar 14,37 detik.

Kata kunci: *Value Stream Mapping*, *Waste Assessment Model*, *Value Stream Analysis Tools*, *Process Cycle Efficiency*, *Sub Assy front axle*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua serta kakak dan keponakan tersayang yang senantiasa selalu mendoakan, memberikan motivasi dan dukungan baik dari segi moril maupun materil untuk kemudahan dan kelancaran dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Penyusunan laporan Tugas Akhir ini merupakan pemenuhan salah satu persyaratan akademis untuk menyelesaikan Program Studi Diploma IV di Politeknik STMI Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, Program Studi Teknik Industri Otomotif (TIO). Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

- Bapak Dr. Mustofa, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Dr. Ridzky Kramanandita, S.Kom, M.T. selaku Pembantu Direktur 1 Bidang Akademik Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Muhamad Agus, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Otomotif yang telah memberikan dedikasinya mengurus mahasiswa/i Teknik Industri Otomotif.
- Ibu Irma Agustiningsih Imdam, S.ST, MT. selaku dosen wali serta dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing, memberikan motivasi, meluangkan waktu dan memberikan masukan kepada penulis dalam proses penyusunan Tugas Akhir serta selalu menjadi inspirasi penulis dalam hal positif.
- Bapak Arief dan Bapak Harry Supriyanto selaku pembimbing di PT Krama Yudha Ratu Motor yang telah memberikan bimbingan, masukan dan arahan.
- Bapak Arlinton selaku *Asistent Foreman* yang telah membantu penyusun dalam melakukan penelitian di bagian *sub assy front axle* di PT Krama Yudha Ratu Motor.

- Seluruh karyawan di PT Krama Yudha Ratu Motor khususnya bagian *sub assy front axle* yang telah memberikan banyak informasi yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian ini.
- Adik tingkat terbaik yaitu Evie Erliana, Fella, Lesti, Dita yang telah membantu, memberi semangat dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
- Teman-teman tersayang yaitu Ayu Dwi Amelia, Monica Puji Nawangsih, dan Amelia Puspa Yanti yang selalu menyemangati, mendoakan dan mendukung dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
- Teman-teman terdekat yaitu Bkti Suratnaningsih, Intan Zaenun, dan Claudia Natasya yang selalu memberi dukungan tak henti-hentinya.
- Teman-teman seperjuangan khususnya TIO 2 dan teman yang bersama-sama melakukan bimbingan TA dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu per satu.

Demikianlah penulis berharap semoga Allah membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Laporan Tugas Akhir ini kiranya dapat memberikan manfaat bagi para pembacanya. Aamiin.

Jakarta, Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Judul	
Lembar Persetujuan Dosen Pembimbing	
Lembar Pengesahan	
Lembar Penyusunan Bimbingan Tugas Akhir	
Lembar Pernyataan Keaslian	
Abstrak	
Kata Pengantar	i
Daftar Isi.....	iii
Daftar Tabel	v
Daftar Gambar.....	vii
Daftar Lampiran	viii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
 BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 <i>Lean Manufacturing</i>	7
2.2 <i>Value Added Assesment (VAA)</i>	9
2.3 Pemborosan (<i>Waste</i>).....	11
2.4 <i>Value Stream Mapping (VSM)</i>	13
2.5 <i>Waste Assessment Model (WAM)</i>	27
2.6 <i>Lead Time</i>	32
2.7 Proses Sampling	33
2.8 Perhitungan Waktu Kerja.....	35
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Jenis dan Sumber Data	41

	3.2 Metode Pengumpulan Data	41
	3.3 Teknik Analisis	42
BAB IV	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
	4.1 Pengumpulan Data	48
	4.2 Pengolahan Data.....	80
BAB V	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
	5.1 Analisis Waktu Standar	123
	5.2 Analisis Aktivitas <i>Value Added</i> dan <i>Non Value Added</i>	123
	5.3 Analisis <i>Production Lead Time</i>	133
	5.4 Analisis <i>Process Cycle Efficiency</i> (PCE)	134
	5.5 Analisis Pemborosan	134
	5.6 Analisis Hasil <i>Process Activity Mapping</i> (PAM).....	138
	5.7 Rencana Perbaikan	138
	5.8 Analisis Perbandingan Kondisi Sebelum dan Sesudah Perbaikan	145
	5.9 Merancang <i>Future State Map</i>	155
BAB VI	PENUTUP	
	6.1 Kesimpulan.....	156
	6.2 Saran.....	156
	Daftar Pustaka	ix
	Lampiran	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Simbol-Simbol <i>Value Stream Mapping</i>	15
Tabel 2.2 Lambang-lambang Pelengkap <i>Value Stream Mapping</i>	16
Tabel 2.3 <i>Value Stream Mapping Tools</i>	27
Tabel 2.4 Daftar Pertanyaan dan Bobot WRM	28
Tabel 2.5 Konversi Rentang Skor Keterkaitan Antar <i>Waste</i>	29
Tabel 2.6 <i>Performance Ratings</i> dengan Sistem <i>Westing House</i>	38
Tabel 2.7 Faktor Kelonggaran (<i>Allowance</i>)	39
Tabel 4.1 Waktu Kerja	53
Tabel 4.2 Rincian Jadwal Kerja	54
Tabel 4.3 Jenis Produk	54
Tabel 4.4 Mesin dan Peralatan Produksi	60
Tabel 4.5 Elemen Kerja Produksi <i>Front Axle</i>	61
Tabel 4.6 Data Waktu Siklus <i>Sub Assy Front Axle</i> Produk Tipe TV.....	66
Tabel 4.7 <i>Rating Factor Operator</i>	73
Tabel 4.8 Faktor Kelonggaran (<i>Allowance</i>).....	75
Tabel 4.9 Rencana Produksi Komponen <i>Front Axle</i> Juli 2019.....	75
Tabel 4.10 Data Waktu Transportasi	76
Tabel 4.11 Rekapitulasi Jumlah Mesin dan Operator	77
Tabel 4.12 Data WIP Produksi	78
Tabel 4.13 Item Pertanyaan Kuesione WRM	78
Tabel 4.14 Waktu Siklus Rata-rata Produk Tipe TV	80
Tabel 4.15 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus Rata-rata Seluruh Elemen Kerja Produk Tipe TV dan TL	81
Tabel 4.16 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku Seluruh Elemen Kerja Tiap Stasiun Kerja Produk Tipe TV dan TL	87
Tabel 4.17 Total Waktu Baku Masing-masing Stasiun Kerja Proses <i>Sub Assy Front Axle</i>	94
Tabel 4.18 Identifikasi <i>Family</i> Produk Berdasarkan Waktu Proses	95
Tabel 4.29 Identifikasi <i>Family</i> Produk Berdasarkan Permintaan Konsumen	95

Tabel 4.20 <i>Lead Time</i> Transportasi SK 4-5 dan SK 7-8	97
Tabel 4.21 <i>Lead Time</i> Transportasi.....	97
Tabel 4.22 Indikator <i>Current State Map</i>	100
Tabel 4.23 Klasifikasi VA, NNVA dan NVA.....	100
Tabel 4.24 Hasil Konversi WRM	106
Tabel 4.25 <i>Waste Relationship Matrix</i> (WRM)	107
Tabel 4.26 <i>Waste Matrix Value</i> (WMV)	108
Tabel 4.27 Hasil Pengelompokkan dan Perhitungan Jenis Pertanyaan	108
Tabel 4.28 Hasil Pembobotan WAQ berdasarkan hasil WRM.....	109
Tabel 4.29 Hasil Pembobotan WAQ berdasarkan Ni	111
Tabel 4.30 Hasil Pembobotan WAQ berdasarkan <i>Weight Answer</i>	113
Tabel 4.31 Hasil Rekapitulasi Perhitungan WAQ	115
Tabel 4.32 Hasil Pembobotan VALSAT	116
Tabel 4.33 <i>Process Activity Mapping</i> (PAM)	117
Tabel 4.34 Perhitungan dan Presentase <i>Process Activity Mapping</i> (PAM).....	122
Tabel 5.1 Analisis Aktivitas <i>Value Added</i> dan <i>Non Value Added</i>	124
Tabel 5.2 Jumlah Aktivitas Produksi <i>Sub Assy Front Axle</i>	138
Tabel 5.3 Perubahan Waktu Baku Sesudah Perbaikan <i>Trolley</i>	140
Tabel 5.4 Perubahan Waktu Baku Sesudah Perbaikan <i>Conveyer</i>	144
Tabel 5.5 <i>Lead Time Proses</i> Sesudah Perbaikan	145
Tabel 5.6 <i>Lead Time</i> Transportasi Sesudah Perbaikan	146
Tabel 5.7 PAM Sesudah Perbaikan.....	148
Tabel 5.8 Perhitungan dan Presentase PAM Sesudah Perbaikan.....	154

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Value Added Assessment</i>	11
Gambar 2.2 Contoh <i>Value Stream Map</i>	21
Gambar 2.3 Proses Sebelum dan Sesudah Penerapan <i>Continuous Flow</i>	22
Gambar 2.4 Contoh WRM	29
Gambar 2.5 Contoh WMV	30
Gambar 3.1 Kerangka Pemecah Permasalahan.....	47
Gambar 4.1 <i>Layout</i> Perusahaan.....	51
Gambar 4.2 Struktur Organisasi PT Krama Yudha Ratu Motor.....	52
Gambar 4.3 Struktur Organisasi Bagian <i>Sub Assy Front Axle</i>	53
Gambar 4.4 <i>Front Axle</i>	55
Gambar 4.5 <i>Material Flow Chart Front Axle</i>	59
Gambar 4.6 <i>Current State Mapping Sub Assy Front Axle</i>	105
Gambar 5.1 <i>Trolley</i>	139
Gambar 5.2 Area Penggunaan <i>Trolley</i>	139
Gambar 5.3 Area Penggunaan <i>Conveyer 1</i>	141
Gambar 5.4 Rancangan Perbaikan Penggunaan <i>Conveyer 1</i>	141
Gambar 5.5 Area Penggunaan <i>Conveyer 2</i>	143
Gambar 5.6 Rancangan Perbaikan Penggunaan <i>Conveyer 2</i>	143
Gambar 5.7 <i>Future State Mapping Sub Assy Front Axle</i>	156

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A** : Waktu Siklus
- Lampiran B** : Waktu Siklus Rata-rata
- Lampiran C** : Kuesioner
- Lampiran D** : Gambar *Dolly* sebelum perbaikan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

PT Krama Yudha Ratu Motor adalah salah satu dari perusahaan yang termasuk kedalam Krama Yudha Mitsubishi Group (KYMG). PT Krama Yudha Ratu Motor merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang industri otomotif dalam proses perakitan bermacam-macam kendaraan niaga dan komponen. Salah satunya ialah perakitan komponen *Front Axle* pada mobil truk tipe TD (*Colt Diesel*). Aliran proses produksi *sub assy front axle* yang dianggap masih belum optimal sehingga masih sering terjadi pemborosan. Pasar otomotif terus mengalami perkembangan dari tahun ke tahun. Perkembangan pasar otomotif tidaklah lepas dari adanya permintaan konsumen yang semakin meningkat dengan variasi yang semakin beragam, khususnya untuk kendaraan niaga. Tingkat permintaan mobil truk tipe TD (*Colt Diesel*) yang tinggi maka secara tidak langsung kebutuhan akan komponen *Front Axle* akan tinggi. Dalam memenuhi permintaan konsumen maka diperlukan waktu penyelesaian produksi yang optimal. Untuk itu perusahaan dapat mengurangi berbagai pemborosan (*waste*) yang terjadi pada proses perakitan komponen dengan cara memperbaiki aliran proses produksi pada bagian *sub assy front axle*.

Pemborosan yang masih sering terjadi diantaranya waktu transportasi, waktu tunggu antar proses yang cukup lama, dan aktivitas gerakan yang tidak memiliki nilai tambah namun diperlukan pada proses perakitan. Pemborosan waktu transportasi yang dimaksud adalah penggunaan alat angkut yang kurang efisien dalam proses perpindahan material yaitu menggunakan *dolly* sehingga menyebabkan waktu transportasi lama. Kemudian pemborosan lainnya adalah waktu tunggu antar proses yang terjadi pada SK 4 dan SK 7 masing-masing yaitu sebesar 6 unit dan 3 unit. Selain itu Pemborosan gerakan yang dimaksud adalah pemborosan gerakan dalam mengambil *part drum brake* dari *dolly* yang kurang efisien. Pemborosan tersebut menyebabkan lamanya *lead time* produksi.

Permasalahan-permasalahan tersebut membuat proses produksi menjadi terganggu, sehingga membuat *lead time* proses produksi *sub assy front axle* yang seharusnya 14 menit/unit tetapi pada kenyataannya menjadi sebesar 16 menit/unit. *Lead time* yang lama berakibat pada target produksi yang dihasilkan. Untuk itu perlu dilakukan perbaikan untuk mengurangi pemborosan-pemborosan yang terjadi pada proses produksi *sub assy front axle*.

Perbaikan yang dilakukan dengan mengidentifikasi penyebab pemborosan yang terjadi pada proses produksi *sub assy front axle*. Upaya tersebut dilakukan dengan menggunakan metode *Value Stream Mapping* (VSM) untuk melihat permasalahan pada lini produksi secara keseluruhan. Selain itu, *tools* yang digunakan untuk mencari pemborosan yang terjadi dengan menggunakan indikator *Waste Assesment Model* (WAM), terdiri dari *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assesment Questionnaire* (WAQ) selanjutnya menentukan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) yang akan digunakan. Hal itu dilakukan untuk mengidentifikasi pemborosan yang lebih valid/sesuai dengan kondisi lapangan. Selain itu efisiensi proses juga dapat ditentukan dengan menggunakan penilaian *Process Cycle Efficiency* (PCE). Setelah itu diperoleh perbaikan dan terlihat gambaran proses produksi yang lebih efisien, dengan menghasilkan *lead time* yang lebih cepat pada produksi *Sub Assy Front Axle*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka terdapat perumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini, yaitu:

1. Pemborosan apa yang paling banyak terjadi pada proses produksi *Sub Assy Front Axle* sebelum perbaikan?
2. Berapa nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) dan *Lead Time* pada proses produksi *Sub Assy Front Axle* sebelum perbaikan?
3. Bagaimana cara mengatasi terjadinya pemborosan pada proses produksi *Sub Assy Front Axle* menggunakan *Value Stream Analysis Tool* (VALSAT)?
4. Berapa peningkatan nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) dan penurunan *Lead Time* sesudah perbaikan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi pemborosan yang paling banyak terjadi pada proses produksi *Sub Assy Front Axle*.
2. Menentukan nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) dan *Lead Time* proses produksi *Sub Assy Front Axle* sebelum perbaikan.
3. Menghasilkan rencana perbaikan untuk mengatasi pemborosan pada proses produksi *Sub Assy Front Axle* menggunakan *Values Stream Analysis Tool* (VALSAT).
4. Menghasilkan peningkatan nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) dan penurunan *Lead Time* pada proses produksi *Sub Assy Front Axle* sesudah perbaikan.

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah digunakan agar penelitian dilakukan lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Beberapa hal yang menjadi batasan dalam cakupan penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan di PT Krama Yudha Ratu Motor yang berlokasi di Jalan Raya Bekasi Km 21-22, Rawa Terate, Cakung.
2. Penelitian dilakukan pada bagian *Sub Assy Front Axle*.
3. Data pengamatan yang digunakan adalah data yang tercatat pada saat penelitian yang dilakukan Mei sampai Juli 2019.
4. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Value Stream Mapping*, untuk mengetahui tingkat efisiensi produksi yang dapat dihasilkan perusahaan dan jenis pemborosan yang ada di perusahaan.
5. Pengambilan data primer dilakukan dengan mengamati secara langsung waktu siklus dari pengerjaan proses produksi *Sub Assy Front Axle* dan melakukan wawancara dengan pihak terkait.

6. Penentuan kelonggaran (*Allowance*) didasarkan pada pekerjaan yang dilakukan dan kondisi lingkungan kerjanya serta hasil diskusi dengan pihak terkait.
7. Penentuan faktor penyesuaian (*Rating Factor*) pada operator menggunakan *westing house system ranking* dan didasarkan pada pengamatan di lapangan serta hasil diskusi dengan pihak terkait.
8. Perbaikan difokuskan pada hasil identifikasi pemborosan produksi yang paling dominan.
9. Pemborosan yang akan di ambil hanya pemborosan transportasi dan *motion* sesuai dengan kebijakan perusahaan.
10. Penelitian tidak mencakup perhitungan ongkos dan biaya yang terkait produksi maupun perbaikan.

1.5 Manfaat Penelitian

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

1. Bagi Perusahaan

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai saran dalam pengambilan kebijakan perusahaan, untuk mengurangi pemborosan yang terjadi di proses produksi dalam upaya meningkatkan produktivitas proses *sub assy front axle*.

2. Bagi Penulis

- a. Penelitian ini dapat memberikan pengalaman dalam mengumpulkan dan menganalisis data serta memberikan kesempatan untuk dapat mengaplikasikan ilmu dan teori yang sudah didapat selama masa perkuliahan di Politeknik STMI Jakarta ke dalam dunia industri.
- b. Mendapatkan kesempatan untuk merasakan dunia kerja secara langsung selama penelitian.
- c. Dapat memiliki relasi yang luas terhadap karyawan dan operator di PT Krama Yudha Ratu Motor.

3. Bagi Pihak Lain

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi, sebagai tambahan ilmu, bahan pertimbangan serta perbandingan bagi penelitian selanjutnya secara lebih mendalam.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari 6 (enam) bab dengan perincian sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

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

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisi mengenai dasar-dasar teori yang menjadikan acuan dan yang berhubungan dengan inti permasalahan dan tujuan penelitian, seperti teori tentang definisi *lean manufacturing*, konsep *value stream mapping*, *waste*, *value stream analysis tools* (VALSAT), *lead time*, pengukuran waktu kerja yang menjadi acuan dalam pengambilan data waktu dan cara perhitungan waktu standar.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi langkah-langkah sistematis yang ditempuh untuk memecahkan masalah mulai dari menemukan masalah, pengumpulan data, pemetaan proses produksi dengan membuat *current state map*, menghitung nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE), menentukan pemborosan dengan *Waste Assesment Model* (WAM), menyelesaikan pemborosan dengan *value stream analysis tools* (VALSAT), dan membuat *future state map*.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisi data-data yang diperoleh dari wawancara dan pengamatan langsung meliputi profil perusahaan, jenis produk, proses produksi, pengukuran waktu siklus, dan jumlah produksi. Selanjutnya,

dilakukan pengolahan data dengan melakukan perhitungan rata-rata waktu siklus rata-rata, waktu standar, *Process Cycle Efficiency* (PCE), pembuatan *current state map*, dan menentukan pemborosan dengan metode *Waste Assesment Model* (WAM).

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang analisis pemborosan yang terjadi menggunakan *value stream analysis tools* (VALSAT), analisis hasil perhitungan *Process Cycle Efficiency* (PCE) sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan, analisis hasil perhitungan *Lead Time* sebelum dan sesudah perbaikan, serta usulan perbaikan dengan hasil pembuatan *future state map*.

BAB VI : PENUTUP

Dalam bab ini diuraikan kesimpulan yaitu hasil yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan berdasarkan pengolahan dan analisis masalah. Serta saran yang membangun sebagai perbaikan bagi perusahaan dimasa yang akan datang.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. *Lean Manufacturing*

Menurut Liker (2004), *Lean manufacturing* adalah filosofi manajemen proses yang berasal dari *Toyota Production System* (TPS), yang terkenal menitik beratkan pada peniadaan *seven waste* dengan tujuan peningkatan kepuasan konsumen secara keseluruhan. Karakteristik dari *lean* meliputi struktur lantai produksi yang aktif melakukan pemecahan masalah dengan penerapan *kaizen* dan *continous improvement*, serta pelaksanaan *lean manufacturing* melalui tingkat persediaan yang rendah, manajemen kualitas yang mengutamakan tindakan *preventive* (pencegahan) dibandingkan tindakan *corrective* (perbaikan), penggunaan pekerja yang sedikit, ukuran *lot* yang kecil serta penerapan konsep *Just-In-Time* (JIT), *one piece flow*, *jidoka* dan *heijunka*. Menurut Agung dan Imdam (2014), *Lean Manufacturing* merupakan pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan/*waste* melalui perbaikan berkesinambungan dengan aliran produk berdasarkan kehendak konsumen (*pull system*) dalam mengejar kesempurnaan.

2.1.1. Konsep *Lean Manufacturing*

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*). Menurut Agung dan Imdam (2014), *Lean* adalah suatu upaya yang dilakukan secara terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk barang atau jasa agar memberikan nilai tambah kepada pelanggan (*customer value*).

Jadi, *lean* dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value adding activities*) melalui peningkatan terus-menerus secara radikal (*radical continuous improvement*). Dengan cara mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi

menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan.

Tujuan *lean* adalah meningkatkan terus-menerus *customer value* melalui peningkatan terus menerus rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the value to waste ratio*) (Gaspersz, 2007). *Lean* pada awalnya merupakan terminologi yang digunakan untuk mendeskripsikan pendekatan yang dilakukan di industri otomotif Jepang yaitu Toyota untuk membedakannya dengan pendekatan produksi massal yang ada di Barat. Fokus utamanya adalah efisiensi tanpa mengurangi efektivitas proses. Pendekatan *lean* yang diterapkan di pabrik Toyota kemudian disimpulkan oleh Womack dan Jones dalam bukunya "*Lean Thinking*" menjadi lima prinsip berikut (Pujawan, 2005):

1. Identifikasi apa yang memberikan nilai dan apa yang tidak dilihat dari sudut pandang pelanggan dan bukan dari perspektif organisasi, fungsi dan departemen.
2. Identifikasi langkah-langkah yang dilakukan untuk merancang, memesan, dan memproduksi produk disepanjang aliran proses nilai tambah untuk memadai adanya pemborosan.
3. Buat kegiatan yang memberikan nilai tambah mengalir tanpa gangguan, berbalik atau menunggu.
4. Buatlah hanya yang diminta oleh pelanggan.
5. Berupaya untuk sempurna secara *continue* mengurangi pemborosan.

Dalam teori tentang *lean manufacture* aktivitas-aktivitas yang terjadi pada proses produksi dibagi menjadi tiga yaitu (Hines dan Taylor, 2000):

1. *Value Added* (VA) adalah aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa yang memberikan nilai tambah dimata konsumen. Contohnya adalah pemeriksaan bahan baku, merakit *part* untuk menjadi komponen gabungan.
2. *Non Value Added* (NVA) adalah aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa tidak memberikan nilai tambah dimata konsumen. Aktivitas inilah yang disebut *waste* yang harus dijadikan target untuk segera dihilangkan. Contoh dari aktivitas ini adalah waktu menunggu, mencari material dan sebagainya.

3. *Necessary Non Value Added* (NNVA) adalah aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa yang tidak memberikan nilai tambah dimata konsumen tetapi diperlukan kecuali apabila sudah ada perubahan pada proses yang ada. Aktivitas ini biasanya sulit untuk dihilangkan dalam waktu singkat. Contoh dari aktivitas ini adalah pemindahan bahan baku dan pengangkutan bahan baku ke rantai produksi.

2.2. Value Added Assesment (VAA)

Value Added Assesment (VAA) merupakan prinsip penting dalam sebuah proses. Teknik yang digunakan pada VAA cukup sederhana dan sangat efektif. VAA digunakan untuk menganalisis setiap aktivitas dalam suatu proses bisnis untuk menentukan kontribusi aktivitas tersebut untuk menemukan ekspektasi konsumen. Tujuan dari VAA adalah memastikan bahwa biaya nilai dari produk akhir melebihi dari akumulasi biaya. Setiap langkah proses mengandung biaya secara keseluruhan, contohnya adalah biaya pekerja, material, penyimpanan dan transportasi. Setiap biaya proses yang keluar harus dibayar. Hal tersebut akan tercatat sebagai nilai, terlepas dari nilai sesungguhnya (*real value*). Tetapi, target organisasi seharusnya memastikan setiap aktivitas berkontribusi terhadap nilai tambah sesungguhnya (*real value added*). Secara ideal, *real value added* harus sama dengan atau lebih dari biaya aktual yang dikeluarkan (Harrington, 1991).

Aktivitas produksi yaitu mengubah bahan baku menjadi produk setengah jadi atau produk jadi adalah kegiatan yang memberikan nilai tambah. Nilai tambah tersebut harus dikaitkan dengan perspektif pelanggan. Perubahan bahan baku menjadi produk jadi adalah sesuatu yang mempunyai nilai bagi pelanggan karena produk tersebut mempunyai fungsi atau bisa dimanfaatkan oleh pelanggan.

Kegiatan memindahkan bahan tidak memberikan nilai tambah namun sering kali tidak bisa dihilangkan kecuali dengan melakukan perombakan dramatis pada tata letak fasilitas produksi. Kedua kegiatan ini tidak memberikan nilai tambah namun sering kali dilakukan. Pada lingkungan manufaktur atau logistik yang dominan adalah aktivitas fisik, sedangkan aktivitas *non-value*

added biasanya tidak dominan. rasio ketiga jenis aktivitas di atas adalah (Hines dan Taylor, 2000):

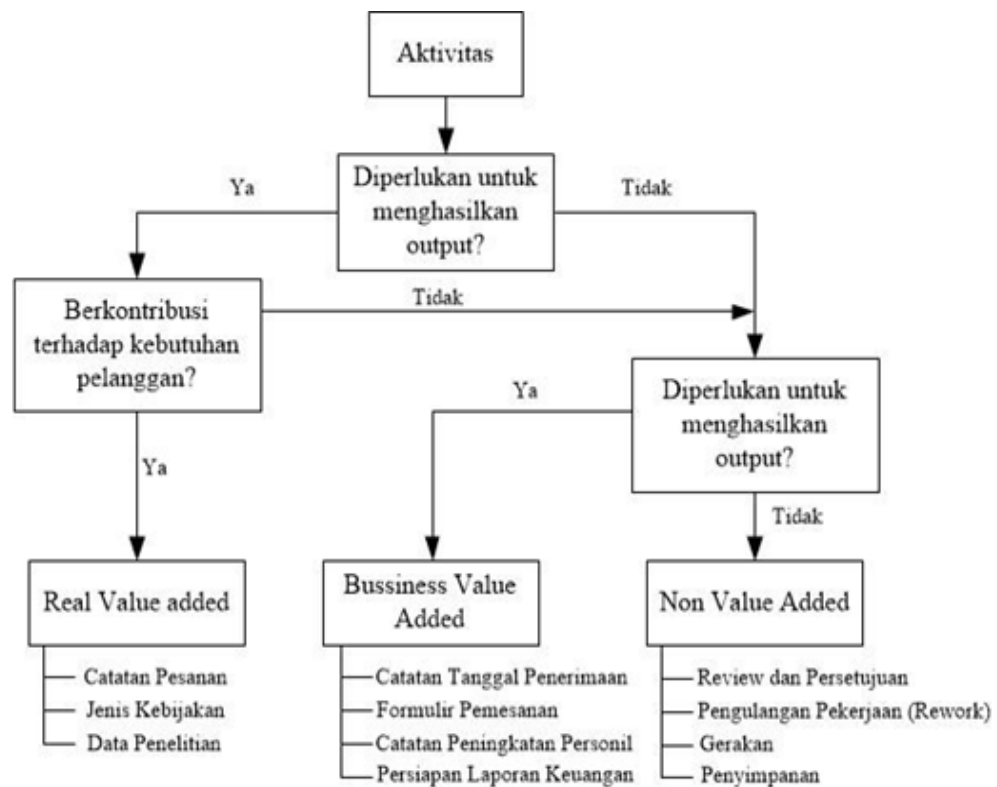
1. 5% aktivitas yang memberikan nilai tambah.
2. 60% aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (dan mungkin bisa dikurangi).
3. 35% aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah.

Harrington (1991) menjelaskan bahwa terdapat tiga jenis aktivitas *Value Added*, yaitu *Real Value Added* (RVA), *Business Value Added* (BVA), dan *Non Value Added* (NVA).

1. Aktivitas RVA merupakan aktivitas yang jika dilihat dari pandangan konsumen, dibutuhkan untuk menyediakan *output* produk yang diekspektasikan oleh konsumen.
2. Aktivitas BVA merupakan aktivitas yang dibutuhkan pada bisnis, tetapi tidak menambah nilai dari sudut pandang konsumen.
3. Aktivitas NVA merupakan aktivitas yang tidak berkontribusi untuk memenuhi kebutuhan konsumen dan harus dieliminasi tanpa mengurangi fungsional produk ataupun pelayanan. Terdapat dua jenis aktivitas NVA menurut Harrington (1991), yaitu:

- a. Aktivitas yang ada karena proses didesain tidak memadai atau proses tidak berfungsi sesuai dengan apa yang sudah didesain. Aktivitas ini adalah berjalan, menunggu, menyiapkan sesuatu untuk melakukan aktivitas, menyimpan, dan melakukan pekerjaan berlebihan. Aktivitas tersebut mungkin tidak dibutuhkan untuk menghasilkan *output* produk tetapi terjadi karena desain proses yang buruk. Kegiatan seperti itu sering disebut sebagai bagian dari biaya kualitas yang buruk.
- b. Aktivitas yang tidak dibutuhkan oleh konsumen atau proses dan aktivitas yang harus dieliminasi tanpa mempengaruhi *output* ke konsumen.

Harrington (1991) menjelaskan bahwa untuk melakukan eliminasi aktivitas perlu dilakukan VAA dengan cara mengategorikan menjadi tiga jenis aktivitas. Contoh VAA dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Value Added Assessment*
(Sumber: Harrington, 1991)

2.3. Pemborosan (Waste)

Menurut Agung dan Imdam (2014), “Pemborosan atau *waste* merupakan segala aktivitas pemakaian sumber daya yang tidak memberikan nilai tambah pada produk. Pada dasarnya semua *waste* yang terjadi berhubungan erat dengan dimensi waktu”. Hines dan Taylor (2000) berpendapat bahwa *waste* berarti *non-value-adding activities* dalam sudut pandang pelanggan.

Toyota telah mengidentifikasi tujuh jenis aktivitas utama yang tidak memiliki nilai tambah dalam bisnis atau proses manufaktur. Seiring berjalannya waktu, pemikiran mulai berkembang dan menghasilkan delapan pemborosan (Liker, 2004), yaitu:

1. Produksi berlebih (*overproduction*).

Memproduksi barang-barang yang belum dipesan, akan menimbulkan pemborosan seperti kelebihan tenaga kerja dan kelebihan tempat

penyimpanan dan biaya transportasi yang meningkat karena adanya persediaan berlebih.

2. Waktu Menunggu (*Waiting*)

Para pekerja hanya mengamati mesin otomatis yang sedang berjalan atau berdiri menunggu tahap selanjutnya dari proses, menunggu alat, pasokan, komponen, dan lain sebagainya, atau menganggur saja karena kehabisan material, keterlambatan proses, kerusakan mesin, dan *bottleneck* (sumbatan) kapasitas.

3. Transportasi atau pengangkutan yang tidak perlu.

Membawa barang dalam proses (WIP) dalam jarak yang jauh, menciptakan angkutan yang tidak efisien, atau memindahkan material, komponen atau barang jadi ke dalam atau ke luar gudang atau antar proses.

4. Memproses secara berlebih atau memproses secara keliru.

Melakukan langkah yang tidak perlu untuk memproses komponen. Melaksanakan pemrosesan yang tidak efisien karena alat dan rancangan produk yang buruk, menyebabkan gerakan yang tidak perlu dan menghasilkan barang cacat. Pemborosan terjadi ketika membuat produk yang memiliki kualitas lebih tinggi daripada yang diperlukan.

5. Persediaan berlebih.

Kelebihan material, barang dalam proses, atau barang jadi menyebabkan *lead time* yang panjang, barang kadaluarsa, barang rusak, peningkatan biaya pengangkutan dan penyimpanan, dan keterlambatan. Persediaan berlebih juga menyembunyikan masalah seperti ketidakseimbangan produksi, keterlambatan pengiriman dari pemasok, produk cacat, mesin rusak, dan waktu *set up* yang panjang.

6. Gerakan yang tidak perlu.

Setiap gerakan yang dilakukan karyawan selama melakukan pekerjaan mereka yang bukan gerakan yang memberi nilai tambah pada komponen, seperti meraih, mencari, menumpuk komponen, alat, dan lain-lain. Selain itu, berjalan juga merupakan pemborosan.

7. Produk cacat.

Produksi komponen yang cacat atau yang memerlukan perbaikan. Perbaikan atau pengerjaan ulang, barang rongsokan, memproduksi barang pengganti, dan inspeksi penanganan, waktu dan upaya yang sia-sia.

8. Kreativitas karyawan yang tidak dimanfaatkan.

Hilangnya waktu, ide, keterampilan, peningkatan, dan kesempatan belajar karena tidak melibatkan atau mendengarkan karyawan.

Taiichi Ohno menganggap pemborosan yang paling mendasar adalah produksi berlebih karena hal tersebut menyebabkan pemborosan yang lain. Memproduksi lebih awal atau lebih banyak daripada yang diinginkan pelanggan dalam operasi manapun pada proses manufaktur akhirnya akan menyebabkan bertumpuknya persediaan di salah satu proses hilir. Material hanya diam menunggu untuk diproses oleh operasi selanjutnya. Menurut Ohno, alasan utama mengapa tujuh pemborosan pertama sangat penting adalah karena dampaknya terhadap pemborosan kedelapan. Produksi, persediaan, dan hal lain yang berlebih menyembunyikan masalah dan para karyawan tidak dipaksa untuk berpikir.

Mengurangi pemborosan akan mengungkapkan masalah dan memaksa para karyawan untuk menggunakan kreativitas mereka untuk memecahkan masalah. Hal tersebut seharusnya menjadi bagian dari strategi jangka panjang untuk mengembangkan *value stream* yang *lean*. Salah satu alat yang berguna untuk memandu perbaikan yang didasarkan pada rencana yang telah dipikirkan matang-matang adalah pemetaan *value stream* atau *Value Stream Mapping* (VSM) dan apa yang disebut Toyota sebagai diagram aliran material dan informasi atau *Material and Information Flow Diagram* (MIFD).

2.4. *Value Stream Mapping* (VSM)

Menurut Rother dan Shook (1998), *Value Stream Mapping* atau VSM adalah suatu metode pemetaan aliran produksi dan aliran informasi untuk memproduksi satu produk atau satu *family* produk, yang tidak hanya pada masing-masing area kerja, tetapi pada tingkat total produksi serta mengidentifikasi kegiatan yang termasuk *value added* dan *non value added*.

Value Stream Mapping merupakan alat yang diadopsi dari proses produksi Toyota, yang mampu mereduksi pemborosan (*waste*) yang terjadi dalam perusahaan, sehingga akan diperoleh proses yang lebih efisien. Dengan proses yang efisien tersebut (*lean process*) maka diperoleh *lead time* yang lebih pendek. *Waste* itu sendiri adalah suatu aktivitas yang menambah biaya akan tetapi tidak menambah nilai sebagaimana yang dirasakan oleh konsumen atau pelanggan akhir (Hines dan Rich, 1997)

Tujuan pemetaan ini adalah untuk mengidentifikasi seluruh jenis pemborosan di sepanjang *value stream* dan untuk mengambil langkah dalam upaya mengeliminasi pemborosan tersebut. Mengambil langkah ditinjau dari segi *value stream* berarti bekerja dalam satu lingkup gambar yang besar (bukan proses-proses individual), dan memperbaiki keseluruhan. Hal ini memunculkan suatu bahasa yang umum digunakan dalam proses produksi, dengan demikian akan mampu memfasilitasi keputusan yang lebih matang dalam memperbaiki *value stream*. *Value stream mapping* dapat menyajikan suatu titik balik yang optimal bagi setiap perusahaan yang ingin menjadi *lean*.

2.4.1. Keuntungan Value Stream Mapping

Rother dan Shook (2003), menyimpulkan keuntungan yang diperoleh dengan penerapan konsep VSM yaitu:


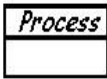
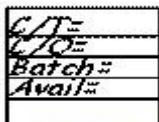
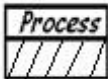
1. Untuk membantu perusahaan memvisualisasikan lebih dari sekedar proses tunggal, misalnya proses perakitan dan juga pengelasan dalam produksi. Dengan demikian, akan terlihat jelas seluruh aliran.
2. Pemetaan membantu perusahaan tidak hanya melihat pemborosan yang ada tetapi juga sumber penyebab pemborosan yang terdapat dalam *value stream*.
3. *Value stream* menggabungkan antara konsep *lean* dan teknik yang dapat membantu perusahaan untuk menghindari pemilihan teknik dan konsep yang salah.
4. Sebagai rencana dari implementasi. Dengan membantu perusahaan merancang bagaimana keseluruhan aliran yang *door to door*, diharapkan konsep *lean* ini dapat mengoperasikan bagian yang hilang dalam upaya

merampungkan suatu *value stream map* menjadi *blueprint* dalam mengimplementasikan proses yang *lean*.

2.4.2. Simbol *Value Stream Mapping*

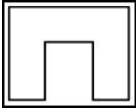


Pembuatan VSM suatu proses produksi menggunakan simbol-simbol yang mewakili kondisi rantai produksi. Simbol-simbol yang digunakan saat melakukan *mapping* dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Simbol-simbol *Value Stream Mapping*

No.	Nama	Simbol	Keterangan
1	<i>Customer /Supplier</i>	 Customer/Supplier	Merepresentasikan <i>supplier</i> bila diletakkan di kiri atas, yakni sebagai titik awal yang umum digunakan dalam penggambaran aliran material. Sementara gambar akan merepresentasikan <i>customer</i> bila ditempatkan di kanan atas, biasanya sebagai titik akhir aliran material.
2	<i>Dedicated Process</i>	 Dedicated Process	Menyatakan proses, operasi, mesin atau departemen yang melalui aliran material. Secara khusus, untuk menghindari pemetaan setiap langkah proses yang tidak diinginkan, maka simbol ini biasanya merepresentasikan satu departemen dengan aliran internal yang kontinyu.
3	<i>Data Box</i>	 Data Box	Simbol ini memiliki lambang-lambang di dalamnya yang menyatakan informasi/data yang dibutuhkan untuk menganalisis dan mengamati sistem.
4	<i>Shared Process</i>		Menyatakan proses operasi, departemen atau stasiun kerja dengan famili-famili yang saling berbagi dalam <i>value stream</i> . Perkiraan jumlah operator yang dibutuhkan dalam <i>value stream</i> dipetakan, bukan sejumlah operator yang dibutuhkan untuk memproduksi seluruh produk.

Lanjut...

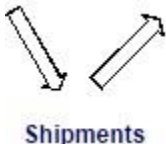
Tabel 2.1 Simbol-Simbol *Value Stream Mapping* (Lanjutan)

No.	Nama	Simbol	Keterangan
5	<i>Work Cell</i>		Mengindikasikan banyak proses yang terintegrasi dalam sel-sel kerja manufaktur, seperti sel-sel yang biasa memproses famili terbatas dari produk yang sama atau produk tunggal. Produk berpindah dari satu langkah proses ke langkah proses lain dalam berbagai <i>batch</i> yang kecil atau bagian-baian tunggal.
6	<i>Inventory</i>		Menunjukkan keberadaan suatu <i>inventory</i> diantara dua proses ketika memetakan <i>current state</i> , jumlah <i>inventory</i> . Simbol ini juga dapat digunakan untuk merepresentasikan penyimpanan bagi <i>raw material</i> dan <i>finished goods</i> .
7	Operator		Simbol ini merepresentasikan operator. Simbol ini menunjukkan jumlah operator yang dibutuhkan untuk melakukan suatu proses.

(Sumber: Rother dan Shook, 2003)


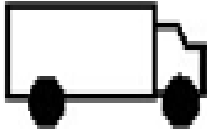
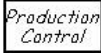
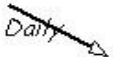

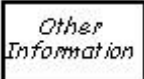

Value stream map mencakup aliran material dan aliran informasi yang ditunjukkan dengan lambang *push arrow*. Lambang tersebut digunakan dalam penggambaran *shipments* dan *lead time bar* dari bahan mentah hingga produk jadi (*finished good*) yang berada di *shipping-end* untuk dikirim ke konsumen (Rother dan Shook, 2003). Selain itu, penggambaran VSM dilengkapi dengan lambang-lambang yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Lambang-Lambang Pelengkap *Value Stream Mapping*

No	Nama	Lambang	Keteranga
1	<i>Shipments</i>		Merepresentasikan pergerakan <i>raw material</i> dari <i>supplier</i> hingga menuju gudang penyimpanan akhir di pabrik atau pergerakan dari produk akhir di gudang penyimpanan pabrik hingga sampai ke konsumen.

Lanjut...

Tabel 2.2 Lambang-Lambang Pelengkap *Value Stream Mapping* (Lanjutan)

No	Nama	Lambang	Keterangan
2	<i>Push Arrow</i>	 Push Arrow	Merepresentasikan pergerakan material dari suatu proses menuju proses berikutnya. Mendorong (<i>push</i>) memiliki arti bahwa proses dapat memproduksi sesuatu tanpa memandang kebutuhan cepat dari proses yang bersifat <i>downstream</i> .
3	<i>External Shipments</i>		Lambang ini berarti pengiriman yang dilakukan dari <i>supplier</i> ke konsumen dengan menggunakan pengangkutan eksternal (di luar pabrik).
4	<i>Production Control</i>	 Production Control	Merepresentasikan penjadwalan produksi utama atau departemen pengontrolan, orang atau operasi.
5	<i>Manual Information</i>	 Manual Information	Gambar anak panah yang lurus dan tipis menunjukkan aliran informasi umum yang bisa diperoleh melalui catatan, laporan ataupun percakapan. Jumlah dan jenis catatan lain bisa jadi relevan.
6	<i>Electronic Information</i>	 Electronic Info	Merepresentasikan aliran elektronik, seperti melalui <i>Electronic Data Interchange</i> (EDI), internet, LAN (<i>Local Area Network</i>), WAN (<i>Wide Area Network</i>). Melalui anak panah ini, maka dapat diindikasikan jumlah informasi atau data yang dipertukarkan, jenis media yang digunakan seperti <i>fax</i> atau telepon dan juga jenis data yang dipertukarkan itu sendiri.
7	<i>Other Stuff</i>		Menyatakan informasi atau hal lain yang penting.
8	<i>Timeline</i>	 Timeline	Menunjukkan waktu yang memberikan nilai tambah (<i>cycle time</i>) dan waktu yang tidak memberikan nilai tambah (waktu menunggu). Lambang ini digunakan untuk menghitung <i>lead time</i> dan <i>total cycle time</i> .

(Sumber: Rother and Shook 2003)

Dalam VSM diperlukan indeks pengukuran yang bertujuan untuk mengetahui besarnya performansi dari proses produksi yang diamati. Indeks pengukuran atau indikator performansi dari VSM yaitu (Gaspersz, 2007):

1. *Process Cycle Efficiency (PCE)*

Process Cycle Efficiency merupakan tingkat keefisienan dari seluruh proses produksi. PCE menggunakan rumus:

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

- a. *Value added time* adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan yang akan menambah nilai produk bagi pelanggan atau dianggap penting bagi pelanggan.
- b. *Total lead time* adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan keseluruhan proses dari awal sampai akhir.

2. *Value Rate (Ratio)*

Value Rate merupakan presentase dari keseluruhan kegiatan yang *value added*.

Pembuatan VSM dilakukan dengan melakukan dua langkah utama, yaitu (Gaspersz, 2007):

a. *Current State Mapping*

Pembuatan *current state map* bertujuan untuk memetakan kondisi di lantai pabrik saat ini sehingga dapat mengidentifikasi pemborosan yang terjadi.

b. *Future State Mapping*

Pembuatan *future state map* bertujuan untuk memberikan usulan rancangan perbaikan dari *current state mapping*.

2.4.3. *Current State Map*

Tahapan pembuatan *current state map* adalah sebagai berikut (Rother dan Shook, 2003):

1. Penentuan *Family Product* Yang Akan Dijadikan Sebagai *Model Line*

Tahap ini merupakan tahap awal dalam menggambar *current state map*. Setelah mengetahui konsep yang benar tentang *lean*, maka pada tahap ini perlu ditentukan produk yang akan dijadikan *model line* sebagai target

perbaikannya. Tujuan pemilihan *model line* adalah agar penggambaran sistem fokus pada satu produk saja yang bisa dianggap sebagai acuan dan representasi dari sistem produksi yang ada. Mengidentifikasi suatu *family product* dapat dilakukan baik menggunakan produk dan matriks proses untuk mengklarifikasikan langkah proses yang sama untuk produk yang berbeda. Untuk menentukan *family product* mana yang akan dipetakan, tergantung keputusan perusahaan yang dapat ditentukan dari pandangan bisnis seperti tingkat penjualan atau menurut fokus perusahaan.

2. Identifikasi famili produk

Identifikasi famili produk merupakan kumpulan produk yang memiliki proses yang sama pada setiap langkah produksinya. Produk yang dalam proses pembuatannya memiliki banyak persamaan dalam jumlah mesin, jumlah operator, kesamaan aliran proses, waktu proses, dan rata-rata permintaan konsumen, disebut satu famili produk. Tujuan dari pemilihan famili produk adalah agar penggambaran sistem dapat terfokus pada satu produk atau famili produk. Proses identifikasi famili produk dapat dilakukan dengan membuat matriks produk dan proses-proses yang dilewatinya. Hal ini akan memudahkan proses identifikasi dengan memvisualisasikannya.

3. Penentuan *Value Stream Manager*

Dalam memetakan *value stream* agar nantinya dapat dibuat suatu usulan perancangan, diperlukan seorang *value stream manager*. *Value stream manager* yaitu orang yang paham mengenai proses keseluruhan dalam *value stream* suatu produk sehingga dapat membantu dalam memberikan saran bagi perbaikan *value stream* produk tersebut. Sehingga biasanya orang hanya bertanggungjawab pada apa yang menjadi bagiannya (pada areanya saja) tanpa perlu mengetahui proses secara keseluruhan menurut sudut pandang *value stream*.

4. Pembuatan Peta Untuk Setiap Kategori Proses (*Door-To-Door Flow*) di Sepanjang *Value Stream*

Keadaan sebenarnya di lapangan diperoleh saat penggambar berjalan di sepanjang *value stream* dari proses produksi yang actual dan melakukan pengamatan mendetail untuk setiap kategori proses.

Untuk setiap proses, maka seluruh informasi kritis termasuk *lead time*, *cycle time*, *changeover time*, *uptime*, *Every Part Every* (EPE) atau ukuran *batch* produksi, jumlah operator dan waktu kerja (sudah dikurangi dengan waktu istirahat), *level inventory*, dan lain-lain perlu didokumentasikan. Informasi tersebut selanjutnya akan dimasukkan ke dalam data *box*. Untuk setiap pembuatan data *box*, maka ukuran-ukuran yang diperlukan adalah (Rother dan Shook, 2003):

a. *Cycle Time* (C/T)

Cycle Time (C/T) merupakan salah satu ukuran penting yang dibutuhkan dalam kegiatan *lean* selain *Value Added Time* (VA) dan *lead time* (L/T). *Cycle time* menyatakan waktu yang dibutuhkan oleh satu operator untuk menyelesaikan seluruh elemen atau kegiatan kerja dalam membuat satu part sebelum mengulangi kegiatan untuk membuat *part* berikutnya. VA menyatakan waktu keseluruhan elemen kerja yang biasa mentransformasikan suatu produk dalam cara yang rela dibayar oleh konsumen. *Lead Time* (L/T) menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk seluruh proses atau dalam satu *value stream*, mulai dari awal hingga akhir proses. Umumnya dinyatakan sebagai berikut: $VA < C/T < L/T$.

b. *Changeover Timer* (C/O)

Changeover Timer merupakan waktu yang dibutuhkan untuk merubah posisi (*switch*) dari memproduksi satu jenis produk menjadi produk yang lainnya. C/O menyatakan waktu untuk memindahkan dari posisi kiri menjadi posisi kanan dalam pembuatan satu produk simetris.

c. *Uptime*

Uptime merupakan kapasitas mesin yang digunakan dalam mengerjakan satu proses. Kapasitas mesin bersifat *on demand machine uptime*, artinya informasi mesin ini tetap. Rumus untuk *uptime* adalah:

$$\% \text{ up time} = \frac{\text{Availability} - \text{Changeover}}{\text{Availability}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

d. Jumlah Operator

Jumlah Operator adalah jumlah orang yang dibutuhkan untuk satu proses.

e. Waktu Kerja Tersedia (*Availability*)

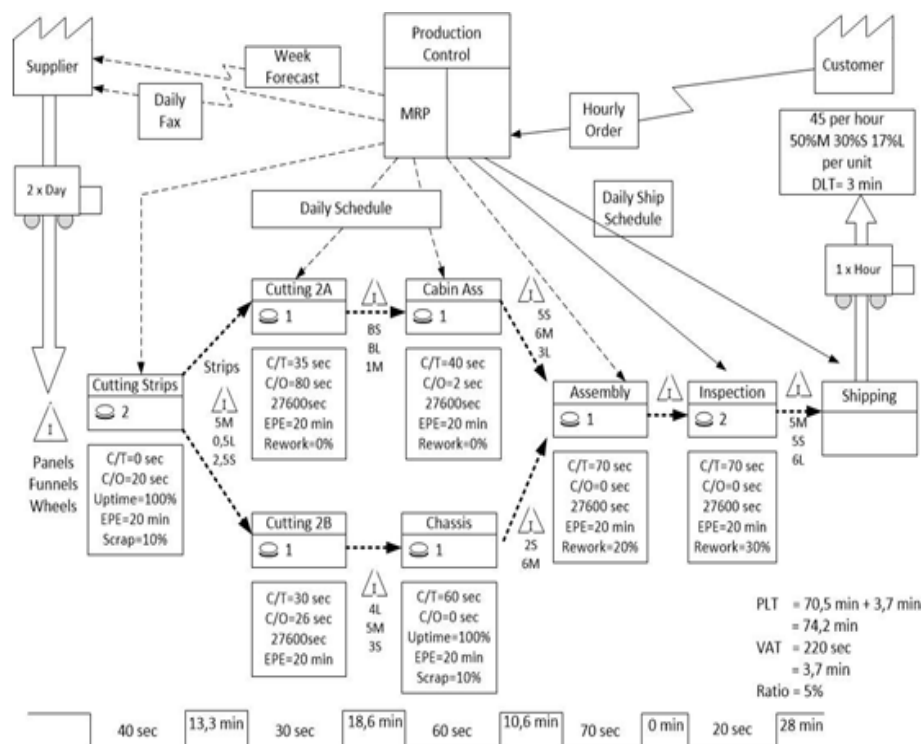
Waktu kerja tersedia adalah waktu yang dibutuhkan untuk tiap shift pada suatu proses sesudah dikurangi dengan waktu istirahat (*break*), waktu rapat (*meeting*), waktu membersihkan area kerja (*clean up times*), dan informasi *uptime* mesin.

g. *Work In Process* (WIP)

WIP merupakan barang setengah jadi yang masih memerlukan proses selanjutnya.

$$\text{Days of WIP} = \frac{\text{Total WIP Antar Proses}}{\text{Total Produk Yang Dikirim Perhari}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

4. Membuat Peta Aliran Keseluruhan Produksi Meliputi Aliran Material dan Informasi, Contoh hasil VSM produksi dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Contoh *Value Stream Map*
(Sumber: Gaspersz, 2007)

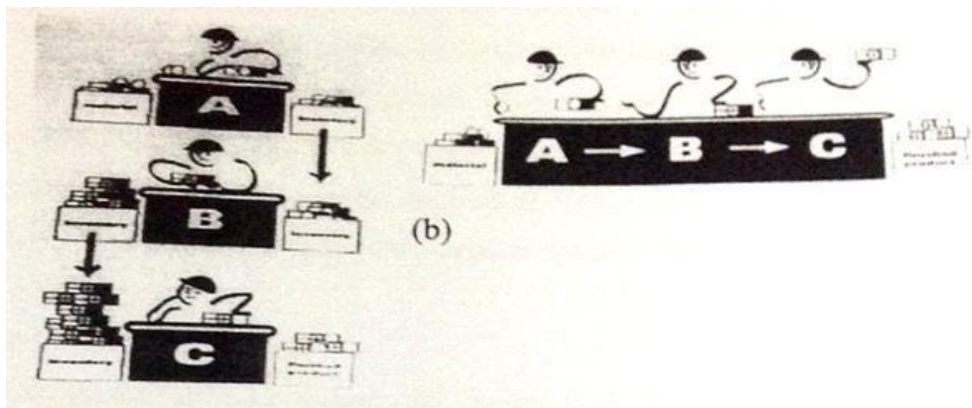
2.4.4. *Future State Map*

Setelah membuat *Current State Map*, maka langkah terakhir dalam *value stream mapping* adalah membuat suatu *future state map*. *Future state map* tidaklah lebih dari sekedar pengimplementasian rencana yang menjelaskan jenis

tool yang dibutuhkan dalam proses *lean* untuk mengeliminasi pemborosan dan pada proses *tool* tersebut diperlukan dalam *value stream* suatu produk. Pembuatan suatu *future state map* diawali dengan menjawab serangkaian pertanyaan terkait masalah yang menyebabkan perlu dibangunnya suatu *future state map*, dan juga implementasi teknis terkait penggunaan *tools* dalam proses *lean*. *Future State Map* ini diperoleh berdasarkan analisis dari *Current State Map* yang telah dibuat sebelumnya dan dengan menerapkan *tool* yang sesuai untuk digunakan. Petunjuk untuk pembuatan *Future State Map* adalah:

1. Mengembangkan Aliran yang Kontinu (*Continuous Flow*)

Continuous flow menunjukkan proses untuk memproduksi suatu produk dalam satu waktu, dimana setiap item dengan segera melewati satu proses ke proses berikutnya tanpa adanya stagnansi (juga tidak terdapat berbagai pemborosan) diantara proses tersebut. Dalam menggambarkan *future state*, setiap *process box* sebaiknya mendeskripsikan suatu area aliran. Jadi jika dalam suatu *future state* terdapat lebih banyak *continuous flow*, maka dua atau lebih *process box* yang terdapat dalam *current state* akan dikombinasikan menjadi satu *box* dalam *future state map*. Contoh stasiun kerja sebelum dan sesudah menerapkan *continuous flow* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Proses Sebelum dan Sesudah Penerapan *Continuous Flow*
(Sumber: Rother dan Shook, 1998)

2. Menggunakan *Supermarket* untuk Mengontrol Produksi Saat Aliran Kontinu (*Continuous Flow*) Tidak Sampai Tahap *Upstream*.

Beberapa area dalam *value stream* dimana *continuous flow* tidak mungkin diimplementasikan sementara pengelompokkan diperlukan. Beberapa alasan yang bisa menyebabkan hal ini menurut Rother dan Shook (2003), yaitu:

- a. Beberapa proses yang memang dirancang untuk beroperasi dalam waktu siklus yang sangat cepat atau bahkan sangat lambat dan butuh *changeover* untuk melayani *family product* sekaligus.
- b. Beberapa proses, seperti proses yang terdapat pada *supplier* memiliki letak yang jauh sehingga pengiriman satu produk dalam satu waktu menjadi tidak realistis.
- c. Beberapa proses memiliki terlalu banyak *lead time* atau sangat tidak masuk akal untuk menggabungkan secara langsung antara proses yang satu dengan yang lain dalam satu *continuous flow*.

Pengendalian produksi sering melalui supermarket berdasarkan *pull system*. *Pull system* biasanya perlu diletakkan di area dengan *continuous flow* yang terganggu serta proses yang sifatnya *upstream* masih harus diterapkan dalam satu ukuran *batch*. Tujuan meletakkan *pull system* diantara dua proses adalah sebagai sarana untuk memberikan instruksi produksi yang akurat terhadap proses yang sifatnya *upstream*, tanpa perlu mencoba memprediksi permintaan *downstream* dan menjadwalkan proses yang *upstream*. *Pull* merupakan metode pengendalian produksi antar aliran. Icon supermarket terbuka di sisi kiri, menghadap proses pengiriman yang dilakukan *supplier*. Ini dikarenakan supermarket merupakan bagian dari proses *supply* dan digunakan dalam proses penjadwalan (Rother dan Shook, 2003).

2.4.5. Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Value stream analysis tools (VALSAT) digunakan sebagai alat bantu untuk memetakan secara detail aliran nilai (*value stream*) yang berfokus pada *value adding process*. Detail *mapping* ini kemudian dapat digunakan untuk menemukan penyebab *waste* yang terjadi. Terdapat tujuh macam detail *mapping tools* yang paling umum digunakan, yaitu (Hines dan Rich, 1997):

1. *Process Activity Mapping* (PAM)

PAM adalah peta yang menggambarkan proses dimana masing-masing aktivitas diklasifikasikan menjadi lima jenis, yaitu operasi (O), transportasi (T), inspeksi (I), penyimpanan (S), dan menunggu (D). Beberapa atribut lain seperti waktu, jarak, dan jumlah orang yang terlibat di setiap aktivitas bisa ditambahkan dalam suatu PAM. Dengan mengetahui sumber daya dan waktu yang diperlukan di setiap aktivitas, dapat diidentifikasi dimana terjadinya pemborosan, *bottleneck*, dan sebagainya.

PAM akan memberikan gambaran aliran fisik dan informasi, waktu yang diperlukan untuk setiap aktivitas, jarak yang ditempuh dan tingkat persediaan produk dalam setiap tahap produksi. Kemudahan identifikasi aktivitas terjadi karena adanya penggolongan aktivitas menjadi lima jenis di atas. Operasi dan inspeksi adalah aktivitas yang bernilai nilai tambah. Sedangkan, transportasi dan penyimpanan adalah penting tetapi tidak bernilai tambah. Adapun menunggu adalah aktivitas yang dihindari sehingga merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah. Langkah-langkah sederhana dalam pembuatan PAM (Hines dan Rich, 1997), yaitu:

- a. Melakukan analisis awal untuk setiap proses yang ada.
- b. Mengidentifikasi *waste* yang ada.
- c. Mempertimbangkan proses yang dapat diubah agar urutan proses bisa lebih efisien.
- d. Mempertimbangkan pola aliran yang lebih baik.
- e. Mempertimbangkan segala sesuatu untuk setiap aliran proses yang benar-benar penting saja.

2. *Supply Chain Response Matrix* (SCRM)

SCRM merupakan grafik yang menggambarkan hubungan antara *inventory* dan *lead time* pada jalur distribusi, sehingga dapat diketahui adanya peningkatan atau penurunan tingkat persediaan pada waktu distribusi pada tiap area *supply chain*. Dari fungsi yang diberikan, selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan manajemen untuk menaksir kebutuhan persediaan apabila dikaitkan dengan pencapaian *lead time* yang

pendek. Tujuannya untuk memperbaiki dan mempertahankan tingkat pelayanan setiap jalur distribusi dengan biaya rendah.

3. *Production Variety Funnel (PVF)*

PVF merupakan teknik pemetaan *visual* dengan memetakan jumlah variasi produk pada tiap tahapan proses manufaktur. *Tool* ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi titik dimana sebuah produk generik diproses menjadi beberapa produk yang spesifik. Selain itu, *tool* ini juga dapat digunakan untuk menunjukkan area *bottleneck* pada desain proses untuk merencanakan perbaikan kebijakan *inventory*. PVF juga dapat digunakan untuk merencanakan perbaikan kebijakan *inventory* (apakah dalam bentuk bahan baku, produk setengah jadi atau produk jadi).

4. *Quality Filter Mapping (QFM)*

QFM merupakan *tool* yang digunakan untuk mengidentifikasi letak permasalahan cacat kualitas pada rantai suplai yang ada. Evaluasi hilangnya kualitas yang sering terjadi dilakukan untuk pengembangan jangka pendek. *Tool* ini mampu menggambarkan tiga tipe cacat kualitas yang berbeda, yaitu:

a. *Product defect*

Cacat fisik produk yang lolos ke pelanggan karena tidak berhasil diseleksi pada saat proses inspeksi.

b. *Scrap defect*

Scrap defect sering disebut juga sebagai *internal defect*. Cacat ini berada dalam internal perusahaan dan berhasil diseleksi ketika proses inspeksi.

c. *Service defect*

Permasalahan yang dirasakan pelanggan berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan. Hal yang paling utama berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan adalah ketidaktepatan waktu pengiriman (terlambat atau terlalu cepat). Selain itu, dapat disebabkan karena permasalahan dokumentasi, kesalahan proses packing maupun labeling, kesalahan jumlah (*quantity*), dan permasalahan faktur.

5. *Demand Amplification Mapping (DAM)*

DAM merupakan peta yang digunakan untuk memvisualisasikan perubahan permintaan di sepanjang rantai suplai. Peta ini menganut *low of industrial dynamics*, dimana permintaan yang ditransmisikan di sepanjang rantai suplai melalui rangkaian kebijakan *order* dan *inventory* akan mengalami variasi yang semakin meningkat. Peningkatan yang terjadi dalam setiap pergerakannya mulai dari *downstream* sampai dengan *upstream*. Informasi tersebut dapat digunakan dalam pengambilan keputusan untuk mengantisipasi adanya perubahan permintaan, mengelola fluktuasi, serta evaluasi kebijakan persediaan.

6. *Decision Point Analysis (DPA)*

DPA menunjukkan berbagai pilihan sistem produksi yang berbeda dengan *trade off* antara *lead time* masing-masing pilihan dengan tingkat persediaan yang diperlukan selama *process lead time*. DPA merupakan titik dalam *supply chain* dimana permintaan aktual memberikan kesempatan untuk *forecasting driven push*.

7. *Physical Structure (PS)*

PS merupakan sebuah *tool* yang digunakan untuk memahami kondisi rantai suplai di rantai produksi. Hal ini diperlukan untuk memahami kondisi industri, bagaimana operasinya, dan dalam mengarahkan perhatian pada area yang mungkin belum mendapatkan perhatian yang cukup untuk pengembangan. Menurut Hines dan Rich (1997), terdapat korelasi dan kegunaan dari tiap detail *mapping tool* terhadap tiap jenis *waste*.

Menurut Hines dan Rich (1997), terdapat korelasi dan kegunaan dari tiap *detail mapping tool* terhadap tiap jenis *waste*. Dalam perhitungan menggunakan *VSM tools*, faktor pengali sebagai berikut:

- Untuk H sebesar 9
- Untuk M sebesar 3
- Untuk L sebesar 1

Korelasi dan kegunaannya dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 *Value Stream Mapping Tools*

<i>Wastes/ Structure</i>	<i>Mapping Tools</i>						
	<i>Process Activity Mapping</i>	<i>Supply Chain Response Matrix</i>	<i>Production Variety Funnel</i>	<i>Quality Filter Mapping</i>	<i>Demand Amplification Mapping</i>	<i>Decision Point Analysis</i>	<i>Physical Structure (a) Volume (b) Value</i>
<i>Overproduction</i>	L	M		L	M	M	
<i>Time Waiting</i>	H	H	L		M	M	
<i>Transportation</i>	H						L
<i>Inappropriate Processing</i>	H		M	L		L	
<i>Unnecessary Inventory</i>	M	H	M		H	M	L
<i>Unnecessary Motion</i>	H	L					
<i>Product Defects</i>	L			H			
<i>Overall Structure</i>	L	L	M	L	H	M	H
Note: H = <i>High correlation and usefulness</i> M = <i>Medium correlation and usefulness</i> L = <i>Low correlation and usefulness</i>							

(Sumber: Hines dan Rich, 1997)

2.5. *Waste Assessment Model (WAM)*

WAM merupakan suatu model yang dikembangkan untuk menyederhanakan pencarian dari permasalahan *waste* dan mengidentifikasi untuk mengeliminasi *waste*. Model ini menyatakan hubungan antara tujuh pemborosan yaitu (Rawabdeh, 2005):

1. *Overproduction (O)*
2. *Processing (P)*
3. *Inventory (I)*
4. *Transportation (T)*
5. *Defects (D)*

6. *Waiting* (W)

7. *Motion* (M)

2.5.1. *Waste Relationship Matrix* (WRM)

WRM merupakan matriks yang digunakan untuk menganalisa kriteria pengukuran. Matriks ini memiliki dua sisi yaitu sisi baris dan kolom. Sisi baris menunjukkan efek suatu *waste* tertentu terhadap enam *waste* lainnya, sedangkan sisi kolom pada matriks menunjukkan *waste* yang dipengaruhi oleh *waste* lainnya. Diagonal dari matriks ditempatkan untuk menunjukkan nilai keterkaitan yang tertinggi, tiap jenis *waste* akan memiliki hubungan pokok dengan *waste* itu sendiri (Rawabdeh, 2005). Perhitungan keterkaitan antar *waste* dilakukan secara diskusi dan penyebaran kuesioner dengan menggunakan daftar pertanyaan dan kriteria pembobotan seperti pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Daftar Pertanyaan dan Bobot WRM

No	Pertanyaan	Jawaban	Bobot
1	Apakah <i>i</i> menghasilkan <i>j</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	4 2 0
2	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>i</i> dan <i>j</i>	a. Jika <i>i</i> naik, maka <i>j</i> naik b. Jika <i>i</i> naik, maka <i>j</i> tetap c. Tidak tergantung keadaan	2 1 0
3	Dampak terhadap <i>j</i> karena <i>i</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	4 2 0
4	Menghilangkan dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	2 1 0
5	Dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	1 1 1 2 2 2 4
6	Sebesar apa dampak <i>I</i> Terhadap <i>j</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	4 2 0

(Sumber: Rawabdeh, 2005)

Daftar pertanyaan pada Tabel 2.4 ditujukan untuk masing-masing hubungan *waste*, seperti hubungan O_I (hubungan *overproduction* dengan *inventory*), O_D (hubungan *overproduction* dengan *defect*), dan seterusnya. Perhitungan total bobot dilakukan terhadap nilai yang diperoleh dari enam pertanyaan tersebut. Nilai total tersebut kemudian dikonversi menjadi simbol (A, I, U, E, O, dan X) dengan mengacu pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Konversi Rentang Skor Keterkaitan Antar *Waste*

<i>Range</i>	<i>Type of Relationship</i>	<i>Symbol</i>
17-20	<i>Absolutely Necessary</i>	A
13-16	<i>Especially Important</i>	E
9-12	<i>Important</i>	I
5-8	<i>Ordinary Closeness</i>	O
1-4	<i>Unimportant</i>	U
0	<i>No Relation</i>	X

(Sumber: Rawabdeh, 2005)

Setelah nilai total bobot dikonversi menjadi simbol, maka hasilnya disusun pada WRM sesuai keterkaitan masing-masing *waste*. Contoh WRM dapat dilihat pada Gambar 2.4.

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A	A	O	O	I	X	E
I	I	A	I	I	I	X	X
D	I	I	A	I	E	X	I
M	X	O	E	A	X	I	A
T	U	O	I	U	A	X	I
P	I	U	I	I	X	A	I
W	O	A	O	X	X	X	A

Gambar 2.4 Contoh WRM

(Sumber: Rawabdeh, 2005)

Setelah WRM berisi simbol-simbol, maka dilakukan konversi tiap simbol ke dalam bentuk skor berupa presentase yang berfungsi untuk menyederhanakan matriks. Pemberian skor ini dilakukan dengan mengonversi nilai setiap simbol dengan ketentuan, yaitu nilai A=10, E=8, I=6, O=4, U=2, dan X=0. Hasil WRM yang berisi nilai merupakan *Waste Matrix Value* (WMV) yang dapat dilihat pada Gambar 2.5.

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Score	%
O	10	10	4	4	6	0	8	42	16.8
I	6	10	6	6	6	0	0	34	13.6
D	6	6	10	6	8	0	6	42	16.8
M	0	4	8	10	0	6	10	38	15.2
T	2	4	6	2	10	0	6	30	12
P	6	2	6	6	0	10	6	36	14.4
W	4	10	4	0	0	0	10	28	11.2
Score	34	46	44	34	30	16	46	250	100
%	13.6	18.4	17.6	13.6	12	6.4	18.4	100	

Based on A: 10, E: 8, I: 6, O: 4, U: 2, and X: 0

Gambar 2.5 Contoh WMV

(Sumber: Rawabdeh, 2005)

2.5.2. Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Menurut Rawabdeh (2005), *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) merupakan alat untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi pada lini produksi. Nilai *waste* yang dimaksud pada WAQ diperoleh dari WRM yang telah dilakukan sebelumnya dan digunakan untuk penilaian awal WAQ berdasarkan jenis pertanyaan. WAQ terdiri dari 68 pertanyaan yang berbeda. Beberapa pertanyaan digolongkan dengan tulisan “*From*” yang mengartikan pertanyaan tersebut menjelaskan jenis *waste* yang ada saat ini dapat memicu munculnya jenis *waste* lainnya berdasarkan WRM, sedangkan golongan “*To*” yang mengartikan pertanyaan tersebut menjelaskan tiap jenis *waste* yang ada saat ini bisa terjadi karena dipengaruhi jenis *waste* lainnya. Setiap pertanyaan memiliki tiga pilihan jawaban “Ya”, “Sedang”, atau “Tidak” dan dengan bobot masing-masing 1, 0,5, atau 0. Sedangkan untuk skor ketiga pilihan jawaban kuesioner dibagi menjadi dua kategori, yaitu (Rawabdeh, 2005):

1. Kategori pertama atau kategori A adalah jika jawaban “Ya” diindikasikan adanya pemborosan. Skor jawaban untuk kategori A adalah 1 jika “Ya”, 0,5 jika “Sedang”, dan 0 jika “Tidak”.
2. Kategori kedua atau kategori B adalah jika jawaban “Ya” diindikasikan tidak ada pemborosan yang terjadi. Skor jawaban untuk kategori B adalah 0 jika “Ya”, 0,5 jika “Sedang”, dan 1 jika “Tidak”.

Untuk memperoleh peringkat dari skor akhir *waste*, maka dilakukan perhitungan yang terdiri dari delapan langkah yang telah dikembangkan untuk menilai dan memeringkatkan *waste* yang ada. Pengukuran peringkat *waste* mengikuti delapan langkah seperti berikut (Rawabdeh, 2005):

1. Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner berdasarkan jenis pertanyaan.
2. Memberikan bobot untuk tiap pertanyaan kuesioner berdasarkan WRM.
3. Membagi tiap bobot dalam satu baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan (N_i).
4. Menghitung jumlah skor tiap kolom jenis *waste*, dan frekuensi (F_j) dari munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0.

$$S_j = \sum_{k=1}^k \frac{W_{j,k}}{N_i} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

S_j = Jumlah skor pemborosan tiap kolom

W_j = *Waste* tiap kolom

k = *Range* antara 1 dan 68 pertanyaan

5. Menghitung total skor baru (S_j) untuk setiap nilai bobot pada kolom *waste* dan frekuensi (f_j) untuk nilai bobot pada kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0. Persamaan yang dapat digunakan adalah:

$$S_j = \sum_{k=1}^k X_k \times \frac{W_{j,k}}{N_i} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

S_j = total nilai bobot *waste*

$W_{j,k}$ = bobot pada kolom tiap jenis *waste*

X_k = nilai jawaban dari tiap pertanyaan kuesioner (0, 0,5, atau 1).

6. Menghitung indikator awal (Y_j). Perhitungan Y_j dapat digunakan persamaan:

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

Y_j = Indikator awal tiap *waste*

f_j = Frekuensi nilai bobot pada kolom *waste*

7. Menghitung nilai *final waste factor* dengan memasukkan faktor probabilitas pengaruh antar jenis *waste* berdasarkan total “*From*” dan “*To*” pada WRM. Kemudian mempresentasikan bentuk $Y_j \text{ final}$ yang diperoleh sehingga bisa diketahui peringkat level dari setiap *waste*. Persamaan yang digunakan yaitu:

$$Y_j \text{ final} = Y_j \times P_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \times P_j \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan:

$Y_j \text{ final}$ = Nilai akhir faktor *waste*

P_j = Probabilitas pengaruh antar jenis *waste*

2.6. *Lead Time*

Lead time adalah waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi pesanan barang, mulai dari pesan sampai barang yang dipesan sampai ke tangan pemesan. Waktu penyelesaian pengerjaan (*lead time*) atau disebut dengan *throughput time* adalah gabungan dari *processing time*, *setup time*, *move time* (*material handling*) dan *wait time*. Komponen waktu dari *lead time* (Aquilano, 2004) yaitu:

1. Waktu Mengantri (*Queue Time*)

Waktu mengantri adalah waktu yang dibutuhkan untuk menunggu di pusat kerja sebelum operasi dimulai atau diproses oleh mesin dikarenakan mesin tersebut harus mengerjakan pekerjaan lain.

2. Waktu Setup (*Setup Time*)

Waktu *setup* adalah waktu yang dibutuhkan untuk mempersiapkan pusat kerja sebelum beroperasi.

3. Waktu Proses (*Processing Time*)

Waktu proses adalah waktu yang dibutuhkan untuk memproses suatu pekerjaan.

4. Waktu Menunggu (*Wait Time*)

Waktu menunggu adalah waktu yang dibutuhkan untuk menunggu selesainya sebuah proses di pusat kerja sebelum dipindahkan ke pusat kerja berikutnya.

5. Waktu Berpindah (*Move Time*)

Waktu berpindah adalah waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan suatu pekerjaan dari pusat kerja yang satu ke pusat kerja berikutnya.

6. Waktu Menganggur (*Idle Time*)

Waktu menganggur adalah waktu yang tidak terpakai pada *lead time* selain karena kehilangan sejumlah waktu dari *processing time*, *setup time*, *move queue time* dan *wait time*.

Lead time produksi adalah waktu yang dibutuhkan dari proses awal sampai proses akhir (Agung dan Imdam, 2014). *Lead time* produksi merupakan waktu yang dibutuhkan dari proses awal produksi. Atau dapat juga diartikan sebagai waktu dari pasokan material hingga menjadi barang jadi untuk produksi barang/part tersebut.

Dalam *just in time*, *lead time* terbagi menjadi 4 macam (Agung dan Imdam, 2014), yaitu:

1. *Lead Time* Informasi

Lead time informasi adalah waktu informasi bergerak ke proses sebelumnya.

2. *Lead Time* Transportasi

Lead time transportasi adalah waktu yang dibutuhkan dalam memindahkan barang dari satu tempat ke tempat berikutnya.

3. *Lead Time* Proses

Lead time proses adalah waktu yang dibutuhkan dari proses awal sampai proses akhir.

4. *Lead Time* Stagnansi

Lead time stagnansi adalah waktu yang berhubungan dengan *stock*, berapa lama *stock* menunggu.

2.7. Proses *Sampling*

Populasi adalah seluruh objek yang ingin kita ketahui besaran karakteristiknya, sedangkan sampel adalah sebagian objek populasi yang mewakili karakteristik populasinya, kemudian diteliti. Proses *sampling* adalah

proses pengambilan sampel dengan menggunakan teknik tertentu (Hermawan, 2005). Ada beberapa tahapan dalam prosedur *sampling* antara lain:

1. Penentuan populasi yang meliputi elemen, *unit sampling*, dan dimensi waktu dan sifat populasi.
2. Identifikasi sifat populasi dan kerangka *sampling*.
3. Tentukan teknik *sampling*.
4. Tentukan ukuran sampel.

Prosedur *sampling* secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu *sampling* probabilitas dan nonprobabilitas.

2.7.1. Prosedur Sampling Probabilitas

Teknik *sampling* probabilitas (*probability*) merupakan teknik yang memberikan peluang atau kesempatan yang sama bagi setiap unsur (anggota) populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel. Terdapat empat metode penarikan sampel probabilitas, yaitu (Hermawan, 2005):

1. Sampel Acak Sederhana

Metode sampel acak sederhana merupakan suatu prosedur yang memungkinkan setiap elemen dalam populasi akan memiliki peluang yang sama untuk dijadikan sampel.

2. Sampel Berstrata

Metode penarikan sampel berstrata merupakan suatu prosedur penarikan sampel berstrata yang dalam hal ini suatu subsampel acak sederhana ditarik dari setiap strata yang kurang lebih sama dalam beberapa karakteristik.

3. Sampel Berkelompok

Metode penarikan data sampel berkelompok merupakan suatu prosedur penarikan sampel probabilitas yang memilih sub populasi yang disebut *cluster*, kemudian setiap elemen didalam kelompok dipilih sebagai anggota sampel

4. Sampel Sistematis

Metode penarikan sampel sistematis yaitu populasi dibagi dengan ukuran sampel yang diperlukan (n) dan sampel diperoleh dengan cara mengambil setiap subjek ke- n .

2.7.2. Proses *Sampling* Nonprobabilitas

Teknik Nonprobabilitas merupakan teknik yang tidak memberikan peluang atau kesempatan sama bagi setiap unsur atau anggota populasi untuk dipilih menjadi sampel (Hermawan, 2005). Ada beberapa teknik yang dapat digunakan dalam prosedur *sampling* non-probabilitas ini, antara lain (Assaf, 2009):

1. Teknik *Haphazard*

Teknik *haphazard* adalah teknik pengambilan sampel dimana satuan pengamatannya diperoleh secara sembarangan atau sedapatnya.

2. Teknik *Voluntary*

Teknik *voluntary* adalah teknik yang dilakukan jika satuan *sampling* dikumpulkan atas dasar sukarela.

3. Teknik *Purposive (Judgement)*

Teknik *purposive* merupakan teknik pengambilan sampel yang dilakukan dengan memilih satuan *sampling* atas dasar pertimbangan sekelompok pakar di bidang ilmu yang sedang diteliti.

4. Teknik *Snowball*

Teknik *snowball* merupakan teknik pengambilan sampel dimana satuan pengamatan diambil berdasarkan informasi dari satuan pengamatan sebelumnya yang sudah terpilih.

5. Teknik Kuota

Teknik pengambilan sampel ini banyak diterapkan pada penelitian pasar dan penelitian pengumpulan pendapat (*opinion poll*) atau jejak pendapat. Teknik dilakukan dengan melakukan penjatahan terhadap kelompok satuan pengamatan secara berjenjang.

2.8. Perhitungan Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti (*stopwatch time study*) diperkenalkan pertama kali oleh Frederick W. Taylor sekitar abad 19 yang lalu. Metode ini baik diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang (*repetitive*) (Wignjosoebroto, 2006). Metode pengukuran waktu kerja yang digunakan pada penelitian ini adalah pengukuran

waktu kerja secara langsung dengan *stopwatch*. Ada berbagai macam cara untuk mengukur dan menetapkan waktu baku yang umumnya dilaksanakan dengan pengukuran waktu kerja, yaitu (Wignjosoebroto, 2003):

1. *Stopwatch Time Study*
2. *Sampling Kerja (Work Sampling, Rasio Delay Study)*
3. *Standard Data*
4. *Predetermined Motion Time System*

2.8.1. Waktu Siklus

Waktu siklus atau *cycle time* adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan dalam satu siklus/proses (*cycle*) (Agung dan Imdam, 2014). 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:

$$W_s = \frac{\sum X_i}{N} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

W_s = Waktu Siklus

$\sum X_i$ = Jumlah waktu kerja

N = Jumlah Pengamatan

2.8.2. 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, 2006). Adapun perhitungan waktu normal dilakukan dengan cara:

$$W_n = W_s(1 + Rating Factors) \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

W_n = Waktu Normal

W_s = Waktu Siklus

2.8.3. Faktor Penyesuaan (*Rating Factor*)

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, 2006). Beberapa sistem untuk *rating* yang umumnya diaplikasikan dalam pengukuran kerja, yaitu (Wignjosoebroto, 2006):

1. *Skill dan Effort Rating*

Charles E. Bedaux memperkenalkan suatu sistem 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.

2. *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 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.

2. *Westing House System's Rating*

Pada tahun 1927, *Westing House Company* memperkenalkan sistem yang dianggap lebih lengkap dibandingkan sistem yang dikembangkan 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 2.6.

Tabel 2.6 *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	
KETERAMPILAN			USAHA		
-0,1	E2	Fair	-0,08	E2	Fair
-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: Sutalaksana, Anggawisastra, dan Tjakraatmadja, 1979)

4. *Performance Rating* atau *Speed Rating*

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. Apabila penyimpangan tidak melebihi 5% dari *performance* yang sebenarnya, maka *time study analyst* tersebut cukup mampu untuk melaksanakan penilaian *performance* kerja secara langsung. *Rating factor* pada dasarnya diaplikasikan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari pengukuran kerja akibat tempo atau kecepatan kerja operator yang berubah-ubah (Wignjosoebrto, 2006).

2.8.4. 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, 2006). Perhitungan waktu baku dilakukan dengan cara:

$$W_b = W_n(1 + Allowance).....(2.10)$$

Keterangan:

W_b = Waktu standar atau waktu baku

W_n = Waktu normal

Allowance = Waktu longgar

2.8.5. Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

Menurut Wignjosoebroto (2006), “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 dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

FAKTOR		KELONGGARAN (%)
KEBUTUHAN PRIBADI		
	PRIA	0 - 2,5
	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

Lanjut...

Tabel 2.7 Faktor Kelonggaran (*Allowance*) (Lanjutan)

FAKTOR			KELONGGARAN (%)	
TENAGA YANG DIKELUARKAN			PRIA	WANITA
1	Dapat Diabaikan	Tanpa Beban	0	
2	Sangat Ringan	0 - 2,25 Kg	0	0 - 6
3	Ringan	2,25 - 9 Kg	6	6 - 7,5
4	Sedang	9 - 18 Kg	7	7,5 - 16
5	Berat	18 - 27 Kg	1	16 - 30
6	Sangat Berat	27 - 50 Kg	1	
7	Luar Biasa Berat	> 50 Kg	3	
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: Wignjosoebroto, 1995)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

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 yang dikumpulkan yaitu waktu siklus dan kuesioner *Waste Assessment Model* (WAM). Pengukuran waktu siklus dilakukan dengan metode jam henti (*stopwatch time study*) untuk setiap stasiun kerja, sedangkan kuesioner WAM berisi daftar pertanyaan terkait pemborosan yang terjadi.

3.1.2. Data Sekunder

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

1. Proses produksi *Sub Assy Front Axle*.
2. *Master Production Schedule* (MPS) *Sub Assy Front Axle* periode Mei sampai dengan Juli 2019.
3. Waktu Kerja Tersedia.
4. *Availability*
5. Data *allowance* dan *rating factor* operator pada proses *Sub Assy Front Axle*.
6. *Changeover time*.
7. Jumlah operator dan mesin di lini produksi *Sub Assy Front Axle*.
8. Aliran material dan informasi.
9. *Work In Process* (WIP) dan Persediaan.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan menggunakan beberapa metode pengumpulan data, yaitu:

1. Studi Pustaka

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

2. Penelitian Lapangan

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

a. Wawancara (*Interview*)

Pengumpulan data dengan mengajukan sejumlah pertanyaan secara langsung kepada responden, yaitu para pakar atau ahli yang mengetahui produksi dengan jelas.

b. Observasi langsung Pengumpulan data melalui pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti.

c. Penyebaran Kuesioner Pengumpulan data dilakukan dengan mengajukan daftar pertanyaan secara tertulis kepada responden, yaitu para pakar atau ahli yang terkait dengan permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini.

3.3. Teknik Analisis

3.3.1. Studi Lapangan

Studi lapangan merupakan langkah awal yang dilaksanakan untuk memperoleh informasi mengenai kondisi aktual perusahaan sehingga mengetahui masalah-masalah yang dihadapi oleh perusahaan. Studi lapangan diawali dengan melakukan pengamatan langsung ke lapangan atau lini produksi disertai dengan wawancara langsung dengan pihak perusahaan (*supervisor, foreman* dan *operator*). Hal ini dilakukan agar permasalahan yang ada pada perusahaan dapat diketahui dengan jelas dan nyata.

3.3.2. Studi Pustaka

Studi pustaka digunakan sebagai landasan teori penelitian yang sesuai dengan permasalahan yang ada disertai teori-teori pendukung yang telah dijelaskan pada Bab 1.

3.3.3. Perumusan Masalah

Tahap selanjutnya adalah merumuskan masalah. Perumusan masalah dilakukan untuk mengetahui apa permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan sebagai upaya perbaikan yang telah dijelaskan pada Bab 1.

3.3.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian merupakan pernyataan tentang apa yang akan dihasilkan atau dicapai dalam penelitian ini. Tujuan penelitian telah dijelaskan pada Bab 1.

3.3.5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data berisi data yang telah dikumpulkan selama penelitian. Adapun data yang telah dikumpulkan telah dijelaskan sebelumnya pada jenis dan sumber data.

3.3.6. Pengolahan Data

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

1. Menghitung waktu siklus rata-rata.

Waktu siklus rata-rata adalah waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk *Sub Assy Front Axle* pada satu stasiun kerja. Perhitungan waktu siklus diperoleh dengan cara membagi total waktu siklus dengan jumlah sub grup.

2. Menghitung waktu normal dan waktu standar.

Waktu normal diperoleh dengan mengalikan waktu siklus rata-rata dengan faktor penyesuaian (*rating factor*), sedangkan waktu standar diperoleh dengan mengalikan waktu normal dengan faktor kelonggaran (*allowance*).

3. Membuat *current state map*.

- a. Pemilihan Famili Produk.

- b. Mengidentifikasi aliran informasi dan material.

- c. Membuat peta untuk setiap kategori proses (*Door-to-Door Flow*) disepanjang *value stream*.

Informasi yang diperlukan untuk masing-masing kategori proses terdiri dari *lead time*, *cycle time*, *changeover time*, *up time*, jumlah produksi, jumlah operator, jumlah WIP (*Work In Process*) dan waktu kerja. Ukuran-

ukuran ini akan dimasukkan pada satu data *box* untuk setiap kategori proses.

d. Perhitungan *Lead Time*

Lead time adalah waktu yang diperlukan oleh perusahaan untuk memenuhi order. Mulai dari datangnya order hingga produk yang dipesan sampai ke tangan *customer*. Hasil dari perhitungan *lead time* ini digunakan sebagai acuan apakah perusahaan dapat memenuhi pesanan pelanggan atau tidak. *Lead time* yang dihitung, terdiri dari:

- 1) *Lead time* proses merupakan total waktu baku setiap proses pada produksi *Sub Assy Front Axle*.
- 2) *Lead time transportasi* merupakan total waktu perpindahan barang dari satu proses ke proses lainnya.
- 3) *Lead time* stagnasi adalah total waktu barang menunggu untuk masuk pada proses selanjutnya.
- 4) *Lead time* informasi adalah total waktu aliran informasi pada lini.

e. Perhitungan *Process Cycle Efficiency* (PCE)

Process Cycle Efficiency (PCE) adalah tingkat keefisienan dari seluruh proses produksi. PCE diperoleh dengan membandingkan total *value added time* dengan total *lead time* dikali seratus persen. Hasil perhitungan PCE ini untuk mengetahui berapa besar efisiensi perusahaan, sehingga dapat dijadikan acuan apakah target efisiensi perusahaan sudah tercapai atau belum.

f. Membuat peta aliran keseluruhan pabrik (meliputi aliran material dan aliran informasi) yang membentuk *current state map*.

Tahap selanjutnya adalah menggabungkan peta setiap kategori proses yang terdapat disepanjang *value stream* dengan aliran material dan aliran informasi sehingga menjadi satu kesatuan aliran dalam pabrik.

4. Mengidentifikasi pemborosan menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM).

Identifikasi pemborosan dilakukan melalui hasil kuesioner yang diperoleh dengan cara *interview* dengan para *manager*, *supervisor* sampai dengan

foreman yang memiliki pengetahuan tentang proses produksi *Sub Assy Front Axle*. Jawaban kuesioner kemudian dihitung menggunakan cara:

- a. *Waste Relationship Matrix* (WRM), yaitu melakukan rekapitulasi hasil kuesioner keterkaitan antar pemborosan dan mengkonversi skor hasil kuesioner ke dalam simbol dan dibuat matriks. Selanjutnya, membuat *Waste Matrix Value* (WMV) dengan mengkonversi matriks simbol ke dalam angka kemudian dihitung total skornya dalam bentuk persentase.
- b. *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ), tahapannya adalah:
 - 1) Mengelompokkan dan menghitung bobot pertanyaan kuesioner WAQ untuk tiap jenis pemborosan.
 - 2) Menghilangkan efek dari variasi jumlah pertanyaan dengan membagi tiap bobot dalam satu baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan.
 - 3) Menghitung jumlah skor dan frekuensi jenis pemborosan dari tiap kolom dengan mengabaikan nilai nol dan mengalikan bobot tersebut dengan rata-rata nilai jawaban.
 - 4) Menghitung indikator awal untuk tiap pemborosan dengan rumus WAQ berdasarkan skor variasi pertanyaan.
 - 5) Menghitung nilai *final factor* pemborosan dengan mengalikan skor dengan *probabilitas* pengaruh antar jenis pemborosan. Hasil perhitungan tersebut menunjukkan pemborosan berdasarkan nilai yang paling besar hingga kecil melalui *ranking*.

5. Memilih *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

Value Stream Analysis Tools (VALSAT) yang digunakan pada penelitian ini adalah *Process Activity Mapping* (PAM). *Process Activity Mapping* (PAM) secara langsung berhubungan untuk menganalisis pemborosan yang terjadi pada proses *sub assy front axle*.

3.3.7. Analisis dan Pembahasan

Analisis masalah dilakukan berdasarkan hasil pengolahan data untuk memberikan gambaran yang jelas terhadap *value stream* sebelum dan sesudah implementasi perbaikan. Adapun analisis pembahasan sebagai berikut:

1. Menganalisis kondisi aktual proses produksi.

Menganalisis waktu standar, aktivitas *value added* dan *non value added*, *production lead time*, nilai PCE pada proses produksi *Sub Assy Front Axle* sebelum dilakukan rencana perbaikan berdasarkan hasil pembuatan *current state map*.

2. Menganalisis hasil identifikasi pemborosan.

Menganalisis tujuh pemborosan berdasarkan peringkat hasil identifikasi pemborosan dengan perhitungan indikator *waste assesment model* (WAM) serta menganalisis hasil salah satu *tools* (VALSAT) yang digunakan yaitu *Process Activity Mapping* (PAM) untuk mengurangi pemborosan sehingga proses lebih efisien.

3. Merencanakan perbaikan.

Membuat rencana perbaikan yang akan dilakukan pada proses produksi *Sub Assy Front Axle* untuk mengurangi pemborosan dan mempercepat *production leadtime*.

4. Menganalisis kondisi sebelum dan sesudah perbaikan.

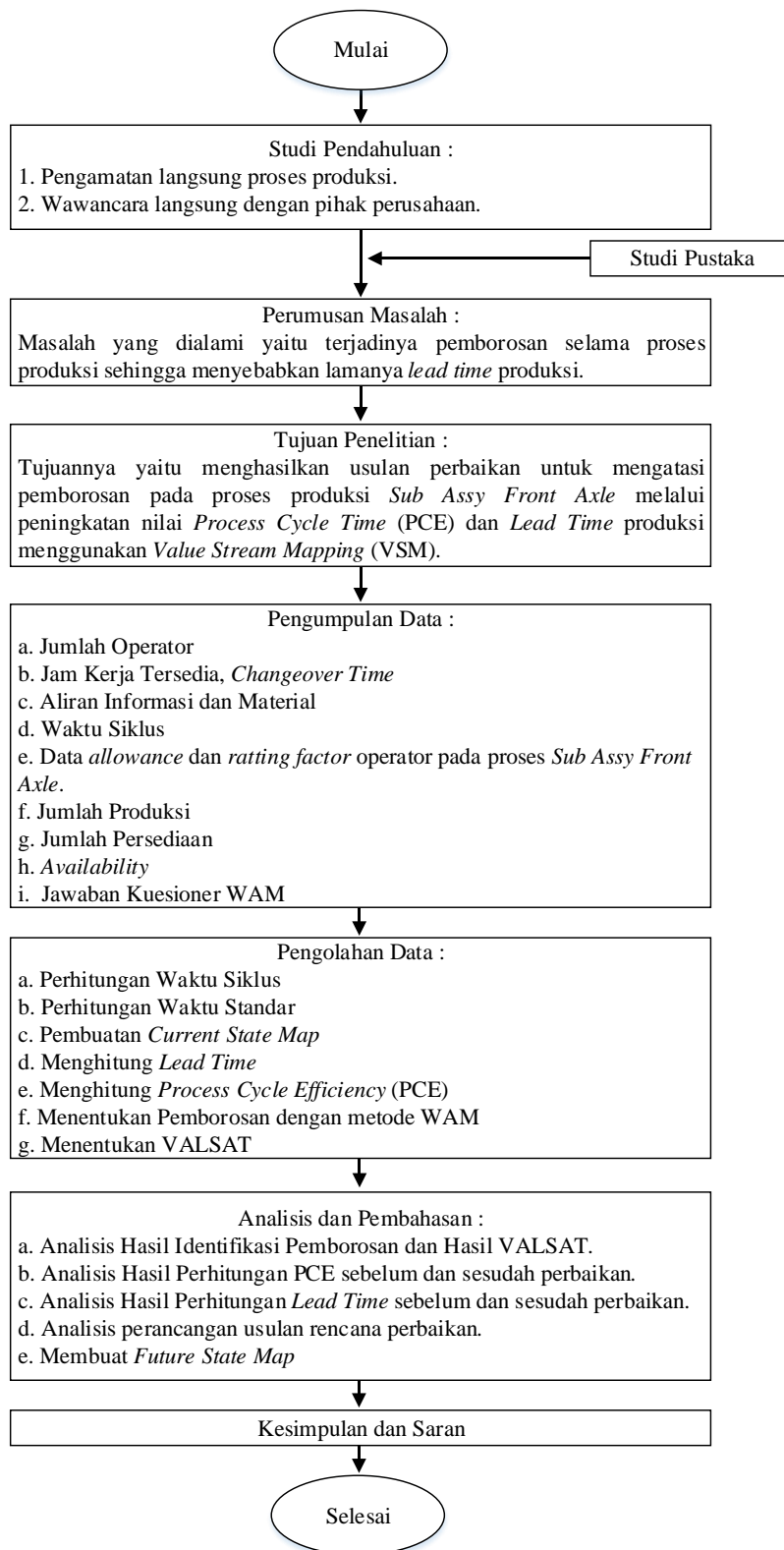
Menganalisis *production lead time*, nilai PCE, dan hasil PAM sebelum dan sesudah perbaikan pada proses produksi *Sub Assy Front Axle*.

5. Membuat *Future State Mapping*.

Membuat *future state mapping* berdasarkan hasil analisis *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT).

3.3.8. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan diperoleh berdasarkan pengolahan data dan analisis masalah yang digunakan untuk menjawab tujuan penelitian. Selain itu, dapat memberikan saran-saran yang dapat memberikan perbaikan bagi perusahaan. Kerangka pemecahan masalah dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka Pemecah Permasalahan

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dan informasi yang diperoleh selama penelitian dilakukan secara empiris dan objektif. Adapun data yang diperoleh meliputi data primer dan data sekunder. Selain itu dengan melakukan observasi langsung di lapangan, melakukan wawancara dengan pihak-pihak yang terkait atau pihak yang ada pada bagian *sub assy front axle*, yang nantinya akan digunakan dalam memecahkan persoalan pemborosan apa saja yang terjadi di perusahaan. Pada bab ini akan disajikan data yang telah dikumpulkan selama dilakukan praktik kerja lapangan di PT Krama Yudha Ratu Motor.

4.1.1. Sejarah Perusahaan

PT Krama Yudha Ratu Motor (KRM) merupakan sebuah perusahaan perseroan terbatas yang bergerak dalam bidang perakitan kendaraan bermotor jenis niaga. Sedangkan PT KRM ini merupakan bagian dari Krama Yudha Mitsubshi Group (KYMG). Awal berdirinya PT KYMG adalah akibat banyaknya kendaraan bermotor dari Eropa yang di *import* ke Indonesia. Guna mengurangi *import* kendaraan tersebut, maka para pengusaha melakukan pertemuan dan bersepakat untuk mendirikan suatu perusahaan perakitan kendaran bermotor di Indonesia dengan menggunakan lisensi *Mitsubishi Motor Corporation* (MMC) yang berada di Jepang.

KYMG terbagi atas PT Krama Yudha *Holding* yang berdiri pada tahun 1969 di Jakarta, yang kemudian menjadi induk dari beberapa perusahaan di bidang produksi kendaraan bermotor merk Mitsubishi. Sedangkan secara keseluruhan Krama Yudha Mitsubishi Group terdiri :

1. PT Krama Yudha Ratu Motor (KRM) yang merupakan pabrik perakitan kendaraan bermotor Mitsubishi jenis niaga yang berdiri pada tanggal 1 Juni 1973.

2. PT Mitsubishi Krama Yudha Motor and Manufacturer (MKM) I dan II didirikan pada tahun 1975 dan 1981. PT MKM ini merupakan pabrik pembuatan komponen dan suku cadang kendaraan bermotor merk Mitsubishi yang dirakit dari dalam negeri.
3. PT Krama Yudha Tiga Berlian (KTB) berdiri pada tahun 1972. Bertindak sebagai importer serta distributor tunggal kendaraan bermotor merk Mitsubishi.

PT Krama Yudha Ratu Motor ini merupakan perusahaan yang berstatus PMDN (Penanaman Modal Dalam Negeri) yang memiliki falsafah yang selalu dipegang teguh, yaitu “Agar selalu percaya terhadap kemampuan diri sendiri dan kemandirian bangsa, khususnya bagi pengusaha nasional”. Tetapi sejak tahun 2012 status berubah menjadi PMA (Penanaman Modal Asing). Pada tahun 1975 PT Krama Yudha Ratu Motor mulai merakit atau mulai menghasilkan produksi komersilnya dengan menggunakan peralatan dan tempat yang baik.

4.1.2. Visi dan Misi Perusahaan

Tujuan awal berdirinya Grup Mitsubishi di Indonesia pada tahun 1970 adalah untuk mengurangi *impor* kendaraan jenis niga dari Eropa sehingga mengurangi beban ekonomi negara pada saat itu dan untuk memenuhi kebutuhan pasar di dalam negeri sendiri, dan juga membuka lapangan kerja bagi para pengangguran pada saat ini .

Guna meningkatkan kualitas dan mutu produknya, perusahaan ini memiliki visi dan misi sebagai berikut:

1. Visi, yaitu:
Menjadi perusahaan perakitan kendaraan komersial terkemuka di Asia dalam kelompok *Daimler Truck* Asia.
2. Misi, yaitu:
 - a. Menjadi perusahaan yang terpercaya untuk merakit kendaraan dengan merk Mitsubishi Fuso.
 - b. Menjadi perusahaan perakitan yang kuat dan berkembang, siap menghadapi persaingan regional dan global.
 - c. Patuh dan taat terhadap peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.

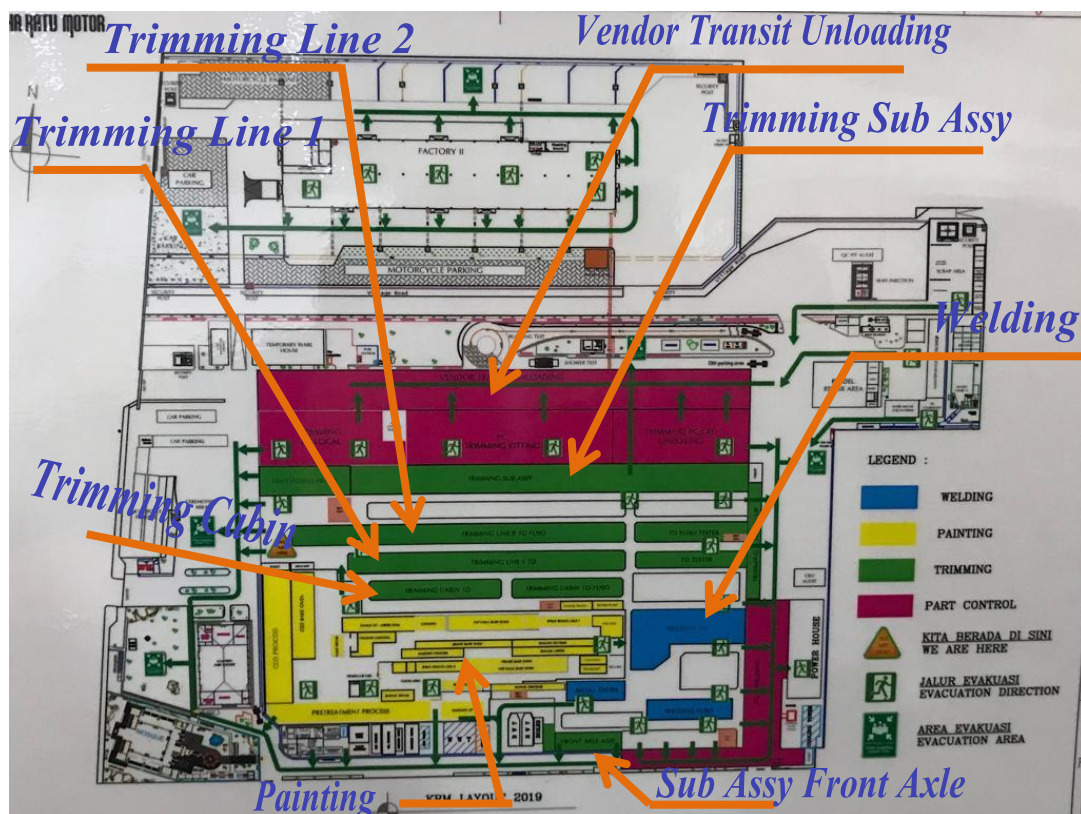
4.1.3. Profil Perusahaan

Nama Perusahaan	: PT. Krama Yudha Ratu Motors
Alamat	: Jl. Raya Bekasi Km 21-22 Rawa Terate, Cakung, Jakarta 13920
Tanggal Berdiri	: 1 Juni 1973
Modal	: Penanaman Modal Asing (PMA) Sejak 2012
Bangunan Pabrik	: 20.360 m ²
Luas Tanah	: 143.035 m ²
Bangunan Pendukung	: 6600 m ²
Produksi Komersial	: Januari 1975
Karyawan Tetap	: 646 orang
Karyawan Tidak Tetap	: 405 orang
Jenis Usaha	: Perakitan Kendaraan Bermotor Merk Mitsubishi

PT Krama Yudha Ratu Motor didirikan mengacu pada manajemen mutu *International Automotive Task Force* (IATF 16949) dengan subjek utama perakitan kendaraan roda 4 dan atau lebih melakukan pengendalian sistem manajemen mutu seperti penerimaan barang, penyimpanan, serta distribusi ke *line* produksi untuk selanjutnya melakukan perakitan pengelasan di bagian *welding*, lalu berlanjut ke pengecatan di bagian *painting*, dan yang terakhir sampai pada proses perakitan pada bagian *trimming*. Seluruh proses produksi tersebut di kendalikan dengan inspeksi ketat, baik dari seluruh pelaku produksi ataupun dari *inspector*. Seluruh proses produksi di kendalikan dengan inspeksi ketat, baik dari seluruh pelaku proses produksi maupun dari bagian *inspector*, dengan pedoman bahwa proses berikut adalah pelanggan sehingga ruang lingkup penerapan adalah dari penerimaan *part* proses perakitan sampai dengan *delivery* ke pelanggan dan di terapkan di seluruh Departemen, dan ruang lingkup sistem manajemen lingkungan adalah seluruh area perusahaan.

4.1.4. Lokasi Perusahaan

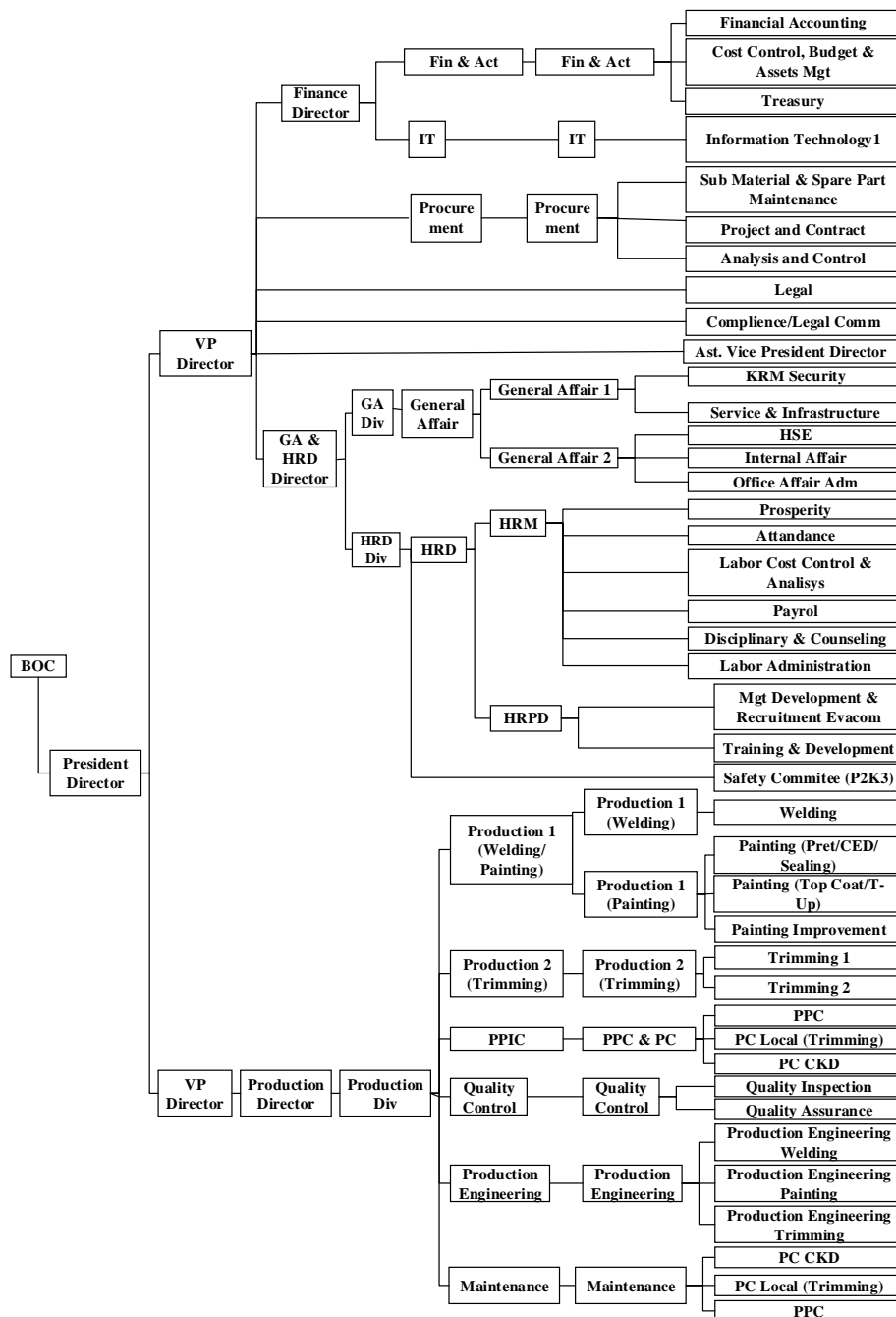
PT Krama Yudha Ratu Motor beralamat di Jalan Raya Bekasi Km 21-22 Rawa Terate, Cakung, Jakarta 13920. Total luas area tanah PT Krama Yudha Ratu Motor sebesar 143.035 m², luas bangunan pabriknya sebesar 20.360 m², dan luas bangunan pendukung sebesar 6600 m². Berikut *layout* PT Krama Yudha Ratu Motor pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 *Layout* Perusahaan
(Sumber: PT. Krama Yudha Ratu Motor)

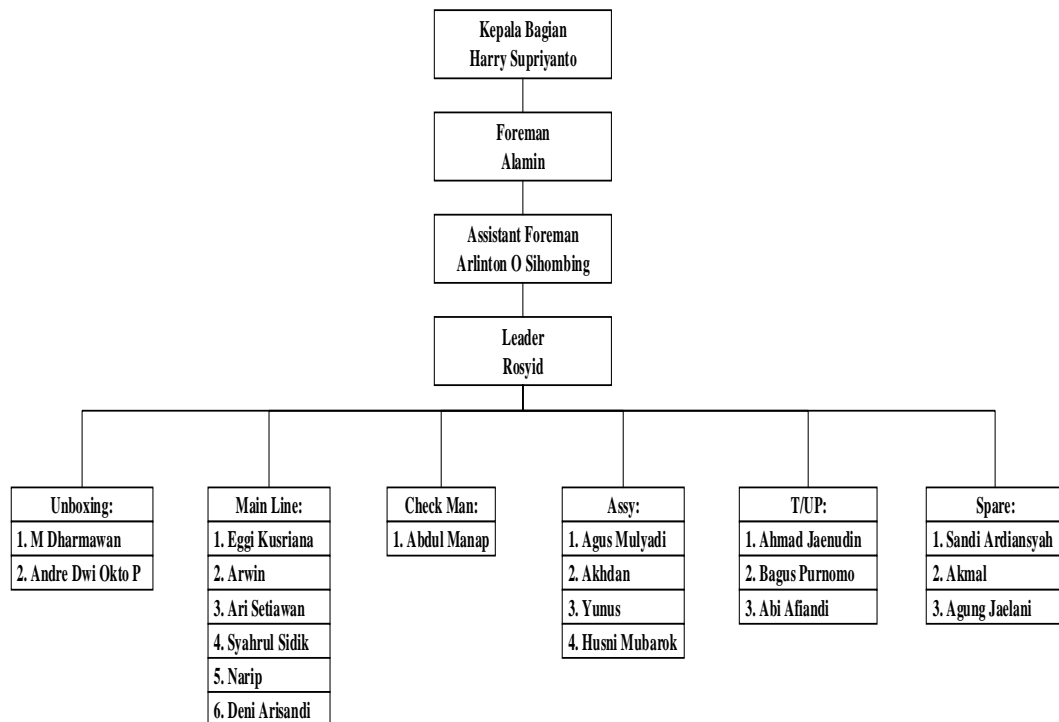
4.1.5. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi perusahaan merupakan suatu susunan yang menggambarkan dengan jelas hubungan tiap bagian dan posisi yang ada pada perusahaan dalam menjalankan kegiatan untuk mencapai tujuan. 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 struktur organisasi PT Krama Yudha Ratu Motor dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Struktur Organisasi PT Krama Yudha Ratu Motor
(Sumber : PT Krama Yudha Ratu Motor)

PT Krama Yudha Ratu Motor memiliki struktur organisasi yang berbentuk struktur organisasi fungsional karena pembagian kerja dalam struktur organisasi dilakukan berdasarkan fungsi manajemennya. Adapun struktur organisasi pada bagian *sub assy front axle* di PT Krama Yudha Ratu Motor dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Struktur Organisasi Bagian *Sub Assy Front Axle*
(Sumber : PT Krama Yudha Ratu Motor)

4.1.6. Waktu Kerja

Waktu kerja di PT Krama Yudha Ratu Motor menggunakan sistem kerja satu *shift* (pagi) yaitu 8 jam kerja. Waktu Kerja dan Rincian Jadwal Kerja dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2.

Tabel 4.1 Waktu Kerja

No	Jam Kerja		Keterangan
	Shift 1		
	Senin – Kamis	Jum'at	
1	07:10 - 10:00	07:10 - 10:00	Kerja 1
2	10:00 - 10:10	10:00 - 10:10	Istirahat
3	10:10 - 11:35	10:10 - 11:40	Kerja 2
4	11:35 - 12:25	11:40 - 13:00	Istirahat
5	12:25 - 14:00	13:00 - 15:00	Kerja 3
6	14:00 - 14:10	15:00 - 15:10	Istirahat
7	14:10 - 16:20	15:10 - 16:20	Kerja 4

(Sumber: PT Krama Yudha Ratu Motor)

Tabel 4.2 Rincian Jadwal Kerja



	<i>Shift Pagi</i>	
	Senin – Kamis	Jum'at
Total Waktu Bekerja	07:10 - 16:20 (9 Jam 10 Menit)	07:10 - 16:20 (9 Jam 10 Menit)
<i>Break</i>	10:00 sd 10:10	10:00 sd 10:10
	14:00 sd 14:10	15:00 sd 15:10
Istirahat	11:35 sd 12:25	11:40 sd 13:00
Waktu Kerja	8 Jam	7 Jam 30 Menit
<i>Over Time</i>	2 Jam	1 Jam
<i>Break Over Time</i>	16:20 sd 16:30	16:20 sd 16:30

(Sumber: PT Krama Yudha Ratu Motor)

4.1.7. Produk

PT Krama Yudha Ratu Motor memproduksi dalam proses perakitan bermacam-macam kendaraan niaga dan komponen. Berikut Hasil Produksi PT Krama Yudha Ratu Motor dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Jenis Produk

No	Gambar Produk	Nama Produk
1		<i>Colt Diesel (TD)</i>
2		<i>FUSO MARU-P (FM/FN)</i>
3		<i>Fuso Fighter (TA)</i>

(Sumber: PT Krama Yudha Ratu Motor)

Produk *Front Axle* merupakan hasil perakitan dari stasiun *Sub Assy Front Axle* untuk mobil truk niaga jenis *colt diesel* (TD). Produk ini berasal dari beberapa *part*. *Part* tersebut adalah *center axle, knuckle, knuckle tie rod, arm tie rod, arm assy knuckle, front brake, front hub, drum brake, bearing, washer spring, king pin, pin lock, pin split, cup, hose brake, oil seal, inner, outer, neple, bolt*, dan *nut*. Kemudian dilakukan *assembly* dan membentuk *Front Axle* pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 *Front Axle*
(Sumber: PT Krama Yudha Ratu Motor)

4.1.8. Aliran Produksi

Aliran Proses Produksi *Sub Assy Front Axle* dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Aliran Informasi

Aliran informasi merupakan urutan informasi pemenuhan permintaan produk *sub assy front axle*. Adapun aliran informasi yang dimaksud dijelaskan sebagai berikut:

- a. Aliran informasi produk *sub assy front axle* berawal dari permintaan pelanggan yang diterima oleh bagian *marketing* (Krama Yudha Tiga Berlian) kemudian dikirim ke PPIC.
- b. Bagian PPIC akan menganalisis kebutuhan *part, man power*, dan *loading* mesin. Jika terdapat masalah dalam pemenuhan produksi akan permintaan tersebut, maka permasalahan akan dirinci. Rincian permasalahan tersebut akan diserahkan kepada *manager* untuk segera ditangani. Namun jika

tidak terdapat masalah, pada bagian PPIC akan membuat perencanaan produksi dan jadwal produksi.

c. Jadwal produksi akan di distribusikan ke setiap departemen dan stasiun kerja seperti departemen *part control*, *procurement*, dan produksi. Kemudian mulai dilakukan proses produksi sesuai dengan jadwal yang telah dibuat sebelumnya.

d. *Finished Good* selanjutnya akan dikirim ke pelanggan.

2. Aliran Material

Produk *Front Axle* terdiri dari beberapa *part*. Masing-masing *part* melewati beberapa proses perakitan mulai dari *Unboxing*, mencuci dan membilas *Part*, *Assy Knuckle*, *Assy Front Hub*, *Assy Drum*, Pemasangan *Knuckle*, Pemasangan *Front Brake*, Pemasangan *Drum Brake*, *Panting*, Pemasangan *Hose Brake*, kemudian menjadi produk jadi yang akan di *supply* ke *Line Trimming 1* dan *2*. Urutan proses perakitan *Front Axle* yaitu:

a. *Unboxing*

Pada proses *unboxing*, dilakukan pembukaan/pembokaran *part* yang di kirim dari *supplier*. *Part* tersebut terdiri dari *center axle*, *knuckle*, *knuckle tie rod*, *arm tie rod*, *arm assy knuckle*, *front brake*, *front hub*, *drum brake*. Kemudian *part* tersebut di letakkan di *dolly*.

b. Mencuci dan Membilas *part*

Pada proses mencuci dan membilas ada beberapa *part* yang sebelum melakukan perakitan harus di cuci dan dibilas terlebih dahulu. *Part* tersebut seperti *center axle*, *knuckle*, *knuckle tie rod*, *arm tie rod*, *arm assy knuckle*, *front hub*, *drum brake*. Fungsi dari proses ini untuk menghilangkan debu dan noda. Kemudian *part* tersebut siap untuk melakukan perakitan.

c. *Assy Knuckle*

Dalam proses *assy knuckle*, ada beberapa *part* yang dirakit kedalam *knuckle*, seperti *bearing*. *Bearing* dan *knuckle* akan menyatu dengan cara dilakukan proses *press bearing* dengan menggunakan mesin *press*. Setelah itu *part knuckle* siap untuk melakukan perakitan.

d. *Assy Front Hub*

Pada proses *assy front hub*, ada beberapa *part* yang dirakit kedalam *hub*, seperti *outer*, *inner*, *bolt 6 pcs*, *grease bearing* dan *oil seal*. Perakitan *hub* berawal dari memasang *outer* dan *bolt 6 pcs* di meja *press* lalu meletakkan *hub* dan *inner* di meja *press* yang sudah ada *outer* dan *bolt*. Setelah itu *hub* dimasukan ke dalam mesin *press* untuk menggabungkan *part hub* dengan *inner*, *outer* dan *bolt*. Setelah *part hub*, *bolt*, *inner* dan *outer* sudah menyatu, kemudian diberi *grease* pada lubang *inner*. Selanjutnya memasang *grease bearing* dan *oil seal* pada *hub* dengan menggunakan alat *press seal oil* lalu di *press* dengan mesin *press*. *Front hub* yang sudah di *assembly*, kemudian diletakan pada Meja.

e. *Assy Drum*

Pada proses *assy drum*, ada beberapa *part* yang dirakit kedalam *drum*, seperti *front hub* dan *nut 6 pcs*. *Front hub* dan *drum* kemudian diletakkan di meja *assy* lalu memasang *nut 6 pcs* kemudian dilakukan proses *press nut* dengan menggunakan mesin *press* untuk menggabungkan *part drum*, *front hub*, dan *nut 6 pcs*. Setelah *part drum*, *front hub* dan *nut 6 pcs* sudah menyatu, kemudian selanjutnya dilakukan pahat *nut*. Setelah itu *part drum brake* dapat di pasang pada *center axle*.

f. *Main Line (Pemasangan Knuckle LH dan RH)*

Pada proses *main line* berawal dari pemasangan dan perakitan *knuckle LH* dan *RH*, ada beberapa *part* yang dirakit kedalam *knuckle LH* dan *RH* yang kemudian dipasang di *center axle*. *Part* tersebut seperti *shim*, *king pin*, *bearing*, *pin lock*. Sebelum *knuckle* dipasang di *center axle* terlebih dahulu dipasang *stud bolt absorber* pada *center axle* lalu dikencangkan dengan *impact*. Selanjutnya *knuckle* yang sudah dirakit sebelumnya dipasang pada *center axle* kemudian dipasang *arm tie rod (LH) / arm assy knuckle (RH)*, *nut arm*, dan *nut pin lock* lalu kencangkan *nut* dengan *impact*. Selanjutnya memasang *cup* bagian bawah dan pahat *cup* bagian atas *knuckle*. Kemudian memasang dan kencangkan *pin split* pada *nut arm* dengan

menggunakan palu. *Center axle* dan *knuckle* sudah menyatu kemudian lanjut proses selanjutnya.

g. *Main Line* (Pemasangan *Front Brake* LH dan RH)

Pada proses *main line* pemasangan *front brake* LH dan RH, *center axle* dan *knuckle* sudah menyatu yang kemudian akan dipasang *front brake*. Pemasangan *front brake* berawal dari pemasangan *bolt* jumlahnya 4 pcs lalu pemasangan *washer spring* dan *nut* yang berjumlah 4 juga. Selanjutnya *nut* di kencangkan dengan *impact* lalu *nut* di moment. Kemudian memasang dan mengencangkan *neple* dengan menggunakan kunci *neple*. *Center axle*, *knuckle*, dan *front brake* sudah menyatu kemudian lanjut proses selanjutnya.

h. *Main Line* (Pemasangan *Drum Brake* LH dan RH)

Pada proses *main line* pemasangan *drum brake* LH dan RH, *center axle*, *knuckle*, dan *front brake* sudah menyatu yang kemudian akan dipasang *drum brake*. Pemasangan *drum brake* berawal dari *marking check* terlebih dahulu lalu memberikan *grease* pada *neple*. Kemudian mengambil *drum brake* lalu memasang *grease bearing*, *washer spring*, dan *nut* pada *drum brake*. Selanjutnya mengencangkan *nut* dengan *impact* lalu moment *nut*. Setelah itu memasang *pin split* di *nut arm* dengan menggunakan palu kemudian memasang *cup* yang sudah diberi *grease* dengan menggunakan pahat dan palu. Selanjutnya dilakukan *stel break shoe*. *Center axle*, *knuckle*, *front brake*, dan *drum brake* sudah menyatu kemudian lanjut proses selanjutnya yaitu *painting*.

i. *Painting*

Pada proses ini dilakukan pengecatan pada komponen *front axle* yang sudah jadi dengan menggunakan *spray gun* didalam ruangan khusus pengecatan.

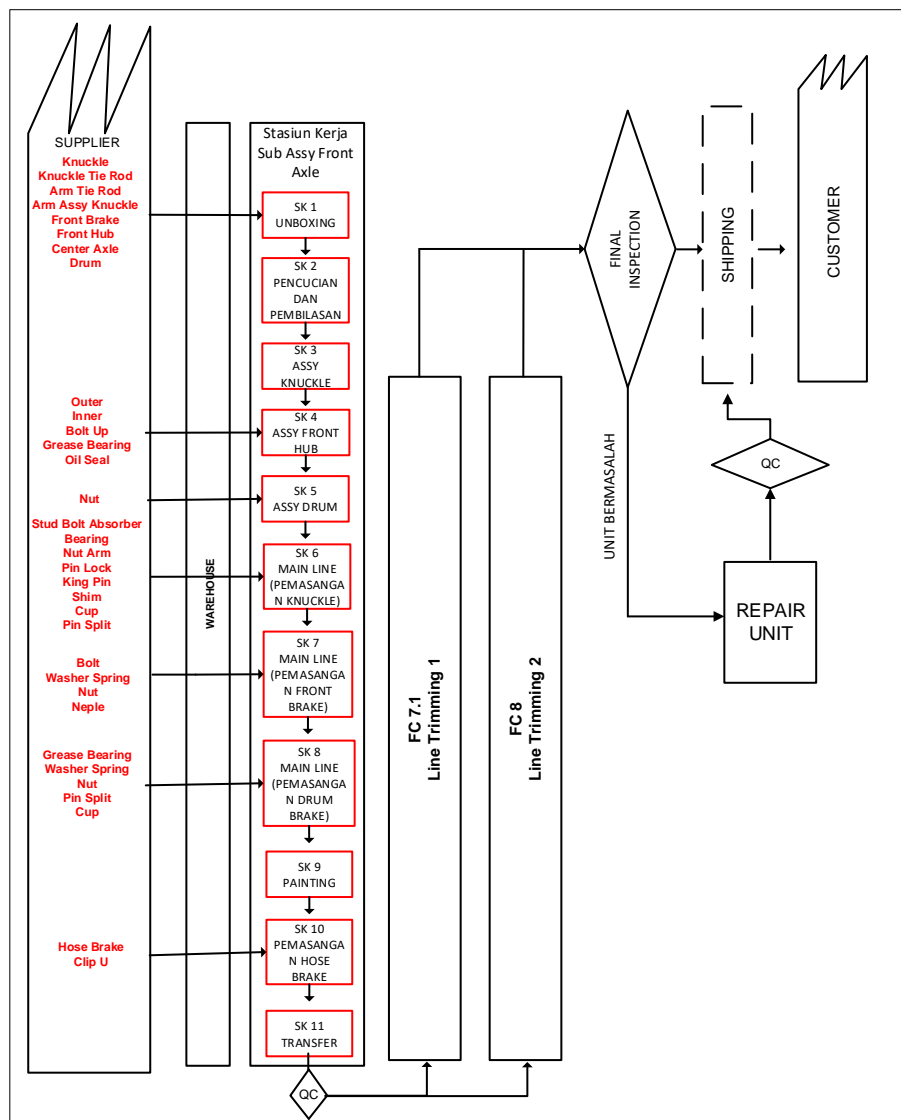
j. Pemasangan *hose brake* LH

Dalam proses ini dilakukan pemasangan *hose brake* LH dan *clip u* lalu di kencangkan dengan palu. Selain itu dilakukan pemeriksaan komponen.

k. *Transfer*

Dalam proses ini dilakukan proses *touch up* dengan mengecat bagian komponen *front axle* yang belum terkena cat setelah itu dilakukan transfer komponen *front axle* yang sudah jadi dari *dolly* ke *pallet*. Selanjutnya komponen *front axle* di *supply* ke *Line Assembling Trimming 1* dan 2.

Berdasarkan penjelasan aliran produksi di atas, proses produksi *Sub Assy Front Axle* terdiri dari 11 Stasiun Kerja (SK). Adapun aliran material proses produksi *Sub Assy Front Axle* pada PT Krama Yudha Ratu Motor yang dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 *Material Flow Chart Front Axle*
(Sumber: PT Krama Yudha Ratu Motor)

4.1.9. Mesin dan Peralatan Produksi

Proses produksi *Front Axle* dilakukan pada stasiun kerja *Sub Assy Front Axle*. Proses *Sub Assy Front Axle* terdiri dari beberapa elemen kerja yang dilakukan dengan menggunakan mesin dan peralatan tertentu. Mesin dan peralatan yang digunakan dalam proses produksi *Sub Assy Front Axle* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Mesin dan Peralatan Produksi

Stasiun Kerja	Mesin/Peralatan	Jumlah (Unit)
1	Mesin <i>Hoist</i>	1
	Mesin <i>Impact Battery</i>	1
	<i>Dolly Knuckle</i>	3
	<i>Dolly Arm</i>	3
	<i>Dolly Rak Front Brake</i>	4
	<i>Dolly Front Hub</i>	4
	<i>Dolly Center Axle</i>	13
	<i>Dolly Drum Brake</i>	3
2	Mesin Kompresor	2
3	Mesin <i>Press</i>	1
	Mesin <i>Spray Gun</i>	1
4	Mesin <i>Press</i>	1
	Alat <i>Press Seal</i>	1
5	Mesin <i>Press</i>	2
	Pahat	2
	Palu	2
	Spidol	1
	<i>Dolly</i>	1
6	Mesin <i>Impact Angin Kecil</i>	2
	Mesin <i>Impact Angin Besar</i>	2
	Pahat	2
	Palu	2
	Moment 320	2
	Mesin <i>Hoist</i>	1
7	Mesin <i>Impact Angin Kecil</i>	2
	Moment 1800	2
	Kunci <i>Nepel</i>	2
8	Mesin <i>Impact Angin Kecil</i>	2
	Moment 1200	2
	Moment 600	1
	<i>Dolly</i>	1
	Pahat	2
	Palu	2

Lanjut...

Tabel 4.4 Mesin dan Peralatan Produksi (Lanjutan)

Stasiun Kerja	Mesin/Peralatan	Jumlah (Unit)
9	Mesin Kompresor	1
	<i>Spray Gun</i>	2
10	Palu	2
	Moment	1
11	<i>Spray Gun</i>	1
	Mesin <i>Hoist</i>	1

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

4.1.10. Elemen Kerja Produksi *Front Axle*

Proses produksi pada setiap SK terdiri dari beberapa kegiatan yang disebut sebagai elemen kerja. Elemen kerja untuk masing-masing SK produksi *Front Axle* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Elemen Kerja Produksi *Front Axle*

Stasiun Kerja	Operator	Proses	No	Elemen Kerja
1	M Dharmawan	<i>Unboxing</i>	1	<i>Unboxing Knuckle</i>
			2	<i>Unboxing Knuckle Tie Rod</i>
			3	<i>Unboxing Arm Tie Rod</i>
			4	<i>Unboxing Arm Assy Knuckle</i>
			5	<i>Drop Front Brake Ke Dolly</i>
			6	<i>Drop Front Hub Ke Dolly</i>
			7	<i>Stel Stoper</i>
2	Andre	Pencucian dan Pembilasan	8	<i>Drop Center Axle ke Dolly</i>
			9	<i>Drop Drum ke Dolly</i>
			10	Mencuci <i>Tie Rod</i>
			11	Mencuci <i>Center Axle</i>
			12	Mencuci <i>Drum</i>
			13	Mencuci <i>Front Hub</i>
			14	Mencuci <i>Knuckle</i>
			15	Mencuci <i>Arm Assy Knuckle</i>
			16	Mencuci <i>Arm Tie Rod</i>
			17	Berjalan dari pencucian ke pembilasan
			18	Membilas <i>Tie Rod</i>
			19	Membilas <i>Center Axle</i>
			20	Membilas <i>Drum</i>
			21	Membilas <i>Front Hub</i>
			22	Membilas <i>Knuckle</i>
			23	Membilas <i>Arm Assy Knuckle</i>
			24	Membilas <i>Arm Tie Rod</i>

Lanjut...

Tabel 4.5 Elemen Kerja Produksi *Front Axle* (Lanjutan)

Stasiun Kerja	Operator	Proses	No	Elemen Kerja
3	Husni	<i>Assy Knuckle</i>	25	<i>Press Knuckle</i>
			26	<i>Touch up Tie Rod</i>
4	Yunus	<i>Assy Front Hub</i>	27	Memasang <i>Outer</i>
			28	Memasang <i>Bolt Up</i> di meja <i>press</i>
			29	Mengambil <i>Front Hub LH/RH</i> dan <i>Inner</i> dari <i>dolly</i>
			30	Meletakkan <i>Front Hub LH/RH</i> dan <i>Inner</i> di meja <i>press</i>
			31	Proses <i>Press Bolt</i> dan <i>Inner</i>
			32	Memberi <i>Grease</i> di <i>Inner Assy Front Hub</i>
			33	Memasang <i>Grease Bearing</i> dan <i>Oil Seal</i>
			34	Proses <i>Press Oil Seal</i>
			35	<i>Marking Check</i>
			36	Meletakkan <i>Front Hub</i> di Meja
5 LH	Agus Mulyadi	<i>Assy Drum Brake LH</i>	37	Mengambil <i>Front HUB LH</i>
			38	Meletakkan <i>Front Hub LH</i> ke meja <i>Assy</i>
			39	Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i>
			40	Meletakkan <i>Drum</i> ke meja <i>Assy</i>
			41	Memasang <i>Drum</i> ke meja <i>Assy</i>
			42	Mengambil <i>Nut 6 Pcs</i>
			43	Memasang <i>Nut</i>
			44	Mengencangkan <i>Nut</i> (Proses <i>Press</i>)
			45	Pahat <i>Nut</i>
			46	<i>Marking Check</i>
5 RH	Akhdan	<i>Assy Drum Brake RH</i>	47	Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>Dolly</i>
			48	Mengambil <i>Front HUB RH</i>
			49	Meletakkan <i>Front Hub RH</i> ke meja <i>Assy</i>
			50	Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i>
			51	Meletakkan <i>Drum</i> ke meja <i>Assy</i>
			52	Memasang <i>Drum</i> ke meja <i>Assy</i>
			53	Mengambil <i>Nut 6 Pcs</i>
			54	Memasang <i>Nut</i>
			55	Mengencangkan <i>Nut</i> (Proses <i>Press</i>)
			56	Pahat <i>Nut</i>
			57	<i>Marking Check</i>
			58	Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>Dolly</i>

Lanjut...

Tabel 4.5 Elemen Kerja Produksi *Front Axle* (Lanjutan)

Stasiun Kerja	Operator	Proses	No	Elemen Kerja
6 LH	Eggy	Main Line (Pemasangan Knuckle LH)	59	Moving Center Axle ke Dolly Assy
			60	Memasang Stud Bolt Absorber
			61	Mengencangkan Stud Bolt Absorber dengan <i>impact</i>
			62	Mengambil Bearing, Nut Arm dan <i>pin lock</i>
			63	Meletakkan Bearing, Nut Arm dan <i>pin lock</i> di dolly
			64	Merakit Knuckle LH (pasang shim, king pin dan bearing)
			65	Memasang Knuckle LH pada Center Axle
			66	Mengencangkan Knuckle LH dengan palu
			67	Memasang <i>pin lock</i>
			68	Mengencangkan <i>pin lock</i> dengan palu
			69	Memasang Arm Tie Rod, Nut Arm, dan Nut Pin Lock pada Knuckle LH
			70	Mengencangkan Nut Arm, dan Nut Pin Lock dengan <i>impact</i>
			71	Memasang cup bagian bawah knuckle LH dengan palu
			72	Pahat cup bagian atas knuckle LH
			73	Memasang <i>pin split</i> di Nut Arm dengan palu
			74	Marking Check
			75	Mendorong Dolly Ke SK Selanjutnya
6 RH	Arwin	Main Line (Pemasangan Knuckle RH)	76	Moving Center Axle ke Dolly Assy
			77	Memasang Stud Bolt Absorber
			78	Mengencangkan Stud Bolt Absorber dengan <i>impact</i>
			79	Mengambil Bearing, Nut Arm dan <i>pin lock</i>
			80	Meletakkan Bearing, Nut Arm dan <i>pin lock</i> di dolly
			81	Merakit Knuckle RH (pasang shim, king pin dan bearing)
			82	Memasang Knuckle RH pada Center Axle
			83	Mengencangkan Knuckle RH dengan palu
			84	Memasang <i>pin lock</i>
			85	Mengencangkan <i>pin lock</i> dengan palu
			86	Memasang Arm Assy Knuckle, Nut Arm, dan Nut Pin Lock pada Knuckle RH
			87	Mengencangkan Nut Arm, dan Nut Pin Lock dengan <i>impact</i>
			88	Memasang cup bagian bawah knuckle RH dengan palu
			89	Pahat cup bagian atas knuckle RH
			90	Memasang <i>pin split</i> di Nut Arm dengan palu
			91	Marking Check
			92	Mendorong Dolly Ke SK Selanjutnya

Lanjut...

Tabel 4.5 Elemen Kerja Produksi *Front Axle* (Lanjutan)

Stasiun Kerja	Operator	Proses	No	Elemen Kerja
7 LH	Setiawan	<i>Main Line</i> (Pemasangan <i>Front Brake</i> LH)	93	Mengambil <i>Front Brake LH</i> dari <i>Dolly Rak</i>
			94	Memasang <i>Front Brake</i>
			95	Mengambil <i>Bolt 4 pcs</i> /lubang
			96	Memasang <i>Bolt</i>
			97	Mengambil <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut 4 pcs</i>
			98	Memasang <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>
			99	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>
			100	Moment <i>Nut</i>
			101	Mengambil <i>Neple</i>
			102	Memasang <i>Neple</i>
			103	Mengencangkan <i>Neple</i>
			104	Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya
7 RH	Syahrul Sidik	<i>Main Line</i> (Pemasangan <i>Front Brake</i> RH)	105	Mengambil <i>Front Brake RH</i> dari <i>Dolly Rak</i>
			106	Memasang <i>Front Brake</i>
			107	Mengambil <i>Bolt 4 pcs</i> /lubang
			108	Memasang <i>Bolt</i>
			109	Mengambil <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut 4 pcs</i>
			110	Memasang <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>
			111	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>
			112	Moment <i>Nut</i>
			113	Mengambil <i>Neple</i>
			114	Memasang <i>Neple</i>
			115	Mengencangkan <i>Neple</i>
			116	Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya
8 LH	Narip	<i>Main Line</i> (Pemasangan <i>Drum Brake</i> LH)	117	<i>Marking Check</i>
			118	Memberikan <i>Grease</i> pada <i>Neple</i>
			119	Mengambil <i>Drum Brake LH</i> dari <i>Dolly</i>
			120	Memasang <i>Drum Brake LH</i>
			121	Mengambil <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>
			122	Memasang <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>
			123	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>
			124	Moment <i>Nut</i>
			125	Memasang <i>pin split</i> dengan palu
			126	Memasang <i>Cup</i> yang sudah diberi <i>Grease</i>
			127	<i>Stel Break Shoe</i>
			128	Mendorong <i>Dolly</i> Ke <i>Paint Booth</i>

Lanjut...

Tabel 4.5 Elemen Kerja Produksi *Front Axle* (Lanjutan)

Stasiun Kerja	Operator	Proses	No	Elemen Kerja
8 RH	Deni	<i>Main Line</i> (Pemasangan <i>Drum Brake</i> RH)	129	<i>Marking Check</i>
			130	Memberikan <i>Grease</i> pada <i>Neple</i>
			131	Mengambil <i>Drum Brake RH</i> dari <i>Dolly</i>
			132	Memasang <i>Drum Brake RH</i>
			133	Mengambil <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>
			134	Memasang <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>
			135	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>
			136	Moment <i>Nut</i>
			137	Memasang <i>pin split</i> dengan palu
			138	Memasang <i>Cup</i> yang sudah diberi <i>Grease</i>
			139	<i>Stel Break Shoe</i>
			140	Mendorong <i>Dolly</i> Ke <i>Paint Booth</i>
9	Ahmad	<i>Painting</i>	141	Pengecatan <i>Front Axle</i>
10	Sandy	Pemasangan <i>Hose Brake</i>	142	<i>Moving Front Axle</i> dari <i>paint booth</i>
			143	Mengambil <i>Hose Brake LH</i> dan <i>Clip U</i>
			144	Memasang <i>Hose Brake LH</i>
			145	Memasang <i>Clip U</i>
			146	Mengencangkan <i>Clip U</i> dengan palu lalu di moment
			147	Pemeriksaan Komponen
11	Afandi	<i>Transfer</i>	148	<i>Touch Up Front Axle</i>
			149	<i>Drop Front Axle</i> ke <i>Pallet</i>

(Sumber: PT Krama Yudha Ratu Motor)

Berdasarkan tabel diatas jumlah stasiun kerja dalam proses perakitan *front axle* terdiri dari 11 stasiun kerja yang memiliki elemen kerja sebanyak 149 elemen kerja. Elemen kerja yang terbanyak ada pada stasiun kerja 2 dan 6 yang masing-masing berjumlah 17 elemen kerja.

4.1.11. Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu dilakukan secara langsung dengan mencatat waktu setiap proses elemen kerja menggunakan jam henti (*stopwatch*). Data waktu siklus *Sub Assy Front Axle* produk Tipe TV dari SK 1 sampai dengan SK 5 dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Data Waktu Siklus *Sub Assy Front Axle* Produk Tipe TV

Sub Grup	SK 1									
	<i>Unboxing Knuckle</i> (detik/unit)					<i>Unboxing Knuckle Tie Rod</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	5,85	5,13	4,51	5,59	4,48	5,85	5,13	4,51	5,59	4,48
2	4,98	5,33	5,32	4,33	4,72	4,98	5,33	5,32	4,33	4,72
3	4,29	4,84	4,85	5,38	5,21	4,29	4,84	4,85	5,38	5,21
4	4,07	4,68	4,86	5,44	5,32	4,07	4,68	4,86	5,44	5,32
5	5,59	5,81	5,33	5,87	5,39	5,59	5,81	5,33	5,87	5,39
6	4,55	5,04	4,96	4,69	5,82	4,55	5,04	4,96	4,69	5,82
Sub Grup	<i>Unboxing Arm Tie Rod</i> (detik/unit)					<i>Unboxing Arm Assy Knuckle</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	8,58	8,37	8,44	8,25	8,04	8,58	8,37	8,44	8,25	8,04
2	7,71	8,28	8,13	8,59	7,42	7,71	8,28	8,13	8,59	7,42
3	7,89	8,09	8,31	7,56	7,79	7,89	8,09	8,31	7,56	7,79
4	8,23	7,48	7,25	7,64	8,39	8,23	7,48	7,25	7,64	8,39
5	7,83	7,62	7,79	8,55	8,19	7,83	7,62	7,79	8,55	8,19
6	7,92	7,53	8,61	7,44	8,70	7,92	7,53	8,61	7,44	8,70
Sub Grup	<i>Unboxing Front Brake ke Dolly</i> (detik/unit)					<i>Unboxing Front Hub ke Dolly</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	6,94	7,67	6,99	7,38	7,98	4,09	4,38	4,36	3,92	4,43
2	7,29	6,86	6,50	6,91	6,05	3,96	4,17	3,91	4,25	4,31
3	7,97	7,00	6,69	7,33	6,22	4,21	4,41	3,99	4,15	4,12
4	6,72	6,04	7,36	7,75	6,46	4,21	4,23	4,19	4,50	3,92
5	7,42	6,57	7,25	7,53	7,30	4,59	4,05	4,58	4,54	4,39
6	6,12	6,76	6,13	7,26	6,80	4,23	4,20	3,93	3,94	4,18
Sub Grup	SK 1					SK 2				
	<i>Steel Stoper</i> (detik/unit)					<i>Drop Center Axle ke Dolly</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	12,85	13,80	13,73	12,65	13,98	4,24	3,47	3,60	4,91	4,90
2	12,76	12,38	13,04	12,41	12,95	3,24	3,55	3,89	4,51	3,70
3	12,34	12,94	12,70	12,51	13,20	3,95	4,07	4,40	4,09	3,69
4	13,10	12,46	13,28	13,52	12,69	4,02	4,78	4,57	4,16	4,38
5	13,00	13,54	12,14	13,64	13,00	4,68	4,43	4,55	4,18	4,51
6	13,64	13,74	12,15	13,92	13,86	4,28	3,17	4,76	3,96	3,96

Lanjut...

Tabel 4.6 Data Waktu Siklus *Sub Assy Front Axle* Produk Tipe TV(Lanjutan)

Sub Grup	SK 2									
	<i>Drop Drum ke Dolly</i> (detik/unit)					Mencuci <i>Tie Rod</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	4,24	3,47	3,60	4,91	4,90	3,71	4,32	2,83	3,16	3,52
2	3,24	3,55	3,89	4,51	3,70	2,86	4,09	3,77	4,37	3,25
3	3,95	4,07	4,40	4,09	3,69	3,73	4,12	3,02	3,83	3,45
4	4,02	4,78	4,57	4,16	4,38	2,93	4,11	4,03	3,73	3,84
5	4,68	4,43	4,55	4,18	4,51	3,24	2,75	3,21	3,10	3,83
6	4,28	3,17	4,76	3,96	3,96	2,88	2,59	2,72	4,10	2,78
Sub Grup	Mencuci <i>Center Axle</i> (detik/unit)					Mencuci <i>Drum</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	4,00	3,68	3,92	3,83	3,09	4,00	3,68	3,92	3,83	3,09
2	3,54	3,15	3,10	3,28	3,62	3,54	3,15	3,10	3,28	3,62
3	3,93	3,07	3,34	3,58	3,11	3,93	3,07	3,34	3,58	3,11
4	3,15	3,64	3,13	3,72	3,87	3,15	3,64	3,13	3,72	3,87
5	3,22	3,38	3,23	3,58	3,41	3,22	3,38	3,23	3,58	3,41
6	3,80	3,77	3,82	3,15	3,94	3,80	3,77	3,82	3,15	3,94
Sub Grup	Mencuci <i>Front Hub</i> (detik/unit)					Mencuci <i>Knuckle</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	4,00	3,68	3,92	3,83	3,09	3,57	4,62	3,06	3,46	3,91
2	3,54	3,15	3,10	3,28	3,62	3,87	4,85	4,22	4,24	4,36
3	3,93	3,07	3,34	3,58	3,11	3,01	4,27	3,62	4,62	4,41
4	3,15	3,64	3,13	3,72	3,87	3,88	3,60	3,03	3,28	4,77
5	3,22	3,38	3,23	3,58	3,41	3,49	4,53	3,37	4,41	4,36
6	3,80	3,77	3,82	3,15	3,94	3,65	3,20	3,22	3,44	4,26
Sub Grup	Mencuci <i>Arm Assy Knuckle</i> (detik/unit)					Mencuci <i>Arm Tie Rod</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	3,57	4,62	3,06	3,46	3,91	3,57	4,62	3,06	3,46	3,91
2	3,87	4,85	4,22	4,24	4,36	3,87	4,85	4,22	4,24	4,36
3	3,01	4,27	3,62	4,62	4,41	3,01	4,27	3,62	4,62	4,41
4	3,88	3,60	3,03	3,28	4,77	3,88	3,60	3,03	3,28	4,77
5	3,49	4,53	3,37	4,41	4,36	3,49	4,53	3,37	4,41	4,36
6	3,65	3,20	3,22	3,44	4,26	3,65	3,20	3,22	3,44	4,26

Lanjut...

Tabel 4.6 Data Waktu Siklus *Sub Assy Front Axle* Produk Tipe TV (Lanjutan)

Sub Grup	SK 2									
	Berjalan dari pencucian ke pembilasan (detik/unit)					Membilas <i>Tie Rod</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	3,32	3,12	2,96	3,58	4,09	2,12	3,34	2,52	3,00	3,00
2	3,93	3,12	3,43	3,28	4,21	3,93	3,17	3,92	2,51	2,70
3	4,38	2,71	2,64	3,34	2,71	2,87	3,81	3,92	3,88	3,60
4	2,91	3,18	2,93	4,08	4,23	3,47	2,25	2,30	2,09	3,70
5	3,63	4,19	3,84	4,13	3,65	2,02	3,20	2,89	2,40	2,31
6	2,79	3,93	4,24	3,10	4,06	2,68	2,48	2,90	2,76	3,12
Sub Grup	Membilas <i>Center Axle</i> (detik/unit)					Membilas <i>Drum</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	3,57	3,59	2,81	2,82	2,53	3,57	3,59	2,81	2,82	2,53
2	2,62	2,89	3,10	3,83	3,44	2,62	2,89	3,10	3,83	3,44
3	3,89	3,99	2,82	2,55	3,40	3,89	3,99	2,82	2,55	3,40
4	2,69	2,95	3,81	3,96	2,06	2,69	2,95	3,81	3,96	2,06
5	2,35	3,16	2,53	3,77	3,50	2,35	3,16	2,53	3,77	3,50
6	3,79	3,09	2,50	3,56	2,12	3,79	3,09	2,50	3,56	2,12
Sub Grup	Membilas <i>Front Hub</i> (detik/unit)					Membilas <i>Knuckle</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	3,57	3,59	2,81	2,82	2,53	2,20	3,21	2,40	3,28	3,37
2	2,62	2,89	3,10	3,83	3,44	2,58	3,86	2,09	3,20	3,63
3	3,89	3,99	2,82	2,55	3,40	2,74	3,75	2,67	2,20	3,58
4	2,69	2,95	3,81	3,96	2,06	2,14	3,59	3,95	3,37	3,47
5	2,35	3,16	2,53	3,77	3,50	2,68	3,81	2,18	3,42	3,53
6	3,79	3,09	2,50	3,56	2,12	2,86	3,69	2,26	2,07	2,38
Sub Grup	Membilas <i>Arm Assy Knuckle</i> (detik/unit)					Membilas <i>Arm Tie Rod</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	3,61	3,28	3,35	4,08	3,69	3,61	3,28	3,35	4,08	3,69
2	3,34	3,67	3,98	4,15	3,80	3,34	3,67	3,98	4,15	3,80
3	3,76	3,60	4,38	3,83	4,23	3,76	3,60	4,38	3,83	4,23
4	4,45	3,65	3,76	3,51	4,21	4,45	3,65	3,76	3,51	4,21
5	4,09	3,48	3,32	4,17	4,31	4,09	3,48	3,32	4,17	4,31
6	3,47	3,88	4,24	4,45	4,37	3,47	3,88	4,24	4,45	4,37

Lanjut...

Tabel 4.6 Data Waktu Siklus *Sub Assy Front Axle* Produk Tipe TV(Lanjutan)

Sub Grup	SK 3									
	Proses <i>Press Knuckle</i> (detik/unit)					<i>Touch Up Tie Rod</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	7,32	7,53	7,29	7,82	7,72	3,18	2,86	2,53	2,50	3,38
2	7,30	7,36	7,79	8,06	7,65	3,87	2,23	3,81	2,26	2,83
3	7,63	7,72	8,19	7,83	7,45	2,66	3,34	2,33	3,05	3,47
4	7,67	7,55	7,68	7,65	7,54	3,71	2,95	2,79	3,21	2,87
5	7,36	7,27	8,11	7,95	7,68	3,88	3,28	2,23	2,30	3,97
6	8,07	7,73	7,95	8,20	7,75	3,88	2,45	2,73	3,29	2,46
Sub Grup	SK 4									
	Memasang <i>Outer</i> (detik/unit)					Memasang <i>Bolt Up</i> di meja <i>Press</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	3,55	2,86	3,52	3,60	2,92	8,82	8,12	8,10	8,80	8,68
2	3,02	3,54	3,38	2,89	3,72	8,23	8,94	8,94	8,59	8,15
3	3,19	3,32	3,01	3,04	3,11	8,17	8,55	8,81	8,73	8,51
4	2,91	3,78	3,76	3,75	3,31	8,40	8,13	8,30	8,80	8,25
5	3,54	3,19	3,27	3,50	3,32	8,28	8,55	8,02	8,22	8,38
6	3,47	2,87	3,24	2,90	3,13	8,18	8,65	8,31	8,12	8,59
Sub Grup	Mengambil <i>Front Hub</i> LH/RH dan <i>Inner</i> dari <i>Dolly</i> (detik/unit)					Meletakkan <i>Front Hub</i> LH/RH dan <i>Inner</i> di meja <i>Press</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	2,99	2,75	3,32	3,17	2,63	3,76	3,60	3,49	4,05	3,86
2	3,12	2,87	2,73	3,07	2,68	4,08	3,44	3,68	3,79	3,56
3	2,99	3,06	3,47	3,09	3,34	3,98	3,61	3,69	3,93	3,80
4	2,58	3,38	2,59	3,07	3,38	3,99	4,00	3,76	4,12	4,18
5	2,49	2,54	3,00	3,31	3,44	3,66	3,90	4,38	3,82	3,61
6	3,37	2,92	2,75	3,34	2,69	4,01	3,93	4,36	4,22	4,36
Sub Grup	Proses <i>Press Bolt</i> dan <i>Inner</i> (detik/unit)					Memberi <i>Grease</i> di <i>Inner Assy Front Hub</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	7,37	7,46	7,76	8,24	7,69	10,82	10,68	10,97	10,97	10,13
2	8,02	7,60	7,95	7,90	8,28	10,33	10,38	10,67	10,53	10,45
3	7,50	7,51	7,43	8,22	7,48	10,33	10,70	10,03	10,97	10,31
4	8,01	7,66	7,59	7,50	7,63	10,88	10,23	10,74	10,30	10,23
5	7,71	7,89	7,92	7,68	7,47	10,46	10,59	10,79	10,75	10,89
6	7,69	7,86	7,41	8,23	8,10	10,23	10,97	10,18	10,32	10,34

Lanjut...

Tabel 4.6 Data Waktu Siklus *Sub Assy Front Axle* Produk Tipe TV(Lanjutan)

Sub Grup	SK 4									
	Memasang <i>Grease Bearing</i> dan <i>Oil Seal</i> (detik/unit)					Proses <i>Press Oil Seal</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	7,48	7,40	7,56	7,66	7,67	7,53	6,85	6,81	7,27	7,20
2	7,77	7,92	7,78	7,79	7,38	7,53	7,51	7,26	7,34	7,20
3	7,88	7,20	7,56	7,53	7,52	6,68	7,22	6,99	7,31	6,85
4	7,55	7,16	7,69	7,41	7,36	7,51	6,77	7,50	7,08	7,14
5	7,85	6,89	7,40	7,59	7,47	7,57	7,12	7,21	6,69	7,41
6	7,79	7,73	7,96	7,62	8,07	7,12	6,76	6,85	7,61	7,50
Sub Grup	<i>Marking Check</i> (detik/unit)					Meletakkan <i>Front Hub</i> di meja (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	3,44	3,54	3,74	3,05	3,22	5,53	5,66	4,87	5,58	5,19
2	3,51	3,97	3,97	3,46	3,59	5,75	4,97	5,61	5,35	5,27
3	3,01	3,60	3,28	3,33	3,75	5,51	5,33	5,77	4,82	5,23
4	3,89	3,21	3,49	3,92	3,61	4,97	5,22	5,26	5,50	5,17
5	3,83	3,95	3,60	3,57	3,19	5,43	4,81	5,27	5,11	5,38
6	3,19	3,10	3,92	3,56	3,90	5,59	5,28	5,37	5,11	5,12
Sub Grup	SK 5 LH									
	Mengambil <i>Front Hub</i> LH (detik/unit)					Meletakkan <i>Front Hub</i> ke meja Assy (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	8,60	8,10	8,21	8,18	8,54	5,59	5,50	5,06	5,06	5,69
2	8,15	8,66	8,65	8,24	8,71	5,21	5,75	5,86	5,93	5,62
3	8,63	8,76	8,70	8,06	8,03	5,12	5,82	5,51	5,87	5,25
4	8,43	8,31	8,51	8,10	8,33	5,02	5,32	5,37	5,61	5,66
5	8,00	8,25	8,65	8,04	8,08	5,69	5,38	5,01	5,93	5,89
6	8,73	8,17	8,45	8,81	8,91	5,73	5,66	5,67	5,34	5,16
Sub Grup	Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i> (detik/unit)					Meletakkan <i>Drum</i> ke meja Assy (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	2,98	2,58	3,17	2,82	3,43	3,78	4,13	4,12	3,61	4,18
2	2,53	3,44	2,95	2,98	2,80	4,16	3,85	3,50	3,87	3,54
3	3,10	3,03	3,44	2,65	2,68	4,20	4,03	3,82	3,73	3,94
4	2,66	3,22	2,51	2,73	2,61	3,57	3,50	3,88	3,87	3,71
5	2,58	2,59	2,84	3,26	2,84	3,84	3,87	4,09	3,47	3,61
6	2,91	3,44	3,46	3,20	2,85	4,14	3,56	3,88	3,53	4,11

Lanjut...

Tabel 4.6 Data Waktu Siklus *Sub Assy Front Axle* Produk Tipe TV(Lanjutan)

Sub Grup	SK 5 LH									
	Memasang <i>Drum</i> ke meja Assy (detik/unit)					Mengambil <i>Nut 6 Pcs</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	4,56	3,87	3,85	3,73	4,17	6,63	6,02	6,76	6,50	6,76
2	4,31	3,88	4,24	3,73	3,82	6,19	6,45	6,57	6,55	6,25
3	4,48	3,94	4,44	4,54	3,96	6,67	6,71	6,49	6,08	6,33
4	3,74	4,52	3,88	3,80	4,04	6,64	6,61	6,23	6,04	6,11
5	4,42	4,36	4,07	3,77	4,28	6,35	6,51	6,83	6,67	6,51
6	4,29	3,72	4,06	4,52	4,27	6,94	6,37	6,02	6,58	6,14
Sub Grup	Memasang <i>Nut</i> (detik/unit)					Proses <i>Press Nut</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	12,76	12,50	12,38	12,82	12,96	15,59	15,01	15,34	15,96	15,15
2	12,62	12,05	12,24	12,65	12,55	15,95	15,25	15,25	15,44	15,57
3	12,69	12,87	12,24	12,31	12,25	15,33	15,24	15,66	15,75	15,41
4	12,50	12,02	12,69	12,20	12,08	15,81	15,62	15,16	15,57	15,47
5	12,99	12,32	12,69	12,49	12,02	15,29	15,61	15,73	15,00	15,76
6	12,22	12,15	12,79	12,71	12,56	15,43	15,46	15,36	15,69	15,13
Sub Grup	Pahat <i>Nut</i>					Marking <i>Check</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	6,88	6,84	6,84	6,79	6,62	5,14	5,30	5,23	5,16	5,19
2	6,83	6,74	7,34	6,68	7,21	5,00	5,42	5,18	5,82	5,30
3	6,76	6,69	7,06	7,39	7,31	5,19	5,47	5,78	5,43	5,63
4	6,80	6,58	6,52	6,59	7,10	5,56	5,30	5,35	5,35	5,70
5	7,10	6,65	7,16	7,19	6,65	5,63	5,07	5,53	5,66	5,06
6	6,57	6,50	7,11	7,21	7,32	5,02	5,00	5,46	5,57	5,48
Sub Grup	SK 5 LH					SK 5 RH				
	Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>dolly</i> (detik/unit)					Mengambil <i>Front Hub RH</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	9,51	9,89	9,03	9,74	9,52	8,11	8,31	8,23	8,97	8,23
2	9,89	9,52	9,65	9,37	9,15	8,75	8,17	8,59	8,12	8,29
3	9,66	9,11	9,45	9,32	9,23	9,00	8,96	8,55	8,23	8,75
4	9,58	9,35	9,72	9,22	9,40	8,83	8,43	8,59	8,38	8,42
5	9,16	9,63	9,21	9,74	9,98	8,53	8,29	8,41	8,22	8,10
6	9,83	9,66	9,00	9,25	9,80	8,13	8,30	8,26	8,46	8,60

Lanjut...

Tabel 4.6 Data Waktu Siklus *Sub Assy Front Axle* Produk Tipe TV(Lanjutan)

Sub Grup	SK 5 RH									
	Meletakkan <i>Front Hub</i> ke meja Assy (detik/unit)					Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	5,67	5,88	5,35	5,33	5,79	2,96	3,14	3,37	3,04	2,78
2	5,19	5,09	5,52	5,01	5,87	3,01	3,36	2,50	3,22	3,37
3	5,66	5,30	5,53	5,07	5,02	2,53	2,69	2,64	2,89	2,83
4	5,16	5,14	5,64	5,85	5,78	3,36	3,27	2,67	2,52	2,85
5	5,83	5,64	5,20	5,24	5,88	2,84	3,31	3,03	3,30	2,90
6	5,36	5,55	5,41	5,69	5,44	2,56	3,33	2,63	2,81	2,98
Sub Grup	Meletakkan <i>Drum</i> ke meja Assy (detik/unit)					Memasang <i>Drum</i> ke meja Assy (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	3,58	4,10	4,04	4,20	4,27	3,95	3,96	4,06	4,60	4,35
2	3,90	3,55	4,20	3,78	3,67	3,80	4,42	4,17	4,64	3,87
3	4,20	4,37	3,78	3,71	3,79	3,79	4,61	4,58	3,96	4,29
4	3,65	3,49	4,19	3,96	4,33	3,82	4,01	3,99	4,07	4,61
5	3,99	3,74	4,27	3,84	3,53	4,07	3,83	3,67	3,79	4,10
6	4,03	4,12	3,82	4,21	3,82	4,34	3,79	4,41	4,47	4,05
Sub Grup	Mengambil <i>Nut 6 Pcs</i> (detik/unit)					Memasang <i>Nut</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	6,23	6,90	6,06	6,26	6,60	12,69	12,67	12,23	12,46	12,02
2	6,23	6,61	6,31	6,93	6,20	12,43	12,33	12,93	12,66	12,21
3	6,27	6,99	6,25	6,72	6,87	12,85	12,44	12,20	12,97	12,68
4	6,36	6,17	6,03	6,67	6,77	12,00	12,89	12,22	12,44	12,81
5	6,57	6,66	6,27	6,71	6,02	12,93	12,28	12,61	12,04	12,12
6	6,34	6,79	6,01	6,85	6,58	12,37	12,54	12,36	12,81	12,60
Sub Grup	Proses <i>Press Nut</i> (detik/unit)					Pahat <i>Nut</i>				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	15,30	15,28	15,27	15,96	15,09	7,18	6,92	6,94	7,19	6,91
2	15,78	15,96	15,35	15,48	15,30	7,21	7,18	7,17	6,56	6,48
3	15,87	15,08	15,35	15,13	15,68	6,98	6,52	6,54	7,21	6,65
4	15,07	15,58	15,23	15,96	15,01	7,01	7,00	6,56	7,14	7,27
5	15,77	15,90	15,69	15,47	15,51	6,69	7,41	6,61	7,08	6,65
6	15,24	15,30	15,79	15,49	15,91	7,10	6,79	7,01	6,73	7,32

Lanjut...

Tabel 4.6 Data Waktu Siklus *Sub Assy Front Axle* Produk Tipe TV(Lanjutan)

Sub Grup	SK 5 RH									
	<i>Marking Check</i> (detik/unit)					Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>dolly</i> (detik/unit)				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
1	5,77	5,86	5,58	5,59	5,00	9,15	9,73	9,33	9,68	9,61
2	5,50	4,98	5,66	5,47	5,12	9,85	9,14	9,76	9,86	9,32
3	5,61	5,32	5,20	5,83	5,51	9,55	9,83	9,05	9,07	9,03
4	5,14	5,65	5,70	5,04	5,16	9,32	9,57	9,40	9,85	9,74
5	5,91	5,82	5,98	5,64	5,32	9,37	9,47	9,10	9,17	9,28
6	5,80	5,72	5,18	5,57	5,16	9,92	9,78	9,19	9,68	9,39

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

Berdasarkan tabel diatas, pengukuran dilaksanakan sebanyak 30 kali yang terdiri dari 6 sub grup dan X1 sampai dengan X5. Sub grup yang dimaksud disini adalah waktu pengamatan yang diklasifikasikan sebagai jam pengamatan mulai dari jam 07:10-07:40, jam 08:00-08:30, jam 09:00-09:30, jam 10:10-10:40, jam 14:10-14:30, dan jam 15:00-15:30. Kemudian X1 sampai dengan X5 artinya hari senin sampai dengan jum'at dilakukan 1 minggu. Dilakukan Sub grup karena memiliki karakteristik yang berbeda. Keseluruhan data pengamatan waktu siklus *Sub Assy Front Axle* produk Tipe TV dan TL dapat dilihat pada Lampiran A.

4.1.12. Faktor Penyesuaian (*Rating Factor*)

Menghitung waktu normal untuk masing-masing *operator* dibutuhkan *rating factor* tiap *operator*. Setelah diketahui cara menentukan *rating factor* (lihat Tabel 2.6) pemberian *rating* didasarkan pada observasi di lapangan yang disesuaikan dengan keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi operator. Untuk lebih jelasnya penentuan *rating factor* dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 *Rating Factor Operator*

Operator	<i>Rating Factor</i>				Operator	<i>Rating Factor</i>			
Dharmawan	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C1	0,06	Setiawan	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C1	0,06
	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C2	0,02		<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C2	0,02
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00		<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Consistency</i>	<i>Excellent</i>	B	0,03		<i>Consistency</i>	<i>Excellent</i>	B	0,03
	Total			0,11		Total			0,11
Andre	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C1	0,06	Syahrul	<i>Skill</i>	<i>Excellent</i>	B2	0,08
	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C2	0,02		<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C2	0,02
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00		<i>Conditions</i>	<i>Good</i>	C	0,02
	<i>Consistency</i>	<i>Excellent</i>	B	0,03		<i>Consistency</i>	<i>Good</i>	C	0,01
	Total			0,11		Total			0,13

Lanjut...

Tabel 4.7 *Rating Factor Operator (Lanjutan)*

Operator	Rating Factor				Operator	Rating Factor			
Husni	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C1	0,06	Narip	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C1	0,06
	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C2	0,02		<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C2	0,02
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00		<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Consistency</i>	<i>Good</i>	C	0,01		<i>Consistency</i>	<i>Excellent</i>	B	0,03
	Total			0,09		Total			0,11
Yunus	<i>Skill</i>	<i>Excellent</i>	B2	0,08	Deni	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C1	0,06
	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C2	0,02		<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C2	0,02
	<i>Conditions</i>	<i>Good</i>	C	0,02		<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Consistency</i>	<i>Average</i>	B	0		<i>Consistency</i>	<i>Excellent</i>	B	0,03
	Total			0,12		Total			0,11
Agus	<i>Skill</i>	<i>Excellent</i>	B2	0,08	Ahmad	<i>Skill</i>	<i>Excellent</i>	B2	0,08
	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C2	0,02		<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C2	0,02
	<i>Conditions</i>	<i>Good</i>	C	0,02		<i>Conditions</i>	<i>Good</i>	C	0,02
	<i>Consistency</i>	<i>Average</i>	B	0		<i>Consistency</i>	<i>Average</i>	B	0
	Total			0,12		Total			0,12
Akhdan	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C1	0,06	Sandy	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C1	0,06
	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C2	0,02		<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C2	0,02
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00		<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Consistency</i>	<i>Excellent</i>	B	0,03		<i>Consistency</i>	<i>Good</i>	C	0,01
	Total			0,11		Total			0,09
Eggy	<i>Skill</i>	<i>Excellent</i>	B2	0,08	Afiandi	<i>Skill</i>	<i>Excellent</i>	B2	0,08
	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C2	0,02		<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C2	0,02
	<i>Conditions</i>	<i>Good</i>	C	0,02		<i>Conditions</i>	<i>Good</i>	C	0,02
	<i>Consistency</i>	<i>Good</i>	C	0,01		<i>Consistency</i>	<i>Average</i>	B	0
	Total			0,13		Total			0,12
Arwin	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C1	0,06					
	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C2	0,02					
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00					
	<i>Consistency</i>	<i>Excellent</i>	B	0,03					
	Total			0,11					

(Sumber: PT Krama Yudha Ratu Motor)

4.1.13. Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

Faktor kelonggaran digunakan untuk memberikan waktu sebagai kompensasi terhadap terbatasnya kemampuan manusia yang tidak dapat melakukan pekerjaan secara terus-menerus. Setiap pekerja membutuhkan waktu-waktu khusus di luar waktu istirahat untuk minum, ke kamar kecil, mengobrol dan lain-lain yang bersifat pribadi. Penentuan *allowance* dilakukan dengan cara diskusi dengan pihak perusahaan dan berdasarkan keadaan dilapangan. Faktor kelonggaran dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

FAKTOR KELONGGARAN (%)		
Kebutuhan Pribadi	Pria	2%
Keadaan Lingkungan	Sangat Bising	1%
Tenaga yang dikeluarkan	Ringan	5%
Sikap Kerja	Berdiri diatas dua kaki	1%
Gerakan Kerja	Normal	0
Kelelahan Mata	Pandangan terus-menerus dengan faktor berubah	2%
Temperatur Tempat Kerja	Normal	1%
Total		12%

Sumber: (PT Krama Yudha Ratu Motor)

Berdasarkan Tabel 4.8, diperoleh faktor kelonggaran untuk operator pada tiap stasiun kerja adalah 12%. Faktor kelonggaran ini akan digunakan untuk menghitung waktu standar pada tiap stasiun kerja.

4.1.14. Rencana Produksi

Rencana produksi untuk komponen *front axle* telah ditetapkan oleh PT Krama Yudha Ratu Motor berdasarkan permintaan pelanggan. Data permintaan pelanggan yang digunakan yaitu permintaan bulan Mei, Juni, dan Juli 2019 dengan jumlah hari masing-masing sebesar 18, 14, dan 23 hari kerja. Berdasarkan data permintaan tersebut, maka diperoleh rencana produksi *Sub Assy Front Axle* dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Rencana Produksi Komponen *Front Axle* tahun 2019

Model	Type	Permintaan Tiap Bulan / Unit		
		Mei	Juni	Juli
<i>Front Axle</i>	TV	850	960	1077
	TL	470	480	480
	TH	240	180	180
	TG	240	120	360
	TF	48	0	24
	TY	120	0	120
	TW	120	60	300
	TR	0	192	96

Sumber: (PT Krama Yudha Ratu Motor)

4.1.15. Data Waktu Transportasi dan *Changeover Time*

Komponen *front axle* yang dirakit pada bagian *sub assy front axle* harus mengantri untuk dipindahkan dari proses satu ke proses selanjutnya. Proses selanjutnya juga membutuhkan waktu transportasi dari satu proses ke proses lainnya. Pemindahan komponen dilakukan secara semi otomatis dan manual, baik menggunakan *dolly* maupun *forklif*. Waktu transportasi nantinya akan digunakan untuk menentukan *lead time* transportasi dan *lead time* total proses perakitan komponen *front axle*. Adapun data waktu transportasi pada masing-masing stasiun kerja pada proses perakitan komponen *front axle* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Data Waktu Transportasi

Transportasi	Jarak (Meter)	Waktu (detik)	Unit	Waktu (detik/unit)
SK 1 (<i>Unboxing</i>) - SK 2 (Pencucian dan Pembilasan)	7	626,28	30	20,87
SK 2 (Pencucian dan Pembilasan) - SK 3 (<i>Assy Knuckle</i>)	5	599,15	30	19,97
SK 3 (<i>Assy Knuckle</i>) - SK 4 (<i>Assy Front Hub</i>)	2	59,15	6	9,86
SK 4 (<i>Assy Front Hub</i>) -SK 5 (<i>Assy Drum</i>)	2	42,60	6	7,10
SK 5 (<i>Assy Drum</i>) - SK 6 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Knuckle</i>)	2	58,60	6	9,77
SK 6 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Knuckle</i>)- SK 7 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Front Brake</i>)	1	30,67	3	10,82
SK 7 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Front Brake</i>) -SK 8 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Drum Brake</i>)	1	29,40	3	9,80
SK 8 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Drum Brake</i>) - SK 9 (<i>Painting</i>)	3	59,70	3	19,90
SK 9 (<i>Painting</i>) -SK 10 (Pemasangan <i>Hose Brake</i>)	3	54,33	3	18,11
SK 10 (Pemasangan <i>Hose Brake</i>) -SK 11 (transfer <i>front axle</i>)	4	171,31	3	57,10

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

Data *changeover time* nantinya akan mempengaruhi *lead time* keseluruhan dari proses perakitan *front axle*. Data *changeover time* pada proses perakitan *sub assy front axle* tidak dapat ditemukan, karena pada proses perakitan di bagian *sub assy front axle* tidak memerlukan pergantian alat ketika terjadi pergantian *type front axle*. Perakitan yang dilakukan pada bagian *sub assy front axle* hanya berfokus pada 2 tipe komponen *front axle*, yaitu tipe TV dan TL. Kedua tipe

komponen *front axle* tersebut menggunakan satu alat dan urutan proses yang sama. Sehingga tidak ada pergantian alat pada produk tipe ini maka *changover time* sama dengan nol.

4.1.16. Data Jumlah Mesin dan Operator

Jumlah mesin dan operator pada tiap SK berbeda-beda. Jumlah mesin dan operator pada masing-masing stasiun kerja produksi *Sub Assy Front Axle* dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Rekapitulasi Jumlah Mesin dan Operator

SK	Jumlah Mesin (Unit)	Operator (Orang)
SK 1 (<i>Unboxing</i>)	2	1
SK 2 (Pencucian dan Pembilasan)	1	1
SK 3 (<i>Assy Knuckle</i>)	1	1
SK 4 (<i>Assy Front Hub</i>)	1	1
SK 5 (<i>Assy Drum</i>)	1	2
SK 6 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Knuckle</i>)	5	2
SK 7 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Front Brake</i>)	2	2
SK 8 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Drum Brake</i>)	2	2
SK 9 (<i>Painting</i>)	1	1
SK 10 (Pemasangan <i>Hose Brake</i>)	0	1
SK 11 (<i>Transfer</i>)	1	1

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

4.1.17. Persediaan Produk Jadi

Persediaan produk jadi adalah barang/unit yang sepenuhnya telah selesai diproduksi yang telah dijadikan stock produk untuk mengatasi jika terjadinya kenaikan permintaan. Persediaan produk jadi yang ditentukan oleh perusahaan sebesar 40 unit truk/hari. Oleh karena itu kebutuhan akan komponen *front axle* sebesar 40 unit/hari yang akan di simpan pada gudang persediaan produk jadi, jumlah unit tersebut sesuai dengan maksimal kapasitas gudang persediaan.

4.1.18. Data *Work In Process* (WIP)

WIP ditemukan pada tiap proses pembuatan komponen *front axle* pada proses *Assy Front Hub* sampai dengan *Assy Drum* dan pemasangan *Front Brake* sampai dengan pengecatan. Proses produksi tidak berlangsung lancar sehingga terdapat WIP pada tiap SK sejumlah *lot* produksi komponen tersebut. Data WIP dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Data WIP Produksi

SK	Jumlah WIP (unit)	Waktu (detik)	Waktu (detik/unit)
4-5	6	24,15	4,03
7-8	3	9,30	3,10

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

4.1.19. Data Kuesioner

Kuesioner digunakan sebagai alat untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi pada produksi *Sub Assy Front Axle*. Kuesioner yang digunakan adalah kuesioner berdasarkan metode *Waste Assessment Model* (WAM). Kuesioner tersebut dibagi menjadi dua, yaitu:

1. *Waste Relationship Matrix* (WRM), menunjukkan keterkaitan antara tujuh pemborosan. Hubungan antara pemborosan dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Item Pertanyaan Kuesioner WRM

No	Pemborosan	No	Pemborosan	Jumlah Pertanyaan
1	<i>Overproduction</i>	1	<i>Defect</i>	6
		2	<i>Inventory</i>	6
		3	<i>Transportation</i>	6
		4	<i>Waiting</i>	6
		5	<i>Motion</i>	6
2	<i>Defect</i>	6	<i>Overproduction</i>	6
		7	<i>Inventory</i>	6
		8	<i>Transportation</i>	6
		9	<i>Waiting</i>	6
		10	<i>Motion</i>	6
3	<i>Inventory</i>	11	<i>Overproduction</i>	6
		12	<i>Defect</i>	6
		13	<i>Transportation</i>	6
		14	<i>Motion</i>	6
4	<i>Overprocess</i>	15	<i>Overproduction</i>	6
		16	<i>Defect</i>	6
		17	<i>Inventory</i>	6
		18	<i>Waiting</i>	6
		19	<i>Motion</i>	6

Lanjut...

Tabel 4.13 Item Pertanyaan Kuesioner WRM (Lanjutan)

No	Pemborosan	No	Pemborosan	Jumlah Pertanyaan
5	Transportation	20	<i>Overproduction</i>	6
		21	<i>Defect</i>	6
		22	<i>Inventory</i>	6
		23	<i>Waiting</i>	6
		24	<i>Motion</i>	6
6	Waiting	25	<i>Overproduction</i>	6
		26	<i>Defect</i>	6
		27	<i>Inventory</i>	6
7	Motion	28	<i>Defect</i>	6
		29	<i>Inventory</i>	6
		30	<i>Overprocess</i>	6
		31	<i>Waiting</i>	6

(Sumber: Rawabdeh, 2005)

Kuesioner WRM terdiri dari 31 keterkaitan dengan 186 pertanyaan. Daftar pertanyaan dapat dilihat pada Lampiran C.

2. *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) terdiri dari 4 kategori, yaitu:
 - a. *Man* terdiri dari 7 aspek pertanyaan.
 - b. *Material* terdiri dari 24 pertanyaan.
 - c. *Machine* terdiri dari 12 pertanyaan
 - d. *Method* terdiri dari 25 pertanyaan

Kuesioner WAQ terdiri dari 68 pertanyaan dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran C. Pengumpulan jawaban kuesioner dilakukan dengan cara wawancara dengan seorang pakar yang ada di bagian *sub assy front axle*. Departemen yang dipilih sebagai responden seperti departemen ppc, departemen kualitas, departemen *part control*, *supervisor* produksi dan *Foreman* yang menangani produksi *Sub Assy Front Axle*. Kuesioner serta jawaban responden kuesioner dapat dilihat pada Lampiran C.

4.2. Pengolahan Data

Pengolahan data akan menguraikan data yang akan diolah, sehingga mampu membantu dalam penyusunan langkah perbaikan. Adapun langkah dari pengolahan data dijelaskan dibawah ini.

4.2.1 Perhitungan Waktu Siklus Rata-rata

Perhitungan waktu siklus rata-rata akan dilakukan setelah pengamatan waktu siklus selesai. Data pengamatan waktu siklus, selanjutnya diolah untuk mendapatkan waktu siklus rata-rata setiap elemen kerja. Perhitungan waktu siklus rata-rata Produk TV dan TL untuk elemen kerja *Unboxing Knuckle* di Stasiun Kerja 1 *Unboxing* dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14. Waktu Siklus Rata-rata Produk Tipe TV

Sub Grup	Unboxing Knuckle (detik/unit)					ΣX	Rata-rata
	X1	X2	X3	X4	X5		
1	5,85	5,13	4,51	5,59	4,48	25,56	5,11
2	4,98	5,33	5,32	4,33	4,72	24,67	4,93
3	4,29	4,84	4,85	5,38	5,21	24,57	4,91
4	4,07	4,68	4,86	5,44	5,32	24,37	4,87
5	5,59	5,81	5,33	5,87	5,39	27,99	5,60
6	4,55	5,04	4,96	4,69	5,82	25,05	5,01
Total Waktu Siklus							30,44
Waktu Siklus Rata-rata							5,07

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Perhitungan waktu siklus rata-rata menggunakan cara berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{30,44}{6} = 5,07 \text{ detik}$$

Keterangan:

\bar{x} = Rata-rata sub grup (waktu siklus)

$\sum x_i$ = Jumlah rata-rata sub grup

\bar{x} = Waktu siklus rata-rata

N = Jumlah pengukuran (sub grup)

Berdasarkan dari hasil perhitungan diperoleh waktu siklus rata-rata elemen kerja *Unboxing Knuckle* tipe TV sebesar 5,07 detik. Rekapitulasi dari perhitungan

waktu siklus rata-rata dari seluruh elemen kerja *Unboxing Knuckle* di Stasiun Kerja 1 *Unboxing* pada proses produksi *Sub Assy Front Axle* produk tipe TV dan TL dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus Rata-rata Seluruh Elemen Kerja Produk tipe TV dan TL.

No	Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Rata-Rata Waktu Siklus (Detik)	
			Tipe TV	Tipe TL
1	1	<i>Unboxing Knuckle</i>	5,07	5,04
2		<i>Unboxing Knuckle Tie Rod</i>	5,07	5,04
3		<i>Unboxing Arm Tie Rod</i>	8,02	7,97
4		<i>Unboxing Arm Assy Knuckle</i>	8,02	7,97
5		<i>Drop Front Brake Ke Dolly</i>	6,97	6,94
6		<i>Drop Front Hub Ke Dolly</i>	4,21	4,20
7		<i>Stel Stoper</i>	13,06	12,95
8	2	<i>Drop Center Axle ke Dolly</i>	4,15	4,12
9		<i>Drop Drum ke Dolly</i>	4,15	4,10
10		Mencuci <i>Tie Rod</i>	3,93	3,92
11		Mencuci <i>Center Axle</i>	3,50	3,48
12		Mencuci <i>Drum</i>	3,50	3,48
13		Mencuci <i>Front Hub</i>	3,50	3,48
14		Mencuci <i>Knuckle</i>	4,29	4,26
15		Mencuci <i>Arm Assy Knuckle</i>	4,29	4,26
16		Mencuci <i>Arm Tie Rod</i>	4,29	4,26
17		Berjalan dari pencucian ke pembilasan	4,16	4,16
18		Membilas <i>Tie Rod</i>	2,85	2,84
19		Membilas <i>Center Axle</i>	2,85	2,85
20		Membilas <i>Drum</i>	2,85	2,85
21		Membilas <i>Front Hub</i>	2,85	2,85
22		Membilas <i>Knuckle</i>	3,87	3,87
23		Membilas <i>Arm Assy Knuckle</i>	3,87	3,87
24		Membilas <i>Arm Tie Rod</i>	3,87	3,87
25	3	<i>Press Knuckle</i>	7,69	7,63
26		<i>Touch up Tie Rod</i>	2,85	2,80
27	4	Memasang <i>Outer</i>	3,29	3,27
28		Memasang <i>Bolt Up</i> di meja <i>press</i>	8,44	8,47
29		Mengambil <i>Front Hub LH/RH</i> dan <i>Inner</i> dari <i>dolly</i>	3,00	2,99
30		Meletakkan <i>Front Hub LH/RH</i> dan <i>Inner</i> di meja <i>press</i>	3,89	3,87

Lanjut...

Tabel 4.15. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus Rata-rata Seluruh Elemen Kerja Produk tipe TV dan TL. (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Rata-Rata Waktu Siklus (Detik)	
			Tipe TV	Tipe TL
31	4	Proses <i>Press Bolt</i> dan <i>Inner</i>	7,76	7,75
32		Memberi <i>Grease</i> di <i>Inner Assy Front Hub</i>	10,54	10,52
33		Memasang <i>Grease Bearing</i> dan <i>Oil Seal</i>	7,59	7,57
34		Proses <i>Press Oil Seal</i>	7,18	7,17
35		<i>Marking Check</i>	3,55	3,54
36		Meletakkan <i>Front Hub</i> di meja	5,30	5,29
37	5 LH	Mengambil <i>Front HUB LH</i>	8,40	8,26
38		Meletakkan <i>Front Hub LH</i> ke meja Assy	5,51	5,49
39		Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i>	2,94	2,90
40		Meletakkan <i>Drum</i> ke meja Assy	3,84	3,84
41		Memasang <i>Drum</i> ke meja Assy	4,11	4,10
42		Mengambil <i>Nut 6 Pcs</i>	6,45	6,44
43		Memasang <i>Nut</i>	12,48	12,47
44		Mengencangkan <i>Nut</i> (Proses <i>Press</i>)	15,47	15,46
45		Pahat <i>Nut</i>	6,90	6,88
46		<i>Marking Check</i>	5,37	5,32
47		Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>Dolly</i>	9,49	9,47
48	5 RH	Mengambil <i>Front HUB RH</i>	8,44	8,44
49		Meletakkan <i>Front Hub RH</i> ke meja Assy	5,47	5,46
50		Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i>	2,96	2,94
51		Meletakkan <i>Drum</i> ke meja Assy	3,94	3,93
52		Memasang <i>Drum</i> ke meja Assy	4,14	3,25
53		Mengambil <i>Nut 6 Pcs</i>	6,46	6,44
54		Memasang <i>Nut</i>	12,49	12,48
55		Proses <i>Press Nut</i>	15,49	15,46
56		Pahat <i>Nut</i>	6,93	6,88
57		<i>Marking Check</i>	5,49	5,47
58		Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>Dolly</i>	9,47	9,45

Lanjut...

Tabel 4.15. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus Rata-rata Seluruh Elemen Kerja Produk tipe TV dan TL. (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Rata-Rata Waktu Siklus (Detik)	
			Tipe TV	Tipe TL
59	6 LH	<i>Moving Center Axle ke Dolly Assy</i>	2,24	2,24
60		<i>Memasang Stud Bolt Absorber</i>	2,10	2,09
61		<i>Mengencangkan Stud Bolt Absorber dengan impact</i>	3,60	3,59
62		<i>Mengambil Bearing, Nut Arm dan pin lock</i>	1,42	1,38
63		<i>Meletakkan Bearing, Nut Arm dan pin lock di dolly</i>	1,48	1,47
64		<i>Merakit Knuckle LH (pasang shim, king pin dan bearing)</i>	7,61	7,58
65		<i>Memasang Knuckle LH pada Center Axle</i>	5,13	5,11
66		<i>Mengencangkan Knuckle LH dengan palu</i>	3,44	3,41
67		<i>Memasang pin lock</i>	2,81	2,79
68		<i>Mengencangkan pin lock dengan palu</i>	3,42	3,42
69		<i>Memasang Arm Tie Rod, Nut Arm, dan Nut Pin Lock pada Knuckle LH</i>	9,03	9,02
70		<i>Mengencangkan Nut Arm, dan Nut Pin Lock dengan impact</i>	6,82	6,82
71		<i>Memasang cup bagian bawah knuckle LH dengan palu</i>	3,46	3,46
72		<i>Pahat cup bagian atas knuckle LH</i>	3,72	3,72
73		<i>Memasang pin split di Nut Arm dengan palu</i>	5,94	5,94
74		<i>Marking Check</i>	3,98	3,97
75		<i>Mendorong Dolly Ke SK Selanjutnya</i>	3,52	3,49
76	6 RH	<i>Moving Center Axle ke Dolly Assy</i>	2,24	2,24
77		<i>Memasang Stud Bolt Absorber</i>	2,85	2,84
78		<i>Mengencangkan Stud Bolt Absorber dengan impact</i>	3,47	3,47
79		<i>Mengambil Bearing, Nut Arm dan pin lock</i>	1,81	1,78
80		<i>Meletakkan Bearing, Nut Arm dan pin lock di dolly</i>	1,84	1,83
81		<i>Merakit Knuckle RH (pasang shim, king pin dan bearing)</i>	7,91	7,90

Lanjut...

Tabel 4.15. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus Rata-rata Seluruh Elemen Kerja Produk tipe TV dan TL. (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Rata-Rata Waktu Siklus (Detik)	
			Tipe TV	Tipe TL
82	6 RH	Memasang <i>Knuckle RH</i> pada <i>Center Axle</i>	5,08	5,08
83		Mengencangkan <i>Knuckle RH</i> dengan <i>palu</i>	3,55	3,53
84		Memasang <i>pin lock</i>	2,87	2,85
85		Mengencangkan <i>pin lock</i> dengan palu	3,46	3,44
86		Memasang <i>Arm Assy Knuckle, Nut Arm, dan Nut Pin Lock</i> pada <i>Knuckle RH</i>	8,96	8,93
87		Mengencangkan <i>Nut Arm, dan Nut Pin Lock</i> dengan <i>impact</i>	7,16	7,12
88		Memasang <i>cup</i> bagian bawah <i>knuckle RH</i> dengan palu	3,50	3,38
89		Pahat <i>cup</i> bagian atas <i>knuckle RH</i>	3,89	3,80
90		Memasang <i>pin split</i> di <i>Nut Arm</i> dengan palu	5,89	4,95
91		<i>Marking Check</i>	4,30	4,24
92		Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya	3,52	3,49
93	7 LH	Mengambil <i>Front Brake LH</i> dari <i>Dolly Rak</i>	12,46	12,37
94		Memasang <i>Front Brake</i>	2,49	2,45
95		Mengambil <i>Bolt 4 pcs</i> /lubang	1,99	1,99
96		Memasang <i>Bolt</i>	5,07	5,01
97		Mengambil <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut 4 pcs</i>	2,52	2,45
98		Memasang <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	11,21	11,05
99		Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	12,25	12,13
100		Moment <i>Nut</i>	9,51	9,44
101		Mengambil <i>Neple</i>	1,23	1,20
102		Memasang <i>Neple</i>	2,53	2,49
103		Mengencangkan <i>Neple</i>	3,53	3,46
104		Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya	3,51	3,48

Lanjut...

Tabel 4.15. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus Rata-rata Seluruh Elemen Kerja Produk tipe TV dan TL. (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Rata-Rata Waktu Siklus (Detik)	
			Tipe TV	Tipe TL
105	7 RH	Mengambil <i>Front Brake RH</i> dari <i>Dolly Rak</i>	12,51	12,50
106		Memasang <i>Front Brake</i>	2,45	2,45
107		Mengambil <i>Bolt 4 pcs</i> /lubang	2,54	2,53
108		Memasang <i>Bolt</i>	4,92	4,87
109		Mengambil <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut 4 pcs</i>	2,54	2,49
110		Memasang <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	10,99	10,96
111		Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	12,23	12,19
112		Moment <i>Nut</i>	9,56	9,50
113		Mengambil <i>Neple</i>	1,25	1,24
114		Memasang <i>Neple</i>	2,43	2,42
115		Mengencangkan <i>Neple</i>	3,40	3,33
116		Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya	3,51	3,48
117	8 LH	<i>Marking Check</i>	3,83	3,79
118		Memberikan <i>Grease</i> pada <i>Neple</i>	4,40	4,33
119		Mengambil <i>Drum Brake LH</i> dari <i>Dolly</i>	10,93	10,83
120		Memasang <i>Drum Brake LH</i>	5,02	4,87
121		Mengambil <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	4,56	4,48
122		Memasang <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	7,71	7,61
123		Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	4,95	4,95
124		Moment <i>Nut</i>	8,60	8,58
125		Memasang <i>pin split</i> dengan palu	7,50	7,48
126		Memasang <i>Cup</i> yang sudah diberi <i>Grease</i>	11,07	10,99
127		<i>Stel Break Shoe</i>	14,55	14,55
128		Mendorong <i>Dolly</i> Ke <i>Paint Booth</i>	5,49	5,47
129	8 RH	<i>Marking Check</i>	3,83	3,79
130		Memberikan <i>Grease</i> pada <i>Neple</i>	4,51	4,48
131		Mengambil <i>Drum Brake RH</i> dari <i>Dolly</i>	10,83	10,81

Lanjut...

Tabel 4.15. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus Rata-rata Seluruh Elemen Kerja Produk tipe TV dan TL. (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Rata-Rata Waktu Siklus (Detik)	
			Tipe TV	Tipe TL
132	8 RH	Memasang <i>Drum Brake RH</i>	5,06	5,04
133		Mengambil <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	4,39	4,37
134		Memasang <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	7,83	7,80
135		Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	4,83	4,80
136		Moment <i>Nut</i>	8,50	8,49
137		Memasang <i>pin split</i> dengan palu	7,50	7,48
138		Memasang <i>Cup</i> yang sudah diberi <i>Grease</i>	10,94	10,89
139		<i>Stel Break Shoe</i>	14,52	14,52
140		Mendorong <i>Dolly</i> Ke <i>Paint Booth</i>	5,49	5,47
141	9	Pengecatan <i>Front Axle</i>	37,93	37,92
142	10	<i>Moving Front Axle</i> dari <i>paint booth</i>	10,52	10,49
143		Mengambil <i>Hose Brake LH</i> dan <i>Clip U</i>	3,94	3,92
144		Memasang <i>Hose Brake LH</i>	5,54	5,52
145		Memasang <i>Clip U</i>	3,46	3,44
146		Mengencangkan <i>Clip U</i> dengan palu lalu di moment	6,49	6,46
147		Pemeriksaan Komponen	13,50	13,45
148	11	<i>Touch Up Front Axle</i>	15,55	15,51
149		<i>Drop Front Axle</i> ke <i>Pallet</i>	38,55	38,53

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan tabel diatas didapat waktu siklus rata-rata paling besar untuk produk tipe TV dan TL pada stasiun kerja 11 dengan elemen kerja *Drop Front Axle* ke *Pallet* memiliki waktu sebesar 38,55 detik dan 38,53 detik.

4.2.2 Perhitungan Waktu Baku

Setiap operator memiliki performa yang berbeda satu sama lain, maka untuk menstandarkan waktu proses tiap operator dibutuhkan waktu proses yang sudah memperhitungkan besarnya faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran. Waktu proses tersebut merupakan Waktu Normal (W_n) yang diperoleh dengan mengalikan waktu siklus elemen kerja dengan *rating factor* (lihat Tabel 4.8).

Faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran hanya digunakan untuk aktivitas yang dilakukan secara manual oleh operator. Perhitungan waktu normal untuk elemen kerja *Unboxing Knuckle* di Stasiun Kerja 1 *Unboxing* Produk Tipe TV sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W_n &= W_s (1 + \text{Rating Factor}) \\ &= 5,07 (1 + 0,11) \\ &= 5,63 \text{ detik} \end{aligned}$$

Setelah diperoleh waktu normal maka dilakukan perhitungan Waktu Baku (W_b) dengan mengalikan waktu normal dengan *allowance* (lihat Tabel 4.9). Perhitungan waktu baku untuk elemen kerja *Unboxing Knuckle* di Stasiun Kerja 1 *Unboxing* Produk Tipe TV sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W_b &= W_n (1 + \text{Allowance}) \\ &= 5,63 (1 + 0,12) \\ &= 6,31 \text{ detik} \end{aligned}$$

Perhitungan rekapitulasi waktu normal dan waktu baku seluruh proses produksi *Sub Assy Front Axle* Produk tipe TV dan tipe TL dilakukan dengan rumus yang sama dan dapat dilihat pada Tabel 4.16

Tabel 4.16 Rekapitulasi Waktu Normal dan Waktu Baku Seluruh Elemen Kerja Tiap Stasiun Produk Tipe TV dan TL

SK	OP	Elemen Kerja	WS rata-rata (Detik)		RF	WN (Detik)		Allowance	WB (Detik)		Total WB (Detik)	
			TV	TL		TV	TL		TV	TL	TV	TL
1	M Dhamawan	<i>Unboxing Knuckle</i>	5,07	5,04	0,11	5,63	5,60	12%	6,31	6,27	62,71	62,30
		<i>Unboxing Knuckle Tie Rod</i>	5,07	5,04		5,63	5,60		6,31	6,27		
		<i>Unboxing Arm Tie Rod</i>	8,02	7,97		8,90	8,85		9,97	9,91		
		<i>Unboxing Arm Assy Knuckle</i>	8,02	7,97		8,90	8,85		9,97	9,91		
		<i>Drop Front Brake Ke Dolly</i>	6,97	6,94		7,74	7,70		8,67	8,62		
		<i>Drop Front Hub Ke Dolly</i>	4,21	4,20		4,67	4,66		5,24	5,22		
		<i>Stel Stoper</i>	13,06	12,95		14,50	14,38		16,24	16,10		
2	Andre	<i>Drop Center Axle ke Dolly</i>	4,15	4,12	0,11	4,61	4,57	12%	5,16	5,12	78,00	77,72
		<i>Drop Drum ke Dolly</i>	4,15	4,10		4,61	4,55		5,16	5,10		
		<i>Mencuci Tie Rod</i>	3,93	3,92		4,36	4,35		4,88	4,87		
		<i>Mencuci Center Axle</i>	3,50	3,48		3,89	3,86		4,35	4,33		
		<i>Mencuci Drum</i>	3,50	3,48		3,89	3,86		4,35	4,33		

Lanjut...

Tabel 4.16 Rekapitulasi Waktu Normal dan Waktu Baku Seluruh Elemen Kerja Tiap Stasiun Produk Tipe TV dan TL (Lanjutan)

SK	OP	Elemen Kerja	WS rata-rata (Detik)		RF	WN (Detik)		Allowance	WB (Detik)		Total WB (Detik)	
			TV	TL		TV	TL		TV	TL	TV	TL
2	Andre	Mencuci <i>Front Hub</i>	3,50	3,48	0,11	3,89	3,86	12%	4,35	4,33	78,00	77,72
		Mencuci <i>Knuckle</i>	4,29	4,26		4,76	4,73		5,33	5,30		
		Mencuci <i>Arm Assy Knuckle</i>	4,29	4,26		4,76	4,73		5,33	5,30		
		Mencuci <i>Arm Tie Rod</i>	4,29	4,26		4,76	4,73		5,33	5,30		
		Berjalan dari pencucian ke pembilasan	4,16	4,16		4,62	4,62		5,17	5,17		
		Membilas <i>Tie Rod</i>	2,85	2,84		3,16	3,15		3,54	3,53		
		Membilas <i>Center Axle</i>	2,85	2,85		3,16	3,16		3,54	3,54		
		Membilas <i>Drum</i>	2,85	2,85		3,16	3,16		3,54	3,54		
		Membilas <i>Front Hub</i>	2,85	2,85		3,16	3,16		3,54	3,54		
		Membilas <i>Knuckle</i>	3,87	3,87		4,30	4,30		4,81	4,81		
		Membilas <i>Arm Assy Knuckle</i>	3,87	3,87		4,30	4,30		4,81	4,81		
		Membilas <i>Arm Tie Rod</i>	3,87	3,87		4,30	4,30		4,81	4,81		
3	Husni	<i>Press Knuckle</i>	7,69	7,63	0,09	8,39	8,32	12%	9,39	9,32	12,87	12,73
		<i>Touch up Tie Rod</i>	2,85	2,80		3,11	3,05		3,48	3,41		
4	Yunus	Memasang <i>Outer</i>	3,29	3,27	0,12	3,68	3,66	12%	4,13	4,10	75,94	75,82
		Memasang <i>Bolt Up</i> di meja <i>press</i>	8,44	8,47		9,45	9,49		10,59	10,62		
		Mengambil <i>Front Hub LH/RH</i> dan <i>Inner</i> dari <i>dolly</i>	3,00	2,99		3,36	3,35		3,76	3,75		
		Meletakkan <i>Front Hub LH/RH</i> dan <i>Inner</i> di meja <i>press</i>	3,89	3,87		4,36	4,33		4,88	4,85		
		Proses <i>Press Bolt</i> dan <i>Inner</i>	7,76	7,75		8,69	8,68		9,73	9,72		
		Memberi <i>Grease</i> di <i>Inner Assy Front Hub</i>	10,54	10,52		11,80	11,78		13,22	13,21		
		Memasang <i>Grease Bearing</i> dan <i>Oil Seal</i>	7,59	7,57		8,50	8,48		9,52	9,50		
		Proses <i>Press Oil Seal</i>	7,18	7,17		8,04	8,03		9,01	8,99		
		<i>Marking Check</i>	3,55	3,54		3,98	3,96		4,45	4,44		
		Meletakkan <i>Front Hub</i> di Meja	5,30	5,29		5,94	5,92		6,65	6,64		

Lanjut...

Tabel 4.16 Rekapitulasi Waktu Normal dan Waktu Baku Seluruh Elemen Kerja Tiap Stasiun Produk Tipe TV dan TL (Lanjutan)

SK	OP	Elemen Kerja	WS rata-rata (Detik)		RF	WN (Detik)		Allowance	WB (Detik)		Total WB (Detik)	
			TV	TL		TV	TL		TV	TL	TV	TL
5 LH	Agus Mulyadi	Mengambil <i>Front HUB LH</i>	8,40	8,26	0,12	9,41	9,25	12%	10,54	10,36	101,57	101,14
		Meletakkan <i>Front Hub LH</i> ke meja Assy	5,51	5,49		6,17	6,15		6,91	6,89		
		Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i>	2,94	2,90		3,29	3,25		3,69	3,64		
		Meletakkan <i>Drum</i> ke meja Assy	3,84	3,84		4,30	4,30		4,82	4,82		
		Memasang <i>Drum</i> ke meja Assy	4,11	4,10		4,60	4,59		5,16	5,14		
		Mengambil <i>Nut 6 Pcs</i>	6,45	6,44		7,22	7,21		8,09	8,08		
		Memasang <i>Nut</i>	12,48	12,47		13,98	13,97		15,65	15,64		
		Mengencangkan <i>Nut (Proses Press)</i>	15,47	15,46		17,33	17,32		19,41	19,39		
		Pahat <i>Nut</i>	6,90	6,88		7,73	7,71		8,66	8,63		
		<i>Marking Check</i>	5,37	5,32		6,01	5,96		6,74	6,67		
		Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>Dolly</i>	9,49	9,47		10,63	10,61		11,90	11,88		
5 RH	Akhdan	Mengambil <i>Front HUB RH</i>	8,44	8,44	0,11	9,37	9,37	12%	10,49	10,49	101,06	99,72
		Meletakkan <i>Front Hub RH</i> ke meja Assy	5,47	5,46		6,07	6,06		6,80	6,79		
		Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i>	2,96	2,94		3,29	3,26		3,68	3,66		
		Meletakkan <i>Drum</i> ke meja Assy	3,94	3,93		4,37	4,36		4,90	4,89		
		Memasang <i>Drum</i> ke meja Assy	4,14	3,25		4,60	3,61		5,15	4,04		
		Mengambil <i>Nut 6 Pcs</i>	6,46	6,44		7,17	7,15		8,03	8,01		
		Memasang <i>Nut</i>	12,49	12,48		13,86	13,85		15,53	15,52		
		<i>Proses Press Nut</i>	15,49	15,46		17,19	17,16		19,26	19,22		
		Pahat <i>Nut</i>	6,93	6,88		7,69	7,64		8,62	8,55		
		<i>Marking Check</i>	5,49	5,47		6,09	6,07		6,83	6,80		
		Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>Dolly</i>	9,47	9,45		10,51	10,49		11,77	11,75		

Lanjut...

Tabel 4.16 Rekapitulasi Waktu Normal dan Waktu Baku Seluruh Elemen Kerja Tiap Stasiun Produk Tipe TV dan TL (Lanjutan)

SK	OP	Elemen Kerja	WS rata-rata (Detik)		RF	WN (Detik)		Allowance	WB (Detik)		Total WB (Detik)	
			TV	TL		TV	TL		TV	TL	TV	TL
6 LH	Eggy	Moving Center Axle ke Dolly Assy	2,24	2,24	0,13	2,53	2,53	12%	2,84	2,83	88,24	87,97
		Memasang Stud Bolt Absorber	2,10	2,09		2,37	2,36		2,66	2,65		
		Mengencangkan Stud Bolt Absorber dengan impact	3,60	3,59		4,06	4,06		4,55	4,54		
		Mengambil Bearing, Nut Arm dan pin lock	1,42	1,38		1,60	1,56		1,79	1,75		
		Meletakkan Bearing, Nut Arm dan pin lock di dolly	1,48	1,47		1,68	1,66		1,88	1,86		
		Merakit Knuckle LH (pasang shim, king pin dan bearing)	7,61	7,58		8,60	8,57		9,63	9,59		
		Memasang Knuckle LH pada Center Axle	5,13	5,11		5,80	5,77		6,49	6,47		
		Mengencangkan Knuckle LH dengan palu	3,44	3,41		3,89	3,85		4,35	4,32		
		Memasang pin lock	2,81	2,79		3,18	3,15		3,56	3,53		
		Mengencangkan pin lock dengan palu	3,42	3,42		3,86	3,86		4,33	4,33		
		Memasang Arm Tie Rod, Nut Arm, dan Nut Pin Lock pada Knuckle LH	9,03	9,02		10,20	10,19		11,43	11,42		
		Mengencangkan Nut Arm, dan Nut Pin Lock dengan impact	6,82	6,82		7,71	7,71		8,63	8,63		
		Memasang cup bagian bawah knuckle LH dengan palu	3,46	3,46		3,91	3,91		4,38	4,38		
		Pahat cup bagian atas knuckle LH	3,72	3,72		4,20	4,20		4,71	4,71		
		Memasang pin split di Nut Arm dengan palu	5,94	5,94		6,71	6,71		7,52	7,52		
		Marking Check	3,98	3,97		4,50	4,49		5,04	5,02		
		Mendorong Dolly Ke SK Selanjutnya	3,52	3,49		3,98	3,94		4,45	4,42		
6 RH	Arwin	Moving Center Axle ke Dolly Assy	2,24	2,24	0,11	2,49	2,49	12%	2,78	2,78	89,88	88,09
		Memasang Stud Bolt Absorber	2,85	2,84		3,16	3,15		3,54	3,53		
		Mengencangkan Stud Bolt Absorber dengan impact	3,47	3,47		3,85	3,85		4,31	4,31		
		Mengambil Bearing, Nut Arm dan pin lock	1,81	1,78		2,01	1,98		2,25	2,21		
		Meletakkan Bearing, Nut Arm dan pin lock di dolly	1,84	1,83		2,04	2,03		2,29	2,28		

Lanjut...

Tabel 4.16 Rekapitulasi Waktu Normal dan Waktu Baku Seluruh Elemen Kerja
Tiap Stasiun Produk Tipe TV dan TL (Lanjutan)

SKOP		Elemen Kerja	WS rata-rata (Detik)		RF	WN (Detik)		Allowance	WB (Detik)		Total WB (Detik)	
			TV	TL		TV	TL		TV	TL	TV	TL
6 RH	Arwin	Merakit <i>Knuckle RH</i> (pasang <i>shim</i> , king pin dan <i>bearing</i>)	7,91	7,90	0,11	8,78	8,77	12%	9,83	9,82	89,88	88,09
		Memasang <i>Knuckle RH</i> pada <i>Center Axle</i>	5,08	5,08		5,64	5,64		6,32	6,32		
		Mengencangkan <i>Knuckle RH</i> dengan palu	3,55	3,53		3,94	3,92		4,41	4,39		
		Memasang <i>pin lock</i>	2,87	2,85		3,19	3,16		3,57	3,54		
		Mengencangkan <i>pin lock</i> dengan palu	3,46	3,44		3,84	3,82		4,30	4,28		
		Memasang <i>Arm Assy Knuckle</i> , <i>Nut Arm</i> , dan <i>Nut Pin Lock</i> pada <i>Knuckle RH</i>	8,96	8,93		9,95	9,91		11,14	11,10		
		Mengencangkan <i>Nut Arm</i> , dan <i>Nut Pin Lock</i> dengan <i>impact</i>	7,16	7,12		7,95	7,90		8,90	8,85		
		Memasang <i>cup</i> bagian bawah <i>knuckle RH</i> dengan palu	3,50	3,38		3,89	3,75		4,35	4,20		
		Pahat <i>cup</i> bagian atas <i>knuckle RH</i>	3,89	3,80		4,32	4,22		4,84	4,72		
		Memasang <i>pin split</i> di <i>Nut Arm</i> dengan palu	5,89	4,95		6,54	5,49		7,32	6,15		
		<i>Marking Check</i>	4,30	4,24		4,77	4,71		5,35	5,27		
7 LH	Setiawan	Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya	3,52	3,49	0,11	3,91	3,87	12%	4,38	4,34	84,91	83,96
		Mengambil <i>Front Brake LH</i> dari <i>Dolly</i> Rak	12,46	12,37		13,83	13,73		15,49	15,38		
		Memasang <i>Front Brake</i>	2,49	2,45		2,76	2,72		3,10	3,05		
		Mengambil <i>Bolt 4 pcs</i> /lubang	1,99	1,99		2,21	2,21		2,47	2,47		
		Memasang <i>Bolt</i>	5,07	5,01		5,63	5,56		6,30	6,23		
		Mengambil <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut 4 pcs</i>	2,52	2,45		2,80	2,72		3,13	3,05		
		Memasang <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	11,21	11,05		12,44	12,27		13,94	13,74		
		Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	12,25	12,13		13,60	13,46		15,23	15,08		
		Moment <i>Nut</i>	9,51	9,44		10,56	10,48		11,82	11,74		
		Mengambil <i>Neple</i>	1,23	1,20		1,37	1,33		1,53	1,49		
		Memasang <i>Neple</i>	2,53	2,49		2,81	2,76		3,15	3,10		
		Mengencangkan <i>Neple</i>	3,53	3,46		3,92	3,84		4,39	4,30		
		Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya	3,51	3,48		3,90	3,86		4,36	4,33		

Lanjut...

Tabel 4.16 Rekapitulasi Waktu Normal dan Waktu Baku Seluruh Elemen Kerja
Tiap Stasiun Produk Tipe TV dan TL (Lanjutan)

SK	OP	Elemen Kerja	WS rata-rata (Detik)		RF	WN (Detik)		Allowance	WB (Detik)		Total WB (Detik)		
			TV	TL		TV	TL		TV	TL	TV	TL	
7	RH	Syahrul Sidik	Mengambil <i>Front Brake RH</i> dari <i>Dolly Rak</i>	12,51	12,50	0,13	14,14	14,13	12%	15,83	15,82	86,47	85,99
			Memasang <i>Front Brake</i>	2,45	2,45		2,77	2,77		3,10	3,10		
			Mengambil <i>Bolt 4 pcs</i> /lubang	2,54	2,53		2,87	2,86		3,21	3,20		
			Memasang <i>Bolt</i>	4,92	4,87		5,56	5,50		6,23	6,16		
			Mengambil <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut 4 pcs</i>	2,54	2,49		2,87	2,81		3,21	3,15		
			Memasang <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	10,99	10,96		12,42	12,38		13,91	13,87		
			Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	12,23	12,19		13,82	13,77		15,48	15,43		
			Moment <i>Nut</i>	9,56	9,50		10,80	10,74		12,10	12,02		
			Mengambil <i>Neple</i>	1,25	1,24		1,41	1,40		1,58	1,57		
			Memasang <i>Neple</i>	2,43	2,42		2,75	2,73		3,08	3,06		
			Mengencangkan <i>Neple</i>	3,40	3,33		3,84	3,76		4,30	4,21		
			Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya	3,51	3,48		3,97	3,93		4,44	4,40		
8	LH	Narip	<i>Marking Check</i>	3,83	3,79	0,11	4,25	4,21	12%	4,76	4,71	110,16	109,31
			Memberikan <i>Grease</i> pada <i>Neple</i>	4,40	4,33		4,88	4,81		5,47	5,38		
			Mengambil <i>Drum Brake LH</i> dari <i>Dolly</i>	10,93	10,83		12,13	12,02		13,59	13,46		
			Memasang <i>Drum Brake LH</i>	5,02	4,87		5,57	5,41		6,24	6,05		
			Mengambil <i>Grease Bearing , Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	4,56	4,48		5,06	4,97		5,67	5,57		
			Memasang <i>Grease Bearing , Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	7,71	7,61		8,56	8,45		9,59	9,46		
			Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	4,95	4,95		5,49	5,49		6,15	6,15		
			Moment <i>Nut</i>	8,60	8,58		9,55	9,52		10,69	10,67		
			Memasang <i>pin split</i> dengan palu	7,50	7,48		8,33	8,30		9,32	9,30		
			Memasang <i>Cup</i> yang sudah diberi <i>Grease</i>	11,07	10,99		12,29	12,20		13,76	13,66		
			<i>Stel Break Shoe</i>	14,55	14,55		16,15	16,15		18,09	18,09		
			Mendorong <i>Dolly</i> Ke <i>Paint Booth</i>	5,49	5,47		6,09	6,07		6,83	6,80		

Lanjut...

Tabel 4.16 Rekapitulasi Waktu Normal dan Waktu Baku Seluruh Elemen Kerja Tiap Stasiun Produk Tipe TV dan TL (Lanjutan)

SK	OP	Elemen Kerja	WS rata-rata (Detik)		RF	WN (Detik)		Allowance	WB (Detik)		Total WB (Detik)	
			TV	TL		TV	TL		TV	TL	TV	TL
8 RH	Deni	Marking Check	3,83	3,79	0,11	4,25	4,21	12%	4,76	4,71	109,68	109,33
		Memberikan Grease pada Neple	4,51	4,48		5,01	4,97		5,61	5,57		
		Mengambil Drum Brake RH dari Dolly	10,83	10,81		12,02	12,00		13,46	13,44		
		Memasang Drum Brake RH	5,06	5,04		5,62	5,59		6,29	6,27		
		Mengambil Grease Bearing , Washer Spring dan Nut	4,39	4,37		4,87	4,85		5,46	5,43		
		Memasang Grease Bearing , Washer Spring dan Nut	7,83	7,80		8,69	8,66		9,73	9,70		
		Mengencangkan Nut dengan Impact	4,83	4,80		5,36	5,33		6,00	5,97		
		Moment Nut	8,50	8,49		9,44	9,42		10,57	10,55		
		Memasang pin split dengan palu	7,50	7,48		8,33	8,30		9,32	9,30		
		Memasang Cup yang sudah diberi Grease	10,94	10,89		12,14	12,09		13,60	13,54		
		Stel Break Shoe	14,52	14,52		16,12	16,12		18,05	18,05		
		Mendorong Dolly Ke Paint Booth	5,49	5,47		6,09	6,07		6,83	6,80		
9	Ahmad	Pengecatan Front Axle	37,93	37,92	0,12	42,48	42,47	12%	47,58	47,57	47,58	47,57
10	Sandy	Moving Front Axle dari paint booth	10,52	10,49	0,09	11,47	11,43	12%	12,84	12,81	53,03	52,85
		Mengambil Hose Brake LH dan Clip U	3,94	3,92		4,29	4,27		4,81	4,79		
		Memasang Hose Brake LH	5,54	5,52		6,04	6,02		6,76	6,74		
		Memasang Clip U	3,46	3,44		3,77	3,75		4,22	4,20		
		Mengencangkan Clip U dengan palu lalu di moment	6,49	6,46		7,07	7,04		7,92	7,89		
		Pemeriksaan Komponen	13,50	13,45		14,72	14,66		16,48	16,42		
11	Afandi	Touch Up Front Axle	15,55	15,51	0,12	17,42	17,37	12%	19,51	19,46	67,87	67,79
		Drop Front Axle ke Pallet	38,55	38,53		43,18	43,15		48,36	48,33		

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Setelah mengetahui waktu normal dan waktu baku setiap elemen kerja, didapatkan total waktu baku untuk setiap stasiun kerja dengan menjumlahkan waktu baku setiap elemen kerja tersebut. Adapun total waktu baku masing-masing stasiun kerja proses produksi *sub assy front axle* produk tipe TV dan tipe TL dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Total Waktu Baku Masing-Masing Stasiun Kerja Proses Produksi *sub assy front axle*.

No	Stasiun Kerja	Waktu Baku (detik)	
		Tipe TV	Tipe TL
1	<i>Unboxing</i>	62,71	62,30
2	<i>Unboxing</i> , Pencucian dan Pembilasan	78,00	77,72
3	<i>Assy Knuckle</i>	12,87	12,73
4	<i>Assy Front Hub</i>	75,94	75,82
5	<i>Assy Drum Brake LH</i>	101,57	101,14
6	<i>Assy Drum Brake RH</i>	101,06	99,72
7	<i>Main Line</i> (Pemasangan <i>Knuckle LH</i>)	88,24	87,97
8	<i>Main Line</i> (Pemasangan <i>Knuckle RH</i>)	89,88	88,09
9	<i>Main Line</i> (Pemasangan <i>Front Brake LH</i>)	84,91	83,96
10	<i>Main Line</i> (Pemasangan <i>Front Brake RH</i>)	86,47	85,99
11	<i>Main Line</i> (Pemasangan <i>Drum Brake LH</i>)	110,16	109,31
12	<i>Main Line</i> (Pemasangan <i>Drum Brake RH</i>)	109,68	109,33
13	Pengecatan	47,58	47,57
14	Pemasangan <i>Hose Brake</i>	53,03	52,85
15	<i>Transfer</i>	67,87	67,79

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan rekapitulasi waktu baku setiap stasiun kerja, didapati beberapa stasiun kerja yang memiliki dua operator. Operator satu dibagian kiri dan operator yang lainnya dibagian kanan. Sehingga akumulasi untuk waktu baku dipilih waktu baku terbesar diantara bagian kiri dan kanan. Khusus untuk stasiun kerja yang hanya memiliki satu operator, maka waktu bakunya sama dengan hasil pengolahan data diatas. Hasil dari waktu baku ini nantinya akan digunakan pada pembuatan *curent state vallue state mapping*.

4.2.3. Pembuatan *Current State Mapping*

Pemetaan *value stream* pada kondisi saat ini (*current state*) mengikuti jalur produksi dari awal hingga akhir menggunakan lambang dari setiap proses termasuk aliran material dan informasi. Namun sebelum melakukan pembuatan

peta, maka diperlukan data dan informasi yang akurat agar hasil yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan dengan benar. Adapun tahapan-tahapan yang diperlukan untuk membuat *current state value stream mapping* adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan Famili Produk

Sebelum membuat *current state map*, perlu diidentifikasi terlebih dahulu famili produk, agar penelitian dapat terfokus pada satu tipe produk saja. Pengamatan yang dilakukan terfokus pada *front axle* tipe TV dan tipe TL. Penentuan famili produk didasarkan atas kesamaan aliran proses, waktu proses dan tingkat permintaan konsumen. Pemilihan famili produk pada penelitian ini didasarkan pada aliran proses yang sama. Adapun secara lengkap famili produk di *sub assy front axle* dapat dilihat pada tabel 4.18 dan 4.19.

Tabel 4.18 Identifikasi Family Produk berdasarkan waktu proses

Tipe	Waktu Baku / Stasiun Kerja											Lead Time Proses (detik)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
TV	62,71	78,00	12,87	75,94	101,57	89,88	86,47	110,16	47,58	53,03	67,87	786,08
TL	62,30	77,72	12,73	75,82	101,14	88,09	85,99	109,33	47,57	52,85	67,79	781,33

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.19 Identifikasi Family Produk berdasarkan permintaan konsumen

Model	Type	Permintaan Tiap Bulan / Unit		
		Mei	Juni	Juli
<i>Front Axle</i>	TV	850	960	1077
	TL	470	480	480

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 4.18 dan 4.19, terdapat persamaan pada dua tipe produk, yaitu memiliki kesamaan aliran proses yang sama dan tingkat permintaan produk Tipe TV lebih banyak dibandingkan tipe TL. Selain itu memiliki waktu proses terlama/kritis pada SK 8 yaitu pemasangan *Drum Brake*. Berdasarkan hasil tersebut, kedua tipe di atas termasuk satu famili produk dan *Front Axle* produk tipe TV akan digunakan untuk proses *current state mapping* dikarenakan memiliki *lead time* terlama yaitu sebesar 786,08 detik per unit dan memiliki lebih banyak permintaan dari bulan mei-juli 2019.

2. Penentuan Aliran Informasi dan Material

Penentuan aliran informasi dan material sangat penting dalam pembuatan *current state map*, berikut penjabaran dalam penentuan aliran informasi dan material:

- a. Aliran informasi merupakan urutan informasi untuk pemenuhan permintaan produk *front axle*. Penggambaran aliran informasi dilakukan untuk keseluruhan pihak yang terkait dalam pemenuhan permintaan konsumen. Adapaun gambaran aliran informasi khusus untuk pemenuhan permintaan *front axle* dapat dilihat pada sub bab 4.1.8.
- b. Aliran material yang terjadi pada proses produksi *sub assy front axle* sesuai permintaan di *Line Trimming*. Produk *front axle* terdiri dari beberapa *part*. Masing-masing *part* melewati beberapa proses perakitan dengan cara manual maupun menggunakan mesin. Adapun penjabaran mengenai aliran material produksi *front axle* dapat dilihat pada sub bab 4.1.8.

3. Perhitungan *Lead Time*

Lead time merupakan kebutuhan waktu untuk keseluruhan proses produksi dari material hingga barang dikirim ke konsumen. *Lead time* dibagi menjadi:

a. *Lead time* proses

Lead time proses adalah waktu yang dibutuhkan dalam proses produksi *sub assy front axle*. *Lead time* proses didapatkan dengan menjumlahkan waktu baku setiap proses yang ada, hasil perhitungan *lead time* proses produk tipe TV sebesar 786,08 detik (lihat Tabel 4.18).

b. *Lead time* stagnansi

Lead time stagnansi adalah waktu bahan baku menunggu untuk diproses. *Lead time* stagnansi diperoleh berdasarkan waktu WIP sebesar 7,13 detik (lihat Tabel 4.13).

c. *Lead time* transportasi

Lead time transportasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan bahan baku dari satu area ke area lainnya, atau dari satu

proses ke proses lainnya. Pada produksi komponen *front axle* terjadi stagnasi pada SK 4 sampai 5 dan SK 7 sampai SK 8 sehingga *lead time* transportasi merupakan penjumlahan waktu perpindahan antar SK (lihat Tabel 4.11) dengan *lead time* stagnasi per unit (dapat dilihat pada Tabel 4.13). Perhitungan *lead time* transportasi komponen *front axle* pada SK 4 sampai SK 5 dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Lead Time Transportasi} &= \text{Waktu Perpindahan} + \text{Lead Time Stagnasi} \\ &= 7,10 \text{ detik/unit} + 4,03 \text{ detik} = 11,13 \text{ detik}\end{aligned}$$

Rekapitulasi *lead time* transportasi untuk SK 4 sampai SK 5 dan SK 7 sampai SK 8 dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel 4.20 *Lead Time* Transportasi SK 4-5 dan SK 7-8

SK	Waktu Perpindahan (detik/unit)	<i>Lead Time</i> Stagnasi (detik/unit)	<i>Lead Time</i> Transportasi (detik/unit)
4-5	7,10	4,03	11,13
7-8	9,80	3,10	12,90

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Sehingga diperoleh *lead time* transportasi produk *Sub Assy Front Axle* dapat dilihat pada tabel 4.21

Tabel 4.21 *Lead Time* Transportasi

Transportasi	<i>Lead Time</i> Transportasi (detik/unit)
SK 1 (<i>Unboxing</i>) - SK 2 (Pencucian dan Pembilasan)	20,87
SK 2 (Pencucian dan Pembilasan) - SK 3 (<i>Assy Knuckle</i>)	19,97
SK 3 (<i>Assy Knuckle</i>) - SK 4 (<i>Assy Front Hub</i>)	9,86
SK 4 (<i>Assy Front Hub</i>) -SK 5 (<i>Assy Drum</i>)	11,13
SK 5 (<i>Assy Drum</i> LH & RH) - SK 6 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Knuckle</i>)	9,77
SK 6 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Knuckle</i>)- SK 7 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Front Brake</i>)	10,82
SK 7 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Front Brake</i>) -SK 8 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Drum Brake</i>)	12,90
SK 8 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Drum Brake</i>) - SK 9 (<i>Painting</i>)	19,90
SK 9 (<i>Painting</i>) -SK 10 (Pemasangan <i>Hose Brake</i>)	18,11
SK 10 (Pemasangan <i>Hose Brake</i>) -SK 11 (transfer <i>front axle</i>)	57,10
Total <i>Lead Time</i> Transportasi	190,43

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

d. *Lead time* informasi

Lead time informasi merupakan aliran informasi yang terdapat pada proses produksi *Sub Assy Front Axle*. Aliran informasi pada proses produksi *sub assy front axle* menggunakan via email dalam memberikan informasinya. *Lead time* informasi hanya digambarkan aliran informasinya dan tidak dapat dihitung besaran waktunya.

e. Total *Lead Time*

Total *lead time* merupakan penjumlahan dari *lead time* proses dan transportasi. Perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Total lead time} &= \text{L/T Proses} + \text{L/T Transportasi} \\ \text{Total lead time} &= 786,08 \text{ detik} + 190,43 \text{ detik} \\ &= 976,51 \text{ detik}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, total *lead time* produksi *Sub Assy Front Axle* adalah 976,51 detik per unit.

4. Perhitungan *Availability Time*

Availability Time adalah waktu kerja tersedia untuk memproduksi suatu produk setiap harinya. Jadwal Kerja sudah dijelaskan pada tabel 4.2 pada pembahasan sebelumnya. Adapun perhitungan *Availability Time* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Waktu Kerja} &= 480 \text{ menit} \times 60 = 28.800 \text{ detik} \\ \text{Waktu Istirahat} &= 70 \text{ menit} \times 60 = 4.200 \text{ detik} \\ \text{Waktu Kerja Tersedia} &= \text{Waktu Kerja} - \text{Waktu Istirahat} \\ \text{Waktu Kerja Tersedia} &= (28.800 - 4.200) \text{ detik} = 24.600 \text{ detik}\end{aligned}$$

5. Perhitungan *Uptime* dan *Changeover Time*

Changeover merupakan waktu perubahan atau pergantian alat yang dilakukan pada saat proses produksi. Data *changeover time* pada proses *Sub Assy Front Axle* tidak dapat ditemukan, karena pada proses tersebut tidak memerlukan pergantian alat ketika terjadi pergantian *type front axle* maka waktu *changeover time* sama dengan 0. Waktu *changeover time* sama dengan 0 detik maka presentase nilai *uptime* untuk semua stasiun kerja dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ uptime} = \frac{\text{Availability} - \text{Changeover}}{\text{Availability}}$$

SK Unboxing	: % uptime = $\frac{24.600-0}{24.600} = 1 = 100\%$
SK Pencucian dan Pembilasan	: % uptime = $\frac{24.600-0}{24.600} = 1 = 100\%$
SK Assy Knuckle	: % uptime = $\frac{24.600-0}{24.600} = 1 = 100\%$
SK Assy Front Hub	: % uptime = $\frac{24.600-0}{24.600} = 1 = 100\%$
SK Assy Drum	: % uptime = $\frac{24.600-0}{24.600} = 1 = 100\%$
SK Pemasangan Knuckle	: % uptime = $\frac{24.600-0}{24.600} = 1 = 100\%$
SK Pemasangan Front Brake	: % uptime = $\frac{24.600-0}{24.600} = 1 = 100\%$
SK Pemasangan Drum Brake	: % uptime = $\frac{24.600-0}{24.600} = 1 = 100\%$
SK Painting	: % uptime = $\frac{24.600-0}{24.600} = 1 = 100\%$
SK Pemasangan Hose Brake	: % uptime = $\frac{24.600-0}{24.600} = 1 = 100\%$
SK Transfer	: % uptime = $\frac{24.600-0}{24.600} = 1 = 100\%$

6. Pembuatan *Current State Map*

Pembuatan *current state map* dilakukan berdasarkan indikator *current state map* yang terdiri dari:

- Lead Time* terdiri dari *lead time* proses (lihat Tabel 4.18) dan *lead time* transportasi (lihat Tabel 4.21)
- Jumlah Operator pada tiap SK (lihat Tabel 4.11)
- Waktu *changeover* pada tiap SK (lihat sub bab 4.2.6)
- Availability* tiap SK dapat dilihat pada perhitungan bagian sub bab 4.2.5
- Uptime* pada tiap SK dapat dilihat pada perhitungan bagian sub bab 4.2.6
- Jumlah WIP pada aliran proses produksi (lihat Tabel 4.13)

Rekapitulasi indikator pembuatan *current state map* produksi *sub assy front axle* dapat dilihat pada Tabel 4.22

Tabel 4.22 Indikator *Current State Map*

SK	Proses	WB (detik/unit)	<i>Changeover</i> (detik)	WIP (unit)	<i>Availability</i> (detik)	<i>Uptime</i> (%)	Operator (orang)
1	<i>Unboxing</i>	62,71	0	0	24.600	100	1
2	Pencucian dan Pembilasan	78,00	0	0	24.600	100	1
3	<i>Assy Knuckle</i>	12,87	0	0	24.600	100	1
4	<i>Assy Front Hub</i>	75,94	0	6	24.600	100	1
5	<i>Assy Drum</i>	101,57	0	0	24.600	100	2
6	Pemasangan <i>Knuckle</i>	89,88	0	0	24.600	100	2
7	Pemasangan <i>Front Brake</i>	86,47	0	3	24.600	100	2
8	Pemasangan <i>Drum Brake</i>	110,16	0	0	24.600	100	2
9	Pengecatan	47,58	0	0	24.600	100	1
10	Pemasangan <i>Hose Brake</i>	53,03	0	0	24.600	100	1
11	<i>Transfer</i>	67,87	0	0	24.600	100	1

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 4.22, maka dapat dilakukan pembuatan *current state map* yang dapat dilihat pada Gambar 4.6.

4.2.4. Identifikasi Aktivitas *Value Added* dan *Non Value Added*

Aktivitas pada setiap SK digolongkan menjadi aktivitas yang bernilai tambah (VA), tidak bernilai tambah tetapi diperlukan (NNVA), dan kegiatan tidak bernilai tambah (NVA). Waktu pada VA, NNVA, dan NVA diperoleh dari hasil perhitungan waktu baku dapat dilihat pada Tabel 4.18. Klasifikasi elemen kerja berdasarkan VA, NNVA, dan NVA dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Klasifikasi VA, NNVA, dan NVA

No	Element Kerja	Waktu (detik)		
		VA	NNVA	NVA
1	<i>Unboxing Knuckle</i>	6,31		
2	<i>Unboxing Knuckle Tie Rod</i>	6,31		
3	<i>Unboxing Arm Tie Rod</i>	9,97		
4	<i>Unboxing Arm Assy Knuckle</i>	9,97		
5	<i>Drop Front Brake ke Dolly</i>	8,67		
6	<i>Drop Front Hub ke Dolly</i>	5,24		
7	<i>Stel Stoper</i>	16,24		
8	<i>Drop Center Axle ke Dolly</i>	5,16		
9	<i>Drop Drum ke Dolly</i>	5,16		
10	Mencuci <i>Tie Rod</i>	4,88		
11	Mencuci <i>Center Axle</i>	4,35		
12	Mencuci <i>Drum</i>	4,35		
13	Mencuci <i>Front Hub</i>	4,35		

Lanjut...

Tabel 4.23 Klasifikasi VA, NNVA, dan NVA (Lanjutan)

No	Element Kerja	Waktu (detik)		
		VA	NNVA	NVA
14	Mencuci <i>Knuckle</i>	5,33		
15	Mencuci <i>Arm Assy Knuckle</i>	5,33		
16	Mencuci <i>Arm Tie Rod</i>	5,33		
17	Berjalan dari pencucian ke pembilasan		5,17	
18	Membilas <i>Tie Rod</i>	3,54		
19	Membilas <i>Center Axle</i>	3,54		
20	Membilas <i>Drum</i>	3,54		
21	Membilas <i>Front Hub</i>	3,54		
22	Membilas <i>Knuckle</i>	4,81		
23	Membilas <i>Arm Assy Knuckle</i>	4,81		
24	Membilas <i>Arm Tie Rod</i>	4,81		
25	<i>Press Knuckle</i>	9,39		
26	<i>Touch up Tie Rod</i>	3,48		
27	Memasang <i>Outer</i>	4,13		
28	Memasang <i>Bolt Up</i> di meja <i>press</i>	10,59		
29	Mengambil <i>Front Hub LH/RH</i> dan <i>Inner</i> dari <i>dolly</i>		3,76	
30	Meletakkan <i>Front Hub LH/RH</i> dan <i>Inner</i> di meja <i>press</i>		4,88	
31	Proses <i>Press Bolt</i> dan <i>Inner</i>	9,73		
32	Memberi <i>Grease</i> di <i>Inner Assy Front Hub</i>	13,22		
33	Memasang <i>Grease Bearing</i> dan <i>Oil Seal</i>	9,52		
34	Proses <i>Press Oil Seal</i>	9,01		
35	<i>Marking Check</i>	4,45		
36	Meletakkan <i>Front Hub</i> di Meja		6,65	
37	Mengambil <i>Front HUB LH</i>		10,54	
38	Meletakkan <i>Front Hub LH</i> ke meja <i>Assy</i>		6,91	
39	Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i>		3,69	
40	Meletakkan <i>Drum</i> ke meja <i>Assy</i>		4,82	
41	Memasang <i>Drum</i> ke meja <i>Assy</i>	5,16		
42	Mengambil <i>Nut</i> 6 Pcs		8,09	
43	Memasang <i>Nut</i>	15,65		
44	Mengencangkan <i>Nut</i> (Proses <i>Press</i>)	19,41		
45	Pahat <i>Nut</i>	8,66		
46	<i>Marking Check</i>	6,74		
47	Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>Dolly</i>		11,90	
48	Mengambil <i>Front HUB RH</i>		10,49	
49	Meletakkan <i>Front Hub RH</i> ke meja <i>Assy</i>		6,80	
50	Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i>		3,68	
51	Meletakkan <i>Drum</i> ke meja <i>Assy</i>		4,90	
52	Memasang <i>Drum</i> ke meja <i>Assy</i>	5,15		
53	Mengambil <i>Nut</i> 6 Pcs		8,03	
54	Memasang <i>Nut</i>	15,53		
55	Mengencangkan <i>Nut</i> (Proses <i>Press</i>)	19,26		
56	Pahat <i>Nut</i>	8,62		
57	<i>Marking Check</i>	6,83		

Lanjut...

Tabel 4.23 Klasifikasi VA, NNVA, dan NVA (Lanjutan)

No	Element Kerja	Waktu (detik)		
		VA	NNVA	NVA
58	Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>Dolly</i>		11,77	
59	<i>Moving Center Axle</i> ke <i>Dolly Assy</i>		2,84	
60	Memasang <i>Stud Bolt Absorber</i>	2,66		
61	Mengencangkan <i>Stud Bolt Absorber</i> dengan <i>impact</i>	4,55		
62	Mengambil <i>Bearing, Nut Arm</i> dan <i>pin lock</i>		1,79	
63	Meletakkan <i>Bearing, Nut Arm</i> dan <i>pin lock</i> di <i>dolly</i>		1,88	
64	Merakit <i>Knuckle LH</i> (pasang <i>shim, king pin</i> dan <i>bearing</i>)	9,63		
65	Memasang <i>Knuckle LH</i> pada <i>Center Axle</i>	6,49		
66	Mengencangkan <i>Knuckle LH</i> dengan palu	4,35		
67	Memasang <i>pin lock</i>	3,56		
68	Mengencangkan <i>pin lock</i> dengan palu	4,33		
69	Memasang <i>Arm Tie Rod, Nut Arm</i> , dan <i>Nut Pin Lock</i> pada <i>Knuckle LH</i>	11,43		
70	Mengencangkan <i>Nut Arm</i> , dan <i>Nut Pin Lock</i> dengan <i>impact</i>	8,63		
71	Memasang <i>cup</i> bagian bawah <i>knuckle LH</i> dengan palu	4,38		
72	Pahat <i>cup</i> bagian atas <i>knuckle LH</i>	4,71		
73	Memasang <i>pin split</i> di <i>Nut Arm</i> dengan palu	7,52		
74	<i>Marking Check</i>	5,04		
75	Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya		4,45	
76	<i>Moving Center Axle</i> ke <i>Dolly Assy</i>		2,78	
77	Memasang <i>Stud Bolt Absorber</i>	3,54		
78	Mengencangkan <i>Stud Bolt Absorber</i> dengan <i>impact</i>	4,31		
79	Mengambil <i>Bearing, Nut Arm</i> dan <i>pin lock</i>		2,25	
80	Meletakkan <i>Bearing, Nut Arm</i> dan <i>pin lock</i> di <i>dolly</i>		2,29	
81	Merakit <i>Knuckle RH</i> (pasang <i>shim, king pin</i> dan <i>bearing</i>)	9,83		
82	Memasang <i>Knuckle RH</i> pada <i>Center Axle</i>	6,32		
83	Mengencangkan <i>Knuckle RH</i> dengan palu	4,41		
84	Memasang <i>pin lock</i>	3,57		
85	Mengencangkan <i>pin lock</i> dengan palu	4,30		
86	Memasang <i>Arm Assy Knuckle, Nut Arm</i> , dan <i>Nut Pin Lock</i> pada <i>Knuckle RH</i>	11,14		
87	Mengencangkan <i>Nut Arm</i> , dan <i>Nut Pin Lock</i> dengan <i>impact</i>	8,90		
88	Memasang <i>cup</i> bagian bawah <i>knuckle RH</i> dengan palu	4,35		
89	Pahat <i>cup</i> bagian atas <i>knuckle RH</i>	4,84		
90	Memasang <i>pin split</i> di <i>Nut Arm</i> dengan palu	7,32		
91	<i>Marking Check</i>	5,35		
92	Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya		4,38	
93	Mengambil <i>Front Brake LH</i> dari <i>Dolly Rak</i>		15,49	
94	Memasang <i>Front Brake</i>	3,10		
95	Mengambil <i>Bolt 4 pcs/lubang</i>		2,47	

Lanjut...

Tabel 4.23 Klasifikasi VA, NNVA, dan NVA (Lanjutan)

No	Element Kerja	Waktu (detik)		
		VA	NNVA	NVA
96	Memasang <i>Bolt</i>	6,30		
97	Mengambil <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut 4 pcs</i>		3,13	
98	Memasang <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	13,94		
99	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	15,23		
100	Moment <i>Nut</i>	11,82		
101	Mengambil <i>Neple</i>		1,53	
102	Memasang <i>Neple</i>	3,15		
103	Mengencangkan <i>Neple</i>	4,39		
104	Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya		4,36	
105	Mengambil <i>Front Brake RH</i> dari <i>Dolly</i> Rak		15,83	
106	Memasang <i>Front Brake</i>	3,10		
107	Mengambil <i>Bolt 4 pcs/lubang</i>		3,21	
108	Memasang <i>Bolt</i>	6,23		
109	Mengambil <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut 4 pcs</i>		3,21	
110	Memasang <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	13,91		
111	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	15,48		
112	Moment <i>Nut</i>	12,10		
113	Mengambil <i>Neple</i>		1,58	
114	Memasang <i>Neple</i>	3,08		
115	Mengencangkan <i>Neple</i>	4,30		
116	Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya		4,44	
117	<i>Marking Check</i>	4,76		
118	Memberikan <i>Grease</i> pada <i>Neple</i>	5,47		
119	Mengambil <i>Drum Brake LH</i> dari <i>Dolly</i>		13,59	
120	Memasang <i>Drum Brake LH</i>	6,24		
121	Mengambil <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>		5,67	
122	Memasang <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	9,59		
123	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	6,15		
124	Moment <i>Nut</i>	10,69		
125	Memasang <i>pin split</i> dengan palu	9,32		
126	Memasang <i>Cup</i> yang sudah diberi <i>Grease</i>	13,76		
127	<i>Stel Break Shoe</i>	18,09		
128	Mendorong <i>Dolly</i> Ke <i>Paint Booth</i>		6,83	
129	<i>Marking Check</i>	4,76		
130	Memberikan <i>Grease</i> pada <i>Neple</i>	5,61		
131	Mengambil <i>Drum Brake RH</i> dari <i>Dolly</i>		13,46	
132	Memasang <i>Drum Brake RH</i>	6,29		
133	Mengambil <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>		5,46	
134	Memasang <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	9,73		
135	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	6,00		

Lanjut...

Tabel 4.23 Klasifikasi VA, NNVA, dan NVA (Lanjutan)

No	Element Kerja	Waktu (detik)		
		VA	NNVA	NVA
136	Moment <i>Nut</i>	10,57		
137	Memasang <i>pin split</i> dengan palu	9,32		
138	Memasang <i>Cup</i> yang sudah diberi <i>Grease</i>	13,60		
139	<i>Stel Break Shoe</i>	18,05		
140	Mendorong <i>Dolly</i> Ke <i>Paint Booth</i>		6,83	
141	Pengecatan <i>Front Axle</i>	47,58		
142	<i>Moving Front Axle</i> dari <i>paint booth</i>		12,84	
143	Mengambil <i>Hose Brake LH</i> dan <i>Clip U</i>		4,81	
144	Memasang <i>Hose Brake LH</i>	6,76		
145	Memasang <i>Clip U</i>	4,22		
146	Mengencangkan <i>Clip U</i> dengan palu lalu di moment	7,92		
147	Pemeriksaan Komponen	16,48		
148	<i>Touch Up Front Axle</i>	19,51		
149	<i>Drop Front Axle</i> ke <i>Pallet</i>		48,36	
Total Waktu (Detik)		861,77	307,84	0

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.8. Perhitungan *Process Cycle Efficiency* (PCE)

Besarnya performansi proses produksi dapat diketahui dengan menghitung PCE, yaitu menggunakan total nilai VA (lihat Tabel 4.23) dibagi dengan total *lead time* (lihat sub bab 4.2.7). Perhitungan PCE adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Process Cycle Efficiency} &= \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{861,77}{976,51} \times 100\% \\
 &= 88,24 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas bahwa diperoleh nilai PCE untuk produksi *Sub Assy Front Axle* sebesar 88,24 %.

4.2.5. Identifikasi Pemborosan dengan *Waste Relationship Matrix* (WRM)

Identifikasi pemborosan dilakukan dengan cara wawancara dengan *section head* yang ada di lapangan. Wawancara dilakukan dengan para pakar atau ahli yang mengetahui tentang proses produksi *sub assy front axle*. Departemen yang dipilih sebagai responden seperti PPC, Kualitas, *part control*, *supervisor* produksi dan *Foreman* yang menangani produksi *Sub Assy Front Axle*. Penjelasan untuk Perhitungan skor WRM untuk tipe pertanyaan O_I sebagai berikut:

Cara mendapatkan besaran bobot untuk pertanyaan 1 untuk hubungan O_I (lihat Tabel 2.4):

- Pada kuesioner 1 jawaban “a” mendapat bobot 4.
- Pada kuesioner 2 jawaban “b” mendapat bobot 2.
- Pada kuesioner 3 jawaban “a” mendapat bobot 4.
- Pada kuesioner 4 jawaban “c” mendapat bobot 0.
- Pada kuesioner 5 jawaban “c” mendapat bobot 0.

Berdasarkan hasil jawaban 5 kuesioner yang sudah dilakukan wawancara, kemudian dihitung rata-rata menurut besaran bobotnya Hasil jawaban pertanyaan kuesioner dari hasil rata-rata 5 kuesioner pada pertanyaan 1 untuk hubungan O_I (lihat Lampiran C hasil kuesioner) adalah “B” besar jawaban konversi sebesar 2 .

Setelah itu, menghitung jumlah jawaban konversi pertanyaan 1 sampai dengan 6 setiap hubungan pemborosan. Sebagai contoh, hubungan O_I mendapatkan total skor 16 (lihat Tabel 4.24 dan Tabel hasil kuesioner Lampiran C). Skor 16 pada keterkaitannya termasuk ke dalam hubungan *Especially Important*, sehingga simbol hubungannya adalah “E”.

Hasil kuesioner WRM dapat dilihat pada Lampiran C dan hasil konversi WRM dari hasil wawancara dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Hasil Konversi WRM

No	Tipe Pertanyaan	Total Skor	Tingkat Keterkaitan
1	O_I	16	E
2	O_D	15	A
3	O_M	13	E
4	O_T	18	A

Lanjut...

Tabel 4.24 Hasil Konversi WRM (Lanjutan)

No	Tipe Pertanyaan	Total Skor	Tingkat Keterkaitan
5	O_W	18	A
6	I_O	14	E
7	I_D	17	A
8	I_M	15	E
9	I_T	14	E
10	D_O	11	I
11	D_I	11	I
12	D_M	4	U
13	D_T	9	I
14	D_W	9	I
15	M_I	2	U
16	M_D	4	U
17	M_W	6	O
18	M_P	13	E
19	T_O	7	O
20	T_I	14	E
21	T_D	8	O
22	T_M	15	E
23	T_W	13	E
24	P_O	7	O
25	P_I	15	E
26	P_D	8	O
27	P_M	13	E
28	P_W	11	I
29	W_O	5	O
30	W_I	13	E
31	W_D	11	I

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Hasil konversi ke dalam simbol pemborosan/ tingkat keterkaitan pada Tabel 4.24 kemudian dimasukkan ke dalam matriks sesuai dengan jenis hubungannya. Simbol pertama pada setiap hubungan pemborosan menunjukkan *from*, dan simbol kedua menunjukkan *to*. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Waste Relationship Matrix (WRM)

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A	E	A	E	A	X	A
I	E	A	A	E	E	X	X
D	I	I	A	U	I	X	I
M	X	U	U	A	X	E	O
T	O	E	O	E	A	X	E
P	O	E	O	E	X	A	I
W	O	E	I	X	X	X	A

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Setelah membuat WRM, dilakukan konversi huruf pada WRM untuk menghasilkan WMV dengan memberikan skor untuk A=10, E=8, I=6, O=4, U=2,

dan $X=0$ (lihat sub bab 2.5.1) pada masing-masing *waste* yang dapat dilihat pada tabel 4.26.

Tabel 4.26 *Waste Matrix Value (WMV)*

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Skor	%
O	10	8	10	8	10	0	10	56	21,05
I	8	10	10	8	8	0	0	44	16,54
D	6	6	10	2	6	0	6	36	13,53
M	0	2	2	10	0	8	4	26	9,77
T	4	8	4	4	10	0	8	38	14,29
P	4	8	4	4	0	10	6	36	13,53
W	4	8	8	0	0	0	10	30	11,28
Skor	36	50	48	36	34	18	44	266	100
%	13,53	18,80	18,05	13,53	12,78	6,77	16,54	100	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.6 Identifikasi Pemborosan dengan *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)*

Nilai pemborosan yang diperoleh dari WRM selanjutnya digunakan untuk penilaian awal WAQ berdasarkan jenis pertanyaan. WAQ ini terdiri dari 68 pertanyaan yang berbeda. Setiap pertanyaan memiliki 3 pilihan jawaban “Ya”, “Sedang”, atau “Tidak” dan dengan bobot masing-masing 1, 0.5, atau 0, dan untuk skor ketiga pilihan jawaban kuesioner dibagi menjadi 2 kategori, yaitu kategori A dan kategori B (lihat sub bab 3.5.2). Langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan pengukuran peringkat *waste* adalah sebagai berikut:

1. Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner berdasarkan jenis pertanyaan (lihat Lampiran C kuesioner WAQ). Hasil pengelompokan dan perhitungan jenis pertanyaan dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Hasil Pengelompokan dan Perhitungan Jenis Pertanyaan

No	Jenis Pertanyaan (i)	Jumlah Pertanyaan (Ni)
1	<i>From Overproduction</i>	3
2	<i>From Inventory</i>	6
3	<i>From Defect</i>	8
4	<i>From Motion</i>	11
5	<i>From Transportation</i>	4
6	<i>From Process</i>	7
7	<i>From Waiting</i>	8
8	<i>To Defect</i>	4
9	<i>To Motion</i>	9
10	<i>To Transportation</i>	3
11	<i>To Waiting</i>	5

(Sumber: Rawabdeh, 2005)

2. Memberikan bobot untuk tiap pertanyaan kuesioner berdasarkan WRM. Pembobotan dilakukan dengan memasukkan nilai sesuai jenis pertanyaan yang ada pada WMV (lihat Tabel 4.27). Hasil pembobotan WAQ dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Hasil Pembobotan WAQ berdasarkan hasil WRM.

<i>Question Type</i>	<i>Question Number</i>	O	I	D	M	T	P	W
Man								
<i>To Motion</i>	1	8	8	2	10	4	4	0
<i>From Motion</i>	2	0	2	2	10	0	8	4
<i>From Defect</i>	3	6	6	10	2	6	0	6
<i>From Motion</i>	4	0	2	2	10	0	8	4
<i>From Motion</i>	5	0	2	2	10	0	8	4
<i>From Defect</i>	6	6	6	10	2	6	0	6
<i>From Process</i>	7	4	8	4	4	0	10	6
Material								
<i>To Waiting</i>	8	10	0	6	4	8	6	10
<i>From Waiting</i>	9	4	8	8	0	0	0	10
<i>From Transportation</i>	10	4	8	4	4	10	0	8
<i>From Inventory</i>	11	8	10	10	8	8	0	0
<i>From Inventory</i>	12	8	10	10	8	8	0	0
<i>From Defect</i>	13	6	6	10	2	6	0	6
<i>From Inventory</i>	14	8	10	10	8	8	0	0
<i>From Waiting</i>	15	4	8	8	0	0	0	10
<i>To Defect</i>	16	10	10	10	2	4	4	8
<i>From Defect</i>	17	6	6	10	2	6	0	6
<i>From Transportation</i>	18	4	8	4	4	10	0	8
<i>To Motion</i>	19	8	8	2	10	4	4	0
<i>From Waiting</i>	20	4	8	8	0	0	0	10
<i>From Motion</i>	21	0	2	2	10	0	8	4
<i>From Transportation</i>	22	4	8	4	4	10	0	8
<i>From Defect</i>	23	6	6	10	2	6	0	6
<i>From Motion</i>	24	0	2	2	10	0	8	4
<i>From Inventory</i>	25	8	10	10	8	8	0	0
<i>From Inventory</i>	26	8	10	10	8	8	0	0
<i>To Waiting</i>	27	10	0	6	4	8	6	10
<i>From Defect</i>	28	6	6	10	2	6	0	6
<i>From Waiting</i>	29	4	8	8	0	0	0	10
<i>From Overproduction</i>	30	10	8	10	8	10	0	10
<i>To Motion</i>	31	8	8	2	10	4	4	0
Machine								
<i>From Process</i>	32	4	8	4	4	0	10	6
<i>To Waiting</i>	33	10	0	6	4	8	6	10
<i>From Process</i>	34	4	8	4	4	0	10	6

Lanjut...

Tabel 4.28 Hasil Pembobotan WAQ berdasarkan hasil WRM (Lanjutan)

Question Type	Question Number	O	I	D	M	T	P	W
Machine								
<i>From Transportation</i>	35	4	8	4	4	10	0	8
<i>To Motion</i>	36	8	8	2	10	4	4	0
<i>From Overproduction</i>	37	10	8	10	8	10	0	10
<i>From Waiting</i>	38	4	8	8	0	0	0	10
<i>From Waiting</i>	39	4	8	8	0	0	0	10
<i>To Defect</i>	40	10	10	10	2	4	4	8
<i>From Waiting</i>	41	4	8	8	0	0	0	10
<i>To Motion</i>	42	8	8	2	10	4	4	0
<i>From Process</i>	43	4	8	4	4	0	10	6
Method								
<i>To Transportation</i>	44	10	8	6	0	10	0	0
<i>From Motion</i>	45	0	2	2	10	0	8	4
<i>From Waiting</i>	46	4	8	8	0	0	0	10
<i>To Motion</i>	47	8	8	2	10	4	4	0
<i>To Waiting</i>	48	10	0	6	4	8	6	10
<i>To Defect</i>	49	10	10	10	2	4	4	8
<i>From Motion</i>	50	0	2	2	10	0	8	4
<i>From Defect</i>	51	6	6	10	2	6	0	6
<i>From Motion</i>	52	0	2	2	10	0	8	4
<i>To Waiting</i>	53	10	0	6	4	8	6	10
<i>From Process</i>	54	4	8	4	4	0	10	6
<i>From Process</i>	55	4	8	4	4	0	10	6
<i>To Defect</i>	56	10	10	10	2	4	4	8
<i>From Inventory</i>	57	8	10	10	8	8	0	0
<i>To Transportation</i>	58	10	8	6	0	10	0	0
<i>To Motion</i>	59	8	8	2	10	4	4	0
<i>To Transportation</i>	60	10	8	6	0	10	0	0
<i>To Motion</i>	61	8	8	2	10	4	4	0
<i>To Motion</i>	62	8	8	2	10	4	4	0
<i>From Motion</i>	63	0	2	2	10	0	8	4
<i>From Motion</i>	64	0	2	2	10	0	8	4
<i>From Motion</i>	65	0	2	2	10	0	8	4
<i>From Overproduction</i>	66	10	8	10	8	10	0	10
<i>From Process</i>	67	4	8	4	4	0	10	6
<i>From Defect</i>	68	6	6	10	2	6	0	6
Skor		394	442	406	360	288	240	358

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

3. Membagi tiap bobot dalam satu baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan (Ni). Sebagai contoh baris No.1 pada Tabel 4.28 dengan pertanyaan *To Motion*, dan pada Tabel 4.27 diketahui nilai *To Motion* = 9, sehingga dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut: $O = 8 : 9 = 0,89$, $I = 8 : 9 = 0,89$, $D = 2 : 9 = 0,22$, $M = 10 : 9 = 1,11$, $T = 4 : 9 = 0,44$, $P = 4 : 9 = 0,44$, $W = 0 : 9 = 0,00$, dan seterusnya. Hasil pembobotan WAQ berdasarkan jumlah pertanyaan (Ni) dapat dilihat pada Tabel 4.29.

4. Menghitung jumlah skor (S_j) tiap kolom jenis *waste*, dan frekuensi (F_j) dari munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0. Hasil perhitungan S_j dan F_j dapat dilihat pada Tabel 4.30. Hasil skor (S_j) O=74,73, I=76,73, D=72,73, M=51,82, T=60,73, P=31,27, dan W=61,64. Frekuensi (F_j) untuk masing-masing *waste* adalah O=58, I=63, D=68, M=57, T=43, P=35, dan W=51.

Tabel 4.29 Hasil Pembobotan WAQ berdasarkan N_i

<i>Question Type</i>	N_i	<i>Question Number</i>	O	I	D	M	T	P	W
<i>Man</i>									
<i>To Motion</i>	9	1	0,89	0,89	0,22	1,11	0,44	0,44	0,00
<i>From Motion</i>	11	2	0,73	0,91	0,91	0,73	0,73	0,00	0,00
<i>From Defect</i>	8	3	0,75	0,75	1,25	0,25	0,75	0,00	0,75
<i>From Motion</i>	11	4	0,00	0,18	0,18	0,91	0,00	0,73	0,36
<i>From Motion</i>	11	5	0,00	0,18	0,18	0,91	0,00	0,73	0,36
<i>From Defect</i>	8	6	0,75	0,75	1,25	0,25	0,75	0,00	0,75
<i>From Process</i>	7	7	0,57	1,14	0,57	0,57	0,00	1,43	0,86
<i>Material</i>									
<i>To Waiting</i>	5	8	2,00	0,00	1,20	0,80	1,60	1,20	2,00
<i>From Waiting</i>	8	9	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,25
<i>From Transportation</i>	4	10	1,00	2,00	1,00	1,00	2,50	0,00	2,00
<i>From Inventory</i>	6	11	1,33	1,67	1,67	1,33	1,33	0,00	0,00
<i>From Inventory</i>	6	12	1,33	1,67	1,67	1,33	1,33	0,00	0,00
<i>From Defect</i>	8	13	0,75	0,75	1,25	0,25	0,75	0,00	0,75
<i>From Inventory</i>	6	14	1,33	1,67	1,67	1,33	1,33	0,00	0,00
<i>From Waiting</i>	8	15	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,25
<i>To Defect</i>	4	16	2,50	2,50	2,50	0,50	1,00	1,00	2,00
<i>From Defect</i>	8	17	0,75	0,75	1,25	0,25	0,75	0,00	0,75
<i>From Transportation</i>	4	18	1,00	2,00	1,00	1,00	2,50	0,00	2,00
<i>To Motion</i>	9	19	0,89	0,89	0,22	1,11	0,44	0,44	0,00
<i>From Waiting</i>	8	20	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,25
<i>From Motion</i>	11	21	0,00	0,18	0,18	0,91	0,00	0,73	0,36
<i>From Transportation</i>	4	22	1,00	2,00	1,00	1,00	2,50	0,00	2,00
<i>From Defect</i>	8	23	0,75	0,75	1,25	0,25	0,75	0,00	0,75
<i>From Motion</i>	11	24	0,00	0,18	0,18	0,91	0,00	0,73	0,36
<i>From Inventory</i>	6	25	1,33	1,67	1,67	1,33	1,33	0,00	0,00
<i>From Inventory</i>	6	26	1,33	1,67	1,67	1,33	1,33	0,00	0,00
<i>To Waiting</i>	5	27	2,00	0,00	1,20	0,80	1,60	1,20	2,00
<i>From Defect</i>	8	28	0,75	0,75	1,25	0,25	0,75	0,00	0,75
<i>From Waiting</i>	8	29	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,25
<i>From Overproduction</i>	3	30	3,33	2,67	3,33	2,67	3,33	0,00	3,33

Lanjut...

Tabel 4.29 Hasil Pembobotan WAQ berdasarkan Ni (Lanjutan)

Question Type	Ni	Question Number	O	I	D	M	T	P	W
Material									
To Motion	9	31	0,89	0,89	0,22	1,11	0,44	0,44	0,00
Machine									
From Process	7	32	0,57	1,14	0,57	0,57	0,00	1,43	0,86
To Waiting	5	33	2,00	0,00	1,20	0,80	1,60	1,20	2,00
From Process	7	34	0,57	1,14	0,57	0,57	0,00	1,43	0,86
From Transportation	4	35	1,00	2,00	1,00	1,00	2,50	0,00	2,00
To Motion	9	36	0,89	0,89	0,22	1,11	0,44	0,44	0,00
From Overproduction	3	37	3,33	2,67	3,33	2,67	3,33	0,00	3,33
From Waiting	8	38	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,25
From Waiting	8	39	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,25
To Defect	4	40	2,50	2,50	2,50	0,50	1,00	1,00	2,00
From Waiting	8	41	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,25
To Motion	9	42	0,89	0,89	0,22	1,11	0,44	0,44	0,00
From Process	7	43	0,57	1,14	0,57	0,57	0,00	1,43	0,86
Method									
To Transportation	3	44	3,33	2,67	2,00	0,00	3,33	0,00	0,00
From Motion	11	45	0,00	0,18	0,18	0,91	0,00	0,73	0,36
From Waiting	8	46	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,25
To Motion	9	47	0,89	0,89	0,22	1,11	0,44	0,44	0,00
To Waiting	5	48	2,00	0,00	1,20	0,80	1,60	1,20	2,00
To Defect	4	49	2,50	2,50	2,50	0,50	1,00	1,00	2,00
From Motion	11	50	0,00	0,18	0,18	0,91	0,00	0,73	0,36
From Defect	8	51	0,75	0,75	1,25	0,25	0,75	0,00	0,75
From Motion	11	52	0,00	0,18	0,18	0,91	0,00	0,73	0,36
To Waiting	5	53	2,00	0,00	1,20	0,80	1,60	1,20	2,00
From Process	7	54	0,57	1,14	0,57	0,57	0,00	1,43	0,86
From Process	7	55	0,57	1,14	0,57	0,57	0,00	1,43	0,86
To Defect	4	56	2,50	2,50	2,50	0,50	1,00	1,00	2,00
From Inventory	6	57	1,33	1,67	1,67	1,33	1,33	0,00	0,00
To Transportation	3	58	3,33	2,67	2,00	0,00	3,33	0,00	0,00
To Motion	9	59	0,89	0,89	0,22	1,11	0,44	0,44	0,00
To Transportation	3	60	3,33	2,67	2,00	0,00	3,33	0,00	0,00
To Motion	9	61	0,89	0,89	0,22	1,11	0,44	0,44	0,00
To Motion	9	62	0,89	0,89	0,22	1,11	0,44	0,44	0,00
From Motion	11	63	0,00	0,18	0,18	0,91	0,00	0,73	0,36
From Motion	11	64	0,00	0,18	0,18	0,91	0,00	0,73	0,36
From Motion	11	65	0,00	0,18	0,18	0,91	0,00	0,73	0,36
From Overproduction	3	66	3,33	2,67	3,33	2,67	3,33	0,00	3,33
From Process	7	67	0,57	1,14	0,57	0,57	0,00	1,43	0,86
From Defect	8	68	0,75	0,75	1,25	0,25	0,75	0,00	0,75
Skor (Sj)			74,73	76,73	72,73	51,82	60,73	31,27	61,64
Frekuensi (Fj)			58	63	68	57	43	35	51

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

- Memasukkan nilai hasil konversi kuesioner (lampiran C tabel hasil konversi WAQ) ke dalam kolom *answer weight*. Kemudian, menghitung nilai bobot

WAQ dengan mengalikan tiap bobot masing-masing *waste* hasil pembobotan WAQ berdasarkan *Ni* (lihat Tabel 4.29) dengan nilai *answer weight*. Sebagai contoh No.1 diketahui *answer weight* = 0, maka perhitungannya untuk *waste* $O = 0,89 \times 0 = 0$, $I = 0,89 \times 0 = 0$, $D = 0,22 \times 0 = 0$, $M = 1,11 \times 0 = 0$, $T = 0,44 \times 0 = 0$, $P = 0,44 \times 0 = 0$, $W = 0,00 \times 0 = 0$, dan selanjutnya digunakan cara yang sama untuk baris selanjutnya. Hasil perhitungan pembobotan WAQ berdasarkan *weight answer* secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Hasil Pembobotan WAQ Berdasarkan *Weight Answer*

<i>Answer Weight</i>	<i>Question Number</i>	O	I	D	M	T	P	W
<i>Man</i>								
0	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,5	3	0,38	0,38	0,63	0,13	0,38	0,00	0,38
0	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,5	6	0,38	0,38	0,63	0,13	0,38	0,00	0,38
0,5	7	0,29	0,57	0,29	0,29	0,00	0,71	0,43
<i>Material</i>								
0	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	12	1,33	1,67	1,67	1,33	1,33	0,00	0,00
0,5	13	0,38	0,38	0,63	0,13	0,38	0,00	0,38
0	14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	15	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,25
1	16	2,50	2,50	2,50	0,50	1,00	1,00	2,00
1	17	0,75	0,75	1,25	0,25	0,75	0,00	0,75
1	18	1,00	2,00	1,00	1,00	2,50	0,00	2,00
0	19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,5	25	0,67	0,83	0,83	0,67	0,67	0,00	0,00
0,5	26	0,67	0,83	0,83	0,67	0,67	0,00	0,00
1	27	2,00	0,00	1,20	0,80	1,60	1,20	2,00
1	28	0,75	0,75	1,25	0,25	0,75	0,00	0,75

Lanjut...

Tabel 4.30 Hasil Pembobotan WAQ Berdasarkan *Weight Answer* (Lanjutan)

<i>Answer Weight</i>	<i>Question Number</i>	O	I	D	M	T	P	W
Material								
0,5	29	0,25	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,63
0	30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Machine								
0	32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	37	3,33	2,67	3,33	2,67	3,33	0,00	3,33
0,5	38	0,25	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,63
0	39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	41	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,25
0,5	42	0,44	0,44	0,11	0,56	0,22	0,22	0,00
0	43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Methode								
0,5	44	1,67	1,33	1,00	0,00	1,67	0,00	0,00
0	45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	47	0,89	0,89	0,22	1,11	0,44	0,44	0,00
0	48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,5	58	1,67	1,33	1,00	0,00	1,67	0,00	0,00
0	59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,5	60	1,67	1,33	1,00	0,00	1,67	0,00	0,00
0	61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	62	0,89	0,89	0,22	1,11	0,44	0,44	0,00
0,5	63	0,00	0,09	0,09	0,45	0,00	0,36	0,18
0	64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,5	67	0,29	0,57	0,29	0,29	0,00	0,71	0,43
0	68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Skor (sj)		23,42	23,58	22,96	12,31	19,84	5,10	16,75
Frekuensi (fj)		24	24	25	18	18	8	16

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Total skor pembobotan WAQ berdasarkan *weight answer* (sj) untuk waste O = 23,42, I = 23,58, D = 22,96, M = 12,31, T = 19,84, P = 5,10, W = 16,75.

Sedangkan frekuensinya (f_j) untuk waste O = 24, I = 24, D = 25, M = 18, T = 18, P = 8, W = 16.

6. Menghitung indikator awal untuk setiap waste (Y_j). Y_j dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Y_j = \frac{S_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j}$$

Perhitungan untuk waste O:

$$Y_O = \frac{23,42}{74,73} \times \frac{24}{58} = 0,129$$

Perhitungan untuk pemborosan lainnya menggunakan rumus yang sama. Hasil perhitungan Y_j seluruh pemborosan dapat dilihat pada Tabel 4.31.

7. Menghitung nilai *final waste factor* ($Y_j \text{ final}$) dengan memasukkan faktor probabilitas pengaruh antar jenis waste (P_j) berdasarkan total “from” dan “to” pada WRM (lihat Tabel 4.26). Waste O memiliki probabilitas “from” = 21,05 dan “to” = 13,53, sehingga total probabilitas untuk waste O (P_o) = $21,05 \times 13,53 = 284,80$, perhitungan P_j untuk waste lainnya dapat menggunakan cara yang sama. Setelah P_j dihitung, lakukan perhitungan $Y_j \text{ final}$. Perhitungan $Y_j \text{ final}$ untuk waste O, yaitu:

$$\begin{aligned} Y_{O \text{ Final}} &= Y_O \times P_o \\ &= 0,129 \times 284,80 = 36,73 \end{aligned}$$

Perhitungan $Y_j \text{ final}$ untuk pemborosan lainnya dapat menggunakan rumus yang sama, dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Hasil Rekapitulasi Perhitungan WAQ

Keterangan	O	I	D	M	T	P	W
Skor (Y_j)	0,1297	0,1171	0,1161	0,0750	0,2450	0,0373	0,0853
P_j Factor	284,80	310,95	244,22	132,19	182,63	91,60	186,57
Final Result ($Y_j \text{ final}$)	36,73	36,41	28,35	9,91	44,74	3,41	15,91
Final Result (%)	21,03	20,72	16,14	5,65	25,47	1,94	9,05
Peringkat	2	3	4	6	1	7	5

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.7. Pemilihan *Value Stream Mapping Analysis Tools* (VALSAT)

Konsep VALSAT digunakan dalam pemilihan *analysis tool* dengan cara mengalikan hasil pembobotan pemborosan dengan skala yang ada pada ketentuan VALSAT (lihat Tabel 2.3). Hasil pembobotan VALSAT dapat dilihat pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Hasil Pembobotan VALSAT

Waste / Structure	Weight	Mapping Tools						
		Process Activity Mapping	Supply Chain Response Matrix	Production Variety Funnel	Quality Filter Mapping	Demand Amplification Mapping	Decision Point analysis	Physical Structure (a) Volume (b) Value
Overproduction	21,03	21,03	63,08		21,03	63,08	63,08	
Time Waiting	9,05	81,49	81,49	9,05		27,16	27,16	
Transportation	25,47	229,26						25,47
Inappropriate Processing	1,94	17,49		5,83	1,94		1,94	
Unnecessary Inventory	20,72	62,17	186,51	62,17		186,51	62,17	20,72
Unnecessary Motion	5,65	50,81	5,65					
Product Defects	16,14	16,14			145,22			
Total		478,38	336,72	77,06	168,19	276,75	154,35	46,20
Peringkat		1	2	6	4	3	5	7

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 4.32, diperoleh peringkat tertinggi pada pembobotan VALSAT adalah *Process Activity Mapping* (PAM) yang selanjutnya akan digunakan untuk memetakan proses produksi *Sub Assy Front Axle* secara detail yang merepresentasikan operasi, transportasi, inspeksi, penyimpanan, dan menunggu.

4.2.8. *Process Activity Mapping* (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) digunakan untuk mengetahui proporsi dari kegiatan yang termasuk *Value Added* (VA), *Necessary Non Value Added* (NNVA), dan *Non Value Added* (NVA). Peta ini mampu mengidentifikasi adanya pemborosan pada *value stream* dan mengoptimalkan proses agar lebih efisien

dan efektif. PAM untuk proses produksi *Sub Assy Front Axle* dapat dilihat pada Tabel 4.33.

Tabel 4.33 *Process Activity Mapping* (PAM)

No	Element Kerja	Mesin	Wb (detik)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
1	<i>Unboxing Knuckle</i>		6,31	O					VA
	<i>Unboxing Knuckle Tie Rod</i>		6,31	O					VA
	<i>Unboxing Arm Tie Rod</i>		9,97	O					VA
	<i>Unboxing Arm Assy Knuckle</i>		9,97	O					VA
	<i>Drop Front Brake Ke Dolly</i>		8,67	O					VA
	<i>Drop Front Hub Ke Dolly</i>		5,24	O					VA
	<i>Stel Stoper</i>	<i>Impact Battery</i>	16,24	O					VA
2	<i>Drop Center Axle ke Dolly</i>	Mesin Hoist	5,16	O					VA
	<i>Drop Drum ke Dolly</i>	Mesin Hoist	5,16	O					VA
	<i>Mencuci Tie Rod</i>		4,88	O					VA
	<i>Mencuci Center Axle</i>		4,35	O					VA
	<i>Mencuci Drum</i>		4,35	O					VA
	<i>Mencuci Front Hub</i>		4,35	O					VA
	<i>Mencuci Knuckle</i>		5,33	O					VA
	<i>Mencuci Arm Assy Knuckle</i>		5,33	O					VA
	<i>Mencuci Arm Tie Rod</i>		5,33	O					VA
	Berjalan dari pencucian ke pembilasan		5,17		T				NNVA
	<i>Membilas Tie Rod</i>		3,54	O					VA
	<i>Membilas Center Axle</i>		3,54	O					VA
	<i>Membilas Drum</i>		3,54	O					VA
	<i>Membilas Front Hub</i>		3,54	O					VA
	<i>Membilas Knuckle</i>		4,81	O					VA
	<i>Membilas Arm Assy Knuckle</i>		4,81	O					VA
	<i>Membilas Arm Tie Rod</i>		4,81	O					VA
3	<i>Press Knuckle</i>	Mesin Press	9,39	O					VA
	<i>Touch up Tie Rod</i>		3,48	O					VA
4	<i>Memasang Outer</i>		4,13	O					VA
	<i>Memasang Bolt Up di meja pre</i>		10,59	O					VA
	<i>Mengambil Front Hub LH/RH dan Inner dari dolly</i>		3,76		T				NNVA
	<i>Meletakkan Front Hub LH/RH dan Inner di meja press</i>		4,88		T				NNVA
	<i>Proses Press Bolt dan Inner</i>	Mesin Press	9,73	O					VA
	<i>Memberi Grease di Inner Assy Front Hub</i>		13,22	O					VA
	<i>Memasang Grease Bearing dan Oil Seal</i>		9,52	O					VA
	<i>Proses Press Oil Seal</i>	Mesin Press	9,01	O					VA
	<i>Marking Check</i>	Spidol	4,45			I			VA
	<i>Meletakkan Front Hub di Meja</i>		6,65		T				NNVA

Lanjut...

Tabel 4.33 *Process Activity Mapping (PAM)* (Lanjutan)

No	Element Kerja	Mesin	Wb (detik)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
5 LH	Mengambil <i>Front HUB LH</i>		10,54		T				NNVA
	Meletakkan <i>Front Hub LH</i> ke meja Assy		6,91		T				NNVA
	Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i>		3,69		T				NNVA
	Meletakkan <i>Drum</i> ke meja Assy		4,82		T				NNVA
	Memasang <i>Drum</i> ke meja Assy		5,16	O					VA
	Mengambil <i>Nut 6 Pcs</i>		8,09		T				NNVA
	Memasang <i>Nut</i>		15,65	O					VA
	Mengencangkan <i>Nut</i> (Proses Press)	Mesin Press	19,41	O					VA
	Pahat <i>Nut</i>		8,66	O					VA
	Marking Check		6,74			I			VA
	Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>Dolly</i>		11,90		T				NNVA
5RH	Mengambil <i>Front HUB RH</i>		10,49		T				NNVA
	Meletakkan <i>Front Hub RH</i> ke meja Assy		6,80		T				NNVA
	Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i>		3,68		T				NNVA
	Meletakkan <i>Drum</i> ke meja Assy		4,90		T				NNVA
	Memasang <i>Drum</i> ke meja Assy		5,15	O					VA
	Mengambil <i>Nut 6 Pcs</i>		8,03		T				NNVA
	Memasang <i>Nut</i>		15,53	O					VA
	Proses Press <i>Nut</i>	Mesin Press	19,26	O					VA
	Pahat <i>Nut</i>		8,62	O					VA
	Marking Check		6,83			I			VA
	Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>Dolly</i>		11,77		T				NNVA
6 LH	Moving <i>Center Axle</i> ke <i>Dolly Assy</i>		2,84		T				NNVA
	Memasang <i>Stud Bolt Absorber</i>		2,66	O					VA
	Mengencangkan <i>Stud Bolt Absorber</i> dengan <i>impact</i>	Mesin Impact	4,55	O					VA
	Mengambil <i>Bearing, Nut Arm</i> dan <i>pin lock</i>		1,79		T				NNVA
	Meletakkan <i>Bearing, Nut Arm</i> dan <i>pin lock</i> di <i>dolly</i>		1,88		T				NNVA
	Merakit <i>Knuckle LH</i> (pasang <i>shim, king pin</i> dan <i>bearing</i>)		9,63	O					VA
	Memasang <i>Knuckle LH</i> pada <i>Center Axle</i>		6,49	O					VA

Lanjut...

Tabel 4.33 *Process Activity Mapping (PAM)* (Lanjutan)

No	Element Kerja	Mesin	Wb (detik)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
6 LH	Mengencangkan <i>Knuckle LH</i> dengan <i>palu</i>		4,35	O					VA
	Memasang <i>pin lock</i>		3,56	O					VA
	Mengencangkan <i>pin lock</i> dengan <i>palu</i>		4,33	O					VA
	Memasang <i>Arm Tie Rod, Nut Arm, dan Nut Pin Lock</i> pada <i>Knuckle LH</i>		11,4 3	O					VA
	Mengencangkan <i>Nut Arm, dan Nut Pin Lock</i> dengan <i>impact</i>	Mesin <i>Impact</i>	8,63	O					VA
	Memasang <i>cup</i> bagian bawah <i>knuckle LH</i> dengan <i>palu</i>		4,38	O					VA
	Pahat <i>cup</i> bagian atas <i>knuckle LH</i>		4,71	O					VA
	Memasang <i>pin split</i> di <i>Nut Arm</i> dengan <i>palu</i>		7,52	O					VA
	<i>Marking Check</i>		5,04			I			VA
	Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya		4,45		T				NNVA
6 RH	<i>Moving Center Axle</i> ke <i>Dolly Assy</i>		2,78		T				NNVA
	Memasang <i>Stud Bolt Absorber</i>		3,54	O					VA
	Mengencangkan <i>Stud Bolt Absorber</i> dengan <i>impact</i>	Mesin <i>Impact</i>	4,31	O					VA
	Mengambil <i>Bearing, Nut Arm dan pin lock</i>		2,25		T				NNVA
	Meletakkan <i>Bearing, Nut Arm dan pin lock</i> di <i>dolly</i>		2,29		T				NNVA
	Merakit <i>Knuckle RH (pasang shim, king pin dan bearing)</i>		9,83	O					VA
	Memasang <i>Knuckle RH</i> pada <i>Center Axle</i>		6,32	O					VA
	Mengencangkan <i>Knuckle RH</i> dengan <i>palu</i>		4,41	O					VA
	Memasang <i>pin lock</i>		3,57	O					VA
	Mengencangkan <i>pin lock</i> dengan <i>palu</i>		4,30	O					VA
	Memasang <i>Arm Assy Knuckle, Nut Arm, dan Nut Pin Lock</i> pada <i>Knuckle RH</i>		11,14	O					VA
	Mengencangkan <i>Nut Arm, dan Nut Pin Lock</i> dengan <i>impact</i>	Mesin <i>Impact</i>	8,90	O					VA

Lanjut...

Tabel 4.33 *Process Activity Mapping (PAM)* (Lanjutan)

No	Element Kerja	Mesin	Wb (detik)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
6 RH	Memasang <i>cup</i> bagian bawah <i>knuckle RH</i> dengan palu		4,35	O					VA
	Pahat <i>cup</i> bagian atas <i>knuckle RH</i>		4,84	O					VA
	Memasang <i>pin split</i> di <i>Nut Arm</i> dengan palu		7,32	O					VA
	<i>Marking Check</i>		5,35			I			VA
	Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya		4,38		T				NNVA
7 LH	Mengambil <i>Front Brake LH</i> dari <i>Dolly Rak</i>		15,49		T				NNVA
	Memasang <i>Front Brake</i>		3,10	O					VA
	Mengambil <i>Bolt 4 pcs/lubang</i>		2,47		T				NNVA
	Memasang <i>Bolt</i>		6,30	O					VA
	Mengambil <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut 4 pcs</i>		3,13		T				NNVA
	Memasang <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>		13,94	O					VA
	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Mesin Impact</i>	Mesin <i>Impact</i>	15,23	O					VA
	Moment <i>Nut</i>		11,82	O					VA
	Mengambil <i>Neple</i>		1,53		T				NNVA
	Memasang <i>Neple</i>		3,15	O					VA
	Mengencangkan <i>Neple</i>		4,39	O					VA
	Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya		4,36		T				NNVA
7 RH	Mengambil <i>Front Brake RH</i> dari <i>Dolly Rak</i>		15,83		T				NNVA
	Memasang <i>Front Brake</i>		3,10	O					VA
	Mengambil <i>Bolt 4 pcs/lubang</i>		3,21		T				NNVA
	Memasang <i>Bolt</i>		6,23	O					VA
	Mengambil <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut 4 pcs</i>		3,21		T				NNVA
	Memasang <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>		13,91	O					VA
	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Mesin Impact</i>	Mesin <i>Impact</i>	15,48	O					VA
	Moment <i>Nut</i>		12,10	O					VA
	Mengambil <i>Neple</i>		1,58		T				NNVA
	Memasang <i>Neple</i>		3,08	O					VA
	Mengencangkan <i>Neple</i>		4,30	O					VA
	Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya		4,44		T				NNVA

Lanjut...

Tabel 4.33 *Process Activity Mapping (PAM)* (Lanjutan)

No	Element Kerja	Mesin	Wb (detik)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
8 LH	<i>Marking Check</i>		4,76			I			VA
	Memberikan <i>Grease</i> pada <i>Neples</i>		5,47	O					VA
	Mengambil <i>Drum Brake LH</i> dari <i>Dolly</i>		13,59		T				NNVA
	Memasang <i>Drum Brake LH</i>		6,24	O					VA
	Mengambil <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>		5,67		T				NNVA
	Memasang <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>		9,59	O					VA
	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	Mesin <i>Impact</i>	6,15	O					VA
	Moment <i>Nut</i>		10,69	O					VA
	Memasang <i>pin split</i> dengan palu		9,32	O					VA
	Memasang <i>Cup</i> yang sudah diberi <i>Grease</i>		13,76	O					VA
	<i>Stel Break Shoe</i>		18,09	O					VA
	Mendorong <i>Dolly</i> Ke <i>Paint Booth</i>		6,83		T				NNVA
8 RH	<i>Marking Check</i>		4,76			I			VA
	Memberikan <i>Grease</i> pada <i>Neples</i>		5,61	O					VA
	Mengambil <i>Drum Brake RH</i> dari <i>Dolly</i>		13,46		T				NNVA
	Memasang <i>Drum Brake RH</i>		6,29	O					VA
	Mengambil <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>		5,46		T				NNVA
	Memasang <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>		9,73	O					VA
	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	Mesin <i>Impact</i>	6,00	O					VA
	Moment <i>Nut</i>		10,57	O					VA
	Memasang <i>pin split</i> dengan palu		9,32	O					VA
	Memasang <i>Cup</i> yang sudah diberi <i>Grease</i>		13,60	O					VA
	<i>Stel Break Shoe</i>		18,05	O					VA
	Mendorong <i>Dolly</i> Ke <i>Paint Booth</i>		6,83		T				NNVA
9	Pengecatan <i>Front Axle</i>		47,58	O					VA
10	Moving <i>Front Axle</i> dari <i>paint booth</i>		12,84		T				NNVA
	Mengambil <i>Hose Brake LH</i> dan <i>Clip U</i>		4,81	O					VA
	Memasang <i>Hose Brake LH</i>		6,76	O					VA
	Memasang <i>Clip U</i>		4,22	O					VA
	Mengencangkan <i>Clip U</i> dengan palu lalu di moment		7,92	O					VA
	Pemeriksaan Komponen		16,48			I			VA
11	<i>Touch Up Front Axle</i>	<i>Spray Gun</i>	19,51	O					VA
	<i>Drop Front Axle</i> ke <i>Pallet</i>	<i>Hoist</i>	48,36		T				NNVA

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan PAM di atas, maka dibuat rekapitulasi perhitungan dan persentase PAM yang dapat dilihat pada Tabel 4.34.

Tabel 4.34 Perhitungan dan Persentase *Process Activity Mapping* (PAM)

Aktivitas	Jumlah	Waktu (detik)	Klasifikasi	Jumlah	Waktu (detik)
<i>Operation</i>	98	807,36	RVA	106	861,77
<i>Transportation</i>	43	307,84	BVA	43	307,84
<i>Inspection</i>	8	54,41	NNVA	0	0
<i>Delay</i>	0	0	Total	149	1169,61
<i>Storage</i>	0	0	<i>Value Ratio</i>		0,7368

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Perhitungan *Value Ratio* dilakukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Value Ratio} &= \frac{VA}{\text{Total Waktu}} \times 100\% \\
 &= \frac{861,77}{1169,61} \times 100\% \\
 &= 0,73,68 \times 100\% \\
 &= 73,68\%
 \end{aligned}$$

Adapun Persentase untuk masing-masing aktivitas dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Operation} &= \frac{\text{Jumlah Aktivitas Operation}}{\text{Total Seluruh Aktivitas}} \times 100\% \\
 &= \frac{98}{149} \times 100\% = 65,77\% \\
 \text{Transportation} &= \frac{\text{Jumlah Aktivitas Transportasi}}{\text{Total Seluruh Aktivitas}} \times 100\% \\
 &= \frac{43}{149} \times 100\% = 28,86\% \\
 \text{Inspection} &= \frac{\text{Jumlah Aktivitas Inspeksi}}{\text{Total Seluruh Aktivitas}} \times 100\% \\
 &= \frac{8}{149} \times 100\% = 5,37\% \\
 \text{Delay} &= \frac{\text{Jumlah Aktivitas Delay}}{\text{Total Seluruh Aktivitas}} \times 100\% \\
 &= \frac{0}{149} \times 100\% = 0\% \\
 \text{Storage} &= \frac{\text{Jumlah Aktivitas Storage}}{\text{Total Seluruh Aktivitas}} \times 100\% \\
 &= \frac{0}{149} \times 100\% = 0\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, didapatkan bahwa hasil *value ratio* untuk proses produksi *Sub Assy Front Axle* adalah sebesar 0,7368 atau 73,68%. Hal tersebut berarti pada proses produksi *Sub Assy Front Axle* terdapat pemborosan sebesar 0,2632 atau 26,32%.

BAB 5

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Waktu Standar

Hasil perhitungan waktu standar pada proses produksi *Sub Assy Front Axle* sebagai berikut:

<u>Produk tipe TL</u>	<u>Produk tipe TL</u>
• SK 1 sebesar 62,71 detik	• SK 1 sebesar 62,30 detik
• SK 2 sebesar 78,00 detik	• SK 2 sebesar 77,72 detik
• SK 3 sebesar 12,87 detik	• SK 3 sebesar 12,73 detik
• SK 4 sebesar 75,94 detik	• SK 4 sebesar 75,82 detik
• SK 5 sebesar 101,57 detik	• SK 5 sebesar 101,14 detik
• SK 6 sebesar 89,88 detik	• SK 6 sebesar 88,09 detik
• SK 7 sebesar 86,47 detik	• SK 7 sebesar 85,99 detik
• SK 8 sebesar 110,16 detik	• SK 8 sebesar 109,33 detik
• SK 9 sebesar 47,58 detik	• SK 9 sebesar 47,57 detik
• SK 10 sebesar 53,03 detik	• SK 10 sebesar 52,85 detik
• SK 11 sebesar 67,87 detik	• SK 11 sebesar 67,79 detik

Berdasarkan hasil tersebut, SK 8 memiliki waktu standar terlama yang disebabkan proses pengerjaan secara manual dengan mengandalkan kecepatan tangan operator dalam memasang *Nut* yang berjumlah 6 pcs. Kemudian dalam proses *press nut* dengan menggunakan mesin *press* yang memakan waktu lama. Selain itu pemborosan gerakan dalam pengambilan *drum* yang memakan waktu lama. Hal tersebut mengakibatkan waktu siklus perakitan berlangsung kurang efisien dan menyebabkan lamanya *Lead Time* sehingga perlu dilakukan perbaikan.

5.2. Analisis Aktivitas *Value Added* dan *Non Value Added*

Aktivitas *value added* dan *non value added* pada produksi *Sub Assy Front Axle* terdiri dari aktivitas VA selama 861,77 detik dan NNVA selama 307,84 detik, sedangkan untuk aktivitas NVA tidak ditemukan (lihat Tabel 4.25). Aktivitas berdasarkan hasil klasifikasi tersebut akan dianalisis dan dapat dilihat pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Analisis Aktivitas *Value Added* dan *Non Value Added*

SK	Elemen Kerja	Analisis	Keterangan
1	<i>Unboxing Knuckle</i>	Aktivitas <i>Unboxing Knuckle</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	<i>Unboxing Knuckle Tie Rod</i>	Aktivitas <i>Unboxing Knuckle Tie Rod</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	<i>Unboxing Arm Tie Rod</i>	Aktivitas <i>Unboxing Arm Tie Rod</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	<i>Unboxing Arm Assy Knuckle</i>	Aktivitas <i>Unboxing Arm Assy Knuckle</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	<i>Drop Front Brake Ke Dolly</i>	Aktivitas <i>Drop Front Brake</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	<i>Drop Front Hub Ke Dolly</i>	Aktivitas <i>Drop Front Hub</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	<i>Stel Stoper</i>	Aktivitas <i>Stel Stoper</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
2	<i>Drop Center Axle ke Dolly</i>	Aktivitas <i>Drop Center Axle</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	<i>Drop Drum ke Dolly</i>	Aktivitas <i>Drop Drum</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mencuci <i>Tie Rod</i>	Aktivitas Mencuci <i>Tie Rod</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mencuci <i>Center Axle</i>	Aktivitas Mencuci <i>Center Axle</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mencuci <i>Drum</i>	Aktivitas Mencuci <i>Drum</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mencuci <i>Front Hub</i>	Aktivitas Mencuci <i>Front Hub</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mencuci <i>Knuckle</i>	Aktivitas Mencuci <i>Knuckle</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mencuci <i>Arm Assy Knuckle</i>	Aktivitas Mencuci <i>Arm Assy Knuckle</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mencuci <i>Arm Tie Rod</i>	Aktivitas Mencuci <i>Arm Tie Rod</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Berjalan dari pencucian ke pembilasan	Aktivitas Berjalan dari Pencucian ke Pembilasan merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA

Lanjut...

Tabel 5.1 Analisis Aktivitas *Value Added* dan *Non Value Added* (Lanjutan)

SK	Elemen Kerja	Analisis	Keterangan
2	Membilas <i>Tie Rod</i>	Aktivitas Membilas <i>Tie Rod</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Membilas <i>Center Axle</i>	Aktivitas Membilas <i>Center Axle</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Membilas <i>Drum</i>	Aktivitas Membilas <i>Drum</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Membilas <i>Front Hub</i>	Aktivitas Membilas <i>Front Hub</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Membilas <i>Knuckle</i>	Aktivitas Membilas <i>Knuckle</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Membilas <i>Arm Assy Knuckle</i>	Aktivitas Membilas <i>Arm Assy Knuckle</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Membilas <i>Arm Tie Rod</i>	Aktivitas Membilas <i>Arm Tie Rod</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
3	<i>Press Knuckle</i>	Aktivitas <i>Press Knuckle</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	<i>Touch up Tie Rod</i>	Aktivitas <i>Touch Up Tie Rod</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
4	Memasang <i>Outer</i>	Aktivitas Memasang <i>Outer</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Memasang <i>Bolt Up</i> di meja <i>press</i>	Aktivitas Memasang <i>Bolt Up</i> di meja <i>Press</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengambil <i>Front Hub LH/RH</i> dan <i>Inner</i> dari <i>dolly</i>	Aktivitas Mengambil <i>Front Hub LH/RH</i> dan <i>Inner</i> dari <i>dolly</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Meletakkan <i>Front Hub LH/RH</i> dan <i>Inner</i> di meja <i>press</i>	Aktivitas Meletakkan <i>Front Hub LH/RH</i> dan <i>Inner</i> di meja <i>press</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Proses <i>Press Bolt</i> dan <i>Inner</i>	Aktivitas Proses <i>Press Bolt</i> dan <i>Inner</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA

Lanjut...

Tabel 5.1 Analisis Aktivitas *Value Added* dan *Non Value Added* (Lanjutan)

SK	Elemen Kerja	Analisis	Keterangan
4	Memberi <i>Grease</i> di <i>Inner Assy Front Hub</i>	Aktivitas Memberi <i>Grease</i> di <i>Inner Assy Front Hub</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Memasang <i>Grease Bearing</i> dan <i>Oil Seal</i>	Aktivitas Memasang <i>Grease Bearing</i> dan <i>Oil Seal</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Proses <i>Press Oil Seal</i>	Aktivitas Proses <i>Press Oil Seal</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	<i>Marking Check</i>	Aktivitas <i>Marking Check</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Meletakkan <i>Front Hub</i> di Meja	Aktivitas Meletakkan <i>Front Hub</i> di meja merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
5 LH	Mengambil <i>Front HUB LH</i>	Aktivitas Mengambil <i>Front Hub LH</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	NNVA
	Meletakkan <i>Front Hub LH</i> ke meja Assy	Aktivitas Meletakkan <i>Front Hub LH</i> di meja Assy merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i>	Aktivitas Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Meletakkan <i>Drum</i> ke meja Assy	Aktivitas Meletakkan <i>Drum</i> ke meja Assy merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Memasang <i>Drum</i> ke meja Assy	Aktivitas Memasang <i>Drum</i> ke meja Assy merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengambil <i>Nut</i> 6 Pcs	Aktivitas Mengambil <i>Nut</i> 6 Pcs merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Memasang <i>Nut</i>	Aktivitas Memasang <i>Nut</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengencangkan <i>Nut</i> (Proses <i>Press</i>)	Aktivitas Mengencangkan <i>Nut</i> (Proses <i>Press</i>) merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Pahat <i>Nut</i>	Aktivitas Pahat <i>Nut</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	<i>Marking Check</i>	Aktivitas <i>Marking Check</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>Dolly</i>	Aktivitas Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA

Lanjut...

Tabel 5.1 Analisis Aktivitas *Value Added* dan *Non Value Added* (Lanjutan)

SK	Elemen Kerja	Analisis	Keterangan
5 RH	Mengambil <i>Front HUB RH</i>	Aktivitas Mengambil <i>Front Hub RH</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	NNVA
	Meletakkan <i>Front Hub RH</i> ke meja Assy	Aktivitas Meletakkan <i>Front Hub RH</i> di meja Assy merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i>	Aktivitas Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Meletakkan <i>Drum</i> ke meja Assy	Aktivitas Meletakkan <i>Drum</i> ke meja Assy merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Memasang <i>Drum</i> ke meja Assy	Aktivitas Memasang <i>Drum</i> ke meja Assy merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengambil <i>Nut 6 Pcs</i>	Aktivitas Mengambil <i>Nut 6 Pcs</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Memasang <i>Nut</i>	Aktivitas Memasang <i>Nut</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Proses Press <i>Nut</i>	Aktivitas Proses Press <i>Nut</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Pahat <i>Nut</i>	Aktivitas Pahat <i>Nut</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	<i>Marking Check</i>	Aktivitas <i>Marking Check</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
6 LH	Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>Dolly</i>	Aktivitas Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Moving <i>Center Axle</i> ke <i>Dolly Assy</i>	Aktivitas Moving <i>Center Axle</i> ke <i>Dolly Assy</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Memasang <i>Stud Bolt Absorber</i>	Aktivitas Memasang <i>Stud Bolt Absorber</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengencangkan <i>Stud Bolt Absorber</i> dengan <i>impact</i>	Aktivitas Mengencangkan <i>Stud Bolt Absorber</i> dengan <i>impact</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengambil <i>Bearing, Nut Arm</i> dan <i>pin lock</i>	Aktivitas Mengambil <i>Bearing, Nut Arm</i> dan <i>pin lock</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA

Lanjut...

Tabel 5.1 Analisis Aktivitas *Value Added* dan *Non Value Added* (Lanjutan)

SK	Elemen Kerja	Analisis	Keterangan
6 LH	Meletakkan <i>Bearing, Nut Arm</i> dan <i>pin lock</i> di <i>dolly</i>	Aktivitas Meletakkan <i>Bearing, Nut Arm</i> dan <i>pin lock</i> di <i>dolly</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Merakit <i>Knuckle LH</i> (<i>pasang shim, king pin</i> dan <i>bearing</i>)	Aktivitas Merakit <i>Knuckle LH</i> (<i>pasang shim, king pin</i> dan <i>bearing</i>) merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Memasang <i>Knuckle LH</i> pada <i>Center Axle</i>	Aktivitas Memasang <i>Knuckle LH</i> pada <i>Center Axle</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengencangkan <i>Knuckle LH</i> dengan <i>palu</i>	Aktivitas Mengencangkan <i>Knuckle LH</i> dengan palu merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Memasang <i>pin lock</i>	Aktivitas Memasang <i>pin lock</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengencangkan <i>pin lock</i> dengan <i>palu</i>	Aktivitas Mengencangkan <i>pin lock</i> dengan palu merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Memasang <i>Arm Tie Rod, Nut Arm</i> , dan <i>Nut Pin Lock</i> pada <i>Knuckle LH</i>	Aktivitas Memasang <i>Arm Tie Rod, Nut Arm</i> , dan <i>Nut Pin Lock</i> pada <i>Knuckle LH</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengencangkan <i>Nut Arm</i> , dan <i>Nut Pin Lock</i> dengan <i>impact</i>	Aktivitas Mengencangkan <i>Nut Arm</i> , dan <i>Nut Pin Lock</i> dengan <i>impact</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Memasang <i>cup</i> bagian bawah <i>knuckle LH</i> dengan palu	Aktivitas Memasang <i>cup</i> bagian bawah <i>knuckle LH</i> dengan palu merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Pahat <i>cup</i> bagian atas <i>knuckle LH</i>	Aktivitas Pahat <i>cup</i> bagian atas <i>knuckle LH</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Memasang <i>pin split</i> di <i>Nut Arm</i> dengan palu	Aktivitas Memasang <i>pin split</i> di <i>Nut Arm</i> dengan palu merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	<i>Marking Check</i>	Aktivitas <i>Marking Check</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya	Aktivitas Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA

Lanjut...

Tabel 5.1 Analisis Aktivitas *Value Added* dan *Non Value Added* (Lanjutan)

SK	Elemen Kerja	Analisis	Keterangan
6 RH	<i>Moving Center Axle ke Dolly Assy</i>	Aktivitas <i>Moving Center Axle</i> ke <i>Dolly Assy</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Memasang <i>Stud Bolt Absorber</i>	Aktivitas Memasang <i>Stud Bolt Absorber</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengencangkan <i>Stud Bolt Absorber</i> dengan <i>impact</i>	Aktivitas Mengencangkan <i>Stud Bolt Absorber</i> dengan <i>impact</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengambil <i>Bearing, Nut Arm</i> dan <i>pin lock</i>	Aktivitas Mengambil <i>Bearing, Nut Arm</i> dan <i>pin lock</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Meletakkan <i>Bearing, Nut Arm</i> dan <i>pin lock</i> di <i>dolly</i>	Aktivitas Meletakkan <i>Bearing, Nut Arm</i> dan <i>pin lock</i> di <i>dolly</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Merakit <i>Knuckle RH</i> (pasang <i>shim, king pin</i> dan <i>bearing</i>)	Aktivitas Merakit <i>Knuckle RH</i> (pasang <i>shim, king pin</i> dan <i>bearing</i>) merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Memasang <i>Knuckle RH</i> pada <i>Center Axle</i>	Aktivitas Memasang <i>Knuckle RH</i> pada <i>Center Axle</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengencangkan <i>Knuckle RH</i> dengan <i>palu</i>	Aktivitas Mengencangkan <i>Knuckle RH</i> dengan palu merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Memasang <i>pin lock</i>	Aktivitas Memasang <i>pin lock</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengencangkan <i>pin lock</i> dengan palu	Aktivitas Mengencangkan <i>pin lock</i> dengan palu merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Memasang <i>Arm Assy Knuckle, Nut Arm, dan Nut Pin Lock</i> pada <i>Knuckle RH</i>	Aktivitas Memasang <i>Arm Assy Knuckle, Nut Arm, dan Nut Pin Lock</i> pada <i>Knuckle RH</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengencangkan <i>Nut Arm, dan Nut Pin Lock</i> dengan <i>impact</i>	Aktivitas Mengencangkan <i>Nut Arm, dan Nut Pin Lock</i> dengan <i>impact</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Memasang <i>cup</i> bagian bawah <i>knuckle RH</i> dengan palu	Aktivitas Memasang <i>cup</i> bagian bawah <i>knuckle RH</i> dengan palu merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA

Lanjut...

Tabel 5.1 Analisis Aktivitas *Value Added* dan *Non Value Added* (Lanjutan)

SK	Elemen Kerja	Analisis	Keterangan
6 RH	Pahat <i>cup</i> bagian atas <i>knuckle RH</i>	Aktivitas Pahat <i>cup</i> bagian atas <i>knuckle RH</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Memasang <i>pin split</i> di <i>Nut Arm</i> dengan palu	Aktivitas Memasang <i>pin split</i> di <i>Nut Arm</i> dengan palumerupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	<i>Marking Check</i>	Aktivitas <i>Marking Check</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya	Aktivitas Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
7 LH	Mengambil <i>Front Brake LH</i> dari <i>Dolly</i> Rak	Aktivitas Mengambil <i>Front Brake LH</i> dari <i>Dolly</i> Rak merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Memasang <i>Front Brake</i>	Aktivitas Memasang <i>Front Brake</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengambil <i>Bolt 4 pcs</i> /lubang	Aktivitas Mengambil <i>Bolt 4 pcs</i> /lubang merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Memasang <i>Bolt</i>	Aktivitas Memasang <i>Bolt</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengambil <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut 4 pcs</i>	Aktivitas Mengambil <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut 4 pcs</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Memasang <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	Aktivitas Memasang <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	Aktivitas Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Moment <i>Nut</i>	Aktivitas Moment <i>Nut</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengambil <i>Neple</i>	Aktivitas Mengambil <i>Neple</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Memasang <i>Neple</i>	Aktivitas Memasang <i>Neple</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengencangkan <i>Neple</i>	Aktivitas Mengencangkan <i>Neple</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya	Aktivitas Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA

Lanjut...

Tabel 5.1 Analisis Aktivitas *Value Added* dan *Non Value Added* (Lanjutan)

SK	Elemen Kerja	Analisis	Keterangan
7 RH	Mengambil <i>Front Brake RH</i> dari <i>Dolly Rak</i>	Aktivitas Mengambil <i>Front Brake RH</i> dari <i>Dolly Rak</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Memasang <i>Front Brake</i>	Aktivitas Memasang <i>Front Brake</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengambil <i>Bolt 4 pcs/lubang</i>	Aktivitas Mengambil <i>Bolt 4 pcs/lubang</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Memasang <i>Bolt</i>	Aktivitas Memasang <i>Bolt</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengambil <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut 4 pcs</i>	Aktivitas Mengambil <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut 4 pcs</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Memasang <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	Aktivitas Memasang <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	Aktivitas Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Moment <i>Nut</i>	Aktivitas Moment <i>Nut</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengambil <i>Neple</i>	Aktivitas Mengambil <i>Neple</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Memasang <i>Neple</i>	Aktivitas Memasang <i>Neple</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengencangkan <i>Neple</i>	Aktivitas Mengencangkan <i>Neple</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
8 LH	Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya	Aktivitas Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	<i>Marking Check</i>	Aktivitas <i>Marking Check</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Memberikan <i>Grease</i> pada <i>Neple</i>	Aktivitas Memberikan <i>Grease</i> pada <i>Neple</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengambil <i>Drum Brake LH</i> dari <i>Dolly</i>	Aktivitas Mengambil <i>Drum Brake LH</i> dari <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Memasang <i>Drum Brake LH</i>	Aktivitas Memasang <i>Drum Brake LH</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA

Lanjut...

Tabel 5.1 Analisis Aktivitas *Value Added* dan *Non Value Added* (Lanjutan)

SK	Elemen Kerja	Analisis	Keterangan
8 LH	Mengambil <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	Aktivitas Mengambil <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Memasang <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	Aktivitas Memasang <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	Aktivitas Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Moment <i>Nut</i>	Aktivitas Moment <i>Nut</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Memasang <i>pin split</i> dengan palu	Aktivitas Memasang <i>pin split</i> dengan palu merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Memasang <i>Cup</i> yang sudah diberi <i>Grease</i>	Aktivitas Memasang <i>Cup</i> yang sudah diberi <i>Grease</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	<i>Stel Break Shoe</i>	Aktivitas <i>Stel Break Shoe</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mendorong <i>Dolly</i> Ke <i>Paint Booth</i>	Aktivitas Mendorong <i>Dolly</i> Ke <i>Paint Booth</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
8 RH	<i>Marking Check</i>	Aktivitas <i>Marking Check</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Memberikan <i>Grease</i> pada <i>Neple</i>	Aktivitas Memberikan <i>Grease</i> pada <i>Neple</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengambil <i>Drum Brake RH</i> dari <i>Dolly</i>	Aktivitas Mengambil <i>Drum Brake RH</i> dari <i>Dolly</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Memasang <i>Drum Brake RH</i>	Aktivitas Memasang <i>Drum Brake RH</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengambil <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	Aktivitas Mengambil <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Memasang <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	Aktivitas Memasang <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	Aktivitas Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA

Lanjut...

Tabel 5.1 Analisis Aktivitas *Value Added* dan *Non Value Added* (Lanjutan)

SK	Elemen Kerja	Analisis	Keterangan
8 RH	Moment <i>Nut</i>	Aktivitas Moment <i>Nut</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Memasang <i>pin split</i> dengan palu	Aktivitas Memasang <i>pin split</i> dengan palu merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Memasang <i>Cup</i> yang sudah diberi <i>Grease</i>	Aktivitas Memasang <i>Cup</i> yang sudah diberi <i>Grease</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	<i>Stel Break Shoe</i>	Aktivitas <i>Stel Break Shoe</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mendorong <i>Dolly</i> Ke <i>Paint Booth</i>	Aktivitas Mendorong <i>Dolly</i> Ke <i>Paint Booth</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
9	Pengecatan <i>Front Axle</i>	Aktivitas Pengecatan <i>Front Axle</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
10	<i>Moving Front Axle</i> dari <i>paint booth</i>	Aktivitas <i>Moving Front Axle</i> dari <i>paint booth</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Mengambil <i>Hose Brake LH</i> dan <i>Clip U</i>	Aktivitas Mengambil <i>Hose Brake LH</i> dan <i>Clip U</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA
	Memasang <i>Hose Brake LH</i>	Aktivitas Memasang <i>Hose Brake LH</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Memasang <i>Clip U</i>	Aktivitas Memasang <i>Clip U</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Mengencangkan <i>Clip U</i> dengan palu lalu di moment	Aktivitas Mengencangkan <i>Clip U</i> dengan palu lalu di moment merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	Pemeriksaan Komponen	Aktivitas Pemeriksaan Komponen merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
11	<i>Touch Up Front Axle</i>	Aktivitas <i>Touch Up Front Axle</i> merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi kualitas produk.	VA
	<i>Drop Front Axle</i> ke <i>Pallet</i>	Aktivitas <i>Drop Front Axle</i> ke <i>Pallet</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi dibutuhkan.	NNVA

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

5.3. Analisis *Production Lead Time*

Lead time proses produksi *Sub Assy Front Axle* adalah selama 786,08 detik per unit (lihat Tabel 4.20) dan *lead time* transportasi sebesar 190,43 detik per unit

(lihat Tabel 4.22), sehingga diperoleh *Production Lead Time* sebesar 976,51 detik per unit. Lamanya *Production Lead Time* disebabkan oleh pemborosan-pemborosan yang terjadi pada tiap SK. Selain itu, *lead time* stagnasi sebesar 7,13 detik/unit terjadi disebabkan proses antara SK satu dengan yang lain belum lancar terutama pada SK yang menjalankan proses secara manual. Maka, perlu dilakukan rencana perbaikan untuk meningkatkan kinerja produksi *Sub Assy Front Axle*. Hal tersebut dapat mengganggu jalannya proses produksi.

5.4. Analisis Process Cycle Efficiency (PCE)

PCE pada proses produksi *Sub Assy Front Axle* adalah sebesar 88,24% (lihat pengolahan data). Hal tersebut mengindikasikan bahwa 88,24% aktivitas produksi memiliki nilai tambah bagi produk, sementara 11,76% ialah aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah namun dibutuhkan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses produksi telah menerapkan *lean manufacture* karena nilai PCE lebih besar dari 30%, namun diperlukan usulan perbaikan untuk meningkatkan kinerja pada proses produksi dengan mengurangi aktivitas-aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah pada produk.

Berdasarkan analisis *Production Lead Time* pada bagian sebelumnya, nilai *Production Lead Time* pada produksi *Sub Assy Front Axle* sebelum perbaikan adalah sebesar 976,51 detik per unit. Maka, nilai PCE dan *lead time* produksi *Sub Assy Front Axle* sebelum perbaikan masing-masing sebesar 88,24% dan 976,51 detik per unit.

5.5. Analisis Pemborosan

Pemborosan dapat dilihat berdasarkan hasil waktu proses paling lama, nilai PCE kecil, *leadtime* lama serta berdasarkan hasil kuesioner WRM dan WAQ yang sudah dijelaskan sebelumnya dan diperoleh hasil identifikasi pemborosan yang terjadi pada proses *sub assy front axle*. Pemborosan yang terdapat pada produksi *sub assy front axle* berdasarkan hasil perhitungan WRM dan WAQ (lihat Tabel 4.31) akan dianalisis lebih lanjut adalah pemborosan *transportation*

sebesar 25,47%, *overproduction* sebesar 21,03%, *inventory* sebesar 20,72%, *defect* (16,14%), *waiting* (9,05%), *motion* (5,65%), dan *overprocess* (1,94%).

5.5.1. Pemborosan Transportation

Pemborosan *transportation* disebabkan oleh proses produksi yang tidak berlangsung lancar antara SK satu dengan SK yang lain. Hal tersebut dikarenakan letak SK berjauhan, jarak paling jauh yaitu sebesar 7 meter. Produk *Sub Assy Front Axle* dihasilkan melalui aliran produksi *by process* sehingga sulit untuk menerapkan proses yang 100% lancar. Keadaan ini mengakibatkan diperlukannya waktu perpindahan material, *work in process* antar SK sehingga menimbulkan lamanya *lead time* transportasi. Waktu transportasi terjadi peningkatan pada proses produksi komponen *front axle* pada SK 4 sampai dengan SK 5 dan SK 7 sampai dengan SK 8 dikarenakan terdapat stagnasi *Work in Process* sehingga meningkatkan *lead time* transportasi. *Lead time* transportasi pada proses produksi *Sub Assy Front Axle* yaitu selama 190,43 detik/unit (lihat Tabel 4.23). Hal tersebut perlu dikurangi agar dapat meminimasi *Lead Time Production*.

5.5.2. Pemborosan Overproduction

Pemborosan *overproduction* terjadi pada produksi komponen *front axle* tipe TV yang melebihi kuantitas produksi sesuai rencana produksi Juli 2019 (lihat Tabel 4.10). Rencana produksi komponen *front axle* tipe TV adalah sebesar 1.077 unit/bulan, namun jumlah yang diproduksi adalah sebanyak 1.097 unit/bulan. Jadi terjadi *overproduction* sebanyak 20 unit/bulan. Hal tersebut dikarenakan proses produksi yang dikerjakan sebelum waktunya atau tidak sesuai dengan rencana produksi. *Overproduction* juga dapat disebabkan karena banyaknya jumlah permintaan komponen *front axle* tipe TV. Jumlah *overproduction* sebesar 20 unit/bulan tersebut perlu dilakukan perbaikan dengan usulan perbaikan dengan cara mengurangi target/rencana produksi dan jumlah *work in process* (WIP) sesuai kondisi dilapangan.

5.5.3. Pemborosan Inventory

Pemborosan *inventory* pada proses produksi *Sub Assy Front Axle* terjadi diantara SK 4, SK 5, SK 7, dan SK 8 (lihat Tabel 4.13). Terjadi stagnasi atau penumpukan komponen *front axle* dikarenakan proses antar SK tidak berlangsung

lancar. *Part* yang telah selesai diproses pada SK 4 tidak langsung dibawa menuju SK 5 dikarenakan transportasi *part* menggunakan *dolly* dan sering kali *dolly* tidak tersedia. Hal tersebut menyebabkan *part front hub* sebanyak 6 unit harus menunggu. Keadaan ini juga terjadi pada SK 7 menuju SK 8 yaitu terjadi penumpukan *part front brake* sebesar 3 unit untuk diproses pada SK 8. Hal ini disebabkan oleh transportasi *part* menggunakan *dolly* sehingga *part* tidak langsung mengalir ke SK 8 melainkan ditumpuk terlebih dahulu. Selain itu penggunaan dan penempatan *dolly* yang kurang efisien yang dapat memperlama proses pengambilan *part* tersebut. Keadaan ini termasuk pemborosan *inventory* WIP dan perlu dilakukan tindakan perbaikan.

5.5.4. Pemborosan *Defect*

Pemborosan *defect* terjadi karena buruknya kualitas atau adanya kerusakan karena proses perakitan yang tidak sesuai dengan standar nya. Produk *defect* yang dihasilkan dari proses produksi *sub assy front axle* adalah *front hub*. Pada saat proses penggabungan *front hub* dan *inner* dengan cara proses *press* sering terjadi kesalahan dalam pemasangan *inner* yang terbalik sehingga *part front hub* menjadi rusak. Keadaan ini termasuk pemborosan *defect* dan perlu dilakukan tindakan perbaikan dengan cara operator harus lebih teliti lagi dalam proses perakitan yang harus sesuai standar yang sudah ditentukan.

5.5.5. Pemborosan *Waiting*

Pemborosan *waiting* terjadi karena proses produksi yang tidak berjalan dengan semestinya. Hal tersebut dikarenakan adanya kendala yang terjadi pada saat proses produksi sehingga adanya waktu tunggu antar proses yang cukup lama. Waktu tunggu antar proses pada proses produksi *Sub Assy Front Axle* yang terjadi pada SK 4 dan SK 7 masing-masing yaitu sebesar 6 unit dan 3 unit (lihat Tabel 4.13). Kondisi tersebut mengakibatkan penumpukan produk yang membuat *leadtime* proses menjadi lama dan perlu dilakukan tindakan perbaikan dengan cara mengatur aliran proses produksi agar dapat mengurangi jumlah WIP tersebut.

5.5.6. Pemborosan *Motion*

Pemborosan *motion* terjadi karena banyaknya gerakan-gerakan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah namun diperlukan pada proses perakitan.

Pemborosan *motion* pada proses produksi *Sub Assy Front Axle* terjadi pada saat mengambil *part drum brake* dari *dolly* dan mengambil *part front hub* dari *dolly* yang kurang efisien. Kondisi tersebut perlu dilakukan perbaikan untuk proses mengambil *part drum brake* dari *dolly* dengan cara mengubah penggunaan *dolly* menjadi *trolley* yang bertujuan untuk memudahkan dalam pengambilan *part* karena ukuran *trolley* yang lebih fleksibel untuk penempatan dan *trolley* dapat dibuka rak nya sehingga lebih mudah dalam pengambilan nya. Selain itu untuk muatan *trolley* lebih banyak yaitu sebanyak 24 unit *drum brake*, sehingga dalam satu *trolley* dapat menghasilkan 12 unit *front axle*. sedangkan sebelumnya menggunakan *dolly* yang memiliki muatan sebanyak 18 unit *drum brake* dan dalam satu *dolly* hanya menghasilkan 9 unit *front axle*. Berdasarkan perbandingan yang signifikan tersebut maka penggunaan *trolley* lebih efisien. Kemudian pemborosan gerakan dalam proses pengambilan *part front hub* dari *dolly* berkaitan dengan pemborosan transportasi. Proses pengambilan *part front hub* dari *dolly* merupakan stasiun kerja 5. Transportasi *part* dari SK 4 menuju SK 5 sebelumnya menggunakan *dolly*. Hal tersebut tidak efisien, karena lokasi kedua SK tersebut berdekatan, dan seharusnya transportasi dengan penggunaan *dolly* bisa dihilangkan. Selain itu, sering kali *dolly* tidak tersedia sehingga *part* mengalami stagnasi. Untuk mengatasi hal tersebut maka digunakan *conveyor* yang bertujuan untuk mempercepat pemindahan *part*. Kemudian untuk mengurangi gerakan yang seharusnya mengambil *part front hub* dari *dolly* menjadi mengambil *part front hub* dari *conveyer*.

5.5.7. Pemborosan Overprocess

Pemborosan *overprocess* pada proses produksi *Sub Assy Front Axle* terjadi pada elemen kerja pengecatan *front axle* dan *touch up front axle*. Kedua elemen kerja tersebut memiliki kesamaan proses kerja yaitu mengecat bagian *front axle* tetapi dilakukan dua kali pengerjaan, sehingga hal tersebut disebut dengan *overprocess*. Kondisi tersebut perlu dilakukan perbaikan dengan cara mengubah urutan proses dan menggabungkan kedua elemen kerja tersebut agar *leadtime* proses menjadi lebih cepat.

5.6. Analisis Hasil *Process Activity Mapping* (PAM)

Hasil pembuatan PAM menunjukkan bahwa terdapat VA dan NNVA yang termasuk *operation*, *transportation*, dan *inspection*. Proporsi tiap jenis aktivitas pada produksi *Sub Assy Front Axle* dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Jumlah Aktivitas Produksi *Sub Assy Front Axle*

Jenis Aktivitas	<i>Operation</i>	<i>Transportation</i>	<i>Inspection</i>	<i>Delay</i>	<i>Storage</i>	Total
Jumlah Aktivitas	98	43	8	0	0	149
Persentase	65,77%	28,86%	5,37%	0%	0%	100%

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Hasil pembuatan PAM menunjukkan bahwa aktivitas produksi terdiri dari *operation* sebesar 98 dengan presentase 65,77%, *transportation* sebesar 43 dengan presentase 28,86%, *inspection* sebesar 8 dengan presentase 5,37%, sementara *delay* dan *storage* adalah 0. Hal tersebut mengindikasikan bahwa aktivitas yang lebih mendominasi ialah operasi. Namun, masih terdapat aktivitas yang termasuk pemborosan yaitu transportasi sebesar 28,86% sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan mengurangi aktivitas transportasi atau NNVA.

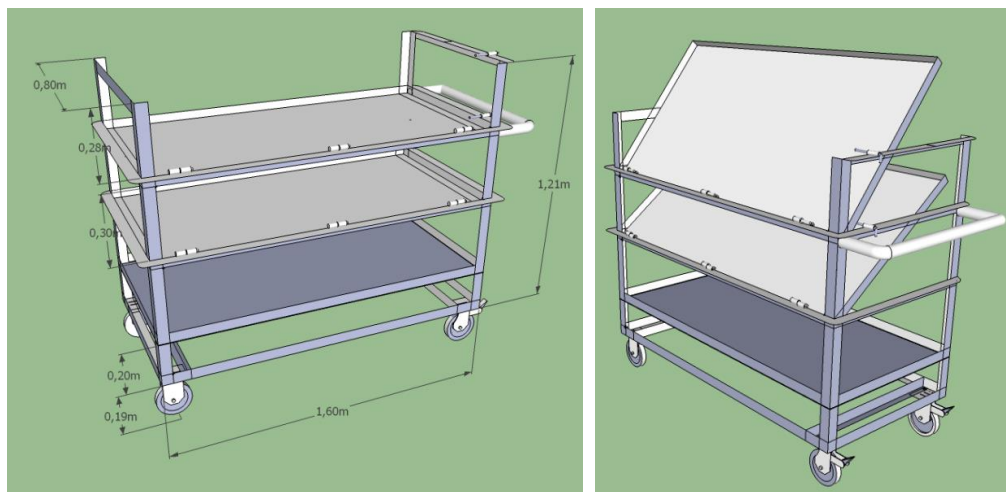
5.7. Rencana Perbaikan

Perbaikan akan dilakukan untuk memperbaiki *current state map* (lihat Gambar 4.6) dan menghasilkan *Production Lead Time* yang lebih singkat di masa mendatang (*future state map*). Berdasarkan analisis pemborosan, pemborosan yang akan dilakukan rencana perbaikan hanya pemborosan *transportation* dan pemborosan *motion* sesuai dengan kebijakan perusahaan. Rencana perbaikan yang dilakukan pada produksi *sub assy front axle*, yaitu:

1. Menerapkan penggunaan *trolley* untuk mengurangi waktu proses pengambilan *drum brake* pada SK 8 LH/RH produk tipe TV.

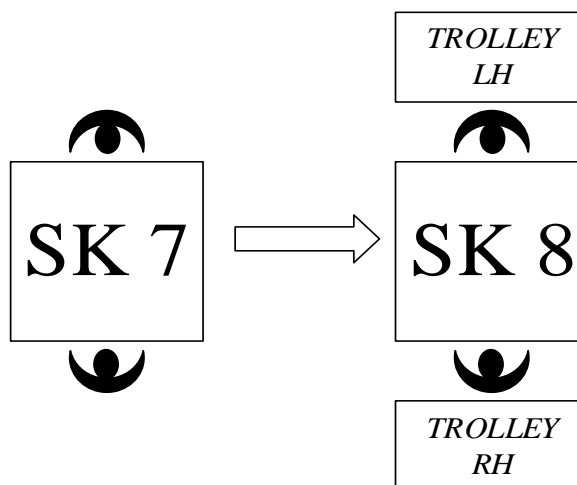
Stasiun Kerja 8 LH/RH memiliki waktu baku terlalu lama yaitu sebesar 110,16 detik/unit. Stasiun Kerja 8 LH/RH merupakan proses pemasangan *drum brake* ke *center axle*. Dalam Stasiun Kerja 8 LH/RH terdiri dari beberapa elemen kerja, elemen kerja yang akan dilakukan perbaikan yaitu mengambil *drum brake* dari *dolly*. Sebelumnya alat yang digunakan dalam proses tersebut menggunakan *dolly*. *Dolly* memiliki muatan 18 unit *drum brake* dan waktu yang dihasilkan sebesar 13,59 detik/unit. Gambar *dolly* sebelum

perbaikan dapat dilihat pada (lampiran D). Rencana perbaikan yang dilakukan yaitu mengubah penggunaan *dolly* menjadi *trolley* yang bertujuan agar lebih efisien dalam hal waktu lebih cepat, gerakan pengambilan dan penempatan *trolley* tersebut. *Trolley* memiliki muatan 24 unit *drum brake* dan waktu yang didapat setelah dilakukan pengamatan dengan menggunakan *trolley* sebesar 11,76 detik/unit. Gambar 5.1 merupakan rencana perbaikan dari *dolly* adalah *trolley*.



Gambar 5.1 *Trolley*
(Sumber: PT Hasil Pengumpulan Data)

Trolley akan digunakan pada SK 8 LH/RH sehingga proses pengambilan *part drum brake* lebih mudah. Area penggunaan *trolley* dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Area Penggunaan *Trolley*
(Sumber: PT Hasil Pengumpulan Data)

Berdasarkan rencana perbaikan diatas, kondisi perubahan waktu proses produksi *sub assy front axle* stasiun kerja 8 LH/RH dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Perubahan Waktu Baku Sesudah Perbaikan *Trolley*

No	Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Baku (detik)	Total Waktu Baku (detik)
1	Main Line Pemasangan Drum Brake LH)	<i>Marking Check</i>	4,76	108,33
2		Memberikan <i>Grease</i> pada <i>Neple</i>	5,47	
3		Mengambil <i>Drum Brake LH</i> dari <i>Dolly</i>	11,76	
4		Memasang <i>Drum Brake LH</i>	6,24	
5		Mengambil <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	5,67	
6		Memasang <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	9,59	
7		Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	6,15	
8		Moment <i>Nut</i>	10,69	
9		Memasang <i>pin split</i> dengan palu	9,32	
10		Memasang <i>Cup</i> yang sudah diberi <i>Grease</i>	13,76	
11		<i>Stel Break Shoe</i>	18,09	
12		Mendorong <i>Dolly</i> Ke <i>Paint Booth</i>	6,83	
13	Main Line Pemasangan Drum Brake RH)	<i>Marking Check</i>	4,76	107,72
14		Memberikan <i>Grease</i> pada <i>Neple</i>	5,61	
15		Mengambil <i>Drum Brake RH</i> dari <i>Dolly</i>	11,50	
16		Memasang <i>Drum Brake RH</i>	6,29	
17		Mengambil <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	5,46	
18		Memasang <i>Grease Bearing</i> , <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>	9,73	
19		Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	6,00	
20		Moment <i>Nut</i>	10,57	
21		Memasang <i>pin split</i> dengan palu	9,32	
22		Memasang <i>Cup</i> yang sudah diberi <i>Grease</i>	13,60	
23		<i>Stel Break Shoe</i>	18,05	
24		Mendorong <i>Dolly</i> Ke <i>Paint Booth</i>	6,83	

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan tabel di atas perhitungan total waktu baku yang dihasilkan pada SK 8 LH sebesar 108,33 dan total waktu baku yang dihasilkan pada SK 8 RH sebesar 107,72. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut akumulasi untuk total waktu baku yang dipilih total waktu baku terbesar yaitu SK 8 LH sebesar 108,33. Selain itu waktu baku pada elemen kerja mengambil *drum brake* LH mengalami penurunan dari sebelumnya 13,59 menjadi 11,76 detik/unit. Perubahan tersebut terlihat jelas bahwa waktu proses lebih cepat.

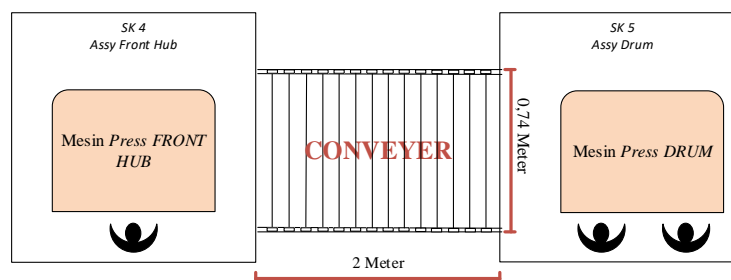
2. Rencana Perbaikan penggunaan *conveyor* antara SK 4 (*Assy Front Hub*) dan SK 5 LH/RH (*Assy Drum*).

Kondisi saat ini menunjukkan bahwa transportasi *part* dari SK 4 menuju SK 5 LH/RH sebelumnya menggunakan *dolly*. Hal tersebut tentu tidak efisien,

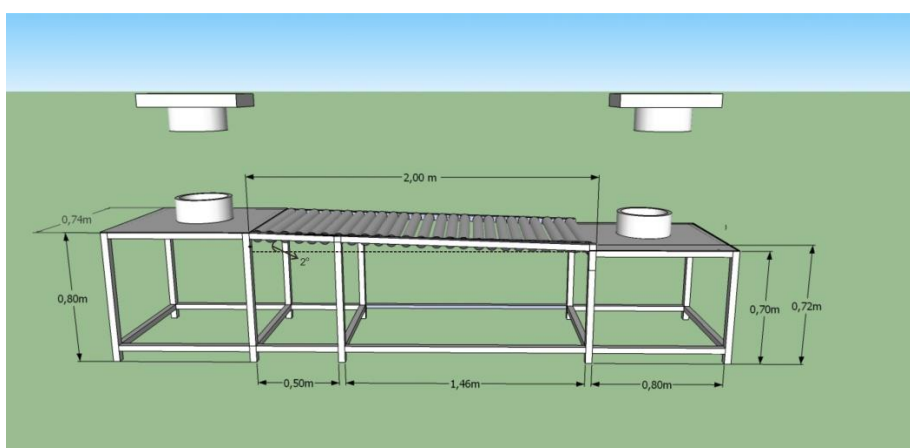
karena lokasi kedua SK tersebut berdekatan, dan seharusnya transportasi dengan penggunaan *dolly* bisa dihilangkan. Pada kenyataannya, sering kali *dolly* tidak tersedia sehingga *part* mengalami stagnasi. Untuk mengatasi hal tersebut maka digunakan *conveyor* yang bertujuan untuk mempercepat pemindahan *part* dari proses *Assy Front Hub* menuju *Assy Drum*. Penggunaan *conveyor* akan mengurangi waktu transportasi antara SK 4 dan SK 5 LH/RH sehingga tidak terjadi stagnasi dan akan mempercepat *Production Lead Time*.

1. Conveyor Alternatif 1

Conveyor alternatif 1 yang akan digunakan berukuran 2 m x 0,74 m dengan kemiringan 2° dipasang diantara SK 4 dan 5 LH/RH sehingga proses berjalan dengan lancar. Area *conveyor* dan rancangan perbaikan dengan penggunaan *conveyor* dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan 5.4.



Gambar 5.3 Area Penggunaan Conveyor
(Sumber: PT Hasil Pengumpulan Data)



Gambar 5.4 Rancangan Perbaikan Penggunaan Conveyor
(Sumber: PT Hasil Pengumpulan Data)

Menghitung resultan gaya dan besarnya percepatan material (*work in process*). Massa benda kerja ialah 10 Kg, Sudut kemiringan 2° Percepatan

gravitasi 9,8 m/s², untuk mengetahui besarnya resultan gaya maka rumus yang akan digunakan yaitu:

$$\begin{aligned}\sum F &= m \times g \times \sin \theta \\ &= 10 \times 9,8 \times \sin 2 \\ &= 10 \times 9,8 \times 0,035 \\ &= 3,43 \text{ N}\end{aligned}$$

Jadi, *material handling* yang digunakan memiliki landasan yang cukup licin karena berbahan baja ringan, dimana gesekan dianggap tidak ada. Arah gaya gesekan yang mempengaruhi gerakan material (*work in process*) yaitu pada sumbu x ($\sin \theta$). Hasil perhitungan resultan gaya sebesar 3,43 N.

Setelah didapat besarnya resultan gaya, kemudian dilakukan perhitungan percepatan material maka rumus yang akan digunakan yaitu

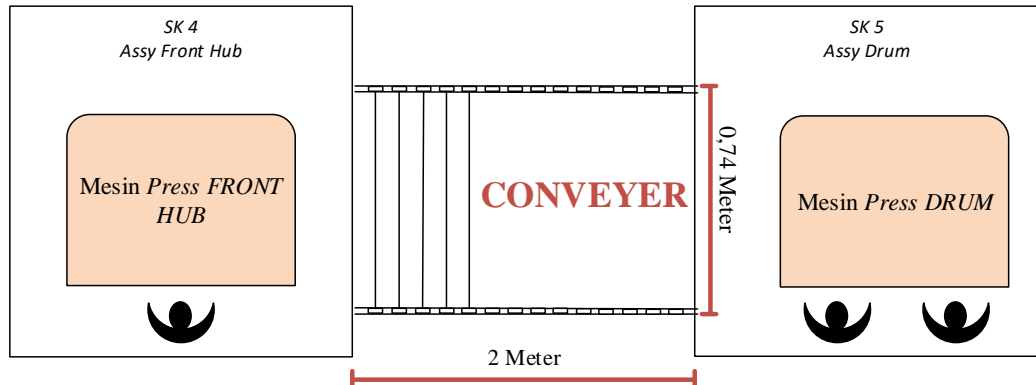
$$\begin{aligned}a &= \frac{\sum F}{m} \\ a &= \frac{3,43}{10} \\ a &= 0,342 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

Jadi, percepatan material (*work in process*) yang didapatkan dari hasil perancangan yang telah dilakukan sebesar 0,342 m/s².

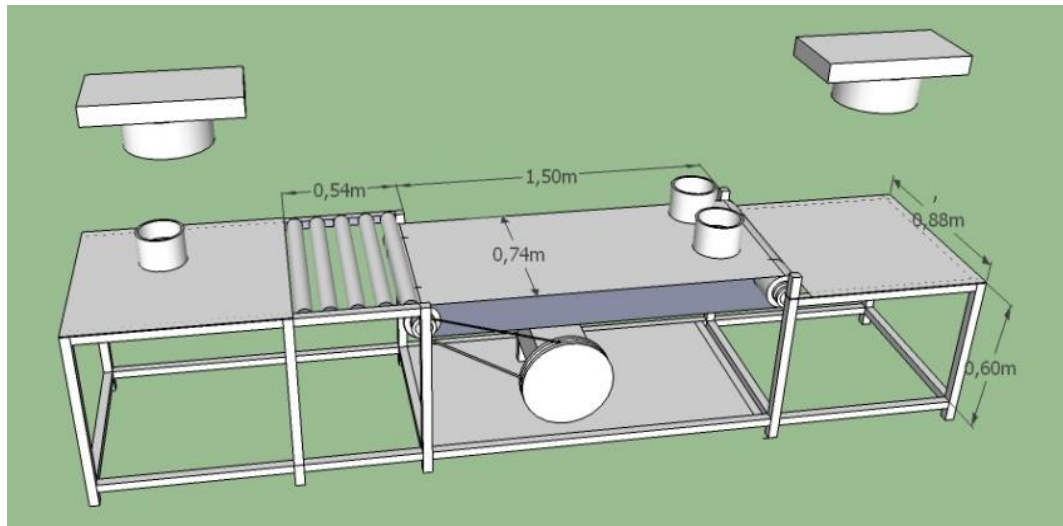
Dari perhitungan resultan gaya dapat dianalisis bahwa, alat bantu yang telah di rancang memiliki landasan yang cukup licin karena berbahan baku baja ringan, dimana gesekan dianggap tidak ada. Karena gesekan hanya mempengaruhi gerakan material (*work in process*) yaitu pada ($\sum F$) sebesar 3,43 N. Sedangkan untuk hasil perhitungan percepatan material dapat dianalisis bahwa alat bantu yang telah dirancang memiliki percepatan material (*work in process*) sebesar 0,342 m/s². Hasil perhitungan tersebut dipengaruhi dari besarnya resultan gaya, gravitasi bumi, dan massa berat material yang diluncurkan di rancangan alat bantu tersebut.

2. *Conveyor* Alternatif 2

Conveyor alternatif 1 yang akan digunakan berukuran 2 m x 0,74 m dengan menggunakan *belt* dipasang diantara SK 4 dan 5 LH/RH sehingga proses berjalan dengan lancar. Area *conveyor* dan rancangan perbaikan dengan penggunaan *conveyor* dapat dilihat pada Gambar 5.5 dan 5.6.



Gambar 5.5 Area Penggunaan *Conveyor*
(Sumber: PT Hasil Pengumpulan Data)



Gambar 5.6 Rancangan Perbaikan Penggunaan *Conveyor*
(Sumber: PT Hasil Pengumpulan Data)

Waktu transportasi antara SK 4 menuju SK 5 LH/RH adalah selama 11,13 detik/unit (lihat Tabel 4.23). Dengan penggunaan *conveyor* maka waktu transportasi yang terdiri dari waktu pemindahan dan waktu stagnasi akan berkurang. Waktu transportasi SK 4 menuju SK 5 LH/RH sebelumnya sebesar 11,13 detik/unit berkurang menjadi 2,15 detik/unit. Selain itu, dengan

penggunaan *conveyer* pada SK 4 akan mengurangi waktu proses elemen kerja ke-1 yaitu mengambil *Front Hub* dari sebelumnya 10,54 menjadi 6,98 detik/unit.

Berdasarkan rencana perbaikan diatas, kondisi perubahan waktu proses produksi *sub assy front axle* dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Perubahan Waktu Baku Sesudah Perbaikan *Conveyer*

No	Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Baku (detik)	Total Waktu Baku (detik)
1	Assy Drum Brake LH	Mengambil <i>Front HUB LH</i>	6,98	98,01
2		Meletakkan <i>Front Hub LH</i> ke meja Assy	6,91	
3		Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i>	3,69	
4		Meletakkan <i>Drum</i> ke meja Assy	4,82	
5		Memasang <i>Drum</i> ke meja Assy	5,16	
6		Mengambil <i>Nut 6 Pcs</i>	8,09	
7		Memasang <i>Nut</i>	15,65	
8		Mengencangkan <i>Nut (Proses Press)</i>	19,41	
9		Pahat <i>Nut</i>	8,66	
10		<i>Marking Check</i>	6,74	
11		Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>Dolly</i>	11,90	
12	Assy Drum Brake RH	Mengambil <i>Front HUB RH</i>	6,82	97,39
13		Meletakkan <i>Front Hub RH</i> ke meja Assy	6,80	
14		Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i>	3,68	
15		Meletakkan <i>Drum</i> ke meja Assy	4,90	
16		Memasang <i>Drum</i> ke meja Assy	5,15	
17		Mengambil <i>Nut 6 Pcs</i>	8,03	
18		Memasang <i>Nut</i>	15,53	
19		Mengencangkan <i>Nut (Proses Press)</i>	19,26	
20		Pahat <i>Nut</i>	8,62	
21		<i>Marking Check</i>	6,83	
22		Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>Dolly</i>	11,77	

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan tabel di atas perhitungan total waktu baku yang dihasilkan pada SK 5 LH sebesar 98,01 dan total waktu baku yang dihasilkan pada SK 5 RH sebesar 97,39. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut akumulasi untuk total waktu baku yang dipilih total waktu baku terbesar yaitu SK 5 LH sebesar 98,01.

Jadi rencana perbaikan untuk mengatasi pemborosan pada proses produksi *sub assy front axle* adalah mengurangi waktu proses elemen kerja pada stasiun kerja 8 dengan cara penggunaan *trolley* untuk proses mengambil *drum brake* yang sebelumnya menggunakan *dolly* menjadi *trolley*. Selain itu rencana perbaikan dengan menerapkan penggunaan *conveyor* yang berukuran 2 m x 0,74 m diantara stasiun kerja 4 (*sub assy front hub*) dan

stasiun kerja 5 (*sub assy drum*) yang bertujuan untuk mengurangi waktu transportasi dan mengurangi waktu proses elemen kerja 1 pada SK 8 yaitu mengambil *front hub*.

5.8. Analisis Perbandingan Kondisi Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Setelah dilakukan perbaikan maka tahap terakhir ialah melakukan analisis perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan.

5.8.1. Perbandingan *Lead Time* Produksi Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Berdasarkan tindakan perbaikan yang telah dilakukan, maka diperoleh *lead time* sesudah perbaikan yang terdiri dari:

1. *Lead Time* Proses

Berdasarkan hasil perbaikan maka *lead time* proses untuk produksi *Sub Assy Front Axle* dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5. *Lead Time* Proses Sesudah Perbaikan

No	Stasiun Kerja	Waktu Baku (detik)
1	<i>Unboxing</i>	62,71
2	<i>Unboxing</i> , Pencucian dan Pembilasan	78,00
3	<i>Assy Knuckle</i>	12,87
4	<i>Assy Front Hub</i>	75,94
5	<i>Assy Drum Brake</i>	98,01
6	<i>Main Line</i> (Pemasangan <i>Knuckle</i>)	89,88
7	<i>Main Line</i> (Pemasangan Front Brake)	86,47
8	<i>Main Line</i> (Pemasangan Drum Brake)	108,33
9	Pengecatan	47,58
10	Pemasangan <i>Hose Brake</i>	53,03
11	<i>Transfer</i>	67,87
Total <i>Lead Time</i> Proses		780,69

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan tabel di atas perhitungan waktu baku pada SK 5 dan SK 8 mengalami penurunan. Waktu baku yang dihasilkan pada SK 5 sebelumnya sebesar 101,57 detik menjadi 98,01 detik dan waktu baku yang dihasilkan

pada SK 8 sebelumnya sebesar 110,16 detik menjadi 108,33 detik. Sehingga *lead time* proses sesudah perbaikan yaitu sebesar 780,69 detik/unit.

2. *Lead Time* Transportasi

Berdasarkan hasil rencana perbaikan penggunaan *conveyor*, maka diperoleh *lead time* transportasi sesudah perbaikan yang dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 *Lead Time* Transportasi Sesudah Perbaikan

Transportasi	<i>Lead Time</i> Transportasi (detik/unit)
SK 1 (<i>Unboxing</i>) - SK 2 (Pencucian dan Pembilasan)	20,87
SK 2 (Pencucian dan Pembilasan) - SK 3 (<i>Assy Knuckle</i>)	19,97
SK 3 (<i>Assy Knuckle</i>) - SK 4 (<i>Assy Front Hub</i>)	9,86
SK 4 (<i>Assy Front Hub</i>) - SK 5 (<i>Assy Drum</i>)	2,15
SK 5 (<i>Assy Drum</i>) - SK 6 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Knuckle</i>)	9,77
SK 6 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Knuckle</i>) - SK 7 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Front Brake</i>)	10,82
SK 7 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Front Brake</i>) - SK 8 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Drum Brake</i>)	12,90
SK 8 (<i>Main Line</i> , Pemasangan <i>Drum Brake</i>) - SK 9 (<i>Painting</i>)	19,90
SK 9 (<i>Painting</i>) - SK 10 (Pemasangan <i>Hose Brake</i>)	18,11
SK 10 (Pemasangan <i>Hose Brake</i>) - SK 11 (transfer <i>front axle</i>)	57,10
Total <i>Lead Time</i> Transportasi	181,45

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan tabel di atas waktu transportasi antara stasiun kerja 4 (*sub assy front hub*) dan stasiun kerja 5 (*sub assy drum*) mengalami penurunan dari sebelumnya 11,13 detik/unit menjadi 2,15 detik/unit. Sehingga total *lead time* transportasi sesudah perbaikan adalah selama 181,45 detik/unit. Maka, perhitungan *Production Lead Time* (PLT) sesudah perbaikan dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{PLT sesudah perbaikan} &= \text{LT proses} + \text{LT transportasi} \\
 &= 780,69 \text{ detik/unit} + 181,45 \text{ detik/unit} \\
 &= 962,14 \text{ detik/unit.}
 \end{aligned}$$

Terjadi penurunan *lead time* produksi sebesar:

$$\begin{aligned}\text{Penurunan} &= \text{Lead time sebelum perbaikan} - \text{Lead time sesudah perbaikan} \\ &= 976,51 \text{ detik/unit} - 962,14 \text{ detik/unit} \\ &= 14,37 \text{ detik/unit}\end{aligned}$$

Lead time produksi mengalami penurunan sebesar 14,37 detik/unit.

5.8.2. Perbandingan Nilai PCE Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Seperti pada *current state value stream mapping*, perhitungan PCE dilakukan untuk mengetahui berapa besar peningkatan efisiensi yang dicapai melalui usulan perbaikan yang telah direkomendasikan. Perhitungan PCE dilakukan dengan membagi nilai VA (lihat Tabel 4.25) dengan total *lead time* sesudah perbaikan. Perhitungan PCE sesudah perbaikan dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Process Cycle Efficiency} &= \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \times 100\% \\ &= \frac{861,77}{962,14} \times 100\% \\ &= 89,56 \%\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka nilai PCE sebelum perbaikan sebesar 88,24% sedangkan nilai PCE sesudah perbaikan sebesar 89,56%.

Peningkatan PCE sebelum dan sesudah perbaikan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Peningkatan PCE} &= \text{PCE Sesudah} - \text{PCE Sebelum} \\ &= 89,56\% - 88,24\% \\ &= 1,32\%\end{aligned}$$

Berdasarkan analisis *lead time* produksi dan nilai PCE pada saat sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan mengalami peningkatan masing-masing sebesar 14,37 dan 1,32%.

5.8.3. Perbandingan Hasil PAM Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Setelah melakukan perbaikan, maka dibuat PAM yang baru. Hal ini akan membandingkan hasil rasio pemborosan antara sebelum dan sesudah perbaikan. PAM sesudah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 PAM Sesudah Perbaikan

No	Elemen Kerja	Mesin	Wb (detik)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
1	<i>Unboxing Knuckle</i>		6,31	O					VA
	<i>Unboxing Knuckle Tie Rod</i>		6,31	O					VA
	<i>Unboxing Arm Tie Rod</i>		9,97	O					VA
	<i>Unboxing Arm Assy Knuckle</i>		9,97	O					VA
	<i>Drop Front Brake Ke Dolly</i>		8,67	O					VA
	<i>Drop Front Hub Ke Dolly</i>		5,24	O					VA
	<i>Stel Stoper</i>	<i>Impact Battery</i>	16,24	O					VA
2	<i>Drop Center Axle ke Dolly</i>	<i>Hoist</i>	5,16	O					VA
	<i>Drop Drum ke Dolly</i>	<i>Hoist</i>	5,16	O					VA
	<i>Mencuci Tie Rod</i>		4,88	O					VA
	<i>Mencuci Center Axle</i>		4,35	O					VA
	<i>Mencuci Drum</i>		4,35	O					VA
	<i>Mencuci Front Hub</i>		4,35	O					VA
	<i>Mencuci Knuckle</i>		5,33	O					VA
	<i>Mencuci Arm Assy Knuckle</i>		5,33	O					VA
	<i>Mencuci Arm Tie Rod</i>		5,33	O					VA
	Berjalan dari pencucian ke pembilasan		5,17		T				NNVA
	<i>Membilas Tie Rod</i>		3,54	O					VA
	<i>Membilas Center Axle</i>		3,54	O					VA
	<i>Membilas Drum</i>		3,54	O					VA
	<i>Membilas Front Hub</i>		3,54	O					VA
	<i>Membilas Knuckle</i>		4,81	O					VA
	<i>Membilas Arm Assy Knuckle</i>		4,81	O					VA
	<i>Membilas Arm Tie Rod</i>		4,81	O					VA

Lanjut...

Tabel 5.7 PAM Sesudah Perbaikan (Lanjutan)

No	Elemen Kerja	Mesin	Wb (detik)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
3	<i>Press Knuckle</i>	<i>Press</i>	9,39	O					VA
	<i>Touch up Tie Rod</i>		3,48	O					VA
4	Memasang <i>Outer</i>		4,13	O					VA
	Memasang <i>Bolt Up</i> di meja <i>press</i>		10,59	O					VA
	Mengambil <i>Front Hub LH/RH</i> dan <i>Inner</i> dari <i>dolly</i>		3,76		T				NNVA
	Meletakkan <i>Front Hub LH/RH</i> dan <i>Inner</i> di meja <i>press</i>		4,88		T				NNVA
	Proses <i>Press Bolt</i> dan <i>Inner</i>	<i>Press</i>	9,37	O					VA
	Memberi <i>Grease</i> di <i>Inner Assy Front Hub</i>		13,22	O					VA
	Memasang <i>Grease Bearing</i> dan <i>Oil Seal</i>		9,52	O					VA
	Proses <i>Press Oil Seal</i>	<i>Press</i>	9,01	O					VA
	<i>Marking Check</i>	Spidol	4,45			I			VA
	Meletakkan <i>Front Hub</i> di Meja		6,65		T				NNVA
	Mengambil <i>Front HUB LH</i>		6,98		T				NNVA
	Meletakkan <i>Front Hub LH</i> ke meja <i>Assy</i>		6,91		T				NNVA
	Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i>		3,69		T				NNVA
	Meletakkan <i>Drum</i> ke meja <i>Assy</i>		4,82		T				NNVA
5 LH	Memasang <i>Drum</i> ke meja <i>Assy</i>		5,16	O					VA
	Mengambil <i>Nut 6 Pcs</i>		8,09		T				NNVA
	Memasang <i>Nut</i>		15,65	O					VA
	Mengencangkan <i>Nut</i> (Proses <i>Press</i>)	<i>Press</i>	19,41	O					VA
	Pahat <i>Nut</i>		8,66	O					VA
	<i>Marking Check</i>		6,74			I			VA
	Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>Dolly</i>		11,90		T				NNVA

Lanjut...

Tabel 5.7 PAM Sesudah Perbaikan (Lanjutan)

No	Elemen Kerja	Mesin	Wb (detik)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
5 RH	Mengambil <i>Front HUB RH</i>		6,82		T				NNVA
	Meletakkan <i>Front Hub RH</i> ke meja Assy		6,80		T				NNVA
	Mengambil <i>Drum</i> dari <i>Dolly</i>		3,68		T				NNVA
	Meletakkan <i>Drum</i> ke meja Assy		4,90		T				NNVA
	Memasang <i>Drum</i> ke meja Assy		5,15	O					VA
	Mengambil <i>Nut 6 Pcs</i>		8,03		T				NNVA
	Memasang <i>Nut</i>		15,53	O					VA
	Proses <i>Press Nut</i>	<i>Press</i>	19,26	O					VA
	Pahat <i>Nut</i>		8,62	O					VA
	<i>Marking Check</i>		6,83			I			VA
	Meletakkan <i>Drum Brake</i> ke <i>Dolly</i>		11,77		T				NNVA
6 LH	Moving <i>Center Axle</i> ke <i>Dolly Assy</i>		2,84		T				NNVA
	Memasang <i>Stud Bolt Absorber</i>		2,66	O					VA
	Mengencangkan <i>Stud Bolt Absorber</i> dengan <i>impact</i>	<i>Impact</i>	4,55	O					VA
	Mengambil <i>Bearing, Nut Arm</i> dan <i>pin lock</i>		1,79		T				NNVA
	Meletakkan <i>Bearing, Nut Arm</i> dan <i>pin lock</i> di <i>dolly</i>		1,88		T				NNVA
	Merakit <i>Knuckle LH</i> (<i>pasang shim, king pin</i> dan <i>bearing</i>)		9,63	O					VA
	Memasang <i>Knuckle LH</i> pada <i>Center Axle</i>		6,49	O					VA
	Mengencangkan <i>Knuckle LH</i> dengan <i>palu</i>		4,35	O					VA
	Memasang <i>pin lock</i>		3,56	O					VA
	Mengencangkan <i>pin lock</i> dengan <i>palu</i>		4,33	O					VA
	Memasang <i>Arm Tie Rod, Nut Arm</i> , dan <i>Nut Pin Lock</i> pada <i>Knuckle LH</i>		11,43	O					VA
	Mengencangkan <i>Nut Arm</i> , dan <i>Nut Pin Lock</i> dengan <i>impact</i>	<i>Impact</i>	8,63	O					VA

Lanjut...

Tabel 5.7 PAM Sesudah Perbaikan (Lanjutan)

No	Elemen Kerja	Mesin	Wb (detik)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
6 LH	Memasang <i>cup</i> bagian bawah <i>knuckle LH</i> dengan palu		4,38	O					VA
	Pahat <i>cup</i> bagian atas <i>knuckle LH</i>		4,71	O					VA
	Memasang <i>pin split</i> di <i>Nut Arm</i> dengan palu		7,52	O					VA
	<i>Marking Check</i>		5,04			I			VA
	Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya		4,45		T				NNVA
6 RH	<i>Moving Center Axle</i> ke <i>Dolly Assy</i>		2,78		T				NNVA
	Memasang <i>Stud Bolt Absorber</i>		3,54	O					VA
	Mengencangkan <i>Stud Bolt Absorber</i> dengan <i>impact</i>	<i>Impact</i>	4,31	O					VA
	Mengambil <i>Bearing, Nut Arm</i> dan <i>pin lock</i>		2,25		T				NNVA
	Meletakkan <i>Bearing, Nut Arm</i> dan <i>pin lock</i> di <i>dolly</i>		2,29		T				NNVA
	Merakit <i>Knuckle RH</i> (<i>pasang shim, king pin</i> dan <i>bearing</i>)		9,83	O					VA
	Memasang <i>Knuckle RH</i> pada <i>Center Axle</i>		6,32	O					VA
	Mengencangkan <i>Knuckle RH</i> dengan palu		4,41	O					VA
	Memasang <i>pin lock</i>		3,57	O					VA
	Mengencangkan <i>pin lock</i> dengan palu		4,30	O					VA
	Memasang <i>Arm Assy Knuckle, Nut Arm, dan Nut Pin Lock</i> pada <i>Knuckle RH</i>		11,14	O					VA
	Mengencangkan <i>Nut Arm, dan Nut Pin Lock</i> dengan <i>impact</i>	<i>Impact</i>	8,90	O					VA
	Memasang <i>cup</i> bagian bawah <i>knuckle RH</i> dengan palu		4,35	O					VA
	Pahat <i>cup</i> bagian atas <i>knuckle RH</i>		4,84	O					VA
	Memasang <i>pin split</i> di <i>Nut Arm</i> dengan palu		7,32	O					VA
	<i>Marking Check</i>		5,35			I			VA
	Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya		4,38		T				NNVA

Lanjut...

Tabel 5.7 PAM Sesudah Perbaikan (Lanjutan)

No	Elemen Kerja	Mesin	Wb (detik)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
7 LH	Mengambil <i>Front Brake LH</i> dari <i>Dolly Rak</i>		15,49		T				NNVA
	Memasang <i>Front Brake</i>		3,10	O					VA
	Mengambil <i>Bolt 4 pcs/lubang</i>		2,47		T				NNVA
	Memasang <i>Bolt</i>		6,30	O					VA
	Mengambil <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut 4 pcs</i>		3,13		T				NNVA
	Memasang <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>		13,94	O					VA
	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	<i>Impact</i>	15,23	O					VA
	Moment <i>Nut</i>		11,82	O					VA
	Mengambil <i>Nepile</i>		1,53		T				NNVA
	Memasang <i>Nepile</i>		3,15	O					VA
	Mengencangkan <i>Nepile</i>	Kunci <i>Nepile</i>	4,39	O					VA
	Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya		4,36		T				NNVA
7 RH	Mengambil <i>Front Brake RH</i> dari <i>Dolly Rak</i>		15,83		T				NNVA
	Memasang <i>Front Brake</i>		3,10	O					VA
	Mengambil <i>Bolt 4 pcs/lubang</i>		3,21		T				NNVA
	Memasang <i>Bolt</i>		6,23	O					VA
	Mengambil <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut 4 pcs</i>		3,21		T				NNVA
	Memasang <i>Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>		13,91	O					VA
	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	<i>Impact</i>	15,48	O					VA
	Moment <i>Nut</i>		12,10	O					VA
	Mengambil <i>Nepile</i>		1,58		T				NNVA
	Memasang <i>Nepile</i>		3,08	O					VA
	Mengencangkan <i>Nepile</i>	Kunci <i>Nepile</i>	4,30	O					VA
	Mendorong <i>Dolly</i> Ke SK Selanjutnya		4,44		T				NNVA

Lanjut...

Tabel 5.7 PAM Sesudah Perbaikan (Lanjutan)

No	Elemen Kerja	Mesin	Wb (detik)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
8 LH	<i>Marking Check</i>		4,76			I			VA
	Memberikan <i>Grease</i> pada <i>Neple</i>		5,47	O					VA
	Mengambil <i>Drum Brake LH</i> dari <i>Dolly</i>		11,76		T				NNVA
	Memasang <i>Drum Brake LH</i>		6,24	O					VA
	Mengambil <i>Grease Bearing , Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>		5,67		T				NNVA
	Memasang <i>Grease Bearing , Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>		9,59	O					VA
	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	<i>Impact</i>	6,15	O					VA
	<i>Moment Nut</i>		10,69	O					VA
	Memasang <i>pin split</i> dengan palu		9,32	O					VA
	Memasang <i>Cup</i> yang sudah diberi <i>Grease</i>		13,76	O					VA
	<i>Stel Break Shoe</i>		18,09	O					VA
8 RH	Mendorong <i>Dolly</i> Ke <i>Paint Booth</i>		6,83		T				NNVA
	<i>Marking Check</i>		4,76			I			VA
	Memberikan <i>Grease</i> pada <i>Neple</i>		5,61	O					VA
	Mengambil <i>Drum Brake RH</i> dari <i>Dolly</i>		11,50		T				NNVA
	Memasang <i>Drum Brake RH</i>		6,29	O					VA
	Mengambil <i>Grease Bearing , Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>		5,46		T				NNVA
	Memasang <i>Grease Bearing , Washer Spring</i> dan <i>Nut</i>		9,73	O					VA
	Mengencangkan <i>Nut</i> dengan <i>Impact</i>	<i>Impact</i>	6,00	O					VA
	<i>Moment Nut</i>		10,57	O					VA
	Memasang <i>pin split</i> dengan palu		9,32	O					VA
	Memasang <i>Cup</i> yang sudah diberi <i>Grease</i>		13,60	O					VA
	<i>Stel Break Shoe</i>		18,05	O					VA
	Mendorong <i>Dolly</i> Ke <i>Paint Booth</i>		6,83		T				NNVA

Lanjut...

Tabel 5.7 PAM Sesudah Perbaikan (Lanjutan)

No	Elemen Kerja	Mesin	Wb (detik)	Aktivitas					Keterangan
				O	T	I	S	D	
9	Pengecatan <i>Front Axle</i>		47,58	O					VA
10	<i>Moving Front Axle</i> dari <i>paint booth</i>		12,84		T				NNVA
	Mengambil <i>Hose Brake LH</i> dan <i>Clip U</i>		4,81		T				NNVA
	Memasang <i>Hose Brake LH</i>		6,76	O					VA
	Memasang <i>Clip U</i>		4,22	O					VA
	Mengencangkan <i>Clip U</i> dengan palu lalu di moment		7,92	O					VA
	Pemeriksaan Komponen		16,48			I			VA
11	<i>Touch Up Front Axle</i>	<i>Spray Gun</i>	19,51	O					VA
	<i>Drop Front Axle</i> ke <i>Pallet</i>	<i>Hoist</i>	48,36		T				NNVA

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan PAM di atas, maka dapat dibuat rekapitulasi perhitungan dan persentase PAM yang dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Perhitungan dan Persentase *Process Activity Mapping* (PAM) sesudah perbaikan

Aktivitas	Jumlah	Waktu (detik)	Klasifikasi	Jumlah	Waktu (detik)
<i>Operation</i>	98	807,36	VA	106	861,77
<i>Transportation</i>	43	296,82	NNVA	43	296,82
<i>Inspection</i>	8	54,41	NVA	0	0
<i>Delay</i>	0	0	Total	149	1158,59
<i>Storage</i>	0	0	<i>Value Ratio</i>		0,7438

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Perhitungan *Value Ratio* dilakukan sebagai berikut:

$$\text{Value Ratio} = \frac{VA}{\text{Total Waktu}} \times 100\%$$

$$= \frac{861,77}{1158,59} \times 100\%$$

$$= 0,7438 \times 100\%$$

$$= 74,38\%$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh hasil *value ratio* sebesar 0,7438 atau 74,38%. Hasil dari perhitungan PAM kemudian dibandingkan dengan PAM sebelumnya. Maka hasil *value ratio* sebelum perbaikan sebesar sebesar 0,7368 atau 73,68% sedangkan hasil *value ratio* sesudah perbaikan sebesar 0,7438 atau

74,38%. Sehingga hasil *value ratio* untuk proses produksi *Sub Assy Front Axle* mengalami peningkatan, dari hasil *value ratio* sebesar 73,68% menjadi 74,38% sesudah dilakukan perbaikan.

5.9. Merancang *Future State Map*

Sesudah dilakukan perbaikan, maka terdapat perubahan-perubahan sebagai berikut:

1. *Total production lead time* sesudah perbaikan adalah 962,14 detik per unit, sedangkan *production lead time* sebelum perbaikan adalah 976,51 detik per unit, sehingga terjadi penurunan sebesar 14,37 detik.
2. Nilai PCE sesudah dilakukan perbaikan adalah 89,56%, sedangkan nilai PCE sebelum perbaikan adalah 88,24%, sehingga terjadi peningkatan sebesar 1,32%.
3. *Value Ratio* untuk proses produksi mengalami peningkatan, dari *value ratio* sebesar 73,68% menjadi 74,38% sesudah dilakukan perbaikan.

Sesudah perbaikan dilakukan, maka dapat dibuat *future state map* sesuai dengan perbaikan yang dilakukan untuk memberi gambaran kondisi sesudah perbaikan dilakukan *future state map* dapat dilihat pada Gambar 5.7.

BAB 6

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan masalah yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya maka kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Pemborosan yang sering terjadi pada proses produksi *Sub Assy Front Axle* adalah pemborosan *Transportasi* dan *Motion*.
2. Nilai PCE dan *lead time* produksi *Sub Assy Front Axle* sebelum perbaikan masing-masing sebesar 88,24% dan 976,51 detik/unit.
3. Rencana perbaikan untuk mengatasi pemborosan pada proses produksi *Sub Assy Front Axle* adalah mengurangi waktu proses elemen kerja “mengambil *drum brake* dari *dolly*” pada SK 8 LH/RH dengan cara mengubah penggunaan *dolly* menjadi *trolley*. Selain itu, rencana perbaikan dengan penggunaan *conveyor* untuk mengurangi waktu transportasi antara SK 4 dan SK 5 sehingga tidak terjadi stagnasi dan mengurangi waktu proses pada SK 5 elemen kerja ke-1 “mengambil *Front Hub*”.
4. Nilai PCE dan *lead time* produksi *Sub Assy Front Axle* sesudah perbaikan masing-masing sebesar 89,56% dan 962,14 detik/unit, sehingga peningkatan Nilai PCE sebesar 1,32% dan penurunan *lead time* sebesar 14,37 detik/unit.

6.2. Saran

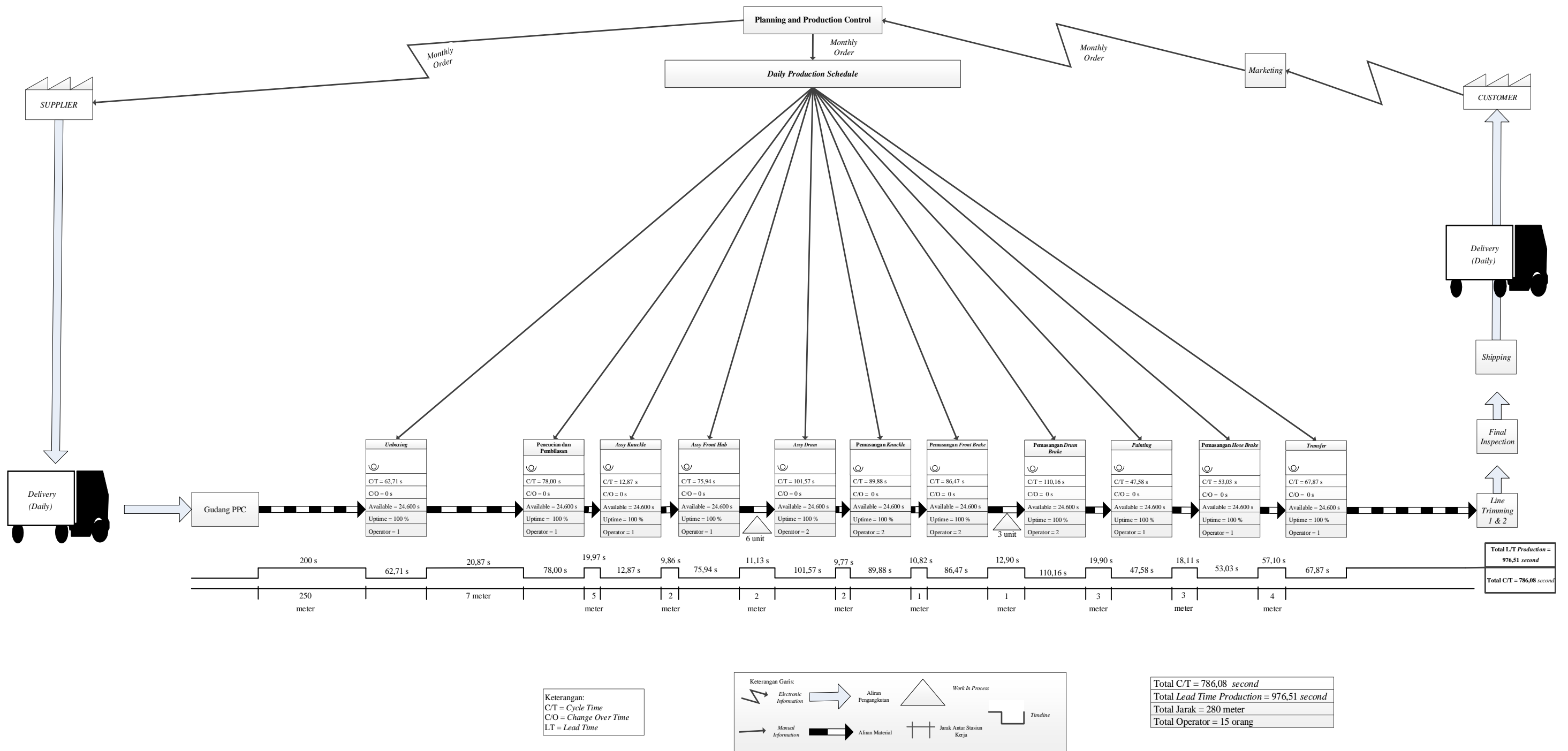
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di PT Krama Yudha Ratu Motor, maka saran yang dapat diberikan untuk perbaikan adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan sebaiknya mengurangi aktivitas transportasi pada lini produksi *Sub Assy Front Axle* dengan mengubah tata letak setiap stasiun kerja menjadi berdekatan serta penggunaan material handling yang efisien karena aktivitas transportasi yang efisien akan membuat *Lead Time* menjadi cepat.
2. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan perbaikan lebih lanjut untuk mengurangi pemborosan *overproduction*, *inventory*, *defect*, dan *overprocess* pada proses *sub assy front axle*.

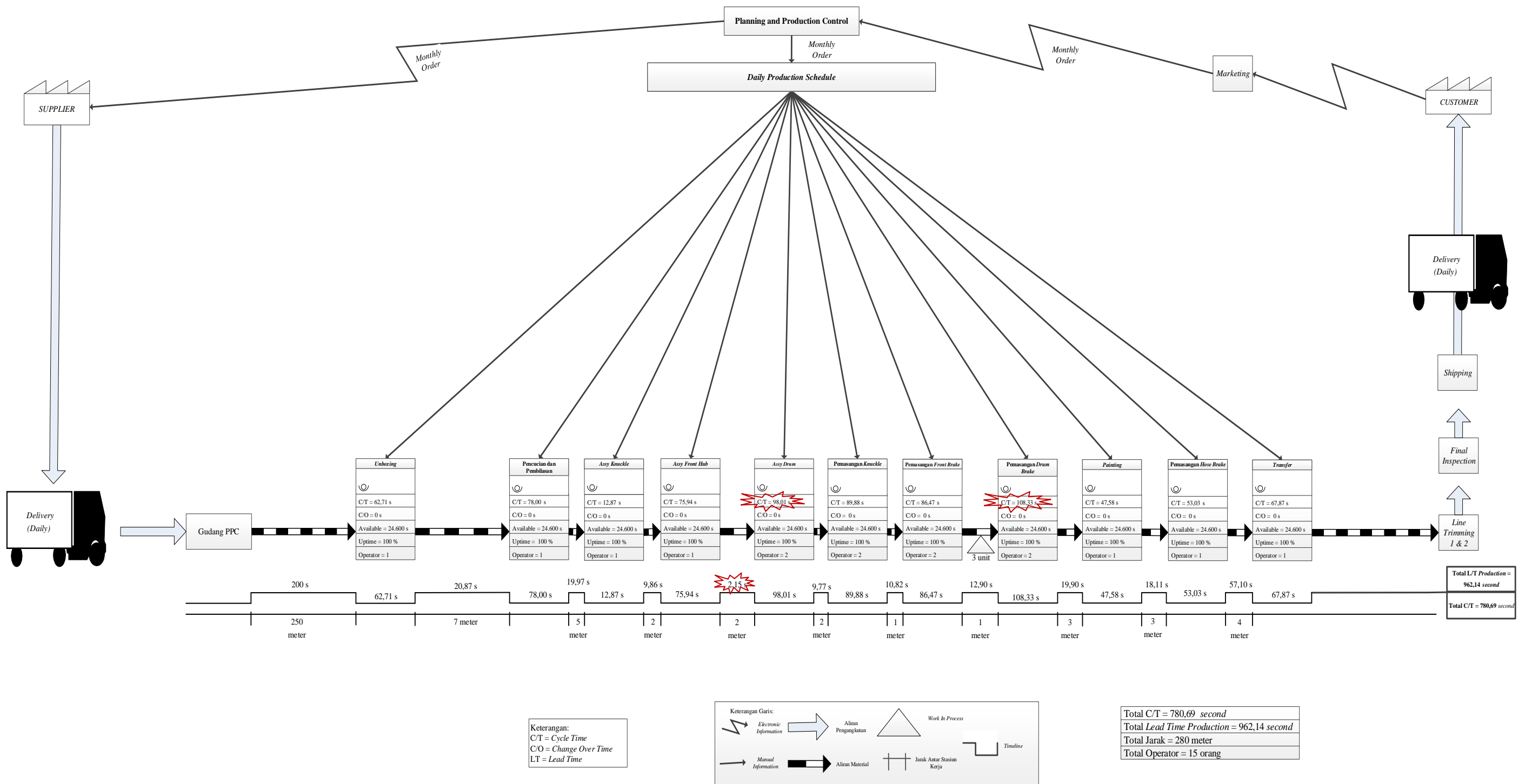
DAFTAR PUSTAKA

- Agung, Hendrastuti. H., dan Imdam, Irma, Agustiningsih. 2014. *Kamus Istilah Produksi Ramping*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Aquilano, etc. 2004. *Operation For Competitive Advantage*, 6th Edition. McGrawhill: New York
- Assaf, Al. 2009. *Mutu Pelayanan Kesehatan Perspektif Internasional*. Penerbit Buku Kedokteran: Jakarta.
- Gaspersz, Vincent. 2007. *Lean Six Sigma For Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: Vincent Foundation dan PT Gramedia Pustaka Utama.
- Harrington, H, J. 1991. *Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity, and Competitiveness*. New York : McGraw-Hill.
- Hermawan, Asep. 2005. *Penelitian Bisnis Paradigma Kuantitatif*. Jakarta: PT Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Hines, Peter., dan Rich, Nick. 1997. *The Seven Value Stream Mapping*. Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre, Business School.
- Hines, P., dan Taylor, D. 2000. *Going Lean: A Guide to Implementation*. Lean Enterprise Research Centre. Cardiff Business School.
- Imdam, Irma Agustiningsih. 2013. *Sistem Milkrun*. [http:// irma-agustinimdam.blogspot.com](http://irma-agustinimdam.blogspot.com)
- Liker, Jeffery, K. 2004. *The Toyota Way*. Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Pujawan, I, Nyoman. 2005. *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.
- Rawabdeh, I, A. 2005. *A Model for the Assessment of Waste in Job Shop Environments, International Journal of Operations & Production Management*. Vol.25. pp. 800-822.
- Rother, M., dan Shook, J. 1998. *Learning To See: Value Stream Mapping To Add Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute. Brookline.
- _____. 2003. *Learning to See: Value Stream Mapping to add Value and Eliminate muda*. Cambridge. MA:Lean Enterprise Institute.

- Sutalaksana, I, Z., Anggawisastra, R., dan Tjakraatmadja, J, H. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Bandung. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 1995. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Edisi Pertama. Surabaya: Guna Widya.
- _____. 2003. *Ergonomi: Studi Gerak dan Waktu*. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya: Guna Widya.
- _____. 2006. *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Surabaya: Guna Widya.



Gambar 4.6 Current State Map Produksi Sub Assy Front Axle
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)



Gambar 5.7 Future State Map Produksi Sub Assy Front Axle
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)