

No. Dok: 4767

Copy : 1

D
650.5
pra
U

**USULAN PENERAPAN KONSEP *LEAN MANUFACTURING*
MENGUNAKAN METODE *VALUE STREAM MAPPING*
PADA PROSES PRODUKSI BAN *RADIAL* DI
PT BRIDGESTONE TIRE INDONESIA**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Penyelesaian Program Diploma IV
Program Studi Teknik dan Manajemen Industri pada
Sekolah Tinggi Manajemen Industri**



OLEH :

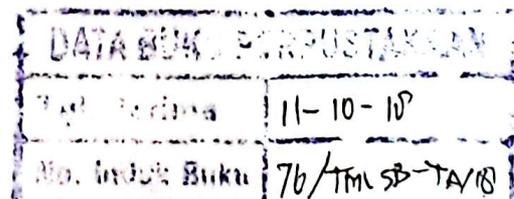
NAMA : ERIKA PRATIWI

NIM : 1111013

**SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I**

JAKARTA

2015



**SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI**

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR:

**“USULAN PENERAPAN KONSEP *LEAN MANUFACTURING*
MENGUNAKAN METODE *VALUE STREAM MAPPING*
PADA PROSES PRODUKSI BAN *RADIAL* DI
PT BRIDGESTONE TIRE INDONESIA”**

DISUSUN OLEH :

NAMA : ERIKA PRATIWI

NIM : 1111013

PROGRAM STUDI : TEKNIK MANAJEMEN INDUSTRI

**Telah Diperiksa dan Disetujui Untuk Diajukan dan
Dipertahankan Dalam Ujian Tugas Akhir
Sekolah Tinggi Manajemen Industri**

Jakarta, 25 September 2015

Dosen Pembimbing



Dewi Auditiya Marizka, ST, MT

**SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI**

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR:

**“USULAN PENERAPAN KONSEP *LEAN MANUFACTURING*
MENGUNAKAN METODE *VALUE STREAM MAPPING*
PADA PROSES PRODUKSI BAN *RADIAL* DI
PT BRIDGESTONE TIRE INDONESIA”**

DISUSUN OLEH :

NAMA : ERIKA PRATIWI

NIM : 1111013

PROGRAM STUDI : TEKNIK MANAJEMEN INDUSTRI

**Telah Diperiksa dan Disetujui Untuk Diajukan dan
Dipertahankan Dalam Ujian Tugas Akhir
Sekolah Tinggi Manajemen Industri**

Jakarta, 26 September 2015

Dosen Pembimbing



Dewi Auditiya Marizka, ST, MT

**SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI**

LEMBAR PERSETUJUAN ASISTEN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR:

**“USULAN PENERAPAN KONSEP *LEAN MANUFACTURING*
MENGUNAKAN METODE *VALUE STREAM MAPPING*
PADA PROSES PRODUKSI BAN *RADIAL* DI
PT BRIDGESTONE TIRE INDONESIA”**

DISUSUN OLEH :

NAMA : ERIKA PRATIWI

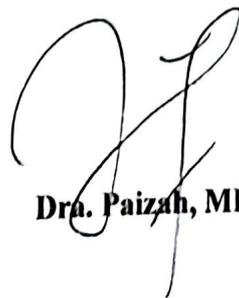
NIM : 1111013

PROGRAM STUDI : TEKNIK MANAJEMEN INDUSTRI

**Telah Diperiksa dan Disetujui Untuk Diajukan dan
Dipertahankan Dalam Ujian Tugas Akhir
Sekolah Tinggi Manajemen Industri**

Jakarta, 25 Oktober 2015

Asisten Dosen Pembimbing



Dra. Paizah, MBA

SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

LEMBAR PENGESAHAN

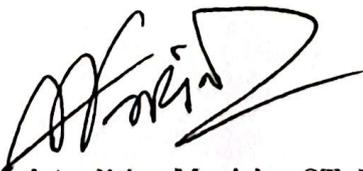
JUDUL TUGAS AKHIR : "USULAN PENERAPAN KONSEP *LEAN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN METODE *VALUE STREAM MAPPING* PADA PROSES PRODUKSI BAN *RADIAL* DI PT BRIDGESTONE TIRE INDONESIA".

DISUSUN OLEH :
NAMA : ERIKA PRATIWI
NIM : 1111013
PROGRAM STUDI : D-IV TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Sekolah Tinggi Manajemen Industri pada Hari Senin Tanggal 30 November 2015.

Jakarta, 4 Desember 2015

Pembimbing,



Dewi Auditiva Marizka, ST, MT

Ketua Penguji,



Muhammad Agus, ST, MT

Penguji I.



Wida Sukmawati, ST, MT

Penguji II.



Hendi Dwi Hardiman, S.ST, MT



LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : ERIKA PRATIWI
 IM : III. 013
 Judul TA : USULAN PENERAPAN KONSEP LEAN MANUFACTURING MENGGUNAKAN METODE VALUE STREAM MAPPING PADA PROSES PRODUKSI BAN RADIAL DI PT BRIDGESTONE TIRE INDONESIA
 Pembimbing : IBU DEWI AUDITIYA MARIZKA, ST, MT
 Asisten Pembimbing : IBU DRA. PAIZAH, MBA

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
3 Juli '15	I, II, III	Revisi BAB I, II, III	<i>[Signature]</i>
3 Juli '15	I, II, III	Acc BAB I, Revisi BAB II & III	<i>[Signature]</i>
3 Juli '15	II, III	Acc BAB III, Revisi BAB II	<i>[Signature]</i>
7 Juli '15	II, IV	Acc BAB II, Pengajuan BAB IV	<i>[Signature]</i>
3 Agustus '15	IV	Revisi BAB IV	<i>[Signature]</i>
3 Agustus '15	IV	Revisi BAB IV	<i>[Signature]</i>
3 Agustus '15	IV, V, VI	Acc BAB IV, Pengajuan BAB V & VI	<i>[Signature]</i>
3 Agustus '15	V, VI	Revisi BAB V & VI	<i>[Signature]</i>
3 September '15	V, VI	Acc BAB V, Revisi BAB VI	<i>[Signature]</i>
4 September '15	VI	Acc BAB VI	<i>[Signature]</i>
4 September '15		Acc Kelengkapan TA	<i>[Signature]</i>

Mengetahui,
Ka Prodi

[Signature]

Dr. Mustofa, S.T., M.T

NIP : 197009242003121001

Pembimbing

[Signature]

DEWI AUDITIYA MARIZKA, ST, MT

NIP : 197503182001121003





LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : ERIKA PRATIWI
 IM : 1111-013
 Judul TA : USULAN PENERAPAN KONSEP LEAN MANUFACTURING MENGGUNAKAN METODE VALUE STREAM MAPPING PADA PROSES PRODUKSI BAN RADIAL DI PT BRIDGESTONE TIRE INDONESIA
 Pembimbing : IBU DEWI AUDITIYA MARIZKA, ST, MT
 Asisten Pembimbing : IBU DRA. PAIZAH, MBA

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
27 Juli '15	I	Revisi bab I pada landasan teori	
4 Agustus '15	II	Revisi bab II untuk menambah referensi buku dan jurnal	
4 Agustus '15		Revisi daftar pustaka	
8 Agustus '15	II	Revisi kesesuaian dari bab II dengan daftar pustaka	
21 Agustus '15	IV	Sistematika penulisan pada bab IV	
1 September '15	IV	Revisi penulisan pada tabel uji statistik	
7 September '15	IV	Revisi sistematika penulisan pada tabel rekapitulasi	
22 September '15	Lampiran	Revisi gambar uji keseragaman dan kenormalan data	
6 Oktober '15	V & VI	Revisi sistematika penulisan pada bab V & VI	
26 Oktober '15		Acc keseluruhan bab	

Mengetahui,
Ka Prodi


.....

Dr. Mustofa S.T., M.T.

NIP : 197009242003121001

Pembimbing



Dra. Paizah, MBA

NIP : 070026382



LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Erika Pratiwi

NIM : 1111013

Berstatus sebagai mahasiswa jurusan Teknik dan Manajemen Industri di Sekolah Tinggi Manajemen Industri Kementerian Perindustrian RI, dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang telah saya buat dengan judul **“USULAN PENERAPAN KONSEP *LEAN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN METODE *VALUE STREAM MAPPING* PADA PROSES PRODUKSI BAN RADIAL DI PT BRIDGESTONE TIRE INDONESIA”**

- **Dibuat** dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, assistensi dengan dosen pembimbing dan 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 dipublikasikan atau yang pernah dipakai sebelumnya untuk mendapatkan 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 diatas, maka saya bersedia menerima sanksi atas apa yang telah saya lakukan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jakarta, 23 September 2015

Yang Membuat Pernyataan


5000
RIBURUPIAH
Erika Pratiwi

ABSTRAK

PT Bridgestone Tire Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri manufaktur yang melayani pembuatan berbagai jenis ban, seperti ban kendaraan penumpang, ban komersial (truk, truk ringan, bus dan minibus), ban untuk keperluan industri, ban untuk keperluan pertanian dan untuk pemakaian di medan yang berat. Jenis ban yang diproduksi oleh PT Bridgestone yaitu jenis *Radial* dan *Bias*. Salah satu jenis ban yang diproduksi yaitu ban *Radial* tipe BT01 dan BT02. Proses pembuatan ban tipe ini melalui 6 (enam) tahapan proses produksi, yaitu stasiun kerja *Banbury*, *Beadring*, *Cutting*, *Building*, *Curing*, dan *Final Inspection*. Permasalahan yang sering terjadi pada proses pembuatan ban *Radial* yaitu waktu tunggu antar stasiun kerja yang tinggi mengakibatkan target produksi harian yang tidak tercapai. Dalam mengatasi permasalahan tersebut maka perusahaan dituntut untuk melakukan efisiensi proses produksi dengan menggunakan suatu metode *lean manufacturing*, yaitu *Value Stream Mapping* (VSM). Data yang digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan mengumpulkan data waktu siklus dari setiap elemen kerja pada setiap stasiun kerja. Data yang telah terkumpul perlu dilakukan pengujian data sebelum menghitung waktu siklus rata-rata, waktu normal dan waktu standar pada masing-masing stasiun kerja. Waktu siklus rata-rata yang telah didapatkan digunakan dalam pembuatan *Current State Value Stream Mapping* dengan tujuan dapat mengetahui nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) sebelum perbaikan. Data waktu standar/baku yang didapatkan digunakan untuk menghitung *value ratio* dengan menggunakan metode *Process Activity Mapping* (PAM). Total *lead time* aktual ban *Radial* tipe BT01 sebesar 28,96% dan BT02 sebesar 29,02% sedangkan untuk nilai *value ratio* yang di dapatkan sebesar 93%. Untuk itu perlu dilakukan usulan perbaikan pada stasiun kerja *Cutting*, *Building* dan *Curing* dengan meminimalisir waktu siklus sehingga dapat mengurangi waktu tunggu. Adapun nilai PCE yang didapatkan setelah perbaikan pada ban *Radial* tipe BT01 sebesar 37,93% dan tipe BT02 sebesar 38%.

Kata Kunci : *Lean Manufacturing*, *Value Stream Mapping*, *Current State Value Stream Mapping*, *Process Cycle Efficiency*, *Future State Value Stream Mapping*, *Process Activity Mapping*.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga pada akhirnya penyusun dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan judul, “USULAN PENERAPAN KONSEP *LEAN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN METODE *VALUE STREAM MAPPING* PADA PROSES PRODUKSI BAN *RADIAL* DI PT BRIDGESTONE TIRE INDONESIA”.

Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan pemenuhan salah satu persyaratan akademis untuk menyelesaikan Program Studi Diploma IV di Sekolah Tinggi Manajemen Industri (STMI) Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, Program Studi Teknik dan Manajemen Industri (TMI).

Pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Ucapan terima kasih penyusun sampaikan terutama pada:

- Ayahanda penyusun Yulianto Cahyadi dan Ibunda penyusun Tuti Hastuti serta Kakak Gesa Junilia, yang selalu membantu, memberikan motivasi, masukan, perhatian dan dukungan moral maupun material kepada penyusun selama melaksanakan perkuliahan di Sekolah Tinggi Manajemen Industri.
- Bapak Drs. Achmad Zawawi, MA, MM selaku Ketua Sekolah Tinggi Manajemen Industri.
- Bapak Dr. Mustofa, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik dan Manajemen Industri.
- Ibu Dewi Auditiya Marizka, ST, MT selaku Dosen Pembimbing, yang telah meluangkan waktu dan tenaganya untuk memberikan petunjuk serta saran-saran dalam penelitian ini.
- Ibu Dra. Paizah, MBA selaku Asisten Dosen Pembimbing, yang telah meluangkan waktu dan tenaganya untuk memberikan petunjuk serta saran-saran dalam penelitian ini.

- Ibu Dr. Hendrastuti Hendro, MT selaku Dosen Pembimbing Akademik penyusun.
- Bapak Muhammad Syamludi dan Bapak Yudaning Wahyu Danisworo selaku Pembimbing Kerja Lapangan yang telah menjadi pembimbing selama penyusun melakukan Praktik Kerja Lapangan di PT Bridgestone Tire Indonesia.
- Seluruh karyawan PT Bridgestone Tire Indonesia yang telah memberikan informasi-informasi yang dibutuhkan dalam pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan.
- Nur Apan Setiawan yang selalu mendampingi, mengingatkan, memberikan dukungan serta saran-saran yang bermanfaat kepada penyusun dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
- Seluruh teman-teman di kampus STMI, terutama angkatan 2011 khususnya untuk sahabat-sahabat penyusun yaitu, Ine Ramadhinie Putri, Dwi Fitri Astuti Ningrum, Nur Afifah, Nurpei, Hario Rizki Sentanu, Yogi Anggriawan, Syahrial Argan dan yang tidak bisa disebutkan satu per satu atas kebersamaan, kebahagiaan, semangat, doa dan dukungannya.
- Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini, yang tidak dapat penyusun sebutkan satu per satu.

Penyusun menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan pengetahuan penyusun, untuk itu penyusun harapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan selanjutnya.

Jakarta, 20 September 2015

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PERSETUJUAN ASISTEN DOSEN PEMBIMBING	iii
LEMBAR BIMBINGAN DOSEN PEMBIMBING	iv
LEMBAR BIMBINGAN ASISTEN DOSEN PEMBIMBING	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	vii
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Konsep <i>Lean Manufacturing</i>	6
2.2 Jenis-Jenis Pemborosan (<i>waste</i>)	8
2.3 <i>Value Stream Mapping</i>	11
2.3.1 Manfaat <i>Value Stream Mapping</i>	12
2.3.2 Simbol-Simbol Dalam VSM	13
2.3.3 <i>Current State Map</i>	15

2.3.4 <i>Future State Map</i>	19
2.4 Konsep <i>Value Stream Analysis Tools</i> (VALSAT)	22
2.5 Peta Kerja	26
2.5.1 Lambang-Lambang Peta Kerja	26
2.5.2 Macam-Macam Peta Kerja	29
2.6 Pengukuran Waktu	32
2.6.1 Langkah-Langkah Pengukuran Waktu Dengan Jam Henti	34
2.6.2 Faktor Penyesuaian (<i>Rating Factor</i>)	36
2.6.3 Faktor Kelonggaran (<i>Allowance</i>)	39
2.6.4 Uji Statistik	41
2.6.5 Perhitungan Waktu Standar	44

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data	46
3.2 Jenis-Jenis Data	47
3.2.1 Data Menurut Sumber Pengambilan	47
3.2.2 Data Menurut Sumber Pengumpulan	47
3.2.3 Data Menurut Sifat	48
3.3 Metodologi Pemecahan Masalah	48
3.3.1 Studi Lapangan	48
3.3.2 Studi Pustaka	48
3.3.3 Perumusan Masalah	49
3.3.4 Tujuan Penelitian	49
3.3.5 Pengumpulan Data	49
3.3.6 Pengolahan Data	49
3.3.7 Analisis Masalah	51
3.3.8 Kesimpulan dan Saran	51

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data	53
4.1.1 Sejarah Umum Perusahaan	53
4.1.2 Misi dan Kebijakan	56
4.1.3 Ketenagakerjaan	58

4.1.4	Jenis Produk	59
4.1.5	Gambaran Umum Proses Produksi Ban <i>Radial</i>	65
4.1.6	Penentuan Operator Yang Diukur	73
4.1.7	Pengukuran Waktu Siklus	74
4.2	Pengolahan Data	83
4.2.1	Perhitungan Rata-Rata Waktu Siklus.....	83
4.2.2	Uji Statistik	89
4.2.3	Perhitungan Waktu Normal.....	96
4.2.4	Perhitungan Waktu Standar	104
4.2.5	Pemetaan Proses Produksi dengan VSM	111
4.2.6	Perhitungan <i>Process Cycle Efficiency</i> (PCE)	124
4.2.7	<i>Detail Mapping</i>	124
4.2.8	Identifikasi Pemborosan	128
BAB V ANALISIS DAN MASALAH		
5.1	Analisis <i>Current State Value Stream Mapping</i>	130
5.2	Analisis Hasil <i>Process Activity Mapping</i>	132
5.3	Usulan Perbaikan	135
5.3.1	Usulan Perbaikan dan <i>Future State Value Stream Mapping</i>	135
5.3.2	Perhitungan <i>Process Cycle Efficiency</i> FSVSM.....	149
5.3.3	Analisis Perbaikan	150
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1	Kesimpulan	152
6.2	Saran	153
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Contoh <i>Current State Value Stream Mapping</i>	19
Gambar 2.2 Proses Sebelum dan Sesudah Penerapan <i>Continuous Flow</i>	20
Gambar 2.3 <i>Value Stream Analysis Tool Control Matrix</i>	27
Gambar 2.4 Langkah-Langkah sistematis dalam Kegiatan Pengukuran Kerja dengan Jam Henti (<i>Stop Watch Time Study</i>)	35
Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah	52
Gambar 4.1 Esensi Bridgestone	56
Gambar 4.2 Ban Untuk <i>Passanger</i>	59
Gambar 4.3 Perbedaan ban <i>Bias</i> dan ban <i>Radial</i>	62
Gambar 4.4 Pola ban RIB	63
Gambar 4.5 Pola ban LUG	64
Gambar 4.6 Pola ban RIB dan LUG	64
Gambar 4.7 Pola ban <i>Block</i>	64
Gambar 4.8 Diagram Alir Proses Produksi Ban <i>Radial</i>	65
Gambar 4.9 <i>Compound</i> Dalam Bentuk Utuh	67
Gambar 4.10 <i>Tread</i> Dan <i>Side Tread</i>	68
Gambar 4.11 <i>JLB (Cap Ply)</i> Dan <i>JLB</i> Bentuk Utuh	68
Gambar 4.12 <i>Carcass</i>	69
Gambar 4.13 <i>Green Tire</i>	70
Gambar 4.14 Peta Proses Operasi (<i>Operation Process Chart</i>) Ban Radial BT01	72
Gambar 4.15 Peta Proses Operasi (<i>Operation Process Chart</i>) Ban Radial BT02	73
Gambar 4.16 Grafik Uji Kenormalan Data SK <i>Banbury</i> Dengan Elemen Kerja Mengambil Material ke Timbangan Tipe BT01	90
Gambar 4.17 Grafik Uji Keceragaman Data SK <i>Banbury</i> Dengan Elemen Kerja Mengambil Material ke Timbangan Tipe BT01	91
Gambar 4.18 <i>Current State Value Stream Mapping</i> ban <i>Radial</i> tipe BT01	121
Gambar 4.19 <i>Current State Value Stream Mapping</i> ban <i>Radial</i> tipe BT02	122
Gambar 5.1 <i>Future State Value Stream Mapping</i> Ban <i>Radial</i> Tipe BT01	148
Gambar 5.2 <i>Future State Value Stream Mapping</i> Ban <i>Radial</i> Tipe BT02	149

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Simbol-simbol dalam VSM	13
Tabel 2.2 <i>Value Stream Mapping Tools</i>	25
Tabel 2.3 Tabel <i>Performance Ratings</i> dengan Sistem <i>Westing House</i>	38
Tabel 2.4 Persentase Kelonggaran Berdasarkan Faktor yang Berpengaruh	40
Tabel 4.1 Sejarah Perusahaan	54
Tabel 4.2 Waktu Kerja Biasa (<i>non shift</i>)	58
Tabel 4.3 Waktu Kerja Bergilir (<i>shift</i>)	58
Tabel 4.4 Rekapitulasi Operator yang Diukur	74
Tabel 4.5 Pengukuran Waktu Siklus Ban <i>Radial</i> tipe BT01	74
Tabel 4.6 Perhitungan Waktu Siklus Elemen Kerja Mengambil SK <i>Banbury</i> ..	84
Tabel 4.7 Rekapitulasi Rata-Rata Waktu Siklus Ban Tipe BT01	84
Tabel 4.8 Rekapitulasi Rata-Rata Waktu Siklus Ban Tipe BT02	87
Tabel 4.9 Rekapitulasi Uji Statistik ban <i>Radial</i> tipe BT01	93
Tabel 4.10 Rekapitulasi Uji Statistik ban <i>Radial</i> tipe BT02	95
Tabel 4.11 Faktor Penyesuaian untuk Proses Produksi Ban <i>Radial</i>	97
Tabel 4.12 Perhitungan Waktu Normal Proses Produksi Ban Tipe BT01	99
Tabel 4.13 Perhitungan Waktu Normal Proses Produksi Ban Tipe BT02	102
Tabel 4.14 Faktor Kelonggaran Untuk Proses Produksi ban <i>Radial</i>	105
Tabel 4.15 Perhitungan Waktu Baku Proses Produksi Ban <i>Radial</i> Tipe BT01	105
Tabel 4.16 Perhitungan Waktu Baku Proses Produksi Ban <i>Radial</i> Tipe BT02	108
Tabel 4.17 Data Permintaan Ban <i>Radial</i> Periode Maret 2015	115
Tabel 4.18 Data Persediaan Produk Jadi	116
Tabel 4.19 Rekapitulasi Waktu Standar Ban <i>Radial</i>	116
Tabel 4.20 Jumlah WIP Periode Maret 2015	119
Tabel 4.21 Jumlah Operator	120
Tabel 4.22 Indikator CSVSM untuk ban <i>Radial</i> tipe BT01	121
Tabel 4.23 Indikator CSVSM untuk ban <i>Radial</i> tipe BT02	121
Tabel 4.24 <i>Process Activity Mapping</i> (PAM) ban <i>Radial</i> tipe BT01	125
Tabel 4.25 Perhitungan dan Persentase <i>Process Activity Mapping</i> (PAM)	128

Tabel 5.1 Analisis CSVSM Proses Produksi ban <i>Radial</i> tipe BT01 dan BT02	131
Tabel 5.2 Jumlah Aktivitas ban <i>Radial</i> Tipe BT01	132
Tabel 5.3 Kebutuhan Waktu per Jenis Aktivitas Ban <i>Radial</i> Tipe BT01	132
Tabel 5.4 Jumlah Aktivitas ban <i>Radial</i> Tipe BT02	133
Tabel 5.5 Kebutuhan Waktu per Jenis Aktivitas Ban <i>Radial</i> Tipe BT02	133
Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Analisis PAM	134
Tabel 5.7 Kondisi Aktual Ban <i>Radial</i> SK <i>Banbury</i>	135
Tabel 5.8 Asumsi Usulan Perbaikan Ban <i>Radial</i> SK <i>Banbury</i>	136
Tabel 5.9 Kondisi Setelah Perbaikan Ban <i>Radial</i> SK <i>Banbury</i>	136
Tabel 5.10 Kondisi Aktual Ban <i>Radial</i> SK <i>Beading</i>	137
Tabel 5.11 Asumsi Usulan Perbaikan Ban <i>Radial</i> SK <i>Beading</i>	137
Tabel 5.12 Kondisi Setelah Perbaikan Ban <i>Radial</i> SK <i>Beading</i>	138
Tabel 5.13 Kondisi Aktual Ban <i>Radial</i> SK <i>Building</i>	139
Tabel 5.14 Asumsi Usulan Perbaikan Ban <i>Radial</i> SK <i>Building</i>	140
Tabel 5.15 Kondisi Setelah Perbaikan Ban <i>Radial</i> SK <i>Building</i>	141
Tabel 5.16 Kondisi Aktual Ban <i>Radial</i> SK <i>Curing</i>	142
Tabel 5.17 Asumsi Usulan Perbaikan Ban <i>Radial</i> SK <i>Curing</i>	142
Tabel 5.18 Kondisi Setelah Perbaikan Ban <i>Radial</i> SK <i>Curing</i>	143
Tabel 5.19 Kondisi Aktual Ban <i>Radial</i> SK <i>Final Inspection</i>	144
Tabel 5.20 Asumsi Usulan Perbaikan Ban <i>Radial</i> SK <i>Final Inspection</i>	145
Tabel 5.21 Kondisi Setelah Perbaikan Ban <i>Radial</i> SK <i>Final Inspection</i>	146
Tabel 5.22 Perhitungan Pengurangan <i>Work In Process</i> (WIP)	147
Tabel 5.23 Perhitungan Pengurangan <i>Time Between Next Operation</i> (TBNO)	147
Tabel 5.24 Perbandingan Hasil PCE <i>Current</i> dan <i>Future</i>	150

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Pengukuran Waktu Siklus Ban *Radial* tipe BT02
- Lampiran B Perhitungan Waktu Siklus Ban *Radial* tipe BT01 dan BT02
- Lampiran C Uji Kenormalan Data, Uji Keseragaman Data, dan Uji Kecukupan
Data Pengamatan Waktu Siklus Ban *Radial* tipe BT01 dan BT02
- Lampiran D *Lay Out* PT Bridgestone Tire Indonesia

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring dengan semakin pesatnya persaingan dalam dunia industri memacu perusahaan manufaktur untuk terus meningkatkan hasil produksinya dengan tetap memperhatikan indikasi seperti tingkat kualitas produk yang tinggi, harga yang relevan, dan pengiriman tepat waktu. Selain itu hasil produksi dapat meningkat jika tingkat efisiensi produksi meningkat pula. Namun, dalam melakukan proses produksi tidak luput dari adanya pemborosan yang terjadi selama proses produksi berlangsung. Usaha nyata yang dapat dilakukan yaitu dengan mengurangi pemborosan yang tidak mempunyai nilai tambah dalam berbagai hal termasuk penyediaan bahan baku, transportasi bahan baku, pergerakan operator, pergerakan alat dan mesin, menunggu, pekerjaan yang berulang dan perbaikan dengan menggunakan metode *Value Stream Mapping*.

PT Bridgestone Tire Indonesia (BSIN) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur yang melayani pembuatan berbagai jenis ban, seperti ban kendaraan penumpang, ban komersial (truk, truk ringan, bus dan minibus), ban untuk keperluan industri, ban untuk keperluan pertanian dan untuk pemakaian di medan yang berat. Proses produksi ban dilakukan secara *make to order* sehingga kualitas, kuantitas dan kecepatan produksi pada tiap-tiap unit dalam setiap stasiun kerja sangat menentukan. Jenis ban yang diproduksi oleh PT Bridgestone yaitu jenis *Radial* dan *Bias*. Penelitian ini dilakukan pada proses produksi ban *Radial* tipe BT01 dan BT02.

Pada proses produksi ban *Radial* tipe BT01 dan BT02 melalui satu lini yang sama dan melalui 6 (enam) tahapan proses produksi yang sama, yaitu *Banbury*, *Beading*, *Cutting*, *Building*, *Curing* dan *Final Inspection*. Terdapat beberapa masalah yang membuat upaya peningkatan efisiensi produksi mengalami kesulitan, yaitu target produksi harian yang tidak tercapai.

Penyebabnya karena masih terdapat sejumlah *non value added activity*. Diantaranya seperti waktu tunggu antar proses yang cukup lama mengakibatkan *lead time* produksi yang terjadi cukup panjang dan sering terjadi kesalahan pada saat proses pembentukan ban menjadi *green tire* (GT) berlangsung sehingga operator harus melakukan proses pembentukan ulang untuk memperbaiki posisi yang salah saat pembentukan ban tersebut.

Aktivitas-aktivitas tersebut merupakan bentuk pemborosan yang harus dihilangkan agar aliran nilai (*value stream*) dapat berjalan lancar. Oleh sebab itu perusahaan perlu mengatasi pemborosan yang terjadi agar tingkat efisiensi proses produksi ban *Radial* meningkat dengan menggunakan suatu metode pendekatan *Lean Manufacturing* yaitu metode *Value Stream Mapping* sehingga dapat membantu menyelesaikan permasalahan yang terjadi di PT Bridgestone Tire Indonesia *plant* Bekasi khususnya pada proses produksi ban *Radial* tipe BT01 dan BT02. Cara yang dapat dilakukan yaitu dengan menggambarkan aliran proses produksi ban termasuk aliran material dan aliran informasi dari masing-masing proses produksi mulai dari *supplier*, produsen dan konsumen, guna mendapatkan gambaran utuh dari proses produksi ban. Sehingga *waste* yang terjadi di dalam proses produksi ban dapat dikurangi dengan mengidentifikasi kegiatan yang termasuk ke dalam *value added* dan *non value added activity* dan dapat meningkatkan efisiensi produksi perusahaan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang permasalahan diatas, rumusan permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengidentifikasi terjadinya pemborosan pada proses produksi ban *Radial* di PT Bridgestone Tire Indonesia?
2. Berapa besar nilai *process cycle efficiency* pada proses produksi ban *Radial* di PT BridgestoneTire Indonesia?
3. Bagaimana usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi pemborosan yang terjadi pada proses produksi ban *Radial* di PT Bridgestone Tire Indonesia?

4. Berapa besar nilai *process cycle efficiency* setelah perbaikan pada proses produksi ban *Radial* di PT Bridgestone Tire Indonesia?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari perumusan masalah yang sudah dijabarkan sebelumnya, maka dapat ditetapkan tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi terjadinya pemborosan pada proses produksi ban *Radial* di PT Bridgestone Tire Indonesia.
2. Menentukan besaran nilai *process cycle efficiency* pada proses produksi ban *Radial* di PT Bridgestone Tire Indonesia.
3. Menentukan usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi pemborosan yang terjadi pada proses produksi ban *Radial* di PT Bridgestone Tire Indonesia.
4. Menentukan besaran nilai *process cycle efficiency* setelah perbaikan pada proses produksi ban *Radial* di PT Bridgestone Tire Indonesia.

1.4 Pembatasan Masalah

Mengingat luasnya bidang pada penelitian ini, keterbatasan kemampuan penulis dan waktu yang tersedia, maka dalam penelitian ini diberikan batasan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan untuk mengurangi *waste* pada proses produksi ban *Radial* tipe BT01 dan BT02 di PT Bridgestone Tire Indonesia Plant Bekasi.
2. Penelitian dilakukan pada bulan Maret 2015.
3. Pengukuran dibatasi dengan menggunakan metode *Value Stream Mapping* untuk mengetahui tingkat efisiensi produksi yang dapat dihasilkan perusahaan.
4. Jenis pemborosan yang diteliti adalah menunggu, transportasi, dan gerakan yang tidak perlu.
5. Biaya akibat terjadinya pemborosan disepanjang *value stream* tidak dibahas.

5. Manfaat Penelitian

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

1. Bagi Perusahaan
 - a. Perusahaan dapat mengetahui penyebab terjadinya *waste* di lantai produksi dan jenis-jenis pemborosan yang ada.
 - b. Perusahaan dapat meningkatkan kapasitas produksi dengan adanya penerapan *Lean Manufacturing* menggunakan metode *Value Stream Mapping*.
2. Bagi Peneliti
 - a. Penulis memiliki relasi yang baik terhadap PT Bridgestone Tire Indonesia yang dijadikan sebagai tempat penelitian tugas akhir dilakukan.
 - b. Peneliti dapat memahami teori dan penerapan *Lean Manufacturing* dengan menggunakan metode *Value Stream Mapping*.
 - c. Peneliti dapat memanfaatkan ilmu teori serta teori yang didapat pada waktu perkuliahan dan dapat mengaplikasikannya ke dalam dunia nyata.

6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian tugas akhir ini terdiri dari enam bab dengan perincian sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini terdiri dari konsep *lean manufacturing*, jenis-jenis pemborosan (*waste*), *value stream mapping*, konsep *value stream analysis tools*, peta kerja, dan pengukuran waktu.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang metode pengumpulan data, jenis-jenis data, dan metodologi pemecahan masalah yang terdiri dari studi lapangan,

studi pustaka, perumusan masalah, tujuan penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, analisis masalah serta kesimpulan dan saran.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini pengumpulan data yang didapatkan berupa sejarah umum perusahaan, misi dan kebijakan, ketenagakerjaan, jenis produk, gambaran umum proses produksi, penentuan operator serta pengukuran waktu siklus, pada subbab pengolahan data yang dilakukan yaitu melakukan perhitungan rata-rata waktu siklus, waktu normal, waktu standar, pemetaan proses produksi dengan VSM, perhitungan *Process Cycle Efficiency* (PCE), detail *mapping* dan identifikasi pemborosan.

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dilakukan analisis *current state value stream mapping*, analisis hasil *process cycle efficiency*, usulan perbaikan berupa *future state value stream mapping* dan perhitungan *process cycle efficiency* FSVSM.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini dijelaskan kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis yang dilakukan terhadap *future state value stream mapping* dan perhitungan *process cycle efficiency* FSVSM serta memberikan saran yang membangun sebagai perbaikan bagi perusahaan dimasa yang akan datang.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 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*).

APICS Dictionary (2005) seperti yang dikutip oleh Gaspersz (2007) mendefinisikan *lean* sebagai suatu filosofi bisnis yang berlandaskan pada minimasi penggunaan sumber-sumber daya (termasuk waktu) dalam berbagai aktivitas perusahaan.

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 (Agung dan Imdam, 2014).

Jadi, *lean* dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik dan sistematis 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*). Suatu perusahaan dapat dianggap *lean* apabila *the value to waste ratio* telah mencapai minimum 30%. Apabila perusahaan itu belum *lean*, perusahaan tersebut dapat disebut *Un-Lean Enterprise* dan dikategorikan sebagai perusahaan tradisional. Sasaran dari *lean* adalah untuk menciptakan aliran lancar

dari produk sepanjang proses *value stream* (*value stream process*) dan menghilangkan semua jenis pemborosan yang ada.

Definisi populer dari *lean manufacturing* dan Toyota Production System biasanya terdiri dari (Wilson, 2010):

1. *Lean* adalah seperangkat teknik, bila dikombinasikan dengan matang akan memungkinkan untuk mengurangi dan menghilangkan tujuh pemborosan. Sistem ini tidak hanya membuat perusahaan lebih *lean*, tetapi lebih fleksibel dan lebih komprehensif dengan mengurangi pemborosan yang ada.
2. Menurut Wikipedia *lean* adalah seperangkat alat yang membantu dalam identifikasi dan menghilangkan pemborosan (muda), meningkatkan kualitas dan waktu produksi, dan meminimasi biaya. Istilah Jepang dari Toyota yang cukup kuat tergambar didalam *lean*. Untuk mengatasi masalah pemborosan, *lean manufacturing* memiliki beberapa *tools* yang dapat digunakan. Diantaranya yaitu perbaikan proses secara terus-menerus (*kaizen*), 5 Why, dan kesalahan-pembuktian (*pokayoke*).

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. Untuk mendukung tujuan ini tenaga kerja biasanya memiliki berbagai keahlian. Pendekatan *lean* yang diterapkan di pabrik Toyota kemudian disarikan 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 kontinyu mengurangi pemborosan.

Dalam teori tentang *lean manufacture*, aktivitas-aktivitas yang terjadi pada proses produksi dibagi menjadi tiga yaitu (Hines and Rich, 1997):

1. *Value Added (VA)*, segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa yang memberikan nilai tambah dimata konsumen. Contohnya adalah inspeksi bahan baku, memastikan bahan baku yang masuk ke dalam rak dan pemisahan bahan baku dan sampah.
2. *Non Value Added (NVA)*, segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa tidak memberikan nilai tambah dimata konsumen. Aktivitas inilah yang disebut *waste* yang harus dijadikan targer untuk segera dihilangkan. Contoh dari aktivitas ini adalah waktu menunggu, penumpukan bahan dan sebagainya.
3. *Necessary Non Value Added (NNVA)*, segala 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 lantai produksi.

2.2 Jenis-Jenis Pemborosan (*waste*)

Pendekatan *lean* berfokus pada peningkatan terus-menerus *customer value* melalui identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas tidak bernilai tambah yang merupakan pemborosan (*waste*). *Waste* dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream* (Pujawan, 2005).

Semua kegiatan yang menciptakan nilai bagi produk harus tetap berada dalam proses. Setiap kegiatan berada diluar *value added time* sepanjang *value stream* adalah termasuk *non value added time*. Kegiatan yang tidak dapat menciptakan nilai tapi tidak dapat dihindarkan (*necessary non value added activities*), pada awalnya harus dapat diperiksa dan kemudian harus dihilangkan

bila sudah memungkinkan. Kegiatan berjalan mengambil *part* dan memindahkan *tools* dari satu operator ke operator lain merupakan contoh kegiatan penting tetapi tidak memberikan nilai tambah. Pada saat suatu kegiatan tidak dapat menciptakan nilai (*non value added activities*) maka kegiatan tersebut harus dihilangkan. Waktu menunggu dan pengangkutan yang *repetitive* merupakan contoh kegiatan yang tidak bernilai tambah. Jenis kegiatan seperti ini dalam bahasa Jepang disebut *muda*.

Prinsip utama dari pendekatan *lean* adalah pengurangan atau peniadaan pemborosan (*waste*). Menurut sistem produksi Toyota (TPS), ada tujuh hal yang dikategorikan sebagai pemborosan (*waste*), yaitu (Hines & Rich, 1997):

1. Produksi berlebih (*over production*)

Produksi berlebih dianggap sebagai salah satu pemborosan paling serius pada kelancaran arus barang atau jasa dan cenderung menghambat kualitas dan produktivitas. Produksi berlebih tersebut juga cenderung menyebabkan memimpin berlebih dan waktu penyimpanan. Setiap cacat yang tidak terdeteksi dini, produk dapat menurun dan tekanan saat bekerja. Selain itu, produksi berlebih mengarah pada *work in process* yang berlebih yang mana hasil dari operasi dilokasi secara fisik dengan komunikasi yang kurang. Keadaan ini sering didorong oleh sistem bonus yang mendorong barang yang tidak diinginkan. Sistem tarik atau sistem kanban dipekerjakan oleh Toyota sebagai cara untuk mengatasi masalah ini.

2. Waktu menunggu (*waiting time*)

Ketika waktu yang digunakan tidak efektif, maka pemborosan waktu menunggu terjadi. Di dalam rantai produksi, pemborosan ini terjadi setiap kali barang tidak bergerak atau sedang dikerjakan. Pemborosan ini mempengaruhi baik barang dan pekerja, menghabiskan waktu menunggu. Kondisi yang ideal seharusnya tidak ada waktu tunggu dengan aliran cepat barang. Waktu tunggu untuk pekerja dapat digunakan untuk kegiatan pelatihan, pemeliharaan atau *kaizen* dan tidak menghasilkan produksi berlebih.

3. Transportasi (*transportation*)

Pemborosan pada transportasi melibatkan barang yang bergerak disekitarnya. Pada kondisi ekstrim, setiap gerakan di rantai produksi dipandang sebagai pemborosan dan minimalisasi transportasi lebih dicari daripada penghapusan secara total. Selain itu, penanganan ganda dan gerakan yang berlebihan cenderung menyebabkan kerusakan dan penurunan mutu dengan jarak komunikasi antara proses sebanding dengan waktu yang dibutuhkan untuk umpan balik mengenai kualitas yang buruk dan mengambil tindakan korektif.

4. Proses yang tidak tepat (*inappropriate processing*)

Proses yang tidak tepat terjadi pada situasi dimana solusi terlalu rumit ditemukan pada prosedur sederhana seperti menggunakan mesin berfleksibilitas tidak besar dengan beberapa berfleksibilitas kecil. Terlalu kompleks biasanya menghalangi pemilik dan mendorong pekerja untuk memproduksi secara berlebih untuk mencapai investasi besar pada mesin yang kompleks. Seperti penempatan tata letak yang tidak tepat, yang menyebabkan transportasi berlebih komunikasi yang buruk.

5. Persediaan yang tidak perlu (*unnecessary inventory*)

Persediaan yang tidak perlu cenderung meningkatkan *lead time*, mencegah identifikasi masalah dan menciptakan ruang. Dengan demikian, masalah timbul dari persediaan. Hal yang harus dicapai yaitu mengurangi persediaan. Selain itu, persediaan yang tidak perlu membuat biaya penyimpanan meningkat.

6. Gerakan yang tidak perlu (*unnecessary movements*)

Gerakan yang tidak perlu melibatkan ergonomi dimana operator harus meregang, menekuk dan mengambil ketika tindakan ini bisa dihindari. Pemborosan tersebut adalah melelahkan bagi pekerja dan kemungkinan akan menyebabkan produktivitas yang rendah dan mempengaruhi kualitas.

7. Produk cacat (*product effect*)

Memproduksi komponen cacat atau yang memerlukan perbaikan. Perbaikan atau pengerjaan ulang, *scrap*, memproduksi barang pengganti, dan inspeksi berarti tambahan penanganan, waktu, dan upaya yang sia-sia.

2.3 *Value Stream Mapping (VSM)*

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 addead* dan *non value added* (Rother dan Shook, 1998).

APICS Dictionary (2005) mendefinisikan *value stream* sebagai proses-proses untuk membuat, memproduksi, dan menyerahkan produk (barang dan/atau jasa) ke pasar. Untuk proses pembuatan barang (*good*), *value stream* mencakup pemasok bahan baku, manufaktur dan perakitan barang, serta jaringan pendistribusian kepada pengguna barang itu (Gaspersz, 2007).

Menurut Verma dan Boyer (2010) *Value Stream Mapping* adalah alat visualisasi yang dikembangkan dari sistem produksi Toyota yang kini telah menjadi komponen penting dari sistem produksi ramping. VSM dapat berfungsi sebagai titik awal untuk membantu manajemen, insinyur, asosiasi produksi, penjadwal, pemasok dan pelanggan mengenai *waste* dan penyebabnya.

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).

Berdasarkan definisi tentang *Value Stream Mapping* diatas menurut beberapa ahli, maka penulis dapat menyimpulkan bahwa *Value Stream Mapping* adalah sekumpulan dari seluruh kegiatan yang didalamnya terdapat kegiatan yang memberikan nilai tambah dan yang tidak memberikan nilai tambah yang dibutuhkan untuk membawa produk maupun satu grup produk dan sumber yang sama untuk melewati aliran-aliran utama, mulai dari *raw material* hingga sampai ke tangan konsumen.

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 Manfaat Value Stream Mapping

Pemetaan *value stream* lebih dari sekedar alat yang bagus untuk membuat gambaran yang menyoroiti pemborosan, namun juga dapat memberikan informasi dan gambaran lain mengenai suatu keadaan tertentu, seperti:

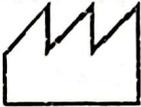
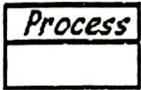
1. Memperjelas perlunya keputusan untuk membuat produksi mengalir
Value stream memberikan gambaran mengenai bagaimana menyatukan proses menjadi mengalir. Membuat semua operasi di dalam *value stream* terhubung dan aliran dengan pemberhentian yang minimal mengalir terus dari operasi pertama ke operasi terakhir.
2. Berperan sebagai cetak biru dari implementasi
Sebagai alat visual untuk melihat kondisi saat ini, selanjutnya dapat diambil langkah perbaikan untuk diimplementasikan.
3. Meningkatkan kemampuan untuk melihat jauh ke depan
Value stream adalah alat yang penting untuk mengevaluasi proses dengan membayangkan keadaan yang akan dicapai dimasa depan.
4. Menyatukan konsep *lean* dan teknik-teknik *lean* ke dalam *value stream*
Value stream mapping dapat menyatukan konsep-konsep serta teknik *lean* yang ada, seperti 5S, kanban dan FIFO.
5. Menggambarkan seluruh proses operasi secara terintegrasi dan tidak seedar masing-masing proses saja
Value stream mapping memberikan gambaran aliran proses dan informasi yang saling terintegrasi, sehingga dapat menciptakan proses yang mengalir.

6. Membantu melihat lebih dari sekedar pemborosan, tetapi juga penyebab pemborosan dalam *value stream*
Value stream dapat mengurangi dan menghilangkan pemborosan dengan meneliti sampai dengan akar penyebab pemborosan.
7. Mengaitkan alur material dan alur informasi dalam satu keterkaitan
Value stream mapping harus dapat memberikan gambaran alur informasi dan material yang saling berkaitan dari proses awal sampai dengan proses akhir.
8. Menyamakan persepsi tentang kondisi saat ini
 Metode *value stream* dapat dijadikan alat untuk menyamakan persepsi tentang kondisi sebenarnya yang terjadi saat ini dan selanjutnya dijadikan alat untuk membuat perbaikan berkesinambungan.

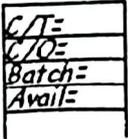
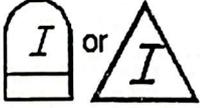
2.4.2 Simbol-Simbol dalam VSM

Dalam pembuatan *value stream mapping* suatu proses produksi, menggunakan simbol-simbol yang mewakili kondisi lantai produksi. Simbol-simbol yang digunakan saat melakukan *mapping* dapat dilihat pada Tabel 2.1.

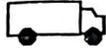
Tabel 2.1 Simbol-simbol dalam VSM

Simbol	Keterangan
 <i>Customer/Supplier</i>	Simbol ini merupakan <i>supplier</i> ketika di kiri atas, titik awal biasa untuk aliran material, dan juga menunjukkan <i>customer</i> ketika di kanan atas, yang merupakan titik akhir dari aliran produk.
 <i>Dedicated Process</i>	Simbol ini menunjukkan proses, operasi, mesin atau departemen, yang mengalir melalui departemen material dengan arus internal jalan terus.
 <i>Shipments</i>	Simbol ini menunjukkan gerakan bahan baku dari pemasok ke pelanggan. Atau, gerakan pengiriman barang jadi dari pemasok ke pelanggan.

Tabel 2.1 Simbol-simbol dalam VSM (Lanjutan)

Simbol	Keterangan
 <p><i>Data Box</i></p>	<p>Simbol ini berjalan dibawah simbol lainnya yang memiliki informasi yang signifikan/data yang dibutuhkan untuk menganalisis dan mengamati sistem. Informasi khas ditempatkan dibawah simbol <i>data box</i> seperti frekuensi pengiriman selama pergeseran apapun, penanganan informasi material, transfer <i>batch</i> ukuran, jumlah permintaan per periode, dan lain-lain.</p>
 <p><i>Workcell</i></p>	<p>Simbol ini menunjukkan banyaknya proses yang terintegrasi dalam <i>manufacture workcell</i>. Pengelompokan produk sejenis atau produk tunggal. Produk bergerak dari langkah proses satu ke proses dengan <i>batch</i> kecil atau unit tunggal.</p>
 <p><i>Inventory</i></p>	<p>Simbol ini menunjukkan persediaan antara dua proses. Sementara pada pemetaan keadaan saat ini, jumlah persediaan dapat didekati dengan hitungan cepat, dan jumlah tercatat dibawah segitiga. Jika ada lebih dari satu persediaan atau akumulasi, gunakan tombol untuk masing-masing.</p>
 <p><i>Push Arrow</i></p>	<p>Simbol ini merupakan "mendorong" bahan dari satu proses ke proses berikutnya.</p>
 <p><i>Supermarket</i></p>	<p>Seperti supermarket, <i>stock</i> tersedia dan satu atau lebih hilir pelanggan datang ke supermarket untuk memilih apa yang mereka butuhkan. <i>Workcenter</i> hulu kemudian mengisi ulang stok sesuai kebutuhan.</p>
 <p><i>Material Pull</i></p>	<p>Penarikan material, biasanya dari supermarket.</p>
 <p>FIFO and FIFO</p>	<p><i>First-In-First-Out</i> persediaan. Gunakan simbol ini ketika proses terhubung dengan sistem FIFO yang membatasi masukan.</p>

Tabel 2.1 Simbol-simbol dalam VSM (Lanjutan)

Simbol	Keterangan
 <p data-bbox="304 674 459 707"><i>Safety Stock</i></p>	<p data-bbox="523 398 1264 831">Simbol ini merupakan persediaan pengaman terhadap masalah seperti <i>downtime</i>, untuk melindungi sistem terhadap fluktuasi yang tiba-tiba terhadap pesanan pelanggan atau kegagalan sistem. Perhatikan bahwa simbol ditutup pada semua sisi, hal ini berarti bahwa persediaan bersifat sementara, bukan merupakan gudang persediaan permanen. Untuk itu harus ada kebijakan yang jelas ketika <i>inventory</i> harus digunakan.</p>
 <p data-bbox="264 925 504 958"><i>External Shipment</i></p>	<p data-bbox="523 853 1264 947">Pengiriman dari pemasok atau untuk pelanggan yang menggunakan transportasi eksternal.</p>
<p data-bbox="328 1093 443 1126"><i>Operator</i></p>	<p data-bbox="523 1037 1187 1077">Simbol ini menunjukkan operator pada rantai produksi.</p>

(Sumber: Rother dan Shook, 1998)

2.4.3 Current State Map

Tahapan pembuatan *current state map* adalah sebagai berikut (Rother dan Shook, 1998):

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 dengan 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. Penentuan *Value Stream Manager*

Untuk melihat *value stream* suatu produk secara keseluruhan tentunya perusahaan perlu dilihat sebagai satu kesatuan yang utuh, sehingga batasan-batasan organisasi dalam perusahaan perlu diterobos. Karena pada dasarnya perusahaan cenderung terorganisir untuk setiap departemen (proses) dan terbatas pada fungsinya masing-masing. Oleh karena itu dalam memetakan *value stream* agar nantinya dapat dibuat suatu usulan perancangan, diperlukan seorang *value stream manager* yakni orang yang paham mengenai proses keseluruhan dalam *value stream* suatu produk sehingga dapat membantu dalam memberikan saran bagi perbaikan *value stream* produk tersebut terbatas pada fungsinya masing-masing. Sehingga biasanya orang hanya bertanggungjawab pada apa yang menjadi bagiannya (pada areanya saja) tanpa perlu mengetahui proses secara keseluruhan menurut sudut pandang *value stream*. Oleh karena itu dalam memetakan *value stream* agar nantinya dapat dibuat suatu usulan perancangan, diperlukan seorang *value stream manager* yakni orang yang paham mengenai proses keseluruhan dalam *value stream* suatu produk sehingga dapat membantu dalam memberikan saran bagi perbaikan *value stream* produk tersebut.

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

Keadaan sebenarnya dilapangan diperoleh saat penggambar berjalan disepanjang proses aktual *value stream* dari proses produksi yang aktual. Melakukan pengamatan mendetail untuk setiap kategori proses. Untuk setiap proses, maka seluruh informasi kritis termasuk *lead time*, *cycle time*, *changeover time*, *uptime*, EPE (ukuran *batch* produksi), jumlah operator dan waktu kerja (sudah dikurangi dengan waktu istirahat), level *inventory*, dan lain-lain perlu didokumentasikan. Yang semuanya akan dimasukkan dalam suatu *data box* untuk masing-masing proses. Level *inventory* pada peta seharusnya disesuaikan dengan lebel pada waktu pemetaan aktual dan bukan

berdasarkan rata-rata karena penting untuk menggunakan gambar aktual daripada rata-rata *historis* yang disediakan oleh perusahaan. Untuk setiap pembuatan *data box*, maka ukuran-ukuran yang diperlukan antara lain:

a. *PCE (Process Cycle Efficiency)*

Adalah tingkat keefisienan dari seluruh proses produksi. PCE menggunakan rumus:

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

Keterangan:

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

Apabila nilai PCE lebih rendah dari 30%, maka proses tersebut *un-lean* atau tidak *ramping*.

b. *Cycle Time (C/T)*

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

c. *Changeover Timer (C/O)*

Menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk merubah posisi (*switch*) dari memproduksi satu jenis produk menjadi produk yang lainnya. Dalam hal

ini biasanya *changeover time* menyatakan waktu untuk memindahkan dari posisi kiri menjadi posisi kanan dalam pembuatan satu produk simetris.

d. *Uptime*

Menyatakan kapasitas mesin yang digunakan dalam mengerjakan satu proses. Kapasitas mesin bersifat *on demand machine uptime*. Artinya informasi mesin ini tetap. Rumus untuk *uptime* ini adalah:

$$\%Uptime = \frac{Availability - Changeover}{Availability} \times 100\%$$

e. Jumlah Operator

Menyatakan jumlah orang yang dibutuhkan untuk satu proses.

f. *Availability* (Waktu Kerja Tersedia)

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

g. *Time Between Next Operations*

Menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai dari satu stasiun kerja di stasiun kerja berikutnya. Rumusnya adalah:

$$Time\ Between\ Next\ Operation = \frac{WIP}{Permintaan\ Harian\ Rata - Rata}$$

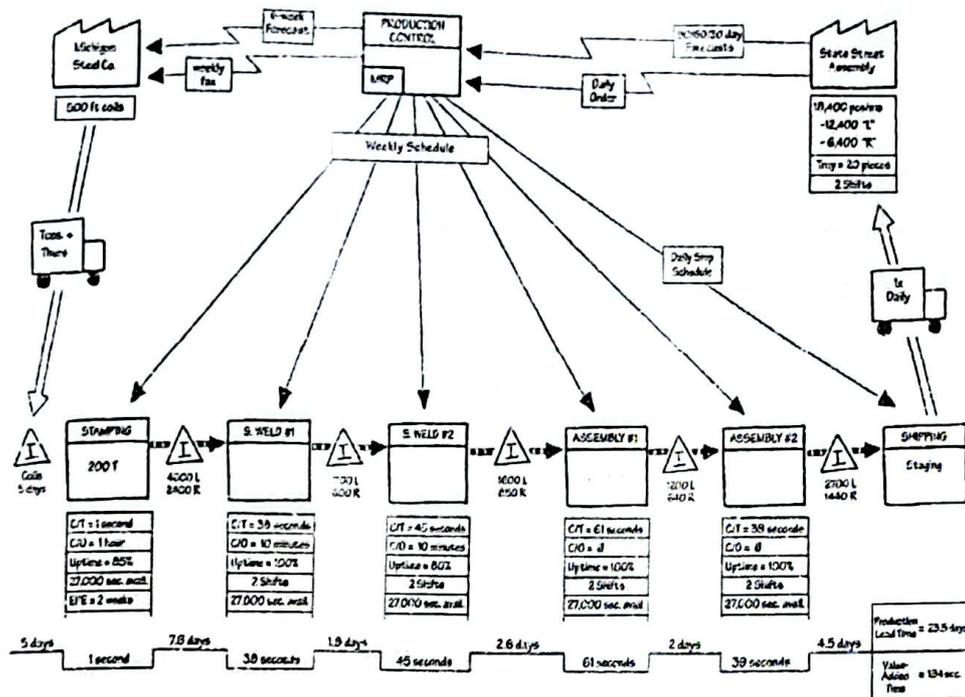
h. *Work In Process* (WIP)

Merupakan barang setengah jadi yang masih memerlukan proses selanjutnya.

$$Days\ of\ WIP = \frac{Total\ WIP\ Antar\ Proses}{Total\ Produk\ Yang\ Dikirim\ Perhari}$$

4. Membuat Peta Aliran Keseluruhan Produksi Meliputi Aliran Material dan Informasi

Contoh *Current State Value Stream Mapping* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Contoh *Current State Value Stream Mapping*

(Sumber: Rother dan Shook, 1998)

2.4.4. *Future State Map*

Setelah membuat *Current State Map*, maka langkah terakhir dalam *value stream mapping* adalah membuat suatu *future state map*. Tujuan dari *value stream mapping* adalah untuk mengetahui dengan jelas sumber-sumber pemborosan dan membantu membuat area target bagi proses perbaikan yang nyata. *Future state map* tidaklah lebih dari sekedar pengimplementasian rencana yang menjelaskan jenis *tool* yang dibutuhkan dalam proses *lean* untuk mengeliminasi pemborosan dan dimana (pada proses apa) *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:

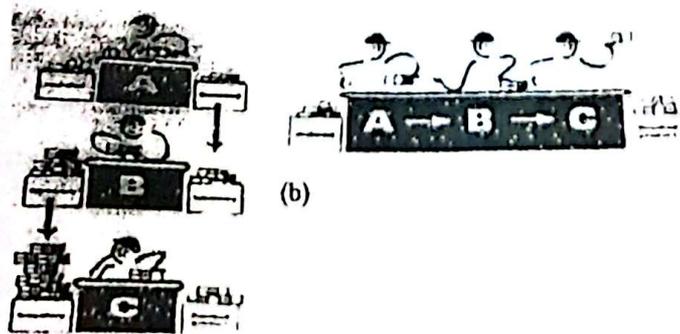
1. Penentuan *Takt Time*

Takt time menyatakan seberapa sering seharusnya perusahaan memproduksi satu *part* atau produk dalam sehari berdasarkan rata-rata harian penjualan produk agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen. *Takt time* dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Available Work Time per Day}}{\text{Customer Demand per Day}}$$

2. Mengembangkan Aliran Yang Kontinyu (*Continuous Flow*) di Tempat Yang Memungkinkan

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. Contoh stasiun kerja sebelum dan sesudah menerapkan *continuous flow* dapat dilihat pada gambar 2.2. *Icon* pemetaan yang digunakan secara sederhana untuk menunjukkan *continuous flow* adalah *process box*. 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*.



Gambar 2.2 Proses Sebelum dan Sesudah Penerapan *Continuous Flow*

(Sumber: Rother dan Shook, 1998)

3. Menggunakan *Supermarket* Untuk Mengontrol Produksi Saat Aliran Kontinyu (*Continuous Flow*) Tidak Sampai Tahap *Upstream*

Ada kalanya beberapa area dalam *value stream* dimana *continuous flow* tidak mungkin diimplementasikan sementara pengelompokan diperlukan. Ada beberapa alasan yang bisa menyebabkan hal ini, diantaranya:

- 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. Beberapa proses memiliki terlalu banyak *lead time* atau sangatlah tidak masuk akal untuk menggabungkan secara langsung antara proses yang satu dengan yang lain dalam satu *continuous flow*.

Pengendalian produksi sering melalui *supermarket* berbasiskan *pull systems*. *Pull systems* biasanya perlu diletakkan di area yang *continuous flow*-nya 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.

4. Pemilihan *Pacemaker Process*

Dengan menggunakan *supermarket pull system*, maka hanya akan dibutuhkan satu poin penjadwalan dalam *value stream* yang dibuat secara *door-to-door*. Poin ini yang disebut dengan proses utama

(*pacemaker process*), karena bagaimana pengontrolan produksi dilakukan pada proses ini akan menentukan keseluruhan proses *upstream*. Sebagai contoh, fluktuasi dalam volume produksi diproses utama akan berpengaruh terhadap kebutuhan kapasitas dalam proses-proses *upstream*. Pilihan terhadap poin penjadwalan ini juga akan menentukan elemen-elemen apa dalam *value stream* yang akan menjadi bagian *lead time* dari *order* konsumen menuju produk jadi (*finished goods*). Ingat bahwa *transfer* material dari proses utama secara *downstream* menuju *finished goods* ditampilkan sebagai suatu aliran (karena tidak ada *supermarket* atau *pull* yang *downstream* terhadap proses utama). Dengan demikian, proses utama biasanya merupakan proses *continuous flow* yang paling hilir dalam *value stream* yang dibuat secara *door-to-door*.

5. Membangun Level Produksi Yang Konsisten

Volume kerja yang berubah besar menyebabkan munculnya *overtime* (waktu lembur) yang tidak menentu yang menyebabkan tambahan beban di mesin, orang dan *supermarket*. Dengan demikian perlu dibuat satu level produksi perintis yang dapat menangani aliran produksi yang bisa diprediksi, yang dapat membantu mengatasi masalah dan memungkinkan pengambilan tindakan perbaikan yang cepat.

2.4 Konsep *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

Pada prinsipnya, *value stream analysis tools* 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 7 (tujuh) macam *detail mapping tools* yang paling umum digunakan, yaitu (Hines dan Rich, 1997):

1. *Process Activity Mapping* (PAM)

Merupakan pendekatan teknis yang biasa dipergunakan pada aktivitas-aktivitas di lantai produksi. Walaupun demikian, perluasan dari *tool* ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi *lead time* dan produktivitas baik aliran

produk fisik maupun aliran informasi, tidak hanya dalam ruang lingkup perusahaan namun juga pada area lain dalam *supply chain*. Konsep dasar dari *tool* ini adalah memetakan setiap tahanan aktivitas yang terjadi mulai dari operasi, transportasi, inspeksi, *delay*, dan *storage*, kemudian mengelompokkannya ke dalam tipe-tipe aktivitas yang ada mulai dari *value adding activities*, *necessary non value adding activities*, dan *non value adding activities*. Tujuan dari pemetaan ini adalah untuk membantu memahami aliran proses, mengidentifikasi adanya pemborosan, mengidentifikasi apakah suatu proses dapat diatur kembali menjadi lebih efisien, dan mengidentifikasi perbaikan aliran penambahan nilai.

2. *Supply Chain Response Matrix (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 stok apabila dikaitkan dengan pencapaian *lead time* yang pendek. Tujuan untuk memperbaiki dan mempertahankan tingkat pelayanan setiap jalur distribusi dengan biaya rendah.

3. *Production Variety Funnel (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 *generic* 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*. Dengan fungsi-fungsi tersebut, selanjutnya dapat digunakan untuk merencanakan perbaikan kebijakan *inventory* (apakah dalam bentuk bahan baku, produk setengah jadi atau produk jadi).

4. *Quality Filter Mapping (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 sebagai berikut:

a. *Product defect*

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

b. *Scrap defect*

Sering disebut juga sebagai *internal defect*, dimana cacat ini masih berada dalam internal perusahaan dan berhasil di seleksi pada saat proses inspeksi.

c. *Service defect*

Permasalahan yang dirasakan *customer* 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)*

Peta yang digunakan untuk memvisualisasikan perubahan *demand* disepanjang rantai suplai. Fenomena ini menganut *low of industrial dynamics*, dimana *demand* yang ditransmisikan disepanjang rantai suplai melalui rangkaian kebijakan *order* dan *inventory* akan mengalami variasi yang semakin meningkat dalam setiap pergerakannya mulai dari *downstream* sampai dengan *upstream*. Dari informasi tersebut dapat digunakan dalam pengambilan keputusan dan analisa lebih lanjut baik untuk mengantisipasi adanya perubahan permintaan mengelola fluktuasi, serta evaluasi kebijakan *inventory*.

6. *Decision Point Analysis (DPA)*

Menunjukkan berbagai pilihan sistem produksi yang berbeda, dengan *trade off* antara *lead time* masing-masing pilihan dengan tingkat *inventory* yang diperlukan untuk meng-cover selama proses *lead time*. *Decision Point*

Analysis merupakan titik dalam *supply chain* dimana permintaan aktual memberikan kesempatan untuk *forecasting driven push*.

7. *Physical Structure* (PS)

Merupakan sebuah *tool* yang digunakan untuk memahami kondisi rantai suplai dilantai produksi. Hal ini diperlukan untuk memahami kondisi industri itu, bagaimana operasinya, dan dalam mengarahkan perhatian pada area yang mungkin belum mendapatkan perhatian yang cukup untuk pengembangan.

Pemakaian dari 7 (tujuh) *tool* diatas didasarkan pada pemilihan yang tepat berdasarkan kondisi perusahaan itu sendiri. Agar lebih mudah maka dapat dilakukan berdasarkan sistem bobot, seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2 *Value Stream Mapping Tools*

Mapping tool Wastes/structure	1 Process activity mapping	2 Supply chain response matrix	3 Production variety funnel	4 Quality filter mapping	5 Demand amplification mapping	6 Decision point analysis	7 Physical structure (a) volume (b) value
1. Overproduction	L	M		L	M	M	
2. Waiting	H	H	L		M	M	
3. Transportation	H						L
4. Inappropriate processing	H		M	L		L	
5. Unnecessary inventory	M	H	M		H	M	L
6. Unnecessary motions	H	L					
7. Defects	L			H			

Notes:

H = High correlation and usefulness

M = Medium correlation and usefulness

L = Low correlation and usefulness

(Sumber: Hines dan Rich, 1997)

Catatan:

H = faktor pengali = 9

M = faktor pengali = 3

L = faktor pengali = 1

2.5 Peta Kerja

Menurut Wignjosoebroto (1995) peta kerja merupakan alat komunikasi yang sistematis dan logis guna menganalisa proses kerja dari tahap awal sampai akhir, melalui peta proses kerja ini kita mendapatkan informasi-informasi yang diperlukan untuk memperbaiki metoda kerja.

Menurut Satalaksana (1979) peta kerja adalah suatu alat yang menggambarkan kegiatan kerja secara sistematis dan jelas biasanya kerja produksi. Lewat peta-peta ini kita bisa melihat semua langkah atau kejadian yang dialami oleh suatu benda kerja dari mulai masuk ke pabrik (berbentuk bahan baku), kemudian menggambarkan semua langkah yang dialaminya, seperti: transportasi, operasi mesin, pemeriksaan dan perakitan, sampai akhirnya menjadi produk jadi, baik produk lengkap atau merupakan bagian dari suatu produk lengkap.

Peta-peta kerja merupakan salah satu alat yang sistematis dan jelas untuk berkomunikasi secara luas dan sekaligus melalui peta-peta kerja ini kita bisa mendapatkan informasi-informasi yang diperlukan untuk memperbaiki metoda kerja, terutama dalam suatu proses produksi, ialah sebagai berikut: jumlah benda kerja yang harus dibuat, waktu operasi mesin, kapasitas mesin, bahan-bahan dan alat-alat khusus yang harus disediakan, dan sebagainya.

Perbaikan yang perlu dilakukan dalam usaha memperbaiki metoda kerja dari suatu proses produksi, antara lain: menghilangkan operasi-operasi yang tidak perlu, menggabungkan suatu operasi dengan operasi lainnya, menemukan suatu urutan-urutan kerja/proses produksi yang lebih baik, menentukan mesin yang lebih ekonomis, menghilangkan waktu menunggu antara operasi, dan sebagainya. Pada dasarnya semua perbaikan tersebut ditujukan untuk mengurangi biaya produksi secara keseluruhan.

2.5.1 Lambang-Lambang Peta Kerja

Untuk penggambaran analisa kerja secara keseluruhan maka aplikasi dari simbol-simbol ASME (American Society of Mechanical Engineers) akan banyak membantu. Adapun lambang-lambang yang digunakan untuk memudahkan pembuatan peta kerja dapat diuraikan sebagai berikut (Wignjosoebroto, 1995):

1.  Operasi

Kegiatan operasi apabila suatu proyek (material) akan mengalami perubahan dalam suatu proses transformasi. Operasi merupakan kegiatan yang paling banyak terjadi di dalam suatu proses kerja. Beberapa contoh operasi kerja adalah sebagai berikut:

- a. Selebar kertas diketik dengan mesin ketik dalam kegiatan administrasi.
- b. Memasang mur dan baut pada proses merakit.
- c. Memukul palu.

2.  Inspeksi

Kegiatan inspeksi atau pemeriksaan terjadi apabila suatu obyek diperiksa apakah sudah sesuai dengan karakteristik performansi yang distandarkan. Dalam beberapa kasus tertentu kegiatan ini bisa dilaksanakan bersama dengan kegiatan kerja lainnya seperti operasi atau transportasi. Beberapa contoh inspeksi adalah sebagai berikut:

- a. Meneliti dimensi benda kerja dengan menggunakan alat ukur.
- b. Membaca *dial indicator* atau instrumen-instrumen pengukur lainnya.
- c. Menghitung jumlah benda yang diterima dari hasil pembelian.

3.  Transportasi

Kegiatan transportasi terjadi bila fasilitas kerja lainnya bergerak berpindah tempat yang bukan merupakan bagian dari suatu operasi kerja. Suatu pergerakan yang merupakan bagian dari suatu operasi atau disebabkan oleh pekerja pada tempat kerja sewaktu operasi atau pemeriksaan berlangsung bukanlah merupakan kegiatan transportasi. Contoh kegiatan transportasi disini adalah:

- a. Memindahkan material dengan tangan, *holist*, truk, *conveyor* dan lain-lain.
- b. Bergerak, berjalan, membawa obyek dari suatu lokasi kerja ke lokasi kerja yang lain.

- a. Melakukan memindahkan material menuju atau dari mesin, kontainer, conveyor, dan lain-lain.

4. Menunggu

Proses menunggu terjadi apabila material, benda kerja, operator atau fasilitas kerja dalam kondisi berhenti dan tidak terjadi kegiatan apapun selain menunggu. Kegiatan ini biasanya berlangsung temporer (sementara), dimana objek terpaksa menunggu atau ditinggalkan sementara sampai suatu saat dikerjakan diperulak kembali. Contoh-contoh untuk keadaan menunggu ini antara lain seperti:

- a. Material atau benda kerja diletakkan di kontainer, menunggu untuk dipindahkan ke stasiun kerja berikutnya.
- b. Objek menunggu untuk diproses atau diperiksa.
- c. Material menunggu diproses karena adanya kerusakan teknis pada mesin.

5. Penyimpanan

Proses penyimpanan terjadi apabila objek disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama. Simbol ini digunakan untuk menyatakan bahwa suatu objek mengalami proses penyimpanan permanen, yaitu ditahan atau dilindungi terhadap pengeluaran tanpa ijin tertentu. Contoh yang sesuai dengan kegiatan menyimpan ini antara lain:

- a. Bahan baku, *supplier*, dan lain-lain disimpan dalam gudang pabrik.
- b. Dokumen atau arsip yang disimpan dalam rak atau lemari khusus.
- c. Uang atau surat berharga lainnya yang disimpan dalam brankas.

6. Aktivitas Gabungan

Seringkali dijumpai kondisi-kondisi dimana dua elemen kerja harus dilaksanakan secara bersamaan. Sebagai contoh disini adalah kegiatan operasi yang harus dilaksanakan bersama dengan kegiatan pemeriksaan pada stasiun kerja yang sama pula. Untuk ini penggambaran simbol yang dipergunakan

adalah dengan meletakkan simbol kerja yang satu diatas simbol kerja yang lainnya.

2.5.2 Macam-Macam Peta Kerja

Peta kerja dapat digambarkan secara berbeda menurut derajat detail ataupun ruang lingkup yang ingin dijelaskan. Dalam hal ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Wignjosoebroto, 1995):

1. Peta Kerja Keseluruhan

Suatu kegiatan disebut kegiatan kerja keseluruhan apabila kegiatan tersebut melibatkan sebagian besar atau semua fasilitas yang diperlukan untuk membuat produk yang bersangkutan. Yang termasuk ke dalam kelompok kegiatan kerja keseluruhan yaitu:

a. Peta Proses Operasi (*Operation Process Chart*)

Peta Proses Operasi adalah peta kerja yang mencoba menggambarkan urutan kerja dengan jalan membagi pekerjaan tersebut elemen-elemen operasi secara detail. Keseluruhan operasi kerja dapat digambarkan dari awal (*raw material*) sampai menjadi produk akhir (*finished good product*) sehingga analisa perbaikan dari masing-masing operasi kerja secara individual maupun urut-urutannya secara keseluruhan akan dapat dilakukan.

Dengan adanya informasi-informasi yang bisa dicatat melalui peta operasi ini, banyak manfaat yang bisa diperoleh diantaranya:

- 1) Data kebutuhan jenis proses atau mesin yang diperlukan dalam pelaksanaan operasi kerja dan penganggarnya.
- 2) Data kebutuhan bahan baku dengan memperhitungkan efisiensi pada setiap elemen operasi kerja atau pemeriksaan.
- 3) Pola tata letak fasilitas kerja dan aliran pemindahan materialnya.
- 4) Alternatif-alternatif perbaikan prosedur dan tata cara kerja yang sedang dipakai.

b. Peta Aliran Proses (*Flow Process Chart*)

Peta aliran proses adalah suatu peta yang akan menggambarkan semua aktivitas yang terlibat dalam proses pelaksanaan kerja. Pada peta aliran

proses menggambarkan aktivitas-aktivitas yang tidak produktif seperti transportasi (*material handling*), *delay/idle*, dan penyimpanan.

Dari peta aliran proses ini akan dapat dianalisa kondisi-kondisi kerja yang ada guna memperoleh keuntungan atau perbaikan proses kerja seperti:

- 1) Mengeliminir operasi-operasi yang tidak perlu.
- 2) Mengeliminir aktivitas *handling* yang tidak efisien.
- 3) Mengurangi jarak perpindahan dari satu operasi ke operasi yang lainnya.
- 4) Mengurangi waktu yang berbuang sia-sia karena kegiatan menunggu.
- 5) Mengatur prosedur operasi dalam langkah-langkah yang lebih efektif.
- 6) Menemukan operasi kerja yang bisa dilaksanakan secara lebih mudah dan cepat.
- 7) Menunjukkan operasi-operasi mana yang seharusnya memiliki kemungkinan untuk digabungkan.
- 8) Menunjukkan langkah-langkah operasi maupun pemeriksaan yang terlalu berlebihan ataupun pengulangan (duplikasi).
- 9) Menunjukkan pekerjaan-pekerjaan dan lokasi dimana pekerjaan tersebut dilaksanakan yang justru memberikan problem keselamatan kerja yang perlu mendapatkan perhatian serius.

c. Diagram Aliran (*Flow Diagram*)

Tujuan pokok dalam pembuatan *flow diagram* adalah untuk mengevaluasi langkah-langkah proses dalam situasi yang jelas, disamping tentunya bisa dimanfaatkan untuk melakukan perbaikan-perbaikan di dalam desain *layout* fasilitas produksi yang ada.

Kegunaan dari Diagram Aliran yaitu:

- 1) Memberikan gambaran visual atau sketsa yang lebih jelas tentang area kerja pabrik.
- 2) Membantu dalam proses perbaikan tata letak tempat kerja.

d. *Peta Proses Produk Banyak (Multi Product Process Chart)*

2. *Peta Kerja Setempat*

Suatu kegiatan disebut kegiatan kerja setempat, apabila kegiatan tersebut terjadi dalam suatu stasiun kerja yang biasanya hanya melibatkan orang dan fasilitas dalam jumlah terbatas.

a. *Peta Pekerja dan Mesin (Man and Machine Process Chart)*

Peta pekerja dan mesin merupakan suatu grafik yang menggambarkan koordinasi antara waktu bekerja dan waktu menganggur dari kombinasi antara pekerja dan mesin.

Lambang-lambang yang digunakan dalam peta pekerja dan mesin yaitu:

- 1)  Menunjukkan waktu menganggur
Digunakan untuk menyatakan pekerja atau mesin yang sedang menganggur atau salah satu sedang menunggu yang lain.
- 2) Menunjukkan kerja tak bergantung atau independen
Keadaan ini menunjukkan pekerja atau mesin sedang bekerja.
- 3)  Menunjukkan kerja kombinasi
Keadaan ini menunjukkan pekerja atau mesin bekerja bersama-sama.

b. *Peta Kelompok Kerja (Gang Process Chart)*

c. *Peta Tangan Kanan dan Kiri (Left and Right Process Chart)* atau *Peta Operator (Operator Process Chart)*

Peta Tangan Kanan dan Kiri merupakan penggambaran semua gerakan-gerakan saat bekerja dan menganggur yang dilakukan oleh tangan kanan dan tangan kiri, serta menunjukkan perbandingan antara tugas yang dibebankan pada tangan kanan dan tangan kiri ketika melakukan suatu pekerjaan.

Kegunaan dari Peta Tangan Kanan dan Kiri yaitu:

- 1) Menyeimbangkan gerakan antara kedua tangan dan mengurangi kelelahan.
- 2) Menghilangkan atau mengurangi gerakan-gerakan yang tidak efisien dan tidak produktif sehingga mempersingkat waktu kerja.
- 3) Sebagai alat untuk menganalisis tata letak stasiun kerja.

2.6 Pengukuran Waktu

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

Waktu baku ini sangat diperlukan sekali terutama untuk:

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

Waktu baku ini merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Disini sudah meliputi kelonggaran waktu yang diberikan dengan memperhatikan situasi dan kondisi pekerjaan yang harus diselesaikan tersebut. Dengan demikian maka waktu baku yang dihasilkan dalam aktivitas pengukuran kerja ini akan dapat digunakan sebagai alat untuk membuat rencana penjadwalan kerja yang menyatakan berapa lama suatu kegiatan itu harus berlangsung dan berapa *output*

yang akan dihasilkan serta berapa pula jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut (Wignjosoebroto, 1995).

Ada berbagai macam cara untuk mengukur dan menetapkan waktu standar yang ada umumnya dilaksanakan dengan pengukuran waktu kerja sebagai berikut:

1. *Stopwatch Time Study*
2. *Sampling Kerja*
3. *Standard Data/Formula*
4. *Predetermined Motion Time System*

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 (Wignjosoebroto, 1995). Metode pengukuran waktu kerja yang digunakan pada penelitian ini adalah pengukuran waktu kerja secara langsung dengan *stopwatch time study*. Dari hasil pengukuran maka akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan, yang mana waktu ini akan dipergunakan sebagai standar penyelesaian pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama seperti itu.

Berdasarkan langkah-langkah diatas terlihat bahwa pengukuran kerja dengan jam henti ini merupakan cara pengukuran yang obyektif karena disini waktu ditetapkan berdasarkan fakta yang terjadi dan tidak cuma sekedar diestimasi secara subyektif. Disini juga akan berlaku asumsi-asumsi dasar sebagai berikut:

1. Metode dan fasilitas untuk menyelesaikan pekerjaan harus sama dan dibakukan terlebih dahulu sebelum mengaplikasikan waktu baku untuk pekerjaan dan dibakukan terlebih dahulu sebelum mengaplikasikan waktu baku untuk pekerjaan yang serupa.
2. Operator harus memahami benar prosedur dan metode pelaksanaan kerja sebelum dilakukan pengukuran kerja. Operator-operator yang akan dibebani dengan waktu baku diasumsikan memiliki tingkat keterampilan dan kemampuan yang sama dan sesuai untuk pekerjaan tersebut. Hal ini

persyaratan mutlak pada waktu memilih operator yang akan dianalisa waktu kerjanya benar-benar memiliki tingkat kemampuan yang rata-rata.

3. Kondisi lingkungan fisik pekerjaan juga relatif tidak jauh berbeda dengan kondisi fisik pada saat pengukuran kerja dilakukan.
4. *Performance* kerja mampu dikendalikan pada tingkat yang sesuai untuk seluruh periode kerja yang ada.

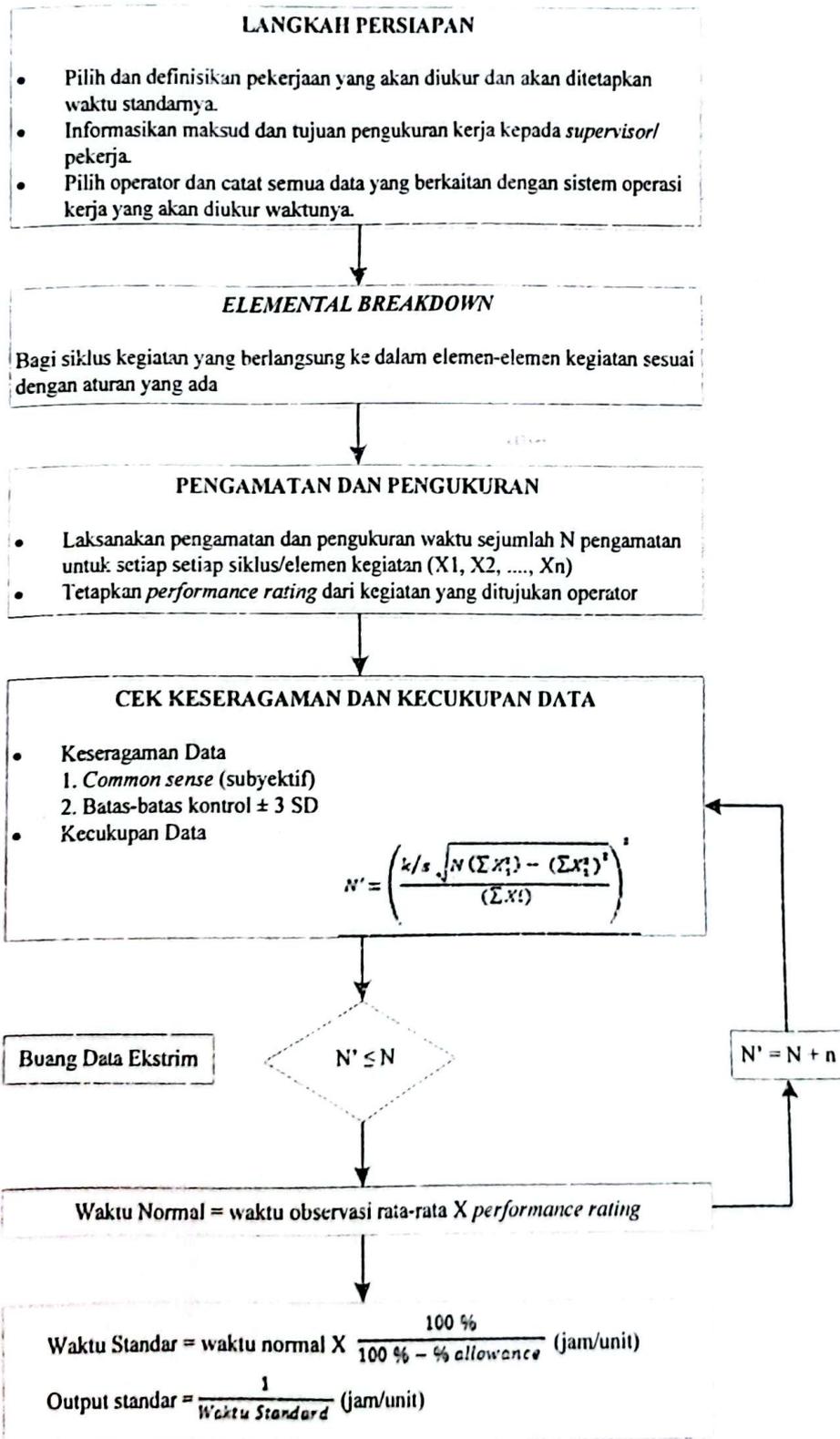
Aktivitas pengukuran kerja dengan jam henti umumnya diaplikasikan pada industri *manufacturing* yang memiliki karakteristik kerja yang berulang-ulang, terspesifikasi jelas, dan menghasilkan output yang relatif sama. Meskipun demikian aktivitas ini bisa pula diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan *non manufacturing* seperti yang bisa dijumpai dalam aktivitas kantor gudang atau jasa pelayanan lainnya jika memenuhi kriteria-kriteria sebagai berikut:

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

2.6.1 Langkah-Langkah Pengukuran Waktu Dengan Jam Henti

Untuk memperoleh hasil yang baik dan dipercaya maka didalam pelaksanaan pengukuran tidaklah cukup sekedar melakukan beberapa kali pengukuran dengan jam henti. Banyak faktor yang harus diperhatikan agar pada akhirnya diperoleh waktu standar untuk pekerjaan yang bersangkutan seperti yang berhubungan dengan kondisi kerja, kerjasama yang ditunjukkan operator untuk mau bekerja secara wajar pada saat diukur, cara pengukuran, jumlah siklus kerja yang diukur, dan lain-lain.

Sebagian dari hal tersebut harus dipersiapkan sebaik-baiknya sebelum pengukuran dilaksanakan. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan sebelum melakukan pengukuran waktu dengan menggunakan jam henti (*stopwatch*) pada Gambar 2.4 adalah sebagai berikut:



Gambar 2.4 Langkah-Langkah sistematis dalam Kegiatan Pengukuran Kerja dengan Jam Henti (*Stop Watch Time Study*)
(Sumber: Wignjosoebroto, 1995)

2.6.2 Faktor Penyesuaian (*Rating Factor*)

Bagian yang paling penting dan sulit di dalam pelaksanaan pengukuran kerja adalah kegiatan evaluasi kecepatan atau tempo kerja operator pada saat pengukuran kerja berlangsung. Kecepatan, usaha, tempo atau *performance* kerja semuanya akan menunjukkan kecepatan gerakan operator pada saat bekerja. Aktivitas untuk menilai atau mengevaluasi kecepatan kerja operator ini dikenal sebagai "*Rating Performance*" (Wignjosoebroto, 1995).

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

Untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan, maka hal ini dilakukan dengan mengadakan penyesuaian yaitu dengan mengalikan waktu pengamatan rata-rata (bisa waktu siklus atau waktu untuk tiap-tiap elemen) dengan faktor penyesuaian/*rating* "P".

Guna melaksanakan pekerjaan secara normal maka dianggap bahwa operator tersebut cukup berpengalaman pada saat bekerja melaksanakannya tanpa usaha-usaha yang berlebihan sepanjang hari kerja, menguasai cara kerja yang ditetapkan, dan menunjukkan kesungguhan dalam menjalankan pekerjaannya. Berikut ini akan diuraikan beberapa sistem untuk memberikan *rating* yang umumnya diaplikasikan di dalam aktivitas pengukuran kerja.

1. *Skill* dan *Effort Rating*

Sekitar tahun 1916, Charles E. Bedaux memperkenalkan suatu sistem untuk pembayaran upah atau pengendalian tenaga kerja. Sistem yang diperkenalkan oleh Bedaux ini berdasarkan pengukuran kerja dan waktu baku yang ada dinyatakan dengan angka "Bs". Prosedur pengukuran kerja yang dibuat oleh Bedaux meliputi juga menentukan *rating* terhadap kecakapan

(*skill*) dan usaha-usaha yang ditunjukkan operator pada saat bekerja, disamping juga mempertimbangkan kelonggaran (*allowances*) waktu lainnya. Disini Bedaux menetapkan angka 60 Bs sebagai *performance standard* yang harus dicapai oleh seorang operator. Dengan demikian, yang harus dicapai oleh seorang operator yang bekerja dengan kecepatan yang normal diharapkan akan mampu mencapai angka 60 Bs per jam, dan pemberian insentif dilakukan pada tempo kerja rata-rata sekitar 70-85 Bs per jam.

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

2. *Westing House System's Rating*

Westing house Company (1927) juga ikut memperkenalkan sistem yang dianggap lebih lengkap dibandingkan dengan sistem yang dilaksanakan oleh Bedaux. Disini selain kecakapan (*skill*) dan usaha (*effort*) yang telah dinyatakan oleh Bedaux sebagai faktor yang mempengaruhi *performance* manusia, maka *westing house* menambahkan lagi dengan kondisi kerja (*working condition*) dan *consistency* dari operator dalam melakukan kerja. Untuk ini *westing house* telah berhasil membuat suatu tabel *performance rating* yang berisikan nilai-nilai angka yang berdasarkan tingkatan yang ada untuk masing-masing faktor tersebut. Untuk menormalkan waktu yang ada maka hal ini dilakukan dengan jalan mengalikan waktu yang diperoleh dari pengukuran kerja dengan jumlah keempat *rating* faktor yang dipilih sesuai dengan *performance* yang ditunjukkan oleh operator.

Tabel 2.3 Tabel *Performance Ratings* dengan Sistem *Westing House*

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

(Sumber: Wignjosoebroto, 1995)

3. *Synthetic Rating*

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

$$R = \frac{P}{A}$$

Dimana:

R = *index performance* atau *rating factor*

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

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

4. *Performance Rating* atau *Speed Rating*

Di dalam praktek pengukuran kerja maka metode penerapan *rating performance* kerja operator adalah 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 *performance* kerja normal akan sama dengan 100% atau 1,00. Penetapan besar kecilnya angka akan dilakukan oleh *time study analyst* sendiri, sehingga untuk itu dibutuhkan pengalaman yang cukup di dalam mengevaluasi ataupun menilai *performance* kerja ditunjukkan oleh operator.

Apabila penyimpangan pada saat *time study analyst* dalam mengamati situasi kerja yang memberikan penilaian terhadap *performance* kerja tidak melebihi 5% dari *performance* yang sebenarnya, maka bisa diartikan bahwa *time study analyst* tersebut akan 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. Nilai waktu yang diperoleh disini masih belum bisa ditetapkan sebagai waktu baku untuk penyelesaian suatu operasi kerja, karena faktor-faktor yang berkaitan dengan kelonggaran waktu (*allowance time*) agar operator bisa bekerja dengan sebaik-baiknya masih belum dikaitkan.

2.6.3 Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

Dalam praktek sehari-hari, pengamatan akan dihadapkan pada keadaan bahwa tidaklah mungkin seorang operator mampu bekerja secara terus menerus sepanjang hari tanpa adanya interupsi sama sekali. Terkadang operator akan sering menghentikan kerja dan membutuhkan waktu-waktu khusus untuk berbagai

keperluan seperti *personal needs*, istirahat menghilangkan rasa lelah, dan hambatan-hambatan lain yang tak terhindarkan.

Sehingga faktor kelonggaran disini merupakan bentuk waktu tambahan yang diberikan sebagai kompensasi bagi pekerja atas berbagai keperluan, keterlambatan dan kerugian yang dilakukan oleh operator. Faktor kelonggaran ini bisa diklasifikasikan menjadi *personal allowance*, *delay allowance*, dan *fatigue allowance*. Dalam menilai seberapa besar faktor kelonggaran yang diberikan, menggunakan bantuan tabel persentase kelonggaran berdasarkan faktor yang berpengaruh yang dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Persentase Kelonggaran Berdasarkan Faktor yang Berpengaruh

FAKTOR		KELONGGARAN (%)		
KEBUTUHAN PRIBADI				
<input type="checkbox"/>	Pria	0 - 2.5		
<input type="checkbox"/>	Wanita	2 - 5.0		
KEADAAN LINGKUNGAN				
1	Bersih, Sehat, Tidak Bising		0	
2	Siklus Kerja Berulang - Ulang Antara 5 - 10 Detik		0 - 1	
3	Siklus Kerja Berulang - Ulang Antara 0 - 5 Detik		1 - 3	
4	Sangat Bising		0 - 5	
5	Ada Faktor Penurunan Kualitas		0 - 5	
6	Ada Getaran Lantai		5 - 10	
7	Keadaan Yang Luar Biasa		5 - 10	
TENAGA YANG DIKELUARKAN			PRIA	WANITA
1	Dapat Diabaikan	Tanpa Beban	0	
2	Sangat Ringan	0 - 2.25 Kg	0 - 6	0 - 6
3	Ringan	2.25 - 9 Kg	6 - 7.5	6 - 7.5
4	Sedang	9 - 18 Kg	7.5 - 12	7.5 - 16
5	Berat	18 - 27 Kg	12 - 19	16 - 30
6	Sangat Berat	27 - 50 Kg	19 - 30	
7	Luar Biasa Berat	> 50 Kg	30 - 50	

Tabel 2.4 Persentase Kelonggaran Berdasarkan Faktor yang Berpengaruh (Lanjutan)

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

(Sumber: Sutamaksana, 1979)

2.6.4 Uji Statistik

Uji statistik yang akan dilakukan terhadap data yang telah diperoleh yaitu sebagai berikut:

1. Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang telah diperoleh dari hasil penelitian berdistribusi normal atau tidak. Uji kenormalan data ini dilakukan untuk seluruh sampel hasil pengukuran yang diperoleh dari

hasil penelitian yang dilakukan. Sampel tersebut akan diuji apakah berhipotesis nol yang artinya bahwa sampel tersebut berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau berhipotesis alternatif yang tandingannya yang artinya bahwa sampel tersebut berasal dari populasi yang berdistribusi tidak normal.

Untuk melakukan uji kenormalan data pada penelitian ini, penulis menggunakan bantuan Uji Kolmogorov-Smirnov yang terdapat pada *software* Minitab 17 untuk melakukan pengujiannya. Hasil *output* dari pengujian ini akan menentukan keputusan apakah sampel yang diperoleh tersebut berdistribusi normal atau sebaliknya.

2. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data ini dilakukan untuk mengetahui apakah data yang telah diambil dalam pengamatan kali ini sudah cukup atau belum. Jika setelah dilakukan perhitungan secara statistik ternyata data yang diperoleh belum mencukupi maka harus dilakukan penambahan data kembali. Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam melaksanakan perhitungan uji kecukupan data adalah sebagai berikut:

- a. Mencari nilai rata-rata dari data yang kita dapatkan dengan rumus berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{N}$$

Keterangan : \bar{X} = Nilai rata-rata

N = Jumlah data pengamatan

- b. Menguji kecukupan data dengan menghitung berapa besar nilai N' (dimana pada penelitian kali ini tingkat kepercayaan yang digunakan sebesar 95% dan tingkat ketelitian sebesar 5%) (Sutalaksana, dkk., 1979) menggunakan rumus sebagai berikut:

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

c. Untuk mengetahui apakah data yang kita gunakan sudah mencukupi atau belum, dapat diketahui dengan cara membandingkan nilai N' dengan N dengan ketentuan sebagai berikut:

- 1) Jika $N' < N$: Data dinyatakan sudah cukup
- 2) Jika $N' > N$: Data dinyatakan belum cukup sehingga perlu ditambah lagi

3. Uji Keseragaman Data

Menurut Sतालaksana (1979), tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan adalah pencerminan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur setelah memutuskan tidak melakukan pengukuran yang sangat banyak. Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Sedangkan tingkat kepercayaan menunjukkan besarnya kepercayaan pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian.

Adapun langkah-langkah dalam melakukan pengujian keseragaman data adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan jumlah hasil data keseluruhan yang diperoleh dari pengumpulan data di lapangan.
- b. Mencari nilai \bar{X} dengan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{N}$$

- c. Menghitung standar deviasi dari waktu sebenarnya dengan rumus:

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

- d. Mencari Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB) dengan cara sebagai berikut:

$$BKA = \bar{X} + 3\delta x$$

$$BKB = \bar{X} - 3\delta x$$

- e. Memindahkan data-data yang telah diperoleh ke dalam bentuk grafik dengan batas-batas kontrol yang telah ditetapkan.

Apabila data-data yang diperoleh tersebut terdapat data yang berada diluar batas kontrol, maka data tersebut harus dihilangkan dan dilakukan perhitungan kembali seperti semula karena data yang berada diluar batas kontrol menyebabkan data tidak seragam.

Untuk melakukan uji kenormalan data pada penelitian ini, penulis menggunakan bantuan *software* Minitab 17 untuk melakukan pengujiannya. Hasil *output* dari pengujian ini akan menentukan keputusan apakah sampel yang diperoleh tersebut seragam atau tidak seragam.

2.6.5 Perhitungan Waktu Standar

Waktu standar atau waktu baku adalah lamanya waktu yang diperlukan oleh seorang pekerja terampil untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan dalam kecepatan normal yang disesuaikan dengan faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran yang diberikan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Jika data telah mencukupi syarat $N' < N$, maka tahap perhitungan untuk memperoleh besaran nilai waktu standar pekerjaan adalah sebagai berikut:

1. Waktu Siklus

Waktu siklus atau *cycle time* adalah waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk pada satu stasiun kerja (Purnomo, 2004). Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan elemen-elemen kerja pada umumnya akan sedikit berbeda dari siklus 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. Adapun cara menghitung waktu siklus dengan cara:

$$Ws = \frac{\sum Xi}{N}$$

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. Adapun cara menghitung waktu normal dengan cara:

$$Wn = Ws (1 + Rating Factors)$$

3. Waktu Baku

Waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan (Wignjosoebroto, 1995). Penentuan waktu baku untuk menentukan target produksi ini dilakukan dengan cara pengukuran langsung dengan menggunakan jam henti. Pengukuran dilakukan dikarenakan di dalam melakukan pekerjaan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang tidak dapat dihindari baik faktor dari dalam maupun dari luar perusahaan. Waktu baku didapatkan dengan mengalikan waktu normal dengan kelonggaran (*allowance*). Adapun cara menghitung waktu standar/baku dengan cara:

$$Wb = Wn (1 + Allowance)$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

Tipe data pada penelitian ini menggunakan tipe data kuantitatif. Penelitian kuantitatif dilakukan dengan suatu teori sebagai titik tolaknya atau verifikasi teori yang melandasi perumusan masalah atau pertanyaan, pengembangan hipotesis, pengujian data dan pengambilan keputusan. Kemudian data yang telah ada diolah, dianalisis atau diuji kemudian diambil kesimpulan berdasarkan teori yang telah dipelajari.

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Studi Kepustakaan

Penelitian dengan cara pengumpulan data teoritis dengan mempelajari buku-buku atau ketentuan-ketentuan pedoman yang ada hubungannya dengan topik yang dibahas dalam penelitian ini, termasuk mempelajari pedoman-pedoman yang ada di perusahaan.

2. Penelitian Lapangan

Pengumpulan data dengan cara penelitian langsung terhadap objek yang diteliti dilapangan, yang dilakukan melalui cara atau teknik sebagai berikut:

a. Wawancara (*Interview*)

Yaitu metode pengumpulan data dan informasi dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan secara langsung untuk mendapatkan data-data yang diperlukan kepada responden yang mengetahui dengan jelas permasalahan yang akan dibahas, dalam hal ini evaluasi pemasok.

b. Observasi langsung

Yaitu metode yang dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap obyek yang diteliti untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dan data-data yang akurat. Penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan pengujian hipotesis yang telah dilakukan dan didukung oleh teori-teori

yang berkaitan dengan masalah yang diteliti. Dalam hal ini dilakukan pengamatan dengan menggunakan jam henti (*stopwatch*).

3.2 Jenis-Jenis Data

Jenis-jenis data dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

3.2.1 Data Menurut Sumber Pengambilan

1. Data primer

Yaitu data yang diperoleh langsung tanpa perantara, yang didapat berupa opini secara individual atau kelompok, hasil observasi dan data mengenai segala hal yang berkaitan dengan data waktu siklus dari setiap elemen kerja pada proses produksi. Data primer yang dihasilkan berupa data pengukuran waktu pada proses produksi ban *radial* tipe BT01 dan BT02, serta perhitungan langsung jumlah operator setiap stasiun kerja.

2. Data sekunder

Yaitu data yang diperoleh dari data yang telah diteliti dan dikumpulkan oleh pihak lain yang berkaitan dengan permasalahan ini seperti buku-buku maupun literatur-literatur yang telah ada sebelumnya. Data sekunder yang dikumpulkan dalam observasi ini seperti:

- a. Data umum perusahaan
- b. Jadwal waktu kerja
- c. Target produksi
- d. Jumlah *inventory*
- e. Aliran informasi
- f. Aliran bahan baku

3.2.2 Data Menurut Sumber Pengumpulan

1. Data berkala (*time series*)

Adalah data yang terkumpul dari waktu ke waktu untuk menggambarkan perkembangan suatu kegiatan atau keadaan. Pada penelitian ini menggunakan data berkala (*time series*) pada waktu pengambilannya.

2. Kertas lintang (*cross section*)

Adalah data yang terkumpul pada suatu waktu tertentu untuk memberikan gambaran perkembangan suatu kegiatan atau keadaan pada waktu itu.

3.2.3 Data Menurut Sifat

1. Data kualitatif

Adalah data yang bukan merupakan bilangan, tetapi berupa ciri-ciri, sifat-sifat, keadaan, atau gambaran dari kualitas objek yang diteliti.

2. Data kuantitatif

Adalah data yang berupa bilangan, nilainya bisa berubah-ubah atau bersifat variatif. Pada penelitian ini menggunakan data kuantitatif pada sifat penelitian yang dilakukan.

3.3 Metodologi Pemecahan Masalah

Langkah-langkah dalam metodologi pemecahan masalah ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

3.3.1 Studi Lapangan

Studi lapangan adalah pengumpulan data secara langsung ke lapangan dengan menggunakan teknik pengumpulan data yaitu dengan melakukan wawancara langsung dengan *supervisor* maupun operator di proses produksi ban *radial* tipe BT01 dan BT02, departemen *Industrial Engineering* (IE) dan *Production Planning* (PP) serta melakukan pengamatan langsung. Maksud dari studi lapangan yang dilakukan adalah untuk mengetahui kondisi aktual dan permasalahan yang terjadi secara akurat mengenai pemborosan pada rantai produksi di PT Bridgestone Tire Indonesia.

3.3.2 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan landasan teori yang berguna bagi penelitian yang diperoleh dari beberapa sumber buku dan jurnal. Landasan teori yang digunakan harus dapat membantu penelitian dan memecahkan permasalahan yang sedang dihadapi. Studi pustaka yang diperlukan dalam tugas akhir ini berkaitan dengan *Lean Manufacturing*, *Value Stream Mapping* (VSM), dan pemborosan (*waste*).

3.3.3 Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan sekumpulan pertanyaan yang akan dicari jawabannya melalui pengumpulan data, pengolahan data dan analisis masalah. Perumusan masalah pada penelitian ini berkaitan dengan identifikasi terjadinya pemborosan pada proses produksi ban *radial* tipe BT01 dan BT02, penerapan konsep *lean manufacturing* dengan menggunakan metode *value stream mapping* dan berapa besar peningkatan efisiensi produksi yang terjadi setelah penerapan konsep tersebut serta mencari usulan perbaikan yang dapat diberikan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

3.3.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditetapkan sebagai pedoman, langkah-langkah apa yang akan dilakukan dan data apa saja yang diperlukan agar tujuan akhir pada penelitian yang dilakukan dapat tercapai. Maksud atau tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini harus diuraikan secara spesifik dan jelas. Adapun tujuan pada penelitian ini telah diuraikan pada Bab I dimana penelitian dilakukan di PT Bridgestone Indonesia *plant* Bekasi.

3.3.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Hasil dari data yang sudah dikumpulkan dan diolah akan digunakan untuk memberikan informasi dalam melakukan analisis dan pemecahan masalah. Adapun data yang dikumpulkan telah dijelaskan pada bagian jenis-jenis data.

3.3.6 Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan urutan langkah-langkah yang disusun secara sistematis untuk mengolah data dan informasi yang diperoleh. Adapun tahapannya adalah sebagai berikut:

1. Pengolahan dan Pengujian Data Waktu Siklus

Waktu siklus atau *cycle time* adalah waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk pada satu stasiun kerja. Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan elemen-elemen kerja pada umumnya akan sedikit berbeda dari

siklus ke siklus lainnya, sekalipun operator bekerja pada kecepatan normal atau *uniform*, tiap-tiap elemen dalam siklus yang berbeda tidak selalu bisa diselesaikan dalam waktu yang persis sama. Waktu siklus yang diperoleh perlu diuji keakuratannya melalui tiga tahap, yaitu uji kenormalan, uji keseragaman, dan uji kecukupan data.

2. Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Standar

Waktu siklus yang telah melewati dan dinyatakan lulus pada tahap uji kenormalan, uji keseragaman dan uji kecukupan data maka selanjutnya menghitung waktu normal dan waktu standar. Waktu normal adalah suatu perhitungan yang menambahkan faktor penyesuaian terhadap rata-rata waktu siklus yang diperoleh pada proses sebelumnya sedangkan waktu standar adalah perhitungan yang menambahkan kelonggaran terhadap waktu normal (Sutalaksana, 1979). Waktu yang dihasilkan merupakan waktu tiap-tiap elemen pada masing-masing stasiun kerja.

3. Pemetaan Proses Produksi Dengan *Current State Mapping*

a. Mengidentifikasi aliran informasi dan material.

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

Informasi yang diperlukan untuk masing-masing kategori proses terdiri dari *cycle time*, jumlah produksi, jumlah operator dan *uptime*. Ukuran-ukuran ini akan dimasukkan pada satu *data box* untuk setiap kategori proses.

c. 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. Perhitungan *Process Cycle Efficiency*

PCE adalah tingkat keefisienan dari seluruh proses produksi. Hasil dari perhitungan PCE ini digunakan sebagai acuan apakah tingkat produksi yang berjalan sudah dapat dikatakan efisien apa belum.

5. Pemilihan Alat VSM

Konsep VALSAT digunakan untuk pemilihan *value stream analysis tools*.

3.3.7 Analisis Masalah

Analisis masalah merupakan kegiatan menginterpretasikan hasil dari pengolahan data menjadi informasi yang lebih dapat dimengerti. Analisis masalah diharapkan dapat menjawab tujuan dari penelitian ini. Analisis yang dilakukan meliputi:

1. Analisis *Current State Value Stream Mapping*

Analisis untuk memahami aliran informasi dan material dalam sistem secara keseluruhan.

2. Analisis hasil *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

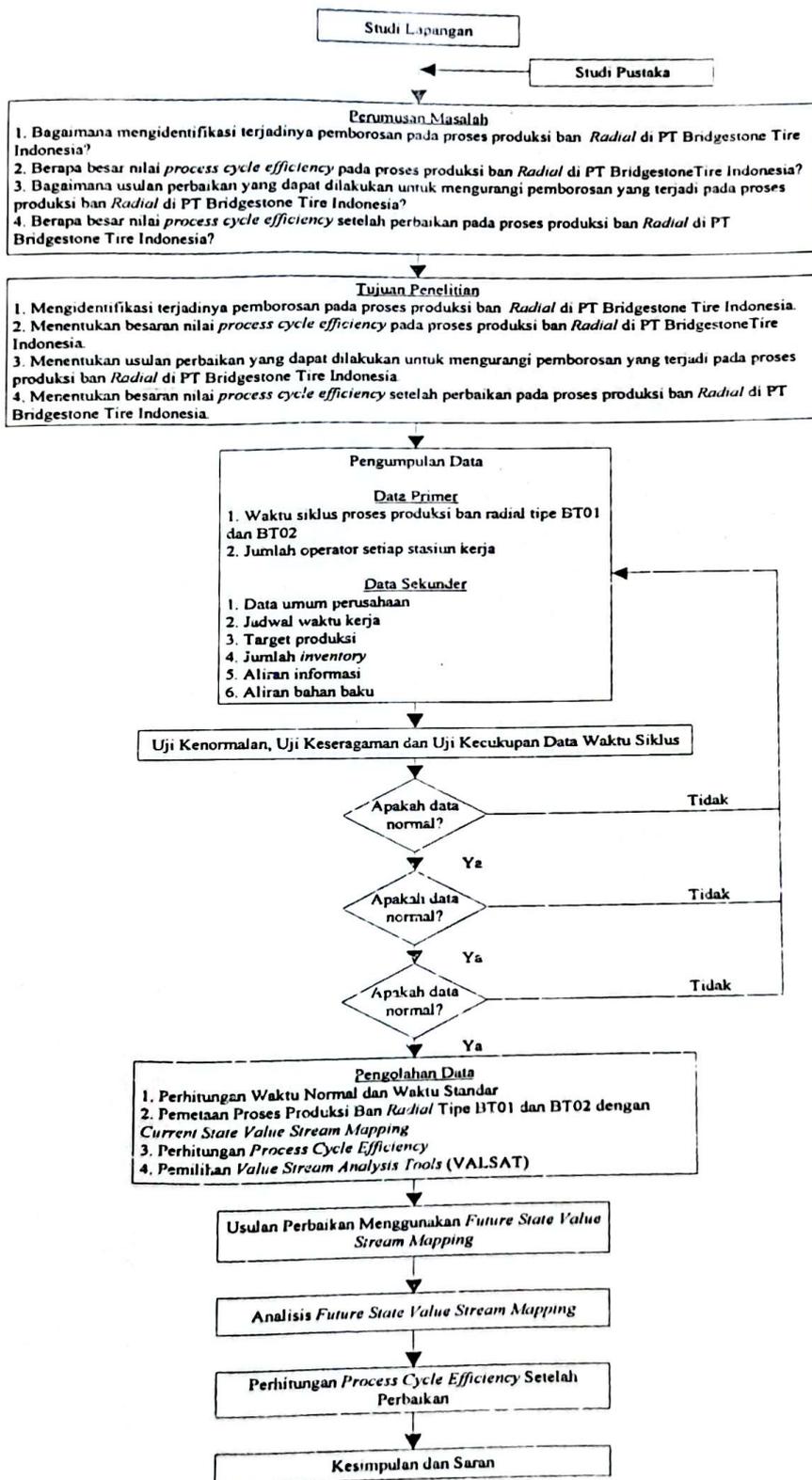
Analisis untuk mengetahui pilihan *value stream mapping tools* yang paling efektif untuk mengurangi pemborosan yang terjadi secara terperinci.

3. Usulan Perbaikan

Memberikan usulan dan gambaran kepada perusahaan tentang metode pengurangan pemborosan.

3.3.8 Kesimpulan dan Saran

Langkah terakhir dari penelitian ini adalah menentukan kesimpulan dan saran. Kesimpulan merupakan jawaban dari perumusan masalah yang ada dapat berupa informasi dan nilai. Saran merupakan usulan yang diberikan untuk perusahaan atau penelitian berikutnya sehingga diharapkan dapat lebih baik dari sebelumnya. Dari penjelasan teknik analisis data sebelumnya dapat dibuat kerangka berfikir untuk pemecahan masalah yang telah disebutkan sebelumnya. Kerangka pemecahan masalah tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Sejarah Umum Perusahaan

PT Bridgestone Tire Indonesia (BSIN) adalah perusahaan “*joint venture*” antara perusahaan swasta Indonesia dan Jepang yang didirikan untuk memasok produk *tire*, *tube*, dan *flap* yang bermutu tinggi baik untuk pelanggan di Indonesia maupun untuk mancanegara. Perusahaan didirikan pada tanggal 8 September 1973, berdasarkan UU Pemerintah Republik Indonesia No.1/1967, tentang penanaman modal asing. Pemegang saham terdiri dari PT Sinar Bersama Makmur, Bridgestone Corporation, dan Mitsui & Co, Ltd. BSIN berdiri diatas area seluas 27,6 Ha untuk *plant* Bekasi dan 37 Ha untuk *plant* Karawang. BSIN kini telah memperluas ekspornya ke Asia Tenggara, Oceania, negara-negara Timur Tengah dan Afrika, yang menghasilkan devisa bagi negara.

Seluruh produk BSIN dirancang dan dikembangkan melalui penelitian yang mendalam, dan pengembangan secara terus-menerus, tidak hanya di Indonesia tetapi juga di Pusat Pengembangan Teknologi Ban di Tokyo, Jepang yang menggunakan teknologi terbaru. Sehingga kualifikasi dan syarat mutu BSIN telah memenuhi standar internasional. Sebagai produsen ban utama di Indonesia, BSIN memiliki berbagai keunggulan, antara lain: jaminan mutu bagi setiap produk Bridgestone, produk-produk sangat inovatif sesuai kebutuhan pelanggan, layanan penjualan yang dekat dengan pelanggan, serta dukungan manajemen dan infrastruktur yang sangat memadai. BSIN telah mendapatkan pengakuan mutu produknya oleh Bridgestone Corporation sehingga mendapat kepercayaan sebagai basis ekspor Bridgestone ke seluruh dunia. Hal ini merupakan dorongan bagi BSIN untuk lebih meningkatkan mutu produk dan kapasitas produksinya. Jaringan pemasaran BSIN mencakup: domestik, penjualan ke agen dan penjualan ke perusahaan perakitan mobil kendaraan (ekspor).

Tabel 4.1 Sejarah Perusahaan

Tahun	Pencapaian
1975	Produksi ban pertama dilakukan di pabrik Bekasi pada tanggal 1 Oktober, yaitu ban truk dan bis.
1976	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pada bulan Januari, produksi dan pemasaran untuk komersial dimulai melalui jalur keagenan di seluruh Indonesia. 2. Pada tanggal 5 Februari perusahaan diresmikan oleh Menteri Perindustrian RI dan Gubernur Provinsi Jawa Barat, berlangsung di Pabrik Bekasi.
1977	Pemasaran pertama ke Perusahaan Perakit Kendaraan Bermotor sebagai <i>Original Equipment</i> .
1979	Produksi pertama ban dengan konstruksi <i>radial</i> yaitu ban <i>radial</i> dengan benang tekstil dengan kembang/ <i>pattern</i> RD 102, ban ini untuk mobil penumpang/sedan.
1980	Perluasan pabrik tahap kedua di Bekasi selesai, sehingga kapasitas produksi juga meningkat.
1982	<ol style="list-style-type: none"> 1. Di bulan Januari dilakukan peresmian Loka Latihan Keterampilan Bridgestone (LLKBS), sebagai sumbangan Bridgestone kepada masyarakat di bidang pendidikan, dengan membantu para lulusan STM menjadi tenaga kerja siap pakai. 2. Pada bulan Juni, ekspor perdana ke New Caledonia, dan kini telah mengekspor ke 71 negara di lima benua.
1994	Perusahaan memperoleh sertifikat Kecelakaan Nihil atau <i>Zero Accident Certificate</i> dari Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia.
1995	Pada bulan Januari perusahaan memperoleh sertifikat mutu ISO 9002 dari <i>Lloyd's Register Quality Assurance Limited</i> , Inggris.
1997	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bulan April dimulai pembangunan pabrik di Karawang Timur, Jawa Barat.

Tabel 4.1 Sejarah Perusahaan (Lanjutan)

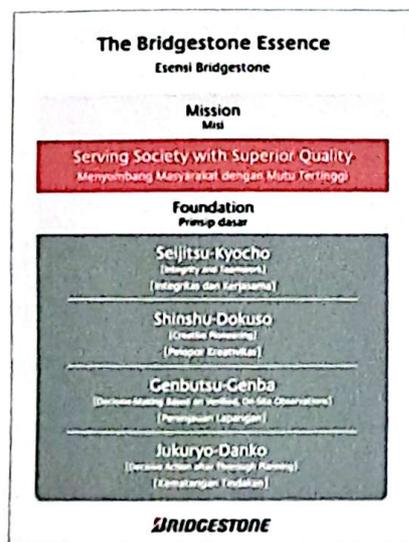
Tahun	Pencapaian
1997	2. Perusahaan memperoleh Akreditasi mutu ISO 9001 & QS 9000.
1999	1. Peresmian pabrik di Karawang pada tanggal 9 September dan peluncuran produk pertama dengan teknologi AQ DONUTS (<i>Advance Quality Driver Oriented New Ultimate Tire Science</i>), yaitu ban radial RE711. 2. Ekspor perdana ke Amerika Serikat.
2000	1. Memperoleh akreditasi mutu ISO 14001. 2. Peresmian <i>Proving Ground</i> (Sirkuit Tes Mutu Ban), sebagai sirkuit tes mutu ban yang pertama di Indonesia dan peluncuran ban Turanza ER60.
2002	Peresmian sebagai salah satu basis ekspor dari Bridgestone Corporation, Japan.
2004	Memperoleh akreditasi mutu ISO/TS-16949.
2005	Peningkatan pengiriman ban <i>radial</i> ke Amerika Serikat, sekaligus sebagai basis distribusi Bridgestone Group.
2008	Peresmian perluasan pabrik di Karawang pada tanggal 28 Oktober dengan memfokuskan produksi ban performa tinggi.
2010	Diresmikan BINEC (Bridgestone Indonesia Education Center).
2011	1. Peresmian <i>Occupational Health & Safety Management System (OHSAS) & Awareness (OHSAS dan Kesadaran)</i> . 2. Sertifikasi rekomendasi dari LRQA (<i>Lloyd's Register Quality Assurance</i>).
2012	Sertifikasi dan Adopsi <i>Occupational & Safety Management System 2007 (OHSAS:2007)</i>

(Sumber: PT. Bridgestone Tire Indonesia)

4.1.2 Misi dan Kebijakan

Misi Grup Bridgestone didasarkan pada kata-kata pendirinya: “*Menyumbang Masyarakat dengan Mutu Tertinggi*”.

Untuk memenuhi misi ini, Grup Bridgestone telah menggunakan konsep “dasar” untuk menunjukkan komitmen yang berkesinambungan dari karyawan untuk memberikan kepada pelanggan produk dan jasa untuk melayani masyarakat dimana Bridgestone melakukan bisnis. “Esensi Bridgestone” terdiri dari kata-kata, budaya perusahaan yang terintegrasi dan keragaman kita bahwa perusahaan saat ini telah mewarisi dan rasa berbagi nilai-nilai yang dapat dianut oleh karyawan Bridgestone di Indonesia.



Gambar 4.1 Esensi Bridgestone

(Sumber: PT. Bridgestone Tire Indonesia)

Grup Bridgestone bercita-cita untuk menawarkan yang terbaik bagi pelanggan dan untuk masyarakat, tidak hanya dalam hal produk, layanan dan teknologi, tetapi juga dalam semua kegiatan perusahaan. Komitmen terhadap kualitas bukan berasal dari keinginan mendapat keuntungan semata, tetapi timbul dari semangat untuk meningkatkan keselamatan dan kehidupan yang nyaman dalam segala aspek bagi semua orang di seluruh dunia. Melalui misi, perusahaan berusaha untuk menjadi yang dipercaya oleh semua orang di dunia, sebuah perusahaan dimana semua orang bisa berbangga.

1. *Seijitsu-Kyocho* (Integritas dan Kerjasama)

Seijitsu-Kyocho adalah berpegang pada ketulusan hati dalam menjalankan pekerjaan, menghadapi orang lain, dan berpartisipasi dalam masyarakat, serta mendorong kerjasama tim dengan tetap mengedepankan rasa saling menghargai dan menghormati keragaman keterampilan, perspektif, pengalaman, jenis kelamin, dan ras. Dengan hal tersebut dapat diciptakan hasil yang positif.

2. *Shinshu-Dokusho* (Pelopor Kreativitas)

Shinshu-Dokusho adalah mengetahui dan memahami yang terjadi di dunia dari sudut pandang pelanggan sehingga dapat mengantisipasi apa yang akan terjadi dimasa yang akan datang. Berdasarkan hal tersebut diatas, perusahaan harus proaktif dalam menciptakan beragam kreasi yang lebih bermanfaat bagi masyarakat. Perusahaan harus mencari dan menciptakan peluang pasar baru di dunia dengan metode sendiri yang unik.

3. *Genbutsu-Genba* (Peninjauan Lapangan)

Genbutsu-Genba adalah melangkah ke lapangan dan memastikan kenyataan dengan mata kepala sendiri. Dengan tidak merasa puas dengan kondisi yang ada, perusahaan harus membandingkannya dengan “kondisi yang ideal” dan membuat keputusan yang tepat untuk mencapai kondisi yang terbaik.

4. *Jukuryo-Danko* (Kematangan Tindakan)

Jukuryo-Danko adalah pemikiran yang dalam tentang segala kemungkinan pada beragam situasi untuk mengambil tindakan. Serta menentukan arah yang harus ditempuh, setelah mengidentifikasi intisarinnya. Hal tersebut dilakukan dengan kecepatan dan daya tahan yang kuat.

Kebijakan dasar perusahaan PT. Bridgestone Tire Indonesia yaitu sebagai berikut:

1. Perusahaan mengetahui dengan cepat setiap gejala perubahan tentang produk yang dibutuhkan dipasar dengan mengecek segera ke lapangan.
2. Perusahaan mengembangkan teknologi baru sesuai dengan permintaan pasar.

3. Perusahaan memenuhi kebutuhan pasar dengan menyuplai produk dengan tepat waktu.
4. Perusahaan membentuk sistem pengontrolan mutu produk guna menjaga agar mutunya tetap tinggi sebagai jaminan kepuasan pelanggan.
5. Perusahaan membentuk program pendidikan dan pelatihan bagi karyawan.

4.1.3 Ketenagakerjaan

Tenaga kerja menjadi salah satu faktor penting dalam menunjang keberhasilan rencana perusahaan. Demi menunjang hal tersebut, maka perlu dibuat sebuah aturan kerja yang mampu mengendalikan tenaga kerja yang jumlahnya sangat banyak dan variatif tersebut agar apa yang sudah direncanakan dapat benar-benar terwujud. Jumlah tenaga kerja total yang ada di PT Bridgestone Tire Indonesia yaitu untuk tenaga kerja lokal berjumlah 3.324 orang dan tenaga kerja asing berjumlah 13 orang.

Sesuai dengan Kesepakatan Kerja Bersama, pengaturan jam kerja di PT Bridgestone Tire Indonesia, Bab IV pasal 19 mengenai pengaturan jam kerja, maka jam kerja dibagi menjadi dua, yaitu waktu kerja biasa (*non shift*) dan waktu kerja bergilir (sistem *shift*), dengan pengaturan sebagai berikut:

Tabel 4.2 Waktu Kerja Biasa (*non shift*)

Hari	Jam Kerja	Jam Istirahat
Senin - Jumat	08.00 – 16.45 WIB	12.00 – 13.00 WIB

(Sumber: PT. Bridgestone Tire Indonesia)

Sedangkan waktu kerja sistem *shift* berlaku bagi pekerja yang bekerja di bagian produksi, yang diatur setiap 8 jam kerja. Namun untuk *shift* yang bekerja pada malam hari ditetapkan 7 jam kerja. Pengaturan *shift* ditetapkan sebagai berikut:

Tabel 4.3 Waktu Kerja Bergilir (*shift*)

Shift	Jam Kerja	Jam Istirahat
I	08.00 – 16.10 WIB	12.00 – 13.00 WIB
II	16.00 – 00.10 WIB	20.00 – 21.00 WIB
III	00.00 – 08.10 WIB	04.00 – 05.00 WIB

(Sumber: PT. Bridgestone Tire Indonesia)

4.1.4 Jenis Produk

Kebutuhan dan permintaan konsumen untuk PT Bridgestone Tire Indonesia dipenuhi dengan memproduksi berbagai jenis ban, seperti ban kendaraan penumpang, ban komersial (truk, truk ringan, bus dan minibus), ban untuk keperluan industri, ban untuk keperluan pertanian dan untuk pemakaian di medan yang berat. Untuk penggunaan ban kendaraan penumpang truk ringan dan minibus, PT BSIN menyuplai ban *radial* dengan konstruksi *steel belt* dan *textile belt* selain dari produk ban biasa. Agar dapat memenuhi keinginan konsumen yang berbeda-beda pada ban *radial* tersebut, BSIN membuat bermacam-macam jenis ban dengan performa tinggi dari seri 80 sampai yang *low profile* yaitu seri 50 yang dirancang dengan teknologi baru.

BSIN memproduksi produk ban untuk kecepatan 0-200 km/jam (Bekasi *plant*) dan 0-400 km/jam (Karawang *plant*). Beberapa produk dari BSIN yaitu sebagai berikut:

1. *Passanger: Premium* (Potenza), *High Performance* (Sports Tourer), *Comfort and Silent* (Turanza), dan *Standard (B250)/Eco Products*. Adapun contoh produk ban untuk *passanger* ditunjukkan pada Gambar 4.2 sebagai berikut.



Gambar 4.2 Ban Untuk *Passanger*

(Sumber: PT Bridgestone Tire Indonesia)

2. BSIN memiliki produk ban yang ramah lingkungan, yaitu *Ecopia*. *Ecopia* merupakan ban hemat bahan bakar dan peduli lingkungan. Produk ini dapat mengurangi gas buang (CO_2) melalui penggunaan ban. Upaya mengurangi gas buang (CO_2) yang dihasilkan kendaraan bermotor dengan cara mengefisienkan bahan bakar. Semakin rendah hambatan gulir ban maka semakin efisien konsumsi bahan bakarnya. Performa ramah lingkungan

terlihat dari semakin rendah hambatan gulir, semakin rendah pula konsumsi bahan bakar. Teknologi inovatif pada bahan baku dan proses produksi pembuatan ban sebagai performa keselamatan, yaitu performa pengereman yang tinggi di jalan basah. *Ecopia* merupakan ban generasi baru yang memiliki dua keunggulan tersebut.

3. *Light Truck and Van:*
 - a. *Light Van Radial Tire:* Bison B-623
 - b. *Light Truck Bias Tire:* *Mighty Rib A MRA, Mighty Rib D MRD, Mighty Rib N MRN, Mighty Rib E MRE, Super Mighty Rib, Jeep Service, dan U-Lug 2.*
4. Produk 4x4: *Bridgestone Dueler All Terrain (Dueler A/T694)* dan *Bridgestone Dueler Highway Luxury (Dueler H/L683)*. *Bridgestone Dueler Highway Performance (Dueler H/P680)*, *Bridgestone Dueler Highway Terrain (Dueler H/T470, Dueler H/T840, Dueler H/T684), Dueler H/T689 dan Dueler H/T687)*, dan *Bridgestone Dueler Mud Terrain (Dueler M/T673)*.
5. *Truck and Bus: Truck and bus bias tire :* E-Miler Super-A / FMSA, V-LUG / VLGN, D-MILER SUPER / DMS, E-MILER SUPER PREMIUM / EMSP, E-MILER LONG SERVICE / EMLS, ULN, UTB, dan UTJ.
6. *Truck ad Bus Radial Tire:* R150, R187, L317, G611, dan R250.
7. *Industrial:* J-LUG dan U-LUG.
8. *Cultural: Farm Service Lug M dan Farm Service Rib A.*
9. *Off Road: Fast Trip/FG.*

Dilihat dari bagian-bagiannya, ban dapat diklasifikasikan menjadi lima bagian yang memiliki fungsi utama yaitu sebagai berikut:

1. *Carcass*

Carcass ada didalam ban. Fungsinya menahan berat, goncangan, tumbukan dan tekanan angin. *Carcass* dibuat dari lembaran-lembaran *ply cords*. Karet yang membungkus/menutupi/melapisi *cord* tidak hanya melindungi dari kerusakan luar, tetapi juga mencegah geseran diantara *cords*.

2. *Tread*

Tread merupakan kulit luar dari ban, melindungi *carcass* dari keausan dan kerusakan lain-lain. Bagian dimana *tread* berhubungan langsung dengan permukaan jalan disebut "*Crown*". Bagian samping dari ban disebut "*Side Wall*" dan daerah pertemuannya dengan *tread* disebut "*Shoulder*". Pertemuan *crown* mempunyai bermacam-macam "*Pattern*". Alur-alur yang dibuat pada permukaan ban disebut "*Groove*" atau "*Non-Skid*".

Dalamnya alur tersebut dinamakan "*Non Skid Depth*", bagian dibawah *groove* (tidak termasuk tebal *cord*) dinamakan "*Skin Base*". Bagian *side wall* dinamakan "*Flexing Area*" karena menerima sejumlah besar tekanan dan tarikan selama ban digunakan. *Shoulder* juga dinamakan "*Buttress*" dan merupakan bagian yang menyangga *crown*. Daerah ini mempunyai konsentrasi karet yang paling tebal dan disini juga dibuat alur (*groove*) untuk mengeluarkan/melepaskan panas.

3. *Breaker*

Cord yang digunakan didalam *carcass* dapat menjadi rusak karena tumbukan-tumbukan di jalan, seperti lubang-lubang, batu dan lain-lain. Jadi yang dinamakan "*Breaker*" ditempatkan diantara *tread* dan *carcass* dengan maksud sebagai peredam guncangan/tumbukan. Sebagai tambahan, untuk mencegah "*separation*" (pemisahan) dan untuk mengurangi perubahan tiba-tiba dari elastisitas, selembur karet disisipkan diantara *carcass* dan *breaker* agar berfungsi sebagai *cushion* (bantalan).

4. *Bead*

Bead berfungsi untuk menahan kedua ujung dari *cord*, menjamin pemasangan yang kuat dari ban ke *rim* (pelek). "*Bead Wire*" (kawat *bead*) adalah cincin yang terbuat dari kawat baja dengan kadar karbon yang tinggi. *Flipper* menutup/membungkus *bead wire* dan didalamnya terisi "*Bead Filler*", karet keras yang berbentuk segitiga (*Apex Rubber*). Bagian ujung yang berhubungan dengan pelek dan lebih dekat dengan pusat ban dinamakan "*Bead Toe*". Bagian yang berhubungan dengan *flens* dari pelek dinamakan

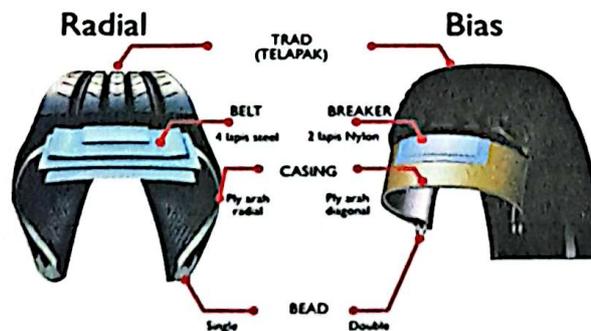
“*Bead Heel*”. Bagian luar dari daerah *bead* dilapisi oleh semacam *ply cord* (yang sudah dilapisi karet), dinamakan “*Chafer*”.

5. *Ply Rating*

Berlembar-lembar *ply cord* yaitu gambar irisan dari ban. Dahulu ketika benang kapas (*cotton cords*) digunakan sebagai bahan utama dari *carcass*, jumlah lembaran *ply cord* yang sebenarnya digunakan untuk menunjukkan kekuatan ban. Kemudian bahan benang (*cord*) telah mendapat kemajuan. Sebagai contoh, empat lembar benang *nylon* mempunyai kekuatan yang sama dengan enam lembar benang kapas.

Perkataan “*Ply Rating*” digunakan untuk menunjukkan beban maksimum yang diijinkan untuk penggunaan spesifik dari ban yang bersangkutan. Jadi PR adalah suatu *index* dari kekuatan ban dan bukanlah menyatakan jumlah *ply* yang sebenarnya.

Ban pada dasarnya dapat diklasifikasikan menjadi dua struktur yaitu struktur *bias* dan struktur *radial*. Kedua ban tersebut memiliki perbedaan mendasar yang terletak pada susunan benang yang mengikat, perbedaan detailnya sebagai berikut:



Gambar 4.3 Perbedaan ban *Bias* dan ban *Radial*

(sumber: PT. Bridgestone Tire Indonesia)

1. Struktur *Bias*

Ban dengan struktur *bias* adalah yang paling banyak dipakai. Dibuat dari banyak lembar *cord* yang digunakan sebagai rangka (*frame*) dari ban. *Cord* ditenun dengan cara zig-zag membentuk sudut 40° sampai 65° sudut keliling lingkaran ban.

2. Struktur *Radial*

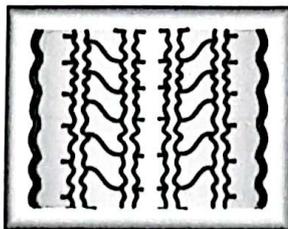
Untuk ban *radial*, konstruksi *carcass cord* membentuk sudut 90° sudut terhadap keliling lingkaran ban. Jadi dilihat dari samping konstruksi *cord* adalah dalam arah *radial* terhadap pusat atau *crow*n dari ban. Bagian dari ban yang berhubungan langsung dengan permukaan jalan diperkuat oleh semacam sabuk pengikat yang dinamakan “*Breaker*” atau “*Belt*”. Ban jenis ini hanya menderita sedikit deformasi dalam bentuknya dari gaya sentrifugal, walaupun pada kecepatan tinggi. Ban *radial* ini juga mempunyai “*Rolling Resistance*” yang kecil.

3. Struktur *Belted Bias*

Struktur *belted bias* belakangan ini telah mendapat banyak perhatian. Sebagai tambahan dari struktur *bias* yang biasa, suatu “*Belt*” seperti sabuk pengikat yang digunakan dalam struktur *radial* dipasang pada keliling luar dari *carcass*. Dengan demikian menambah/menaikkan kekerasan (*hardness*) dari bagian ban yang berhubungan dengan jalan. Bridgestone sekarang menjual ban jenis ini dengan nama (*brand name*) “*Belt Flex*”.

Pada setiap ban yang diproduksi memiliki jenis dan sifat pola telapak ban serta tujuan dari penggunaan ban tersebut, diantaranya yaitu:

1. Pola telapak ban RIB

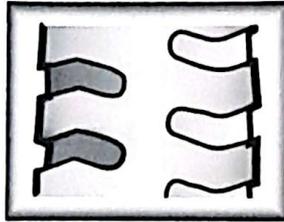


Gambar 4.4 Pola ban RIB

(Sumber: PT. Bridgestone Tire Indonesia)

Alur semacam ini dibuat agar dapat mengalirkan air apabila berjalan pada permukaan basah sehingga dapat terhindar dari kemungkinan selip samping. Selain itu sifat telapak ban RIB lainnya seperti dapat tahan terhadap gesekan kecil, stabilitas pengendalian baik, kenyamanan baik dan tidak berisik.

2. Pola telapak ban LUG

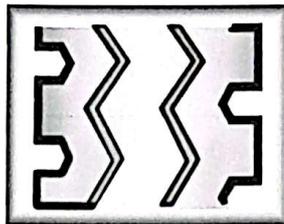


Gambar 4.5 Pola ban LUG

(Sumber: PT. Bridgestone Tire Indonesia)

Alur melintang pada telapak ban dibuat untuk traksi agar ban dapat tetap bergerak pada permukaan jalan tanah/lumpur untuk menghindari slip. Selain itu tipe ban LUG juga memiliki daya tarik pengereman dan daya cengkram yang baik.

3. Pola telapak ban RIB dan LUG

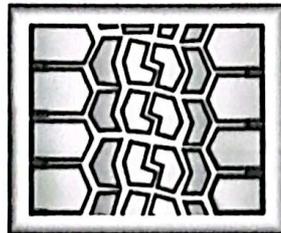


Gambar 4.6 Pola ban RIB dan LUG

(Sumber: PT. Bridgestone Tire Indonesia)

Tujuan pembuatan alur ini adalah untuk memperoleh manfaat kedua macam pola telapak, baik RIB maupun LUG. Dipakai untuk jalan berbatu, jalan tanah yang lunak dan jalan aspal tidak rata.

4. Pola telapak ban *Block*



Gambar 4.7 Pola ban Block

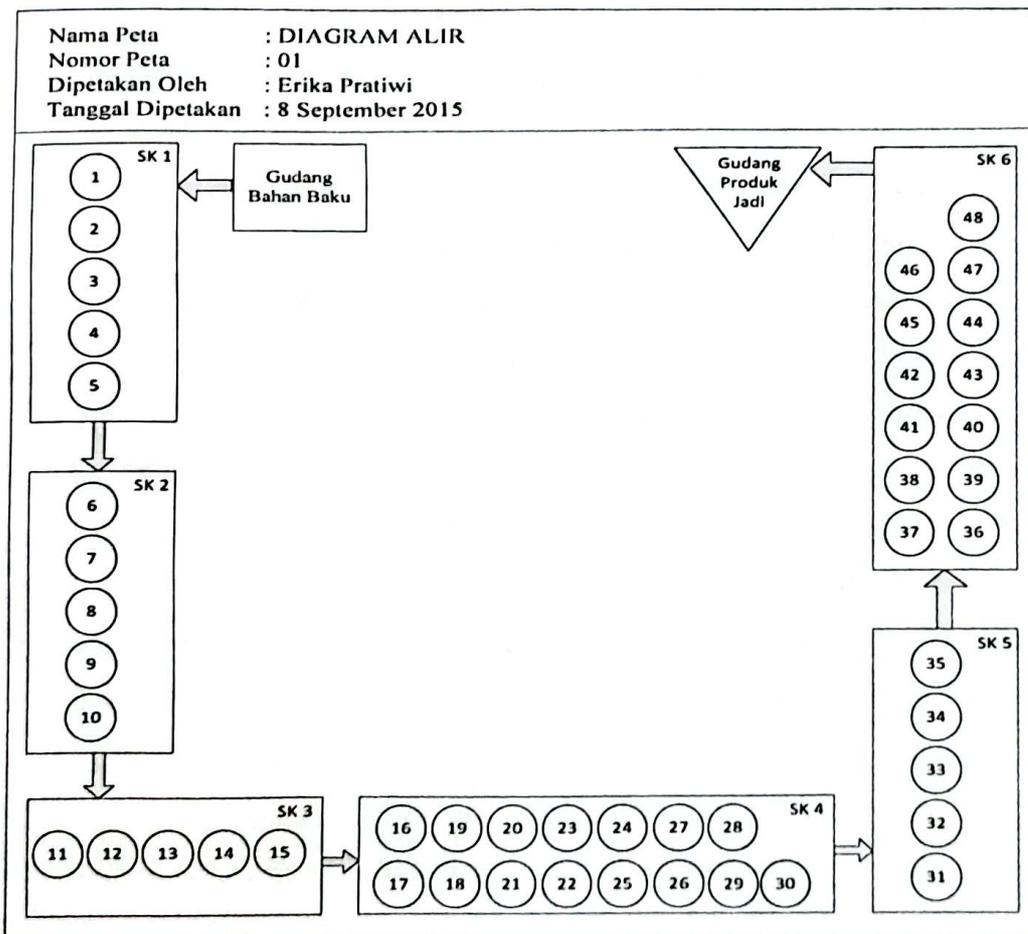
(Sumber: PT. Bridgestone Tire Indonesia)

Pola telapak block mempunyai sifat dan manfaat seperti pola telapak RIB dan LUG tersebut, dapat dipakai untuk segala medan. *Tracking* dan *braking*

power baik sehingga *performance* ban juga baik serta pengendalian pada jalan tanah maupun jalan aspal cukup baik.

4.1.5 Gambaran Umum Proses Produksi Ban *Radial*

Secara umum, proses produksi ban *Radial* pada PT Bridgestone Tire Indonesia tampak pada Gambar 4.8 sebagai berikut.



Gambar 4.8 Diagram Alir Proses Produksi Ban *Radial*

(Sumber: PT. Bridgestone Tire Indonesia)

Adapun uraian dari proses produksi ban *radial* diatas adalah sebagai berikut:

1. Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan di PT Bridgestone Tire Indonesia dapat dibedakan menjadi dua bagian besar, yaitu bahan baku utama dan bahan baku tambahan atau bahan pendukung. Bahan baku utama yang digunakan dalam memproduksi ban terdiri dari delapan bagian besar, yaitu *natural rubber*,

synthetic rubber, carbon, bead wire, tube valve, bead tipe, tire cord dan bahan kimia lainnya.

Sebagian besar bahan baku utama yang digunakan berasal dari luar negeri sebesar 70% dan sisanya dipenuhi dari dalam negeri. Untuk menjamin mutu dari bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi, setiap jenis bahan baku mempunyai batas waktu penggunaan (*nichigen*). Setiap penggunaan bahan baku yang selanjutnya akan diproses kualitas maupun kuantitasnya harus terjamin baik.

Metode yang digunakan dalam pengaturan bahan baku dari gudang bahan baku (*Raw Material House*) menggunakan sistem FIFO. Dalam sistem ini, setiap bahan baku yang pertama masuk maka keluar pertama untuk diproduksi agar mencegah bahan melewati batas waktu kadaluarsa (*overnichigen*). Pengaturan bahan baku juga menggunakan sistem Kanban yaitu berdasarkan pada nomor urut, dimana pada setiap bahan diberi nomor urut yang dicat pada lantai dan rak sesuai dengan tahapan produksi. Penggunaan kanban bertujuan untuk memudahkan karyawan dalam mengetahui bahan mana yang harus dikeluarkan terlebih dahulu dari gudang yang selanjutnya akan didistribusikan ke bagian produksi sehingga karyawan dapat bekerja secara efektif dan efisien.

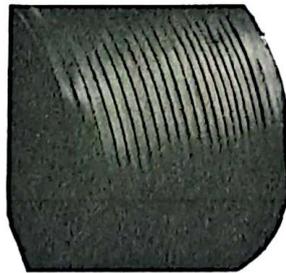
Karet yang digunakan dalam proses produksi terdiri dari karet alam dan karet sintetis. Untuk memenuhi kebutuhan bahan baku karet alam, PT Bridgestone Tire Indonesia membeli bahan baku tersebut dari beberapa pemasok yang berasal dari dalam negeri, yaitu PT Bersatu Abadi, PT Ciluar Jaya, PT Wilson TP, PT Sinar Bersama Makmur, dan PT Bitung Agung. Sedangkan pemasok yang berasal dari luar negeri, yaitu Exxon Mobil Chemical, Shen Hua Chemical, Asahi Metal Industry, Kore KumHo, LG Chem Daesan, BST Elastomers, JSR Corporation dan Lanxess Rubber.

Satu tahap akhir yang terpenting pada proses produkso adalah kualitas produknya. Untuk mengatur dan membuat sistem standar (manusia, mesin, maupun teknologi) agar hasil produksi sesuai dengan kualitas yang

diinginkan konsumen, perlu adanya jaminan kualitas dan pengawasan mutu yang ditangani oleh bagian *Quality Assurance*.

2. *Banbury*

Proses awal produksi adalah *mixing (Banbury)* yang merupakan proses pencampuran *natural rubber* dan *synthetic rubber* dengan *ingredient* yang sebelumnya sudah ditimbang sesuai dengan spesifikasi produk yang ingin dibentuk. Kemudian diberikan tambahan *carbon* dan oli pada saat material tersebut masuk ke dalam mesin *banbury* disana terjadi pelumatan material. Dalam mesin tersebut terdapat alat yang berfungsi untuk menggiling campuran menjadi lapisan yang disebut *compound* yang terdapat pada Gambar 4.9. Sebelum *compound* tersebut disusun pada rak, terlebih dahulu melewati proses pendinginan dan diberi cairan *adhesive* (proses *dusting*) agar *compound* tersebut tidak lengket ketika digulung pada saat *booking*. Pada Gambar 4.8 Diagram Alir diatas ditunjukkan pada stasiun kerja 1.



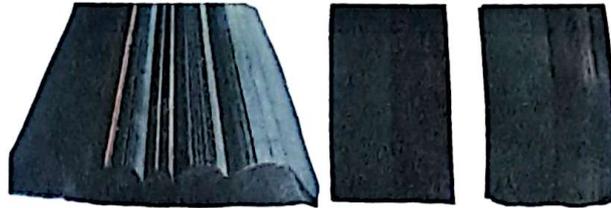
Gambar 4.9 *Compound* Dalam Bentuk Utuh

(Sumber: PT. Bridgestone Tire Indonesia)

3. *Extruding*

Extruding merupakan proses ekstruksi *compound* untuk menghasilkan *side tread*, *top tread filler*, *green flap* dan *green tube*. *Side wall* merupakan salah satu bagian ban yang berfungsi sebagai pelindung terhadap benturan dari arah samping atau serempetan, bahan untuk menambah fleksibilitas ban, lapisan karet pembungkus *carcass* dari *shoulder area* ke *rim cushion* dan *bead area*, berfungsi untuk *fashion* jika dihias dengan *white ribbon* atau *white letter*, penahan tekukan untuk beban berat, daya tahan lama dan tahan retakan dan juga berfungsi untuk kekerasan dan keempukan *radial*. Pada proses produksi pembuatan ban *radial plant* Bekasi, *output* dari proses *extruder* disuplai

langsung dari *plant* Karawang, sehingga tahap *extruder* pada *plant* Bekasi tidak dijelaskan. Adapun hasil dari proses *extruder* terlihat pada Gambar 4.10.

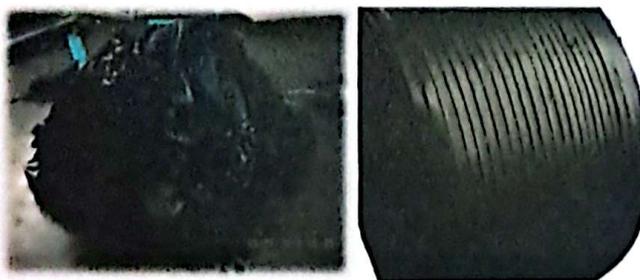


Gambar 4.10 *Tread* Dan *Side Tread*

(Sumber: PT. Bridgestone Tire Indonesia)

4. *Calender*

Proses lain adalah untuk pembuatan material *ply* dan *steel belt*, *JLB & cap ply*. Aplikasi tersebut dibentuk oleh mesin *calender* dengan bahan dasar benang (*polyster* dan *nylon*) juga *steel cord*. *Calender* merupakan proses *coaring* (melapisi) material *cord*, *canvas*, dan *wire* dengan *compound* sehingga menghasilkan *coated cord* atau *coated steel*. Pada proses ini benang dilapisi oleh karet lalu di *cutting* sesuai dengan proses. *Polyster* maupun *nylon* yang akan diproses, sebelumnya harus melalui proses pelebaran terlebih dahulu agar material tersebut terbuka untuk kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 160°C agar pada saat diberikan *compound* dan bahan-bahan seperti *polyster*, *nylon*, dan *steel cord* dapat merekat dengan sempurna. Pada proses produksi pembuatan ban *radial plant* Bekasi, *output* dari proses *calender* disuplai langsung dari *plant* Karawang, sehingga tahap *calender* pada *plant* Bekasi tidak dijelaskan. Adapun hasil dari proses *calender* terlihat pada Gambar 4.11. berikut ini.



Gambar 4.11 *JLB (Cap Ply)* Dan *JLB* Bentuk Utuh

(Sumber: PT. Bridgestone Tire Indonesia)

5. *Beading*

Di bagian lain ada pembuatan *bead wire* yaitu melapisi kawat baja dengan karet. Proses pelapisan dilakukan dengan mesin *extruder* yang selanjutnya didinginkan dengan *puller drum*. Setelah itu dilakukan penstabilan dengan *feston*. Proses ini berjalan otomatis mulai dari persiapan *compound* hingga *winding*. Ketika *bead wire* keluar dari mesin, sudah berbentuk lingkaran sesuai dengan ukuran *rim* dan siap untuk di *booking*. Pada saat *booking*, *bead* ditumpuk sebanyak dua buah dengan dilapisi oleh *covering* agar kedua *bead* tersebut tidak saling menempel.

6. *Cutting*

Proses *cutting* ini merupakan proses lanjutan dari mesin *calender*, hasil akhir dari proses ini biasa disebut dengan *ply* atau *cap ply*. *Ply* merupakan lembaran material yang terdiri dari *polyster*, *nylon*, dan *compound* yang telah diproses sebelumnya dalam bentuk gulungan panjang yang kemudian dipotong-potong untuk merubah arah atau sudut benang dari 0° menjadi 90° . *Ply* berfungsi sebagai *carcass* atau kerangka untuk menahan, membentuk sistem suspensi dan beban ban. Sedangkan *cap ply* merupakan lembaran material yang terdiri dari *nylon* dan *compound* yang dipotong-potong menjadi beberapa bagian di mesin TTO. *Cap ply* berfungsi sebagai bahan untuk mempertahankan bundar ban waktu berjalan, meredam suara bising dan *steel belt*, dan membuat nyaman. Setelah itu melewati proses *cooling* dimana *ply* membutuhkan suhu normal sebelum akhirnya di *booking*. Adapun hasil dari proses *cutting* berupa *carcass* tampak pada Gambar 4.12 sebagai berikut.



Gambar 4.12 *Carcass*

(Sumber: PT. Bridgestone Tire Indonesia)

7. *Building*

Kemudian sampailah pada tahap perakitan semua komponen-komponen aplikasi yang telah dibuat pada proses semi manufaktur. Semua komponen seperti rakitan *bead*, lembaran *ply* yang telah dipotong dengan sudut 90°, *steel belt*, *inner liner*, *tread* dan *side wall* semua dirakit menjadi satu kesatuan utuh sebagai bagian dari ban setengah jadi atau biasa disebut dengan *Green Tire* (GT). Proses perakitan (*Tire Building*) terdiri dari dua tahap, tahap pertama sering disebut dengan istilah *first stage* yang kemudian menghasilkan produk berupa *carcass*, kemudian *carcass* diproses kembali dituhup kedua atau *second stage* dengan menambahkan *steel belt*, *cap ply* dan *tread* menjadi GT. Tahap ini dilakukan dengan menggunakan mesin yang dioperasikan oleh satu operator di masing-masing tahap. Adapun gambar dari *green tire* dapat dilihat pada gambar 4.13 sebagai berikut.



Gambar 4.13 *Green Tire*

(Sumber: PT. Bridgestone Tire Indonesia)

8. *Curing*

Proses selanjutnya adalah tahap akhir dari proses pembentukan ban. GT yang dihasilkan dari proses perakitan kemudian dikirim ke area *curing* untuk dimasak. Proses *curing* sendiri terdiri dari beberapa tahap. Pertama GT datang dari bagian perakitan, sebelum masuk ke proses *curing*, GT harus diperiksa terlebih dahulu untuk menghindari adanya cacat pada GT. Setelah GT selesai diperiksa kemudian dilakukan proses *painting chem trend* yaitu pengolesan cairan *tire lubricant* pada bagian dalam GT yang bertujuan agar GT tidak menempel di bagian karet *bladder* pada saat proses *curing* berlangsung. Kemudian GT dikirim ke masing-masing operator untuk diproses di mesin *press curing*. Proses *curing* sendiri merupakan pemasakan atau vulkanisasi yaitu penyatuan polimer (*rubber*) dengan *carbon black* atau

sulphur dengan dibantu oleh persenyawaan bahan kimia untuk mendapatkan beberapa karakteristik *compound* yang diperlukan dari bagian-bagian ban. Proses *curing* (pemasakan) ini membutuhkan suhu panas dan sejumlah tekanan *steam* yang sangat tinggi, GT akan ditempatkan pada cetakan ban (*mold*) dengan temperatur sesuai dengan yang diinginkan untuk produksi. Setelah cetakan tertutup, GT akan melebut ke dalam cetakan *tread* dan *side wall*. Cetakan tersebut tidak dapat dibuka sampai proses *curing* selesai secara keseluruhan. Setelah proses pemasakan selesai, *mold* akan terbuka secara otomatis. Ban yang sudah jadi akan jatuh dan masuk ke dalam *conveyor* untuk kemudian sampai di bagian pemeriksaan (*finishing*).

9. *Final Inspection*

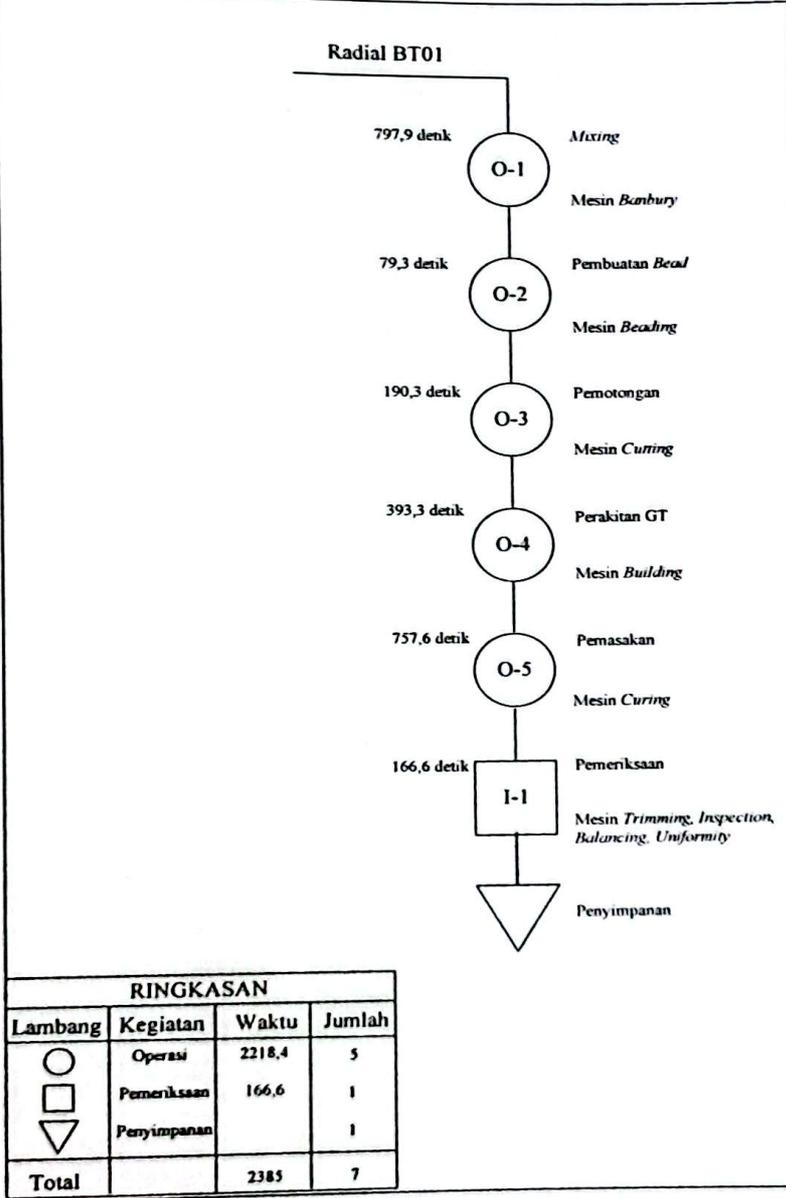
Setelah selesai, ban diperiksa secara visual apakah ada cacar atau tidak. Proses ini tentu saja tidak menggunakan mesin, jadi ketelitian pekerja sangat dibutuhkan. Untuk ban yang belum halus, dilakukan *trimming* yaitu pemotongan rambut-rambut halus (*hamidashi*). Selain visual, kontrol juga dilakukan dengan pemeriksaan *balance* dan menggunakan sinar X. Ban tidak mungkin bisa 100% *balance* seperti pelek, namun ada batasannya. Jika melebihi batas, berarti ada kesalahan pada proses produksi. Selain itu, BSIN juga memiliki laboratorium untuk memeriksa sampel ban yang diambil secara acak demi menjaga mutu produk.

10. *Packaging*

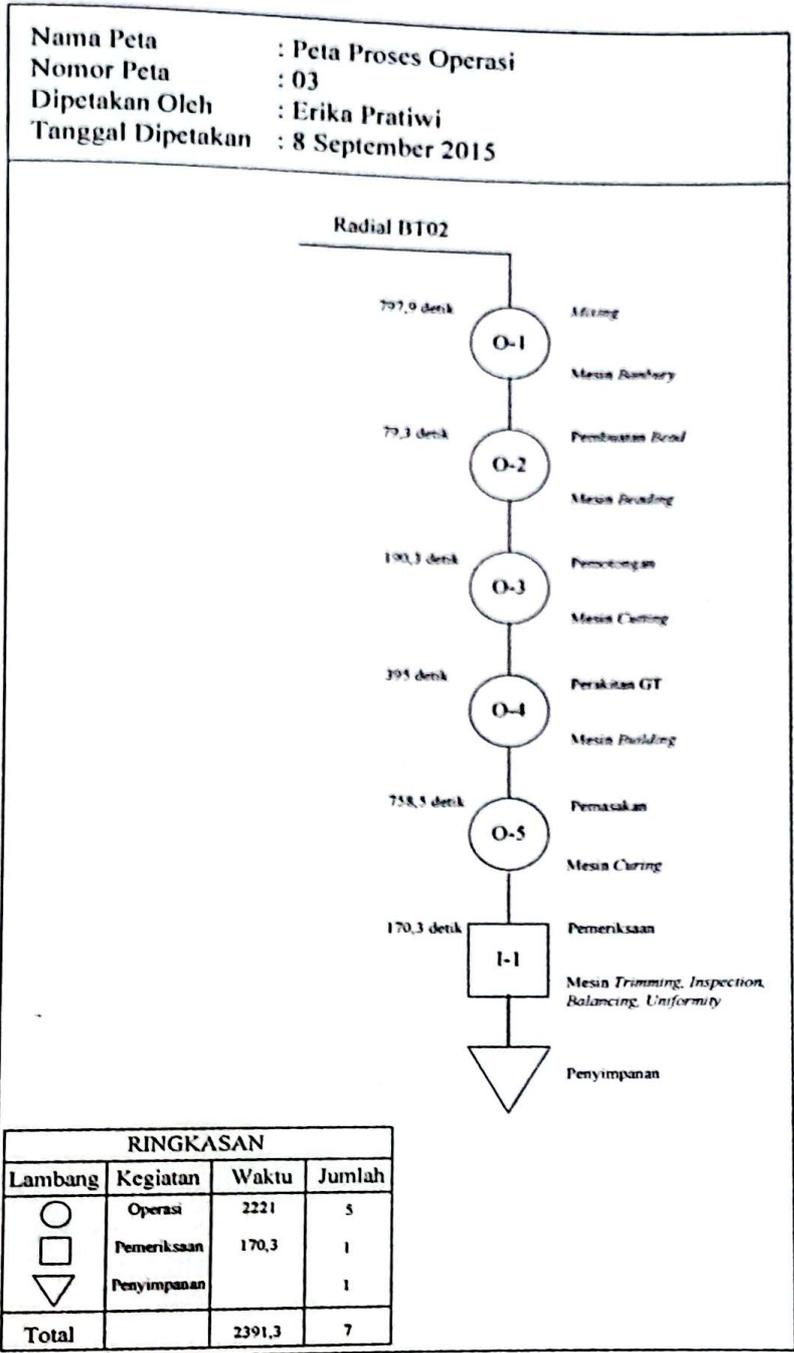
Proses *packaging* merupakan proses terakhir. Setelah dinyatakan oke, setiap ban dibungkus seluruh permukaannya dengan lilitan plastik secara mekanis yang dilakukan di TWH (*Tire Warehouse*).

Dari urutan proses produksi ban *radial* tipe BT01 dan BT02 dapat dibuat peta proses operasinya sebagai berikut:

Nama Peta : Peta Proses Operasi
 Nomor Peta : 02
 Dipetakan Oleh : Erika Pratiwi
 Tanggal Dipetakan : 8 September 2015



Gambar 4.14 Peta Proses Operasi (*Operation Process Chart*) Ban Radial BT01
 (Sumber: PT. Bridgestone Tire Indonesia)



Gambar 4.15 Peta Proses Operasi (*Operation Process Chart*) Ban Radial BT02

(Sumber: PT. Bridgestone Tire Indonesia)

4.1.6 Penentuan Operator yang Diukur

Pengukuran waktu kerja adalah suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator dalam melaksanakan sebuah kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja yang normal. Tujuan dari aktivitas ini berkaitan erat dengan usaha menetapkan waktu standar. Namun sebelum

dilakukan pengukuran waktu kerja, dilakukan penentuan operator yang akan diukur terlebih dahulu. Syarat pekerja yang dapat dipilih untuk studi waktu adalah yang berkemampuan normal dan dapat diajak bekerjasama (Sutalaksana, 1979). Adapun pada Tabel 4.4 merupakan tabel rekapitulasi dari operator yang akan diukur pada masing-masing stasiun kerja.

Tabel 4.4 Rekapitulasi Operator yang Diukur

Stasiun Kerja	Operator yang Diukur	Alasan
<i>Banbury</i>	Ahmad	Pekerja telah memiliki pengalaman dan pengetahuan yang cukup mengenai pekerjaan yang dilakukan pada masing-masing stasiun kerja
<i>Beading</i>	Rizki	
<i>Cutting</i>	Wawan	
<i>Building</i>	Randi	
<i>Cutting</i>	Suherman	
<i>Final Inspection</i>	Trisno, Rudi, Abdul, Iwan	

(Sumber: PT. Bridgestone Tire Indonesia)

4.1.7 Pengukuran Waktu Siklus

Setelah mengetahui elemen-elemen kerja yang ada pada masing-masing stasiun kerja, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengukuran waktu siklus. Produk yang akan diukur ada dua yaitu ban *Radial* tipe BT01 dan ban *radial* tipe BT02. Metode yang digunakan dalam melakukan pengukuran waktu siklus yaitu metode jam henti. Adapun waktu siklus setiap elemen kerja ditunjukkan pada Tabel 4.5 dibawah ini dengan pengukuran sebanyak 30 kali penelitian.

Tabel 4.5 Pengukuran Waktu Siklus Ban *Radial* tipe BT01

Waktu Pengamatan (detik)												
SK 1 <i>Banbury</i>												
Pengamatan	Mengambil Material						Menimbang					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	2,7	3,9	3,3	3,4	2,9	2,2	2,1	1,9	1,4	1,6	1,7	2,5
2	3,2	2,8	2,6	3,1	3	3,2	2,7	2,4	2,7	1,9	1,7	2,8
3	2,5	2,8	3,1	3,3	3,7	3,6	2,2	2,4	2,9	1,6	1,4	2,4
4	3,7	3,2	3,5	2,7	2,5	3,9	1,6	1,9	2,2	2,1	2,2	2,3
5	3,8	3,4	3,1	2,8	2,6	3,3	1,7	2,5	1,7	1,9	2,3	1,8

Tabel 4.5 Pengukuran Waktu Siklus Ban *Radial* tipe BT01 (Lanjutan)

SK 1 Banbury												
Pengamatan	Membuka Kemasan						Input Material					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	0,6	0,9	0,8	1,2	1,1	1,7	12,9	14,2	16,6	15,1	13,9	16,5
2	1,1	1,7	1,9	0,9	1,4	0,8	18,5	17,1	16,4	15,7	16,1	15,4
3	1,8	1,1	1,4	0,9	0,7	1,1	16,1	17,9	14,5	16,8	13,2	17,3
4	1,3	1,6	0,8	1,4	1,3	1,8	15,6	16,4	15,3	16,7	17,2	15,8
5	1,9	0,7	1,1	1,3	1,6	0,9	12,7	13,6	14,4	16,2	16,9	16,3
SK 1 Banbury												
Pengamatan	Proses Banbury						Dusting					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	280	280	280	280	280	280	12,9	14,2	16,6	15,1	13,9	16,5
2	280	280	280	280	280	280	18,5	17,1	16,4	15,7	16,1	15,4
3	280	280	280	280	280	280	16,1	17,9	14,5	16,8	13,2	17,3
4	280	280	280	280	280	280	15,6	16,4	15,3	16,7	17,2	15,8
5	280	280	280	280	280	280	12,7	13,6	14,4	16,2	16,9	16,3
SK 1 Banbury												
Pengamatan	Booking											
	1	2	3	4	5	6						
1	480	480	480	480	480	480						
2	480	480	480	480	480	480						
3	480	480	480	480	480	480						
4	480	480	480	480	480	480						
5	480	480	480	480	480	480						
Waktu Pengamatan (detik)												
SK 2 Beading												
Pengamatan	Persiapan Compound						Extruder					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
2	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
4	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
5	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5

Tabel 4.5 Pengukuran Waktu Siklus Ban *Radial* tipe BT01 (Lanjutan)

SK 2 <i>Beading</i>												
Pengamatan	<i>Winding</i>						<i>Mengambil Covering</i>					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	2,1	3,4	2,2	2,8	3,1	3,3
2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	3,5	3,7	3,1	2,9	2,5	3,1
3	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	2,2	2,6	2,8	3,1	3,3	2,8
4	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	3,5	3,2	2,8	2,6	2,2	2,5
5	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	2,4	3,2	3,7	3,4	2,3	2,2
SK 2 <i>Beading</i>												
Pengamatan	<i>Meletakkan Covering Pada Bead</i>						<i>Mengambil Covering</i>					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	2,3	1,9	1,7	2,4	2,2	1,7	10,4	9,3	8,8	10,7	11,5	9,5
2	1,6	1,9	2,2	2,5	2,4	2,3	9,2	10,6	11,1	10,5	9,4	10,9
3	1,9	2	2,3	2,2	1,8	2,4	11,8	10,3	9,1	8,5	8,8	11,2
4	1,7	2,4	2,3	2,1	2,5	2,5	9,7	11,5	10,1	8,2	10,5	10,4
5	1,9	1,8	2,1	2,6	2,2	2,1	10,6	11,8	9,9	8,4	8,3	10,6
SK 1 <i>Banbury</i>												
Pengamatan	<i>Meletakkan Covering Pada Bead</i>						<i>Booking</i>					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	2,3	1,9	1,7	2,4	2,2	1,7	10,4	9,3	8,8	10,7	11,5	9,5
2	1,6	1,9	2,2	2,5	2,4	2,3	9,2	10,6	11,1	10,5	9,4	10,9
3	1,9	2	2,3	2,2	1,8	2,4	11,8	10,3	9,1	8,5	8,8	11,2
4	1,7	2,4	2,3	2,1	2,5	2,5	9,7	11,5	10,1	8,2	10,5	10,4
5	1,9	1,8	2,1	2,6	2,2	2,1	10,6	11,8	9,9	8,4	8,3	10,6
Waktu Pengamatan (detik)												
SK 3 <i>Cutting</i>												
Pengamatan	<i>Potong Sesuai Size</i>						<i>Penyambungan</i>					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
2	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
3	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
4	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
5	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5

Tabel 4.5 Pengukuran Waktu Siklus Ban *Radial* tipe BT01 (Lanjutan)

SK 3 Cutting												
Pengamatan	Pelapisan Karet						Cooling					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	15,8	12,4	13,3	14,7	12,6	14,6	150	150	150	150	150	150
2	14,9	15,9	12,9	12,2	12,6	12,5	150	150	150	150	150	150
3	13,3	15,1	14,7	13,2	14,6	13,2	150	150	150	150	150	150
4	14,6	13,2	12,6	12,9	12,1	15,9	150	150	150	150	150	150
5	13,3	12,4	15,7	14,6	14,7	14,9	150	150	150	150	150	150
SK 3 Cutting												
Pengamatan	Booking											
	1	2	3	4	5	6						
1	8,5	10,5	9,8	10,3	11,9	11,9						
2	12,8	10,1	9,5	9,5	8,3	12,7						
3	10,6	9,7	8,2	8,4	11,6	10,4						
4	10,3	9,5	8,8	11,4	10,8	9,9						
5	11,8	8,4	10,4	10,6	12,1	8,3						
Waktu Pengamatan (detik)												
SK 4 Building												
Pengamatan	Ambil Bead						Pasang Bead Pada Roller					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	4,3	3,8	3,5	4,1	4,2	3,9	8,8	10,1	10,8	10,5	9,2	8,2
2	3,7	3,9	4,1	4,4	4,7	4,5	8,6	8,3	9,4	9,7	9,1	8,8
3	3,6	3,5	3,3	4,2	4,8	4,7	9,1	8,4	9,3	10,6	9,9	8,4
4	4,5	3,7	4,2	3,9	3,7	4,4	10,4	9,6	8,9	9,3	10,7	10,3
5	4,3	4,4	4,8	4,1	3,8	4,2	9,8	9,5	8,1	9,2	10,2	10,8
SK 4 Building												
Pengamatan	Ambil Inner Liner						Pasang Inner Liner Pada Roller					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	1,5	0,9	0,7	1,2	1,7	0,8	13,9	14,4	14,1	13,1	15,9	14,1
2	1,5	1,3	0,9	0,6	1,1	1,6	16,2	14,8	15,1	15,9	14,6	16,2
3	1,4	1,2	0,9	0,8	1,1	1,4	15,5	13,7	15,3	13,6	16,3	15,2
4	1,5	1,3	1,4	0,8	0,7	1,1	13,1	16,3	15,9	14,4	13,8	15,8
5	1,1	0,9	1,4	1,3	1,2	1,5	13,4	15,7	16,5	15,9	13,9	14,7

Tabel 4.5 Pengukuran Waktu Siklus Ban Radial tipe BT01 (Lanjutan)

SK 4 Building												
Pengamatan	Ambil Ply 1						Pasang Ply 1 Pada Roller					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	1,4	1,2	0,8	1,5	0,9	1,5	26,7	26,5	24,5	26,3	27,1	26,3
2	1,1	1,3	0,7	1,4	0,9	1,4	28,3	25,7	27,9	25,9	26,2	25,9
3	1,3	1,2	1,7	0,7	1,2	0,7	24,6	26,9	25,3	27,1	26,7	27,1
4	1,1	1,3	0,8	0,9	1,3	1,6	25,4	25,8	24,7	26,5	24,6	26,6
5	1,8	1,5	1,2	0,9	1,1	1,5	24,8	25,9	27,4	27,9	26,5	24,2
SK 4 Building												
Pengamatan	Tune Up						Ambil Side Tread					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	70,2	69,5	66,2	67,4	68,1	67,2	1,2	1,7	1,5	1,2	1,5	1,1
2	66,9	67,4	69,1	69,8	68,6	66,1	0,6	1,1	1,5	1,3	1,4	1,5
3	69,4	70,4	70,1	68,9	67,4	68,3	0,8	1,1	1,4	1,2	0,7	0,8
4	68,6	67,6	66,9	67,9	70,2	67,4	0,8	0,7	1,5	1,3	0,9	1,4
5	69,1	68,8	67,5	66,8	67,2	66,4	1,3	1,2	1,1	1,5	0,9	1,6
SK 4 Building												
Pengamatan	Pasang Side Tread Pada Roller						Stitching					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	39,8	35,6	39,7	40,1	37,9	39,5	26,7	25,7	24,7	26,3	27,1	26,3
2	36,1	38,4	40,4	41,9	42,6	38,9	28,3	24,7	27,9	25,9	25,3	25,7
3	40,1	39,2	36,8	35,1	35,3	39,2	25,9	25,1	24,3	27,1	26,7	27,1
4	43,3	40,1	38,7	39,7	37,2	40,1	25,4	24,8	24,7	26,5	28,4	24,9
5	37,1	35,8	36,2	36,7	38,3	37,5	26,3	26,7	27,4	25,5	26,5	24,2
SK 4 Building												
Pengamatan	Green Case Transfer						Ambil Belt 1					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	49,4	47,9	47,1	48,3	50,6	47,1	0,9	1,5	1,7	0,8	1,2	1,6
2	51,4	52,7	50,6	49,3	48,1	48,1	1,3	1,4	1,1	0,7	1,3	1,6
3	45,2	46,8	48,2	50,9	52,1	50,5	1,2	0,7	1,1	1,7	1,2	1,5
4	49,5	48,8	50,2	51,7	52,4	51,3	1,3	0,9	0,7	0,8	1,3	0,7
5	49,6	46,4	47,9	49,2	49,7	53,1	0,9	0,9	1,2	1,2	1,5	1,4

Tabel 4.5 Pengukuran Waktu Siklus Ban Radial tipe BT01 (Lanjutan)

SK 4 Building												
Pengamatan	Pasang Belt 1 Pada Roller						Ambil Belt 2					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	10,8	11,9	12,5	14,2	13,8	13,3	1,7	1,2	0,8	1,5	0,9	1,4
2	15,6	16,2	17,2	15,2	18	14,8	1,1	1,4	0,7	1,2	0,9	0,9
3	12,8	11,4	13,7	15,5	17,3	15,7	1,1	1,2	1,7	0,8	1,2	0,7
4	18,2	16,8	14,6	11,1	13,7	16,5	0,9	1,8	0,8	0,9	1,3	1,6
5	15,7	16,6	18,1	15,2	13,5	14,4	1,2	1,5	1,2	0,7	1,1	1,5
SK 4 Building												
Pengamatan	Pasang Belt 2 Pada Roller						Ambil Layer					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	12,8	17,1	16,2	15,9	17,8	15,2	1,5	0,9	0,7	1,2	1,7	0,9
2	16,6	13,7	14,9	14,3	13,7	17,7	1,2	1,5	1,2	0,9	1,4	1,6
3	13,1	14,4	15,3	12,9	16,7	15,6	1,4	1,6	0,9	0,8	1,1	1,4
4	15,9	17,1	17,8	16,9	15,3	16	1,2	1,3	1,3	0,8	0,8	1,1
5	13,9	16,8	15,6	13,9	12,4	16,5	1,1	1,1	1,6	1,2	1,2	1,4
SK 4 Building												
Pengamatan	Pasang Layer Pada Roller						Stitching					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	39,2	40,1	43,7	45,2	46,6	38,1	47,1	42,9	45,5	42,4	44,9	45,9
2	43,2	40,7	39,5	41,9	42,8	40,7	44,2	45,3	46,9	47,4	46,1	44,2
3	44,5	46,7	43,6	44,2	46,2	42,2	43,6	44,9	42,4	45,7	43,5	42,8
4	41,2	39,6	38,2	40,6	42,2	44,9	46,7	42,7	43,8	44,7	45,1	44,2
5	42,5	43,6	45,9	42,2	40,5	45,5	48,4	44,9	42,6	45,9	47,4	42,1
SK 4 Building												
Pengamatan	Ambil GT Pada Roller						Letakkan GT Pada Meja Kerja					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	3,7	3,5	4,3	4,1	4,7	4,2	1,4	1,3	0,8	1,5	1,1	1,5
2	4	3,7	4,2	3,6	4,9	3,8	1,2	1,3	0,8	1,3	0,9	1,4
3	3,5	4,8	4,4	4,1	3,4	4,4	1,3	1,4	1,7	0,7	1,3	0,7
4	4,4	4,1	3,6	4,1	4,6	4,2	1,6	1,3	1,1	1,1	0,9	1,6
5	4,2	3,7	3,6	4,2	4,5	3,6	1,7	0,9	1,3	1,4	1,1	1,5

Tabel 4.5 Pengukuran Waktu Siklus Ban Radial tipe BT01 (Lanjutan)

SK 4 Building												
Pengamatan	Pasang Barcode						Inspection					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	9,8	10,1	10,8	9,1	10,5	9,6	12,3	11,9	12,5	11,5	10,9	14
2	10,3	9,9	9,3	9,5	10,1	10,2	14,5	13,8	12,5	11,9	10,7	12,9
3	9,7	10,2	9,5	10,4	9,9	10,5	13,8	12,8	13,9	14,9	10,4	11,6
4	9,4	10,1	9,7	10,7	10	9,2	11,8	12,6	13,1	10,9	12,3	12,5
5	9,5	10,2	9,8	9,6	9,3	10,1	14,3	12,9	11,5	12,3	11,2	10,9
SK 4 Building												
Pengamatan	Booking											
	1	2	3	4	5	6						
1	4,3	3,7	4,5	3,5	3,9	3,5						
2	4,7	4,4	3,8	3,5	3,4	3,9						
3	4,2	3,9	4,1	4,7	4	4,6						
4	4,3	3,5	3,9	4,4	3,8	4,7						
5	4,5	3,4	4,4	3,9	4,2	3,9						
Waktu Pengamatan (detik)												
SK 5 Curing												
Pengamatan	Ambil GT Pada Trolley						Peletakkan GT Pada Crane					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	2,7	3,9	3,3	3,4	2,9	2,2	2,3	1,9	1,8	2,4	2,2	1,8
2	3,2	2,8	2,6	3,1	3	3,2	1,6	1,5	2,2	2,6	2,4	2,3
3	2,5	2,8	3,1	3,3	3,7	3,6	1,9	2	2,1	2,2	1,8	2,4
4	3,7	3,2	3,5	2,7	2,5	3,9	1,7	2,4	2,3	2,1	2,5	2,5
5	3,8	3,4	3,1	2,8	2,6	3,3	1,9	1,8	2,1	2,6	2,4	2,1
SK 5 Curing												
Pengamatan	Memindahkan GT Pada Cetakan						Proses Curing					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	15,2	15,1	15,3	15,5	15,4	15,3	510	510	510	510	510	510
2	15,2	15,4	15,1	15,4	15,5	15,2	510	510	510	510	510	510
3	15,3	15,2	15,4	15,5	15,3	15,6	510	510	510	510	510	510
4	15,2	15,3	15,2	15,1	15,5	15,2	510	510	510	510	510	510
5	15,4	15,2	15,6	15,4	15,3	15,5	510	510	510	510	510	510

Tabel 4.5 Pengukuran Waktu Siklus Ban *Radial* tipe BT01 (Lanjutan)

SK 5 Curing												
Pengamatan	Cooling						Booking					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	200	200	200	200	200	200	24,9	28,3	26,5	25,5	24,8	26,9
2	200	200	200	200	200	200	27,4	28,1	26,9	27,4	28,3	29,1
3	200	200	200	200	200	200	25,4	24,3	27,4	28,7	26,9	25,7
4	200	200	200	200	200	200	29,4	27,8	26,8	29,5	27,4	27,7
5	200	200	200	200	200	200	24,3	27,2	29	26,8	25,9	25,1
Waktu Pengamatan (detik)												
SK 6 Final Inspection												
Pengamatan	Ambil GT Pada Trolley						Meletakkan GT Pada Mesin Trimming					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	2,7	3,9	3,5	3,2	2,5	2,2	3,3	4,1	3,6	3,5	3,8	2,6
2	3,1	2,5	2,6	3,1	3	3,2	2,6	2,8	3,1	3,5	3,7	2,5
3	2,4	2,8	3,3	3,5	3,5	3,6	3,3	2,9	2,7	2,2	2,8	2,9
4	3,7	3,1	3,5	2,7	2,5	3,9	3,1	3,6	2,9	3,2	3,6	3,4
5	2,6	3,3	3,2	2,6	2,3	3,3	2,7	2,9	3,1	3,5	3,2	3,2
SK 6 Final Inspection												
Pengamatan	Proses Trimming						Booking					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	22,6	24,3	23,5	24,3	22,8	21,5	4,3	3,8	3,5	4,1	4,2	3,9
2	22,5	20,9	22,2	23	24,6	22,5	3,7	3,9	4,1	4,4	4,7	4,5
3	20,6	21,3	24	21,8	20,5	22,1	3,6	3,5	3,3	4,2	4,8	4,7
4	22,1	24,7	23,3	22,7	20,8	24,8	4,5	3,7	4,2	3,9	3,7	4,4
5	23,8	24,1	22,6	21,4	20,6	23,6	4,3	4,4	4,8	4,1	3,8	4,2
SK 6 Final Inspection												
Pengamatan	Ambil GT Pada Trolley						Meletakkan GT Pada Mesin Inspection					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	3,7	3,1	3,3	2,7	3,5	2,3	3,2	3,2	2,5	3,3	3,9	3,9
2	2,8	3,1	2,6	3,1	2,6	3,9	3,3	3,1	3	2,6	2,7	2,9
3	2,7	3,2	3,3	2,4	3,3	2,6	3,5	2,7	3,1	3,3	2,8	3,6
4	3,6	2,7	3,1	3,6	3,5	2,2	2,7	2,9	2,5	3,1	3,1	2,6
5	2,9	2,6	2,7	2,6	3,2	3,6	2,6	3,1	2,3	2,5	3,4	3,2

Tabel 4.5 Pengukuran Waktu Siklus Ban Radial tipe BT01 (Lanjutan)

SK 6 Final Inspection												
Pengamatan	Proses Inspection						Pemberian Stamp					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	31,8	32,2	36,4	32,6	33,6	34,2	5,8	7,4	6,3	8,3	6,3	8,2
2	32	36,2	33,5	34,9	36,1	33,8	8,5	7,1	5,9	6,5	7,2	5,3
3	32,6	36	33,9	33,3	35,1	35,5	8,1	5,5	6	5,6	8,5	6,8
4	36,7	33	34,7	35,8	36,5	34,1	5,3	5,8	6,6	7,7	7	7,5
5	31,9	35,2	36,1	35,8	32,9	34,5	6,8	5,2	5,2	5,3	7,7	8,3
SK 6 Final Inspection												
Pengamatan	Booking						Ambil GT Pada Trolley					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	4,1	3,5	4,2	3,5	3,6	3,1	2,5	3,9	3,2	3,2	2,5	2,2
2	4,5	4,4	3,8	3,6	3,4	3,9	3,1	2,6	2,6	3,1	3,2	3,2
3	4,2	3,9	4,5	4,2	3,9	4,6	2,1	2,7	3,3	3,5	3,5	3,6
4	4,3	3,5	3,9	4,4	3,8	4,2	3,7	3,1	3,2	2,7	2,6	3,1
5	4,5	3,7	4,4	3,9	4,5	3,9	2,6	3,3	3,8	2,6	2,3	3,8
SK 6 Final Inspection												
Pengamatan	Meletakkan GT Pada Mesin Balancing						Proses Balancing					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	3,2	4,4	3,6	3,5	3,6	2,6	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
2	2,6	2,8	3,3	3,5	3,7	2,1	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
3	3,3	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
4	3,5	3,6	3,5	3,2	3,1	3,4	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
5	2,7	2,9	3,1	3,7	3,2	3,8	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
SK 6 Final Inspection												
Pengamatan	Booking						Ambil GT Pada Trolley					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	4,3	3,7	4,5	3,5	3,9	3,5	3,2	3,1	3,5	2,7	3,8	2,7
2	4,7	4,4	3,8	3,5	3,4	3,9	2,8	3,6	2,6	3,2	2,6	3,6
3	4,2	3,9	4,1	4,7	4	4,6	2,7	3,2	3,3	2,5	3,5	2,6
4	4,3	3,5	3,9	4,4	3,8	4,7	3,6	2,9	3,1	3,6	3,5	2,8
5	4,5	3,4	4,4	3,9	4,2	3,9	2,9	2,6	2,9	2,6	3,2	3,6

Tabel 4.5 Pengukuran Waktu Siklus Ban *Radial* tipe BT01 (Lanjutan)

SK 6 Final Inspection												
Pengamatan	Meletakkan GT Pada Mesin <i>Uniformity</i>						Proses <i>Uniformity</i>					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	3,1	3,7	2,6	3,3	3,9	3,7	38,7	38,7	38,7	38,7	38,7	38,7
2	3,3	3,1	3,2	2,6	2,7	2,5	38,7	38,7	38,7	38,7	38,7	38,7
3	3,5	2,8	3,2	3,3	2,6	3,6	38,7	38,7	38,7	38,7	38,7	38,7
4	2,7	2,9	2,5	3,3	3,1	2,6	38,7	38,7	38,7	38,7	38,7	38,7
5	2,6	3,1	2,3	2,5	3,4	3,1	38,7	38,7	38,7	38,7	38,7	38,7
SK 6 Final Inspection												
Pengamatan	<i>Booking</i>											
	1	2	3	4	5	6						
1	3,9	3,3	4,2	3,5	3,2	3,1						
2	4,2	4,4	3,8	3,4	3,4	3,9						
3	4,2	3,7	4,5	4,2	3,9	4,8						
4	4,3	3,5	3,9	4,1	3,8	4,2						
5	3,8	3,5	4,4	3,9	4,3	3,9						

(Sumber: PT. Bridgestone Tire Indonesia)

Adapun data pengukuran waktu siklus ban *Radial* tipe BT02 dapat dilihat pada Lampiran A.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Perhitungan Rata-Rata Waktu Siklus

Setelah melakukan pengukuran data waktu siklus, tahap selanjutnya yang harus dilakukan adalah menghitung rata-rata waktu siklus sesuai dengan sub grup masing-masing. Waktu siklus proses pembuatan ban *radial* tipe BT01 Stasiun Kerja *Banbury* pada elemen kerja Mengambil Material *Natural Rubber* dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Perhitungan Waktu Siklus Elemen Kerja Mengambil Material *Rubber*
SK Banbury

Pengamatan	SK 1 Mengambil Material						Total Waktu Siklus	Rata-Rata Sub Grup
	Sub Grup							
	1	2	3	4	5	6		
1	2,7	3,9	3,3	3,4	2,9	2,2		
2	3,2	2,8	2,6	3,1	3	3,2		
3	2,5	2,8	3,1	3,3	3,7	3,6		
4	3,7	3,2	3,5	2,7	2,5	3,9		
5	3,8	3,4	3,1	2,8	2,6	3,3		
Rata-rata	3,18	3,22	3,12	3,06	2,94	3,24	93,8	3,1

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Setelah diperoleh rata-rata dari masing-masing sub grup (lihat Tabel 4.6) kemudian menghitung rata-rata sub grup dengan cara sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum \bar{x}_i}{N} = \frac{18,76}{6} = 3,1 \text{ detik}$$

Keterangan:

\bar{x} = Rata-rata waktu siklus

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

N = Jumlah pengukuran (sub grup)

Untuk perhitungan rata-rata waktu siklus seluruh elemen pada setiap stasiun kerja untuk ban *Radial* tipe BT01 dan BT02 dapat dilihat pada Lampiran B. Adapun rekapitulasi untuk semua rata-rata waktu siklus seluruh elemen kerja dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7 Hasil Rekapitulasi Rata-Rata Waktu Siklus Ban Tipe BT01

SK 1 Banbury		
No Urut	Elemen Kerja	Rata-rata WS (detik/unit)
1	Mengambil Material	3,1
2	Menimbang	2,1
3	Membuka Kemasan	1,2
4	Input Material	15,7
5	Proses <i>Banbury</i>	280,0
6	<i>Dusting</i>	15,7
7	<i>Booking</i>	480,0

Tabel 4.7 Hasil Rekapitulasi Rata-Rata Waktu Siklus Ban Tipe BT01 (Lanjutan)

SK 2 <i>Beading</i>		
No Urut	Elemen Kerja	Rata-rata WS (detik/unit)
8	Persiapan <i>Compound</i>	9,3
9	<i>Extruder</i>	24,5
10	<i>Winding</i>	18,2
11	Mengambil <i>Covering</i>	2,9
12	Meletakan <i>Covering</i> Pada <i>Bead</i>	2,1
13	Mengambil <i>Covering</i>	10,1
14	Meletakan <i>Covering</i> Pada <i>Bead</i>	2,1
15	<i>Booking</i>	10,1
SK 3 <i>Cutting</i>		
No Urut	Elemen Kerja	Rata-rata WS (detik/unit)
16	Potong Sesuai <i>Size</i>	4,7
17	Penyambungan	11,5
18	Pelapisan Karet	13,8
19	<i>Cooling</i>	150,0
20	<i>Booking</i>	10,2
SK 4 <i>Building</i>		
No Urut	Elemen Kerja	Rata-rata WS (detik/unit)
21	Ambil <i>Bead</i>	4,1
22	Pasang <i>Bead</i> Pada <i>Roller</i>	9,5
23	Ambil <i>Inner Liner</i>	1,2
24	Pasang <i>Inner Liner</i> Pada <i>Roller</i>	14,9
25	Ambil <i>Ply 1</i>	1,2
26	Pasang <i>Ply 1</i> Pada <i>Roller</i>	26,2
27	<i>Tune Up</i>	68,2
28	Ambil <i>Side Tread</i>	1,2
29	Pasang <i>Side Tread</i> Pada <i>Roller</i>	38,6
30	<i>Stitching</i>	26,1
31	<i>Green Case Transfer</i>	49,5
32	Ambil <i>Belt 1</i>	1,2
33	Pasang <i>Belt 1</i> Pada <i>Roller</i>	14,8
34	Ambil <i>Belt 2</i>	1,2
35	Pasang <i>Belt 2</i> Pada <i>Roller</i>	15,4
36	Ambil <i>Layer</i>	1,2

Tabel 4.7 Hasil Rekapitulasi Rata-Rata Waktu Siklus Ban Tipe BT01 (Lanjutan)

SK 4 Building		
No Urut	Elemen Kerja	Rata-rata WS (detik/unit)
37	Pasang <i>Layer</i> Pada <i>Roller</i>	42,5
38	<i>Stitching</i>	44,8
39	Ambil GT Pada <i>Roller</i>	4,1
40	Letakan GT Pada Meja Kerja	1,2
41	Pasang <i>Barcode</i>	9,9
42	<i>Inspection</i>	12,4
43	<i>Booking</i>	4,1
SK 5 Curing		
No Urut	Elemen Kerja	Rata-rata WS (detik/unit)
44	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,1
45	Peletakan GT Pada <i>Crane</i>	2,1
46	Pemindahan GT Pada Cetakan	15,3
47	Proses <i>Curing</i>	510,0
48	<i>Cooling</i>	200,0
49	<i>Booking</i>	27,0
SK 6 Final Inspection		
No Urut	Elemen Kerja	Rata-rata WS (detik/unit)
50	Ambil GT Pada <i>Conveyor</i>	3,0
51	Meletakan GT Pada Mesin <i>Trimming</i>	3,1
52	Proses <i>Trimming</i>	22,7
53	<i>Booking</i>	4,1
54	Ambil GT Pada <i>Conveyor</i>	3,0
55	Meletakan GT Pada Mesin <i>Inspection</i>	3,0
56	Proses <i>Inspection</i>	34,4
57	Pemberian <i>Stamp</i>	6,7
58	<i>Booking</i>	4,0
59	Ambil GT Pada <i>Conveyor</i>	3,0
60	Meletakan GT Pada Mesin <i>Balancing</i>	3,2
61	Proses <i>Balancing</i>	23,5
62	<i>Booking</i>	4,1
63	Ambil GT Pada <i>Conveyor</i>	3,1
64	Meletakan GT Pada Mesin <i>Uniformity</i>	3,0
65	Proses <i>Uniformity</i>	38,7
66	<i>Booking</i>	3,9

Tabel 4.8 Hasil Rekapitulasi Rata-Rata Waktu Siklus Dan Tipe BT02

SK 1 <i>Banbury</i>		
No Urut	Elemen Kerja	Rata-rata Ws (detik/unit)
1	Mengambil Material <i>Rubber</i>	3,1
2	Menimbang	2,1
3	Membuka Kemasan	1,2
4	<i>Input</i> Material	15,7
5	Proses <i>Banbury</i>	280
6	<i>Dusting</i>	15,7
7	<i>Booking</i>	480
SK 2 <i>Heading</i>		
No Urut	Elemen Kerja	Rata-rata Ws (detik/unit)
8	Perlapan <i>Compound</i>	9,3
9	<i>Extruder</i>	24,5
10	<i>Winding</i>	18,2
11	Mengambil <i>Covering</i>	2,9
12	Meletakkan <i>Covering</i> Pada <i>Head</i>	2,1
13	Mengambil <i>Covering</i>	10,1
14	Meletakkan <i>Covering</i> Pada <i>Head</i>	2,1
15	<i>Booking</i>	10,1
SK 3 <i>Cutting</i>		
No Urut	Elemen Kerja	Rata-rata Ws (detik/unit)
16	Potong Sesuai <i>Size</i>	4,7
17	Penyambungan	11,5
18	Polaplan Karet	13,8
19	<i>Cooling</i>	150,0
20	<i>Booking</i>	10,2

Tabel 4.8 Hasil Rekapitulasi Rata-Rata Waktu Siklus Ban Tipe BT02 (Lanjutan)

SK 4 Building		
No Urut	Elemen Kerja	Rata-rata Ws (detik/unit)
21	Ambil <i>Bead</i>	4,1
22	Pasang <i>Bead</i> Pada <i>Roller</i>	9,4
23	Ambil <i>Inner Liner</i>	1,2
24	Pasang <i>Inner Liner</i> Pada <i>Roller</i>	14,9
25	Ambil <i>Ply 1</i>	1,3
26	Pasang <i>Ply 1</i> Pada <i>Roller</i>	26,2
27	<i>Tune Up</i>	68,2
28	Ambil <i>Side Tread</i>	1,2
29	Pasang <i>Side Tread</i> Pada <i>Roller</i>	38,0
30	<i>Stitching</i>	26,0
31	<i>Green Case Transfer</i>	49,6
32	Ambil <i>Belt 1</i>	1,3
33	Pasang <i>Belt 1</i> Pada <i>Roller</i>	15,1
34	Ambil <i>Belt 2</i>	1,2
35	Pasang <i>Belt 2</i> Pada <i>Roller</i>	15,7
36	Ambil <i>Layer</i>	1,3
37	Pasang <i>Layer</i> Pada <i>Roller</i>	42,8
38	<i>Stitching</i>	45,1
39	Ambil <i>GT</i> Pada <i>Roller</i>	4,1
40	Letakan <i>GT</i> Pada Meja Kerja	1,4
41	Pasang <i>Barcode</i>	10,1
42	<i>Inspection</i>	12,8
43	<i>Booking</i>	4,1
SK 5 Curing		
No Urut	Elemen Kerja	Rata-rata Ws (detik/unit)
44	Ambil <i>GT</i> Pada <i>Trolley</i>	3,3
45	Peletakan <i>GT</i> Pada <i>Crane</i>	2,3
46	Pemindahan <i>GT</i> Pada Cetakan	15,3
47	Proses <i>Curing</i>	510,0
48	<i>Cooling</i>	200,0
49	<i>Booking</i>	27,5

Tabel 4.8 Hasil Rekapitulasi Rata-Rata Waktu Siklus Ban Tipe BT02 (Lanjutan)

SK 6 <i>Final Inspection</i>		
No Urut	Elemen Kerja	Rata-rata Ws (detik/unit)
50	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,3
51	Meletakkan GT Pada Mesin <i>Trimming</i>	3,3
52	Proses <i>Trimming</i>	23,2
53	<i>Booking</i>	4,3
54	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,2
55	Meletakkan GT Pada Mesin <i>Inspection</i>	3,2
56	Proses <i>Inspection</i>	34,9
57	Pemberian <i>Stamp</i>	7,0
58	<i>Booking</i>	4,2
59	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,3
60	Meletakkan GT Pada Mesin <i>Balancing</i>	3,4
61	Proses <i>Balancing</i>	23,5
62	<i>Booking</i>	4,3
63	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,3
64	Meletakkan GT Pada Mesin <i>Uniformity</i>	3,2
65	Proses <i>Uniformity</i>	38,7
66	<i>Booking</i>	4,0

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.2 Uji Statistik

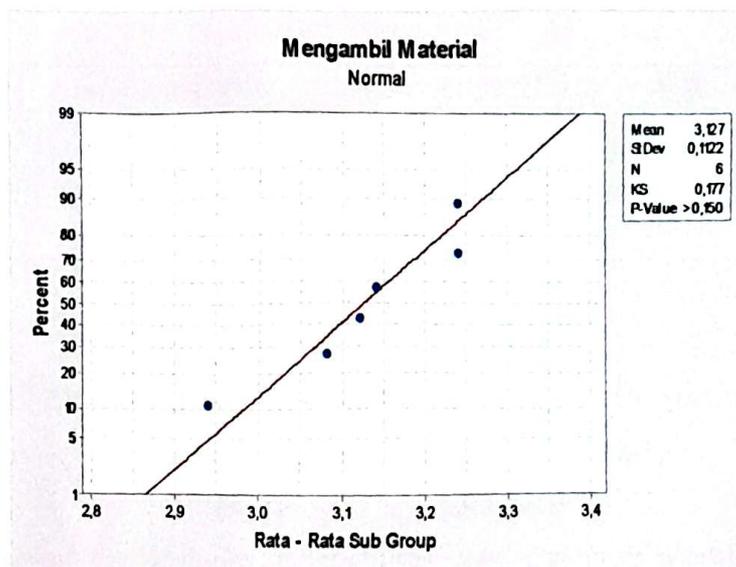
Dari data waktu siklus yang telah didapat pada langkah sebelumnya, maka selanjutnya yang harus dilakukan adalah pengujian data waktu siklus untuk masing-masing elemen kerja dengan uji statistik yang terdiri dari uji kenormalan data, uji keseragaman data dan uji kecukupan data.

1. Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan data digunakan untuk membuktikan bahwa sampel yang diuji, apakah sampel tersebut memenuhi kriteria berhipotesis nol yaitu sampel tersebut berdistribusi normal atau sebaliknya. Maksudnya adalah sampel yang telah memenuhi kriteria berhipotesis alternatif atau tandingannya yang berarti sampel tersebut tidak berdistribusi normal. Untuk melakukan uji kenormalan terhadap data hasil perhitungan dengan menggunakan bantuan Uji *Kolmogorov-*

Smirnov yang terdapat dalam *software* MINITAB 17 untuk melakukan pengujiannya.

Adapun hasil dari uji kenormalan data terhadap nilai rata-rata waktu siklus yang diperoleh pada stasiun kerja *Banbury* dengan elemen kerja mengambil material ke timbangan pada proses produksi tipe ban BT01 dengan tingkat kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian 5% dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Grafik Uji Kenormalan Data SK *Banbury* Dengan Elemen Kerja Mengambil Material ke Timbangan Tipe BT01

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

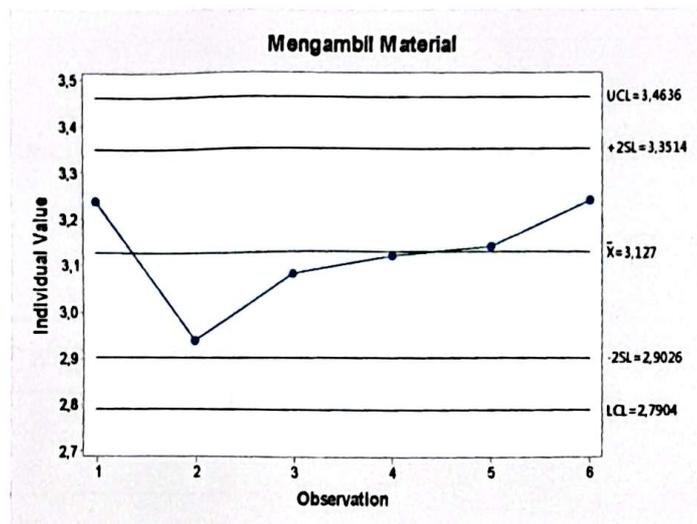
Dari gambar 4.16 diatas maka dapat ditarik kesimpulan, karena *Approximate P-Value* 0,150 lebih besar dari tingkat ketelitian yang digunakan dalam penelitian yaitu 5% ($0,15 > 0,05$), maka data tersebut berdistribusi normal.

2. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data ini dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi adanya data yang jauh menyimpang dari rata-rata sebenarnya dikarenakan adanya data yang terlalu besar atau terlalu kecil. Dari data yang diuji akan didapat batas kontrol, sehingga data dapat dikatakan seragam apabila berada diantara batas kontrol atas (*Upper Control Limit*) dan batas kontrol bawah (*Lower Control Limit*).

Uji keseragaman data ini menggunakan program MINITAB 17 dengan tingkat kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian 5%. Hasil uji keseragaman data

yang diperoleh pada stasiun kerja *Banbury* dengan elemen kerja mengambil material ke timbangan pada proses produksi tipe ban BT01 adalah sebagai berikut:



Gambar 4.17 Grafik Uji Keseragaman Data SK *Banbury* Dengan Elemen Kerja Mengambil Material ke Timbangan Tipe BT01

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat bahwa seluruh waktu elemen kerja pada SK *Banbury* dengan elemen kerja mengambil material ke timbangan berada diantara UCL dan LCL, sehingga data tersebut dapat dikatakan seragam.

3. Uji Kecukupan Data

Setelah melakukan uji kenormalan dan uji keseragaman data, langkah selanjutnya adalah melakukan uji kecukupan data. Tujuan dilakukannya uji kecukupan data ini adalah untuk memastikan data yang dikumpulkan cukup secara objektif. Tingkat ketelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5% dan tingkat kepercayaan 95%. Pemilihan kedua presentase tersebut dikarenakan keduanya yang paling sering digunakan dalam pengukuran waktu kerja. Data dikatakan cukup apabila $N > N'$. Adapun perhitungan kecukupan data SK *Banbury* elemen kerja mengambil material ke timbangan adalah sebagai berikut:

a. Ban tipe BT01

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

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{30(299,16) - (93,8)^2}}{93,8} \right]^2$$

$$N' = 5,66$$

Kesimpulan: karena $N'(5,66) < (30)$, maka dapat dinyatakan data sudah mencukupi.

b. Ban tipe BT02

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

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{30(299,16) - (93,8)^2}}{93,8} \right]^2$$

$$N' = 5,66$$

Kesimpulan: karena $N'(5,66) < (30)$, maka dapat dinyatakan data sudah mencukupi.

Untuk uji kenormalan, uji keseragaman dan uji kecukupan data seluruh elemen kerja untuk tipe BT01 dan tipe BT02 dapat dilihat pada Lampiran C. Adapun rekapitulasi untuk semua uji statistik tersebut dapat dilihat pada tabel 4.9 dan tabel 4.10 dibawah ini.

Tabel 4.9 Hasil Rekapitulasi Uji Statistik ban *Radial* tipe BT01

Elemen Kerja	Uji Kenormalan		Uji Keceragaman				Uji Kecukupan		
	P-Value	Keterangan	UCL		LCL	Keterangan	N'	N	Keterangan
SK 1 Banbury									
1	0,150	Normal	3,4636	3,127	2,7904	Seragam	5,66	30	Cukup
2	0,150	Normal	2,746	2,083	1,420	Seragam	7,96	30	Cukup
3	0,150	Normal	1,727	1,227	0,727	Seragam	12,49	30	Cukup
4	0,150	Normal	18,379	15,71	13,931	Seragam	3,69	30	Cukup
6	0,150	Normal	18,379	15,71	13,041	Seragam	3,69	30	Cukup
SK 2 Beading									
11	0,150	Normal	3,356	2,883	2,410	Seragam	6,65	30	Cukup
12	0,150	Normal	2,3149	2,13	1,9451	Seragam	5,25	30	Cukup
13	0,150	Normal	10,928	10,05	9,172	Seragam	4,19	30	Cukup
14	0,150	Normal	2,3149	2,13	1,9451	Seragam	5,25	30	Cukup
15	0,150	Normal	10,928	10,05	9,172	Seragam	4,19	30	Cukup
SK 3 Cutting									
18	0,150	Normal	15,160	13,85	12,540	Seragam	3,51	30	Cukup
20	0,150	Normal	11,333	10,23	9,127	Seragam	5,23	30	Cukup
SK 4 Building									
21	0,150	Normal	4,654	4,107	3,560	Seragam	3,89	30	Cukup
22	0,150	Normal	10,423	9,467	8,511	Seragam	3,44	30	Cukup
23	0,150	Normal	1,3908	1,16	0,9292	Seragam	10,25	30	Cukup
24	0,150	Normal	16,051	14,91	13,769	Seragam	2,81	30	Cukup
25	0,150	Normal	1,5264	1,197	0,8676	Seragam	10,12	30	Cukup
26	0,150	Normal	27,604	26,18	24,756	Seragam	1,62	30	Cukup
27	0,150	Normal	70,288	68,18	66,072	Seragam	0,74	30	Cukup
28	0,150	Normal	1,630	1,193	0,756	Seragam	9,98	30	Cukup
29	0,150	Normal	42,405	38,58	34,755	Seragam	2,17	30	Cukup
30	0,150	Normal	27,066	26,07	25,074	Seragam	1,73	30	Cukup
31	0,082	Normal	52,310	49,47	46,630	Seragam	1,59	30	Cukup
32	0,150	Normal	1,5277	1,177	0,8263	Seragam	10,56	30	Cukup
33	0,150	Normal	18,803	14,81	10,817	Seragam	5,55	30	Cukup
34	0,150	Normal	1,3505	1,163	0,9755	Seragam	10,96	30	Cukup
35	0,125	Normal	18,275	15,4	12,525	Seragam	4,05	30	Cukup
36	0,150	Normal	1,4147	1,2	0,9853	Seragam	9,07	30	Cukup

Tabel 4.9 Hasil Rekapitulasi Uji Statistik ban *Radial* tipe BT01 (Lanjutan)

Elemen Kerja	Uji Kenormalan		Uji Keseragaman				Uji Kecukupan		
	P-Value	Keterangan	UCL		LCL	Keterangan	N'	N	Keterangan
37	0,150	Normal	47,23	42,53	37,84	Seragam	2,31	30	Cukup
38	0,150	Normal	47,527	44,81	42,093	Seragam	1,52	30	Cukup
39	0,150	Normal	4,2107	4,07	3,9293	Seragam	4,02	30	Cukup
40	0,150	Normal	1,4871	1,237	0,9870	Seragam	9,17	30	Cukup
41	0,150	Normal	10,299	9,9	9,5001	Seragam	1,79	30	Cukup
42	0,150	Normal	13,817	12,44	11,063	Seragam	3,82	30	Cukup
43	0,140	Normal	4,3203	4,05	3,7797	Seragam	4,01	30	Cukup
SK 5 Curing									
44	0,150	Normal	3,4636	3,127	2,7904	Seragam	5,66	30	Cukup
45	0,150	Normal	2,3806	2,127	1,8734	Seragam	5,6	30	Cukup
46	0,150	Normal	15,456	15,33	15,204	Seragam	0,37	30	Cukup
49	0,150	Normal	29,352	26,98	24,608	Seragam	2,19	30	Cukup
SK 6 Final Inspection									
50	0,099	Normal	3,565	3,043	2,521	Seragam	6,25	30	Cukup
51	0,150	Normal	4,064	3,143	2,222	Seragam	5,48	30	Cukup
52	0,150	Normal	24,466	22,65	20,834	Seragam	2,31	30	Cukup
53	0,150	Normal	4,654	4,107	3,560	Seragam	3,9	30	Cukup
54	0,150	Normal	3,658	3,017	2,376	Seragam	5,91	30	Cukup
55	0,150	Normal	3,592	3,02	2,448	Seragam	5,34	30	Cukup
56	0,150	Normal	36,309	34,36	32,411	Seragam	1,77	30	Cukup
57	0,150	Normal	7,984	6,723	5,462	Seragam	6,48	30	Cukup
58	0,150	Normal	4,453	3,997	3,541	Seragam	3,91	30	Cukup
59	0,150	Normal	3,3226	3,027	2,7314	Seragam	6,5	30	Cukup
60	0,150	Normal	4,066	3,193	2,320	Seragam	5,86	30	Cukup
62	0,140	Normal	4,3203	4,05	3,7797	Seragam	4,01	30	Cukup
63	0,150	Normal	3,643	3,083	2,524	Seragam	5,12	30	Cukup
64	0,150	Normal	3,586	3,027	2,468	Seragam	5,55	30	Cukup
66	0,150	Normal	4,400	3,907	3,414	Seragam	4,19	30	Cukup

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.10 Hasil Rekapitulasi Uji Statistik ban *Radial* tipe BT02

Elemen Kerja	Uji Kenormalan		Uji Keseragaman				Uji Kecukupan		
	P-Value	Keterangan	UCL		LCL	Keterangan	N'	N	Keterangan
SK 1 Babury									
1	0,150	Normal	3,4636	3,127	2,7904	Seragam	5,66	30	Cukup
2	0,150	Normal	2,746	2,083	1,420	Seragam	7,96	30	Cukup
3	0,150	Normal	1,727	1,227	0,727	Seragam	12,49	30	Cukup
4	0,150	Normal	18,379	15,71	13,931	Seragam	3,69	30	Cukup
6	0,150	Normal	18,379	15,71	13,041	Seragam	3,69	30	Cukup
SK 2 Beading									
11	0,150	Normal	3,356	2,883	2,410	Seragam	6,65	30	Cukup
12	0,150	Normal	2,3149	2,13	1,9451	Seragam	5,25	30	Cukup
13	0,150	Normal	10,928	10,05	9,172	Seragam	4,19	30	Cukup
14	0,150	Normal	2,3149	2,13	1,9451	Seragam	5,25	30	Cukup
15	0,150	Normal	10,928	10,05	9,172	Seragam	4,19	30	Cukup
SK 3 Cutting									
18	0,150	Normal	15,160	13,85	12,540	Seragam	3,51	30	Cukup
20	0,150	Normal	11,333	10,23	9,127	Seragam	5,23	30	Cukup
SK 4 Building									
21	0,150	Normal	4,606	4,09	3,574	Seragam	4,3	30	Cukup
22	0,150	Normal	10,291	9,443	8,595	Seragam	3,35	30	Cukup
23	0,067	Normal	1,744	1,217	0,691	Seragam	10,4	30	Cukup
24	0,150	Normal	16,065	14,94	13,815	Seragam	2,74	30	Cukup
25	0,093	Normal	1,5568	1,257	0,9572	Seragam	10,29	30	Cukup
26	0,150	Normal	27,787	26,17	24,553	Seragam	1,53	30	Cukup
27	0,150	Normal	70,288	68,18	66,072	Seragam	0,74	30	Cukup
28	0,150	Normal	1,630	1,193	0,756	Seragam	9,98	30	Cukup
29	0,150	Normal	43,54	38,02	32,50	Seragam	3,04	30	Cukup
30	0,150	Normal	27,278	26	24,722	Seragam	1,77	30	Cukup
31	0,150	Normal	52,057	49,57	47,083	Seragam	1,69	30	Cukup
32	0,150	Normal	1,6498	1,273	0,8962	Seragam	9,17	30	Cukup
33	0,150	Normal	19,097	15,08	11,063	Seragam	5,52	30	Cukup
34	0,150	Normal	1,5423	1,23	0,9177	Seragam	11,18	30	Cukup
35	0,150	Normal	18,264	15,7	13,136	Seragam	3,32	30	Cukup
36	0,112	Normal	1,5209	1,273	1,0251	Seragam	8,47	30	Cukup
37	0,150	Normal	47,33	42,83	38,33	Seragam	2,32	30	Cukup
38	0,150	Normal	47,560	45,13	42,700	Seragam	1,28	30	Cukup

Tabel 4.10 Hasil Rekapitulasi Uji Statistik ban *Radial* tipe BT02 (Lanjutan)

Elemen Kerja	Uji Kenormalan		Uji Keseragaman				Uji Kecukupan		
	P-Value	Keterangan	UCL		LCL	Keterangan	N'	N	Keterangan
39	0,150	Normal	4,791	4,06	3,329	Seragam	5,28	30	Cukup
40	0,095	Normal	1,6982	1,37	1,0418	Seragam	8,73	30	Cukup
41	0,150	Normal	10,756	10,07	9,384	Seragam	1,71	30	Cukup
42	0,069	Normal	14,025	12,76	11,496	Seragam	3,97	30	Cukup
43	0,150	Normal	4,5004	4,147	3,7936	Seragam	4,28	30	Cukup
SK 5 Curing									
44	0,150	Normal	3,6168	3,317	3,0172	Seragam	5,81	30	Cukup
45	0,150	Normal	2,4943	2,303	2,1117	Seragam	6,07	30	Cukup
46	0,150	Normal	15,456	15,33	15,204	Seragam	0,37	30	Cukup
49	0,150	Normal	28,999	27,53	26,061	Seragam	1,61	30	Cukup
SK 6 Final Inspection									
50	0,150	Normal	4,028	3,28	2,532	Seragam	5,9	30	Cukup
51	0,079	Normal	4,149	3,31	2,471	Seragam	5,38	30	Cukup
52	0,083	Normal	25,338	23,21	21,082	Seragam	2,1	30	Cukup
53	0,150	Normal	4,796	4,28	3,764	Seragam	4,48	30	Cukup
54	0,150	Normal	3,658	3,017	2,376	Seragam	6,16	30	Cukup
55	0,150	Normal	3,660	3,207	2,754	Seragam	6,08	30	Cukup
56	0,150	Normal	37,334	34,93	32,526	Seragam	1,4	30	Cukup
57	0,150	Normal	8,158	6,993	5,828	Seragam	5,13	30	Cukup
58	0,150	Normal	4,5253	4,213	3,9007	Seragam	4,14	30	Cukup
59	0,056	Normal	3,5909	3,257	2,9231	Seragam	6,36	30	Cukup
60	0,150	Normal	4,171	3,367	2,563	Seragam	5,77	30	Cukup
62	0,131	Normal	4,4608	4,26	4,0592	Seragam	4,19	30	Cukup
63	0,150	Normal	4,002	3,347	2,692	Seragam	7	30	Cukup
64	0,150	Normal	3,680	3,23	2,780	Seragam	5,98	30	Cukup
66	0,150	Normal	4,477	3,983	3,489	Seragam	3,68	30	Cukup

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.3 Perhitungan Waktu Normal

Berdasarkan ketiga uji statistik yang telah dilakukan pada sub bab sebelumnya, dapat dilihat bahwa semua data pengamatan yang diambil telah memenuhi syarat. Maka tahap selanjutnya dalam penelitian ini adalah melakukan perhitungan waktu normal dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$W_n = W_s (1 + \text{Rating Factors})$$

Untuk menghitung waktu normal, kita harus memberikan faktor penyesuaian terhadap pekerjaan tersebut yang berlandaskan pada *Westing House System of Rating*. *Rating factors* ini dilihat dari kemampuan operator saat melakukan pekerjaannya.

Tabel 4.11 Faktor Penyesuaian untuk Proses Produksi Ban *Radial*

Operator Stasiun Kerja	Indikator	Class	Nilai Rating Factors
<i>Banbury</i>	<i>Skills</i>	Good (C1)	+0,05
	<i>Effort</i>	Good (C1)	+0,05
	<i>Condition</i>	Good (C1)	+0,02
	<i>Consistency</i>	Average (D)	+0,00
	Total		
<i>Beading</i>	<i>Skills</i>	Excellent (B2)	+0,08
	<i>Effort</i>	Good (C2)	+0,02
	<i>Condition</i>	Good (C2)	+0,02
	<i>Consistency</i>	Average (D)	+0,00
	Total		
<i>Cutting</i>	<i>Skills</i>	Good (C1)	+0,05
	<i>Effort</i>	Good (C2)	+0,02
	<i>Condition</i>	Good (C2)	+0,02
	<i>Consistency</i>	Average (D)	+0,00
	Total		
<i>Building</i>	<i>Skills</i>	Excellent (B2)	+0,08
	<i>Effort</i>	Good (C2)	+0,02
	<i>Condition</i>	Good (C1)	+0,02
	<i>Consistency</i>	Average (D)	+0,00
	Total		
<i>Curing</i>	<i>Skills</i>	Good (C1)	+0,06
	<i>Effort</i>	Good (C2)	+0,02
	<i>Condition</i>	Average (D)	+0,00
	<i>Consistency</i>	Average (D)	+0,00
	Total		
<i>Final Inspection (Trimming)</i>	<i>Skills</i>	Good (C1)	+0,05
	<i>Effort</i>	Good (C1)	+0,05
	<i>Condition</i>	Good (C2)	+0,02
	<i>Consistency</i>	Average (D)	+0,00
	Total		

Operator Stasiun Kerja	Indikator	Class	Nilai Rating Factors
<i>Final Inspection (Inspection)</i>	<i>Skills</i>	Good (C1)	+0,05
	<i>Effort</i>	Good (C1)	+0,05
	<i>Condition</i>	Good (C1)	+0,02
	<i>Consistency</i>	Average (D)	+0,00
	Total		+0,12
<i>Final Inspection (Balancing)</i>	<i>Skills</i>	Excellent (B2)	+0,08
	<i>Effort</i>	Good (C2)	+0,02
	<i>Condition</i>	Good (C2)	+0,02
	<i>Consistency</i>	Average (D)	+0,00
	Total		+0,12
<i>Final Inspection (Uniformity)</i>	<i>Skills</i>	Good (C1)	+0,05
	<i>Effort</i>	Good (C1)	+0,05
	<i>Condition</i>	Good (C2)	+0,02
	<i>Consistency</i>	Average (D)	+0,00
	Total		+0,12

(Sumber: PT Bridgestone Tire Indonesia)

Berdasarkan rumus diatas, maka dapat diperoleh waktu normal yang dikerjakan oleh semua operator di setiap stasiun kerja. Dengan waktu siklus elemen kerja yang dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8 dan *rating factor* yang dapat dilihat pada Tabel 4.11 maka sebagai contoh waktu normal pada SK *Banbury* untuk elemen kerja mengambil material ke timbangan sebagai berikut:

1. Ban Tipe BT01

$$W_n = 85,6 (1 + 0,12)$$

$$W_n = 95,87 \text{ detik}$$

2. Ban Tipe BT02

$$W_n = 85,6 (1 + 0,12)$$

$$W_n = 95,87 \text{ detik}$$

Dengan cara yang sama, maka hasil perhitungan waktu normal elemen kerja lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13.

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Waktu Normal Ban *Radial* Tipe BT01

SK 1 <i>Banbury</i>					
No Urut	Elemen Kerja	Ws (detik)	Rating Factor	Wn (detik)	Total Wn (detik)
1	Mengambil Material <i>Rubber</i>	3,1	0,12	3,5	893,6
2	Menimbang	2,1	0,12	2,3	
3	Membuka Kemasan	1,2	0,12	1,4	
4	<i>Input</i> Material	15,7	0,12	17,6	
5	Proses <i>Banbury</i>	280,0	0,12	313,6	
6	<i>Dusting</i>	15,7	0,12	17,6	
7	<i>Booking</i>	480,0	0,12	537,6	
SK 2 <i>Beading</i>					
No Urut	Elemen Kerja	Ws (detik)	Rating Factor	Wn (detik)	Total Wn (detik)
8	Persiapan <i>Compound</i>	9,3	0,12	10,4	88,8
9	<i>Extruder</i>	24,5	0,12	27,4	
10	<i>Winding</i>	18,2	0,12	20,4	
11	Mengambil <i>Covering</i>	2,9	0,12	3,2	
12	Meletakkan <i>Covering</i> Pada <i>Bead</i>	2,1	0,12	2,4	
13	Mengambil <i>Covering</i>	10,1	0,12	11,3	
14	Meletakkan <i>Covering</i> Pada <i>Bead</i>	2,1	0,12	2,4	
15	<i>Booking</i>	10,1	0,12	11,3	
SK 3 <i>Cutting</i>					
No Urut	Elemen Kerja	Ws (detik)	Rating Factor	Wn (detik)	Total Wn (detik)
16	Potong Sesuai <i>Size</i>	4,7	0,09	5,1	207,4
17	Penyambungan	11,5	0,09	12,5	
18	Pelapisan Karet	13,8	0,09	15,1	
19	<i>Cooling</i>	150,0	0,09	163,5	
20	<i>Booking</i>	10,2	0,09	11,2	

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Waktu Normal Ban *Radial* Tipe BT01 (Lanjutan)

SK 4 Building					
No Urut	Elemen Kerja	Ws (detik)	Rating Factor	Wn (detik)	Total Wn (detik)
21	Ambil <i>Bead</i>	4,1	0,12	4,6	440,5
22	Pasang <i>Bead</i> Pada <i>Roller</i>	9,5	0,12	10,6	
23	Ambil <i>Inner Liner</i>	1,2	0,12	1,3	
24	Pasang <i>Inner Liner</i> Pada <i>Roller</i>	14,9	0,12	16,7	
25	Ambil <i>Ply 1</i>	1,2	0,12	1,3	
26	Pasang <i>Ply 1</i> Pada <i>Roller</i>	26,2	0,12	29,3	
27	<i>Tune Up</i>	68,2	0,12	76,4	
28	Ambil <i>Side Tread</i>	1,2	0,12	1,3	
29	Pasang <i>Side Tread</i> Pada <i>Roller</i>	38,6	0,12	43,2	
30	<i>Stitching</i>	26,1	0,12	29,2	
31	<i>Green Case Transfer</i>	49,5	0,12	55,4	
32	Ambil <i>Belt 1</i>	1,2	0,12	1,3	
33	Pasang <i>Belt 1</i> Pada <i>Roller</i>	14,8	0,12	16,6	
34	Ambil <i>Belt 2</i>	1,2	0,12	1,3	
35	Pasang <i>Belt 2</i> Pada <i>Roller</i>	15,4	0,12	17,2	
36	Ambil <i>Layer</i>	1,2	0,12	1,3	
37	Pasang <i>Layer</i> Pada <i>Roller</i>	42,5	0,12	47,6	
38	<i>Stitching</i>	44,8	0,12	50,2	
39	Ambil <i>GT</i> Pada <i>Roller</i>	4,1	0,12	4,6	
40	Letakan <i>GT</i> Pada Meja Kerja	1,2	0,12	1,4	
41	Pasang <i>Barcode</i>	9,9	0,12	11,1	
42	<i>Inspection</i>	12,4	0,12	13,9	
43	<i>Booking</i>	4,1	0,12	4,5	

SK 5 Curing					
No Urut	Elemen Kerja	Ws (detik)	Rating Factor	Wn (detik)	Total Wn (detik)
44	Ambil <i>GT</i> Pada <i>Trolley</i>	3,1	0,08	3,4	818,2
45	Peletakan <i>GT</i> Pada <i>Crane</i>	2,1	0,08	2,3	
46	Pemindahan <i>GT</i> Pada Cetakan	15,3	0,08	16,6	
47	Proses <i>Curing</i>	510,0	0,08	550,8	
48	<i>Cooling</i>	200,0	0,08	216,0	
49	<i>Booking</i>	27,0	0,08	29,1	

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Waktu Normal Ban *Radial* Tipe BT01 (Lanjutan)

SK 6 Final Inspection					
No Urut	Elemen Kerja	Ws (detik)	Rating Factor	Wn (detik)	Total Wn (detik)
50	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,0	0,12	3,4	186,5
51	Meletakkan GT Pada Mesin <i>Trimming</i>	3,1	0,12	3,5	
52	Proses <i>Trimming</i>	22,7	0,12	25,4	
53	<i>Booking</i>	4,1	0,12	4,6	
54	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,0	0,12	3,4	
55	Meletakkan GT Pada Mesin <i>Inspection</i>	3,0	0,12	3,4	
56	Proses <i>Inspection</i>	34,4	0,12	38,5	
57	Pemberian <i>Stamp</i>	6,7	0,12	7,5	
58	<i>Booking</i>	4,0	0,12	4,5	
59	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,0	0,12	3,4	
60	Meletakkan GT Pada Mesin <i>Balancing</i>	3,2	0,12	3,6	
61	Proses <i>Balancing</i>	23,5	0,12	26,3	
62	<i>Booking</i>	4,1	0,12	4,5	
63	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,1	0,12	3,5	
64	Meletakkan GT Pada Mesin <i>Uniformity</i>	3,0	0,12	3,4	
65	Proses <i>Uniformity</i>	38,7	0,12	43,3	
66	<i>Booking</i>	3,9	0,12	4,4	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Waktu Normal Ban *Radial* Tipe BT02

SK 1 <i>Banbury</i>					
No Urut	Elemen Kerja	Ws (detik)	Rating Factor	Wn (detik)	Total Wn (detik)
1	Mengambil Material <i>Rubber</i>	3,1	0,12	3,5	893,6
2	Menimbang	2,1	0,12	2,3	
3	Membuka Kemasan	1,2	0,12	1,4	
4	<i>Input</i> Material	15,7	0,12	17,6	
5	Proses <i>Banbury</i>	280,0	0,12	313,6	
6	<i>Dusting</i>	15,7	0,12	17,6	
7	<i>Booking</i>	480,0	0,12	537,6	
SK 2 <i>Beading</i>					
No Urut	Elemen Kerja	Ws (detik)	Rating Factor	Wn (detik)	Total Wn (detik)
8	Persiapan <i>Compound</i>	9,3	0,12	10,4	88,8
9	<i>Extruder</i>	24,5	0,12	27,4	
10	<i>Winding</i>	18,2	0,12	20,4	
11	Mengambil <i>Covering</i>	2,9	0,12	3,2	
12	Meletakkan <i>Covering</i> Pada <i>Bead</i>	2,1	0,12	2,4	
13	Mengambil <i>Covering</i>	10,1	0,12	11,3	
14	Meletakkan <i>Covering</i> Pada <i>Bead</i>	2,1	0,12	2,4	
15	<i>Booking</i>	10,1	0,12	11,3	
SK 3 <i>Cutting</i>					
No Urut	Elemen Kerja	Ws (detik)	Rating Factor	Wn (detik)	Total Wn (detik)
16	Potong Sesuai <i>Size</i>	4,7	0,09	5,1	207,4
17	Penyambungan	11,5	0,09	12,5	
18	Pelapisan Karet	13,8	0,09	15,1	
19	<i>Cooling</i>	150,0	0,09	163,5	
20	<i>Booking</i>	10,2	0,09	11,2	

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Waktu Normal Ban *Radial* Tipe BT02 (Lanjutan)

SK 4 Building					
No Urut	Elemen Kerja	Ws (detik)	Rating Factor	Wn (detik)	Total Wn (detik)
21	Ambil <i>Bead</i>	4,1	0,12	4,6	442,4
22	Pasang <i>Bead</i> Pada <i>Roller</i>	9,4	0,12	10,6	
23	Ambil <i>Inner Liner</i>	1,2	0,12	1,4	
24	Pasang <i>Inner Liner</i> Pada <i>Roller</i>	14,9	0,12	16,7	
25	Ambil <i>Ply 1</i>	1,3	0,12	1,4	
26	Pasang <i>Ply 1</i> Pada <i>Roller</i>	26,2	0,12	29,3	
27	<i>Tune Up</i>	68,2	0,12	76,4	
28	Ambil <i>Side Tread</i>	1,2	0,12	1,3	
29	Pasang <i>Side Tread</i> Pada <i>Roller</i>	38,0	0,12	42,6	
30	<i>Stitching</i>	26,0	0,12	29,1	
31	<i>Green Case Transfer</i>	49,6	0,12	55,5	
32	Ambil <i>Belt 1</i>	1,3	0,12	1,4	
33	Pasang <i>Belt 1</i> Pada <i>Roller</i>	15,1	0,12	16,9	
34	Ambil <i>Belt 2</i>	1,2	0,12	1,4	
35	Pasang <i>Belt 2</i> Pada <i>Roller</i>	15,7	0,12	17,6	
36	Ambil <i>Layer</i>	1,3	0,12	1,4	
37	Pasang <i>Layer</i> Pada <i>Roller</i>	42,8	0,12	48,0	
38	<i>Stitching</i>	45,1	0,12	50,5	
39	Ambil <i>GT</i> Pada <i>Roller</i>	4,1	0,12	4,5	
40	Letakan <i>GT</i> Pada Meja Kerja	1,4	0,12	1,5	
41	Pasang <i>Barcode</i>	10,1	0,12	11,3	
42	<i>Inspection</i>	12,8	0,12	14,3	
43	<i>Booking</i>	4,1	0,12	4,6	
SK 5 Curing					
No Urut	Elemen Kerja	Ws (detik)	Rating Factor	Wn (detik)	Total Wn (detik)
44	Ambil <i>GT</i> Pada <i>Trolley</i>	3,3	0,08	3,6	819,2
45	Peletakan <i>GT</i> Pada <i>Crane</i>	2,3	0,08	2,5	
46	Pemindahan <i>GT</i> Pada Cetakan	15,3	0,08	16,6	
47	Proses <i>Curing</i>	510,0	0,08	550,8	
48	<i>Cooling</i>	200,0	0,08	216,0	
49	<i>Booking</i>	27,5	0,08	29,7	

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Waktu Normal Ban *Radial* Tipe BT02 (Lanjutan)

SK 6 Final Inspection					
No Urut	Elemen Kerja	Ws (detik)	Rating Factor	Wn (detik)	Total Wn (detik)
50	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,3	0,12	3,7	190,7
51	Meletakkan GT Pada Mesin <i>Trimming</i>	3,3	0,12	3,7	
52	Proses <i>Trimming</i>	23,2	0,12	26,0	
53	<i>Booking</i>	4,3	0,12	4,8	
54	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,2	0,12	3,6	
55	Meletakkan GT Pada Mesin <i>Inspection</i>	3,2	0,12	3,6	
56	Proses <i>Inspection</i>	34,9	0,12	39,1	
57	Pemberian <i>Stamp</i>	7,0	0,12	7,8	
58	<i>Booking</i>	4,2	0,12	4,7	
59	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,3	0,12	3,6	
60	Meletakkan GT Pada Mesin <i>Balancing</i>	3,4	0,12	3,8	
61	Proses <i>Balancing</i>	23,5	0,12	26,3	
62	<i>Booking</i>	4,3	0,12	4,8	
63	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,3	0,12	3,7	
64	Meletakkan GT Pada Mesin <i>Uniformity</i>	3,2	0,12	3,6	
65	Proses <i>Uniformity</i>	38,7	0,12	43,3	
66	<i>Booking</i>	4,0	0,12	4,5	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.4 Perhitungan Waktu Standar

Waktu Baku atau Waktu Standar dinyatakan sebagai waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja atau operator yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Perhitungan waktu baku dilakukan dengan menggunakan rumus.

$$Wb = Wn(1 + Allowance)$$

Untuk menghitung waktu baku, diperlukan kelonggaran (*allowance*) untuk masing-masing elemen kerja yang ditentukan oleh perusahaan. Adapun faktor kelonggaran untuk proses produksi ban *Radial* yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.14 Faktor Kelonggaran Untuk Proses Produksi ban *Radial*

Faktor Kelonggaran		
Kebutuhan Pribadi	Pria	2,0%
Kecadaan Lingkungan	Sangat Bising	2,0%
Tenaga Yang Dikeluarkan	Sedang	7,5%
Sikap Kerja	Berdiri Di Atas Dua Kaki	1,0%
Gerakan Kerja	Sulit	1,0%
Kelelahan Mata	Pandangan Terus Menerus Dengan Faktor Berubah-Ubah	2,0%
Temperatur Tempat Kerja	Normal	2,0%
Total Allowance		17,5%

(Sumber: PT Bridgestone Tire Indonesia)

Berdasarkan rumus diatas, maka dapat diperoleh waktu baku yang dikerjakan oleh semua operator di setiap stasiun kerja. Dengan waktu normal yang dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13 dan *allowance* yang dapat dilihat pada Tabel 4.14, maka sebagai contoh waktu baku yang dihasilkan pada SK 1 untuk elemen kerja mengambil material ke timbangan adalah sebagai berikut:

1. Ban *Radial* tipe BT01
 $WB = 95,8 (1 + 0,175)$
 $WB = 112,6$ detik
2. Ban *Radial* tipe BT02
 $WB = 95,8 (1 + 0,175)$
 $WB = 112,6$ detik

Dengan cara yang sama dalam perhitungan waktu baku untuk elemen yang lainnya, maka hasil perhitungan waktu baku untuk seluruh elemen proses produksi ban *Radial* tipe BT01 dan BT02 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Waktu Baku Ban *Radial* Tipe BT01

SK 1 <i>Banbury</i>					
No Urut	Elemen Kerja	Wn (detik)	Allowance	Wb (detik)	Total Wb (detik)
1	Mengambil Material <i>Rubber</i>	3,5	17,5%	4,1	1050,0
2	Menimbang	2,3	17,5%	2,7	
3	Membuka Kemasan	1,4	17,5%	1,6	
4	<i>Input</i> Material	17,6	17,5%	20,7	
5	Proses <i>Banbury</i>	313,6	17,5%	368,5	
6	<i>Dusting</i>	17,6	17,5%	20,7	
7	<i>Booking</i>	537,6	17,5%	631,7	
SK 2 <i>Beadring</i>					
No Urut	Elemen Kerja	Wn (detik)	Allowance	Wb (detik)	Total Wb (detik)
8	Persiapan <i>Compound</i>	10,4	17,5%	12,2	104,3
9	<i>Extruder</i>	27,4	17,5%	32,2	
10	<i>Winding</i>	20,4	17,5%	24,0	
11	Mengambil <i>Covering</i>	3,2	17,5%	3,8	
12	Meletakkan <i>Covering</i> Pada <i>Bead</i>	2,4	17,5%	2,8	
13	Mengambil <i>Covering</i>	11,3	17,5%	13,2	
14	Meletakkan <i>Covering</i> Pada <i>Bead</i>	2,4	17,5%	2,8	
15	<i>Booking</i>	11,3	17,5%	13,2	
SK 3 <i>Cutting</i>					
No Urut	Elemen Kerja	Wn (detik)	Allowance	Wb (detik)	Total Wb (detik)
16	Potong Sesuai <i>Size</i>	5,1	17,5%	6,0	243,7
17	Penyambungan	12,5	17,5%	14,7	
18	Pelapisan Karet	15,1	17,5%	17,7	
19	<i>Cooling</i>	163,5	17,5%	192,1	
20	<i>Booking</i>	11,2	17,5%	13,1	

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Waktu Baku Ban *Radial* Tipe BT01 (Lanjutan)

SK 4 Building					
No Urut	Elemen Kerja	Wn (detik)	Allowance	Wb (detik)	Total Wb (detik)
21	Ambil <i>Bead</i>	4,6	17,5%	5,4	517,6
22	Pasang <i>Bead</i> Pada <i>Roller</i>	10,6	17,5%	12,5	
23	Ambil <i>Inner Liner</i>	1,3	17,5%	1,5	
24	Pasang <i>Inner Liner</i> Pada <i>Roller</i>	16,7	17,5%	19,6	
25	Ambil <i>Ply 1</i>	1,3	17,5%	1,6	
26	Pasang <i>Ply 1</i> Pada <i>Roller</i>	29,3	17,5%	34,4	
27	<i>Tune Up</i>	76,4	17,5%	89,7	
28	Ambil <i>Side Tread</i>	1,3	17,5%	1,6	
29	Pasang <i>Side Tread</i> Pada <i>Roller</i>	43,2	17,5%	50,8	
30	<i>Stitching</i>	29,2	17,5%	34,3	
31	<i>Green Case Transfer</i>	55,4	17,5%	65,1	
32	Ambil <i>Belt 1</i>	1,3	17,5%	1,5	
33	Pasang <i>Belt 1</i> Pada <i>Roller</i>	16,6	17,5%	19,5	
34	Ambil <i>Belt 2</i>	1,3	17,5%	1,5	
35	Pasang <i>Belt 2</i> Pada <i>Roller</i>	17,2	17,5%	20,3	
36	Ambil <i>Layer</i>	1,3	17,5%	1,6	
37	Pasang <i>Layer</i> Pada <i>Roller</i>	47,6	17,5%	56,0	
38	<i>Stitching</i>	50,2	17,5%	59,0	
39	Ambil <i>GT</i> Pada <i>Roller</i>	4,6	17,5%	5,4	
40	Letakan <i>GT</i> Pada Meja Kerja	1,4	17,5%	1,6	
41	Pasang <i>Barcode</i>	11,1	17,5%	13,0	
42	<i>Inspection</i>	13,9	17,5%	16,4	
43	<i>Booking</i>	4,5	17,5%	5,3	
SK 5 Curing					
No Urut	Elemen Kerja	Wn (detik)	Allowance	Wb (detik)	Total Wb (detik)
44	Ambil <i>GT</i> Pada <i>Trolley</i>	3,4	17,5%	4,0	961,3
45	Peletakan <i>GT</i> Pada <i>Crane</i>	2,3	17,5%	2,7	
46	Pemindahan <i>GT</i> Pada Cetakan	16,6	17,5%	19,4	
47	Proses <i>Curing</i>	550,8	17,5%	647,2	
48	<i>Cooling</i>	216,0	17,5%	253,8	
49	<i>Booking</i>	29,1	17,5%	34,2	

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Waktu Baku Ban *Radial* Tipe BT01 (Lanjutan)

SK 6 Final Inspection					
No Urut	Elemen Kerja	Wn (detik)	Allowance	Wb (detik)	Total Wb (detik)
50	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,4	17,5%	4,0	219,2
51	Meletakkan GT Pada Mesin <i>Trimming</i>	3,5	17,5%	4,1	
52	Proses <i>Trimming</i>	25,4	17,5%	29,8	
53	<i>Booking</i>	4,6	17,5%	5,4	
54	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,4	17,5%	4,0	
55	Meletakkan GT Pada Mesin <i>Inspection</i>	3,4	17,5%	4,0	
56	Proses <i>Inspection</i>	38,5	17,5%	45,2	
57	Pemberian <i>Stamp</i>	7,5	17,5%	8,8	
58	<i>Booking</i>	4,5	17,5%	5,3	
59	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,4	17,5%	4,0	
60	Meletakkan GT Pada Mesin <i>Balancing</i>	3,6	17,5%	4,2	
61	Proses <i>Balancing</i>	26,3	17,5%	30,9	
62	<i>Booking</i>	4,5	17,5%	5,3	
63	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,5	17,5%	4,1	
64	Meletakkan GT Pada Mesin <i>Uniformity</i>	3,4	17,5%	4,0	
65	Proses <i>Uniformity</i>	43,3	17,5%	50,9	
66	<i>Booking</i>	4,4	17,5%	5,1	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Waktu Baku Ban *Radial* Tipe BT02

SK 1 Banbury					
No Urut	Elemen Kerja	Wn (detik)	Allowance	Wb (detik)	Total Wb (detik)
1	Mengambil Material <i>Rubber</i>	3,5	17,5%	4,1	1050,0
2	Menimbang	2,3	17,5%	2,7	
3	Membuka Kemasan	1,4	17,5%	1,6	
4	<i>Input Material</i>	17,6	17,5%	20,7	
5	Proses <i>Banbury</i>	313,6	17,5%	368,5	
6	<i>Dusting</i>	17,6	17,5%	20,7	
7	<i>Booking</i>	537,6	17,5%	631,7	

Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Waktu Baku Ban *Radial* Tipe BT02 (Lanjutan)

SK 2 Beading					
No Urut	Elemen Kerja	Wn (detik)	Allowance	Wb (detik)	Total Wb (detik)
8	Persiapan <i>Compound</i>	10,4	17,5%	12,2	104,3
9	<i>Extruder</i>	27,4	17,5%	32,2	
10	<i>Winding</i>	20,4	17,5%	24,0	
11	Mengambil <i>Covering</i>	3,2	17,5%	3,8	
12	Meletakkan <i>Covering</i> Pada <i>Bead</i>	2,4	17,5%	2,8	
13	Mengambil <i>Covering</i>	11,3	17,5%	13,2	
14	Meletakkan <i>Covering</i> Pada <i>Bead</i>	2,4	17,5%	2,8	
15	<i>Booking</i>	11,3	17,5%	13,2	
SK 3 Cutting					
No Urut	Elemen Kerja	Wn (detik)	Allowance	Wb (detik)	Total Wb (detik)
16	Potong Sesuai <i>Size</i>	5,1	17,5%	6,0	243,7
17	Penyambungan	12,5	17,5%	14,7	
18	Pelapisan Karet	15,1	17,5%	17,7	
19	<i>Cooling</i>	163,5	17,5%	192,1	
20	<i>Booking</i>	11,2	17,5%	13,1	
SK 4 Building					
No Urut	Elemen Kerja	Wn (detik)	Allowance	Wb (detik)	Total Wb (detik)
21	Ambil <i>Bead</i>	4,6	17,5%	5,4	519,8
22	Pasang <i>Bead</i> Pada <i>Roller</i>	10,6	17,5%	12,4	
23	Ambil <i>Inner Liner</i>	1,4	17,5%	1,6	
24	Pasang <i>Inner Liner</i> Pada <i>Roller</i>	16,7	17,5%	19,7	
25	Ambil <i>Ply 1</i>	1,4	17,5%	1,7	
26	Pasang <i>Ply 1</i> Pada <i>Roller</i>	29,3	17,5%	34,4	
27	<i>Tune Up</i>	76,4	17,5%	89,7	
28	Ambil <i>Side Tread</i>	1,3	17,5%	1,6	
29	Pasang <i>Side Tread</i> Pada <i>Roller</i>	42,6	17,5%	50,0	
30	<i>Stitching</i>	29,1	17,5%	34,2	
31	<i>Green Case Transfer</i>	55,5	17,5%	65,2	
32	Ambil <i>Belt 1</i>	1,4	17,5%	1,7	
33	Pasang <i>Belt 1</i> Pada <i>Roller</i>	16,9	17,5%	19,8	
34	Ambil <i>Belt 2</i>	1,4	17,5%	1,6	
35	Pasang <i>Belt 2</i> Pada <i>Roller</i>	17,6	17,5%	20,7	
36	Ambil <i>Layer</i>	1,4	17,5%	1,7	

Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Waktu Baku Ban *Radial* Tipe BT02 (Lanjutan)

SK 4 Building					
37	Pasang <i>Layer</i> Pada <i>Roller</i>	48,0	17,5%	56,4	
38	<i>Stitching</i>	50,5	17,5%	59,4	
39	Ambil GT Pada <i>Roller</i>	4,5	17,5%	5,3	
40	Letakan GT Pada Meja Kerja	1,5	17,5%	1,8	
41	Pasang <i>Barcode</i>	11,3	17,5%	13,2	
42	<i>Inspection</i>	14,3	17,5%	16,8	
43	<i>Booking</i>	4,6	17,5%	5,5	
SK 5 Curing					
No Urut	Elemen Kerja	Wn (detik)	Allowance	Wb (detik)	Total Wb (detik)
44	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,6	17,5%	4,2	962,5
45	Peletakan GT Pada <i>Crane</i>	2,5	17,5%	2,9	
46	Pemindahan GT Pada Cetakan	16,6	17,5%	19,4	
47	Proses <i>Curing</i>	550,8	17,5%	647,2	
48	<i>Cooling</i>	216,0	17,5%	253,8	
49	<i>Booking</i>	29,7	17,5%	34,9	
SK 6 Final Inspection					
No Urut	Elemen Kerja	Wn (detik)	Allowance	Wb (detik)	Total Wb (detik)
50	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,7	17,5%	4,3	224,1
51	Meletakan GT Pada Mesin <i>Trimming</i>	3,7	17,5%	4,4	
52	Proses <i>Trimming</i>	26,0	17,5%	30,5	
53	<i>Booking</i>	4,8	17,5%	5,6	
54	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,6	17,5%	4,2	
55	Meletakan GT Pada Mesin <i>Inspection</i>	3,6	17,5%	4,2	
56	Proses <i>Inspection</i>	39,1	17,5%	46,0	
57	Pemberian <i>Stamp</i>	7,8	17,5%	9,2	
58	<i>Booking</i>	4,7	17,5%	5,5	
59	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,6	17,5%	4,3	
60	Meletakan GT Pada Mesin <i>Balancing</i>	3,8	17,5%	4,4	
61	Proses <i>Balancing</i>	26,3	17,5%	30,9	
62	<i>Booking</i>	4,8	17,5%	5,6	
63	Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	3,7	17,5%	4,4	
64	Meletakan GT Pada Mesin <i>Uniformity</i>	3,6	17,5%	4,3	
65	Proses <i>Uniformity</i>	43,3	17,5%	50,9	
66	<i>Booking</i>	4,5	17,5%	5,2	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.5 Pemetaan Proses Produksi dengan VSM

Value Stream Mapping digunakan untuk memetakan proses produksi yang terjadi pada kondisi saat ini (*current state*) mengikuti jalur produksi dari awal hingga akhir menggunakan lambang dari setiap proses termasuk aliran material dan informasi. Data dan informasi yang akurat sangat diperlukan sebelum melakukan pembuatan peta, agar hasil yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan dengan benar.

1. Aliran Informasi

Aliran informasi merupakan urutan informasi pemenuhan permintaan produk ban *Radial* tipe BT01 dan BT02. Penggabungan aliran informasi dilakukan untuk keseluruhan pihak yang terkait dalam pemenuhan permintaan tersebut. Adapun aliran informasi yang dimaksud dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Aliran informasi permintaan produk ban *Radial* diawali dari permintaan pelanggan atau pesanan yang diterima oleh bagian *marketing* yang kemudian dikirim ke PPIC.
- b. Bagian PPIC akan menganalisis kebutuhan *raw material*, *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 didistribusikan ke setiap stasiun kerja dan kemudian mulai dilakukan proses produksi sesuai dengan jadwal yang telah dibuat sebelumnya.
- d. *Finished good* yang telah selesai diproduksi selanjutnya akan dikirim ke pelanggan.

2. Aliran Material

Proses produksi untuk ban *Radial* dilakukan semi otomatis dan manual oleh operator produksi. Berikut adalah penjabaran aliran material proses produksi untuk ban *Radial* BT01 dan BT02.

- a. Proses *Banbury*. Proses awal produksi adalah *mixing (Banbury)* yang merupakan proses pencampuran *natural rubber* dan *synthetic rubber* dengan *ingredient* yang sebelumnya sudah ditimbang sesuai dengan berat yang ditentukan pada spesifikasi produk yang ingin dibentuk. Kemudian diberikan tambahan *carbon* dan oli pada saat material tersebut masuk ke dalam mesin *banbury* disana terjadi pelumatan material. Dalam mesin tersebut terdapat alat yang berfungsi untuk menggiling campuran menjadi lapisan yang disebut *compound*. Sebelum *compound* tersebut disusun pada rak, terlebih dahulu melewati proses pendinginan dan diberi cairan *adhesive* (proses *dusting*) agar *compound* tersebut tidak lengket setelah tersusun.
- b. Proses *Beading*. Proses pelapisan dilakukan dengan mesin *extruder* yang selanjutnya didinginkan dengan *puller drum*. Setelah itu dilakukan penstabilan dengan *feson*. Proses ini berjalan otomatis mulai dari persiapan *compound* hingga winding. Ketika *bead wire* keluar dari mesin, sudah berbentuk lingkaran sesuai dengan ukuran *rim* dan siap untuk di *booking*.
- c. Proses *Cutting*. Proses *cutting* ini merupakan proses lanjutan dari mesin *calender*, hasil akhir dari proses ini biasa disebut dengan *ply* atau *cap ply*. *Ply* merupakan lembaran material yang terdiri dari *polyster*, *nylon*, dan *compound* yang telah diproses sebelumnya dalam bentuk gulungan panjang yang kemudian dipotong-potong untuk merubah arah atau sudut benang dari 0° menjadi 90°. *Ply* berfungsi sebagai *carcass* atau kerangka untuk menahan, membentuk sistem suspensi dan beban ban. Sedangkan *cap ply* merupakan lembaran material yang terdiri dari *nylon* dan *compound* yang dipotong-potong menjadi beberapa bagian di mesin TTO. *Cap ply* berfungsi sebagai bahan untuk mempertahankan bundar ban waktu berjalan, meredam suara bising dan *steel belt*, membuat nyaman, dan untuk memperkecil *rolling resistance*.
- d. *Building*. Kemudian sampailah pada tahap perakitan semua komponen-komponen aplikasi yang telah dibuat pada proses semi manufaktur.

Semua komponen seperti rakitan *bead*, lembaran *ply* yang telah dipotong dengan sudut 90°, *steel belt*, *inner liner*, *tread* dan *side wall* semua dirakit menjadi satu kesatuan utuh sebagai bagian dari ban setengah jadi atau biasa disebut dengan *Green Tire* (GT). Proses perakitan (*Tire Building*) terdiri dari dua tahap, tahap pertama sering disebut dengan istilah *first stage* yang kemudian menghasilkan produk berupa *carcass*, kemudian *carcass* diproses kembali ditahap kedua atau *second stage* dengan menambahkan *steel belt*, *cap ply* dan *tread* menjadi GT. Tahap ini dilakukan dengan menggunakan mesin yang dioperasikan oleh satu operator di masing-masing tahap.

- e. *Curing*. Proses selanjutnya adalah tahap akhir dari proses pembentukan ban. GT yang dihasilkan dari proses perakitan kemudian dikirim ke area *curing* untuk dimasak. Proses *curing* sendiri terdiri dari beberapa tahap. Pertama GT datang dari bagian perakitan, sebelum masuk ke proses *curing*, GT harus diperiksa terlebih dahulu untuk menghindari adanya cacat pada GT. Setelah GT selesai diperiksa kemudian dilakukan proses *painting chem trend* yaitu pengolesan cairan *tire lubricant* pada bagian dalam GT yang bertujuan agar GT tidak menempel di bagian karet *bladder* pada saat proses *curing* berlangsung. Kemudian GT dikirim ke masing-masing operator untuk diproses di mesin *press curing*. Proses *curing* sendiri merupakan pemasakan atau vulkanisasi yaitu penyatuan polimer (*rubber*) dengan *carbon black* atau *sulphur* dengan dibantu oleh persenyawaan bahan kimia untuk mendapatkan beberapa karakteristik *compound* yang diperlukan dari bagian-bagian ban. Proses *curing* (pemasakan) ini membutuhkan suhu panas dan sejumlah tekanan *steam* yang sangat tinggi, GT akan ditempatkan pada cetakan ban (*mold*) dengan temperatur sesuai dengan yang diinginkan untuk produksi. Setelah cetakan tertutup, GT akan melebut ke dalam cetakan *tread* dan *side wall*. Cetakan tersebut tidak dapat dibuka sampai proses *curing* selesai secara keseluruhan. Setelah proses pemasakan selesai, *mold* akan terbuka secara otomatis. Ban yang sudah jadi akan jatuh dan masuk ke

dalam *conveyor* untuk kemudian sampai di bagian pemeriksaan (*finishing*).

- f. *Final Inspection*. Setelah selesai, ban diperiksa secara visual apakah ada cacar atau tidak. Proses ini tentu saja tidak menggunakan mesin, jadi ketelitian pekerja sangat dibutuhkan. Untuk ban yang belum halus, dilakukan *trimming* yaitu pemotongan rambut-rambut halus (*hamidashi*). Selain visual, kontrol juga dilakukan dengan pemeriksaan *balance* dan menggunakan sinar X. Ban tidak mungkin bisa 100% *balance* seperti pelek, namun ada batasannya. Jika melebihi batas, berarti ada kesalahan pada proses produksi. Selain itu, BSIN juga memiliki laboratorium untuk memeriksa sampel ban yang diambil secara acak demi menjaga mutu produk.

3. Pembuatan *Current State Value Stream Mapping*

Salah satu *tool* yang terdapat pada *value stream mapping* adalah *current state value stream mapping* yang berguna untuk melihat sistem produksi di perusahaan secara keseluruhan. Tujuan lain dari pembuatan *current state value stream mapping* ini adalah untuk memahami sifat dari proses tersebut sehingga suatu keadaan yang efektif dapat dicapai pada masa sekarang. Adapun langkah-langkah untuk membuat *current state value stream mapping* adalah sebagai berikut:

a. Menentukan *family product*

Mengidentifikasi suatu *family product* dapat dilakukan baik dengan menggunakan produk dan matrik proses untuk mengklarifikasikan langkah proses yang sama untuk produk yang berbeda. Pada penelitian ini produk yang diteliti adalah ban *Radial* tipe BT01 dan BT02 yang digunakan untuk ban kendaraan penumpang (*passanger*). Kedua produk ini merupakan satu *family product* karena kedua produk tersebut melalui proses dan stasiun kerja yang sama dan memiliki tingkat penjualan yang tinggi sehingga dianggap sebagai acuan dan representasi dari sistem produksi ban tipe *Radial* yang ada.

b. Data-data pembuatan *current state mapping*

1) Data permintaan per hari

Data permintaan per hari sangat diperlukan untuk menghitung berapa banyak produk yang harus diproduksi setiap harinya. Untuk memproduksi ban *Radial* dengan dua jenis yaitu BT01 dan BT02, perusahaan mempunyai permintaan harian sebanyak 60 unit. Contoh perhitungan rata-rata permintaan harian adalah sebagai berikut:

Ban *Radial* tipe BT01

Rata-rata permintaan harian

$$= \frac{\text{Total Unit}}{\text{Total Hari Kerja}} = \frac{660}{22 \text{ hari}} = 30 \text{ unit/hari}$$

Adapun permintaan ban *Radial* untuk tipe BT01 dan BT02 pada bulan Maret 2015 dapat dilihat pada Tabel 4.17 sebagai berikut.

Tabel 4.17 Data Permintaan Ban *Radial* Periode Maret 2015

Tipe Produk	Permintaan Bulan Maret (unit)	Rata-rata Produksi Harian
BT01	660	30
BT02	660	30
Total	1320	60

(Sumber: PT Bridgestone Tire Indonesia)

2) Metode pengiriman produk

Data lain yang dibutuhkan dalam pembuatan *current state value stream mapping* ini adalah metode pengiriman produk. PT Bridgestone Tire Indonesia menggunakan truk *cold diesel* atau *fuso* dengan kapasitas 7 ton untuk mengirimkan produknya ke pelanggan.

3) Data persediaan produk jadi

Dalam sistem produksi saat ini, perusahaan juga memiliki persediaan barang jadi untuk mengantisipasi ketidakpastian jumlah permintaan maupun masalah internal perusahaan. Adapun tabel 4.18 stok produk jadi untuk masing-masing tipe pada ban *Radial* yaitu sebagai berikut.

Tabel 4.18 Data Persediaan Produk Jadi

Tipe Produk	Persediaan (unit)	Jumlah (unit)
BT01	5	10
BT02	5	

(Sumber: PT Bridgestone Tire Indonesia)

c. Indikator dalam *current state value stream mapping*

Terdapat beberapa indikator yang digunakan pada *current state value stream mapping*, yaitu sebagai berikut:

1) Waktu baku

Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja atau operator untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Adapun pada Tabel 4.19 merupakan rekapitulasi hasil perhitungan waktu standar pada masing-masing stasiun kerja.

Tabel 4.19 Hasil Rekapitulasi Waktu Standar Ban *Radial*

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Baku (detik/unit)		Total Waktu Baku (detik/unit)	
		BT01	BT02	BT01	BT02
<i>Banbury</i>	1	4,1	4,1	1050,0	1050,0
	2	2,7	2,7		
	3	1,6	1,6		
	4	20,7	20,7		
	5	368,5	368,5		
	6	20,7	20,7		
	7	631,7	631,7		
<i>Beading</i>	8	12,2	12,2	104,3	104,3
	9	32,2	32,2		
	10	24,0	24,0		
	11	3,8	3,8		
	12	2,8	2,8		
	13	13,2	13,2		
	14	2,8	2,8		
	15	13,2	13,2		

Tabel 4.19 Hasil Rekapitulasi Waktu Standar Ban *Radial* (Lanjutan)

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Baku (detik/unit)		Total Waktu Baku (detik/unit)	
		BT01	BT02	BT01	BT02
<i>Cutting</i>	16	6,0	6,0	243,7	243,7
	17	14,7	14,7		
	18	17,7	17,7		
	19	192,1	192,1		
	20	13,1	13,1		
<i>Building</i>	21	5,4	5,4	517,6	519,8
	22	12,5	12,4		
	23	1,5	1,6		
	24	19,6	19,7		
	25	1,6	1,7		
	26	34,4	34,4		
	27	89,7	89,7		
	28	1,6	1,6		
	29	50,8	50,0		
	30	34,3	34,2		
	31	65,1	65,2		
	32	1,5	1,7		
	33	19,5	19,8		
	34	1,5	1,6		
	35	20,3	20,7		
	36	1,6	1,7		
	37	56,0	56,4		
	38	59,0	59,4		
	39	5,4	5,3		
	40	1,6	1,8		
41	13,0	13,2			
42	16,4	16,8			
43	5,3	5,5			
<i>Curing</i>	44	4,0	4,2	961,3	962,5
	45	2,7	2,9		
	46	19,4	19,4		
	47	647,2	647,2		
	48	253,8	253,8		
	49	34,2	34,9		

Tabel 4.19 Hasil Rekapitulasi Waktu Standar Ban *Radial* (Lanjutan)

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Baku (detik/unit)		Total Waktu Baku (detik/unit)	
		BT01	BT02	BT01	BT02
<i>Final Inspection</i>	50	4,0	4,3	219,2	224,1
	51	4,1	4,4		
	52	29,8	30,5		
	53	5,4	5,6		
	54	4,0	4,2		
	55	4,0	4,2		
	56	45,2	46,0		
	57	8,8	9,2		
	58	5,3	5,5		
	59	4,0	4,3		
	60	4,2	4,4		
	61	30,9	30,9		
	62	5,3	5,6		
	63	4,1	4,4		
	64	4,0	4,3		
	65	50,9	50,9		
	66	5,1	5,2		

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

2) *Changeover*

Changeover merupakan waktu yang diperlukan untuk melakukan *setting* peralatan apabila terjadi perubahan produksi. Dalam penelitian ini data *changover time* diabaikan karena pada proses produksi ban *Radial*, *changover time* sangatlah kecil sehingga dianggap tidak ada.

3) *WIP (Work In Process)*

Work In Process merupakan barang setengah jadi yang masih dalam proses. Adanya *WIP* disebabkan oleh terjadinya *bottleneck* akibat perbedaan waktu siklus yang terlalu jauh antara stasiun kerja.

$$WIP\ SK\ 3 = \frac{(WS\ SK\ 3 \times \text{Jumlah Unit yang Dihasilkan SK 2})}{(WS\ SK\ 2 \times \text{Jumlah Unit yang Dihasilkan SK 3})}$$

$$WIP\ SK\ 3\ (BT01) = \frac{(190,3 \times 1)}{(79,3 \times 1)} = \frac{190,3}{79,3} = 2,4 \sim 3\ \text{unit}$$

$$\text{WIP SK 3 (BT02)} = \frac{(190,3 \times 1)}{(79,3 \times 1)} = \frac{190,3}{79,3} = 2,4 \sim 3 \text{ unit}$$

$$\text{WIP SK 4} = \frac{(\text{WS SK 4} \times \text{Jumlah Unit yang Dihasilkan SK 3})}{(\text{WS SK 3} \times \text{Jumlah Unit yang Dihasilkan SK 4})}$$

$$\text{WIP SK 4 (BT01)} = \frac{(393,3 \times 1)}{(190,3 \times 1)} = \frac{393,3}{190,3} = 2 \text{ unit}$$

$$\text{WIP SK 4 (BT02)} = \frac{(395 \times 1)}{(190,3 \times 1)} = \frac{395}{190,3} = 2 \text{ unit}$$

$$\text{WIP SK 5} = \frac{(\text{WS SK 5} \times \text{Jumlah Unit yang Dihasilkan SK 4})}{(\text{WS SK 4} \times \text{Jumlah Unit yang Dihasilkan SK 5})}$$

$$\text{WIP SK 5 (BT01)} = \frac{(757,6 \times 1)}{(393,3 \times 1)} = \frac{757,6}{393,3} = 1,9 \sim 2 \text{ unit}$$

$$\text{WIP SK 5 (BT02)} = \frac{(758,5 \times 1)}{(395 \times 1)} = \frac{758,5}{395} = 1,9 \sim 2 \text{ unit}$$

Dari hasil perhitungan WIP diatas, maka rekapitulasi jumlah WIP periode Maret 2015 dapat dilihat pada Tabel 4.20 berikut ini.

Tabel 4.20 Rekapitulasi Jumlah WIP Periode Maret 2015

Stasiun Kerja	WIP (unit)	
	BT01	BT02
<i>Cutting</i>	3	3
<i>Building</i>	2	2
<i>Curing</i>	2	2

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4) *Time Between Next Operation*

Time Between Next Operation adalah waktu yang dicapai dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja berikutnya. Didapat dengan menggunakan rumus:

$$\text{Time between next operation} = \frac{\text{WIP}}{\text{Permintaan Harian Rata - Rata}}$$

$$\text{TBNO SK Cutting} = \frac{2 \text{ unit}}{30 \text{ unit}} = 0,067 \text{ hari} = 1680 \text{ detik}$$

$$\text{TTBNO SK Building} = \frac{2 \text{ unit}}{30 \text{ unit}} = 0,067 \text{ hari} = 1680 \text{ detik}$$

$$\text{TBNO SK Curing} = \frac{2 \text{ unit}}{30 \text{ unit}} = 0,067 \text{ hari} = 1680 \text{ detik}$$

5) *Availability*

Availability merupakan waktu kerja yang tersedia untuk memproduksi suatu produk setiap harinya.

$$\text{Waktu kerja} = 8 \text{ jam} \times 60 \times 60 = 28.800 \text{ detik}$$

$$\text{Waktu istirahat} = 1 \text{ jam} \times 60 \times 60 = 3.600 \text{ detik}$$

$$\text{Availability} = \text{waktu kerja} - \text{waktu istirahat}$$

$$\text{Availability} = (28.800 - 3.600) \text{ detik} = 25.200 \text{ detik}$$

6) *Uptime*

% *uptime* didapatkan dengan menggunakan rumus:

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

$$\text{Banbury} \quad \% \text{ uptime} = \frac{25.200-0}{25.200} = 1 = 100\%$$

$$\text{Beading} \quad \% \text{ uptime} = \frac{25.200-0}{25.200} = 1 = 100\%$$

$$\text{Cutting} \quad \% \text{ uptime} = \frac{25.200-0}{25.200} = 1 = 100\%$$

$$\text{Building} \quad \% \text{ uptime} = \frac{25.200-0}{25.200} = 1 = 100\%$$

$$\text{Curing} \quad \% \text{ uptime} = \frac{25.200-0}{25.200} = 1 = 100\%$$

$$\text{FI} \quad \% \text{ uptime} = \frac{25.200-0}{25.200} = 1 = 100\%$$

- 7) Operator atau *man power* merupakan jumlah tenaga kerja yang ada pada masing-masing stasiun kerja. Adapun rekapitulasi jumlah operator pada masing-masing stasiun kerja terdapat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Jumlah Operator

Stasiun Kerja	Jumlah Mesin (unit)	Jumlah Operator (orang)
<i>Banbury</i>	1	1
<i>Beading</i>	1	1
<i>Cutting</i>	1	1
<i>Building</i>	1	1
<i>Curing</i>	1	1
<i>Final Inspection</i>	4	4

(Sumber: PT Bridgestone Tire Indonesia)

Tabel 4.22 dan Tabel 4.23 merupakan rekapitulasi dari indikator untuk *current state value stream mapping* untuk produk ban *Radial* tipe BT01 dan BT02 sebagai berikut.

Tabel 4.22 Indikator CSVSM untuk ban *Radial* tipe BT01

Stasiun Kerja	Waktu Baku (detik/unit)	Changeover (detik)	WIP	Time Between Next Operation (detik)	Availability (detik)	Uptime (%)	Operator (orang)
Banbury	1050	0	0	0	25.200	100	1
Beading	104,3	0	0	0	25.200	100	1
Cutting	243,7	0	3	1680	25.200	100	1
Building	517,6	0	2	1680	25.200	100	1
Curing	961,3	0	2	1680	25.200	100	1
FI	219,2	0	0	0	25.200	100	4

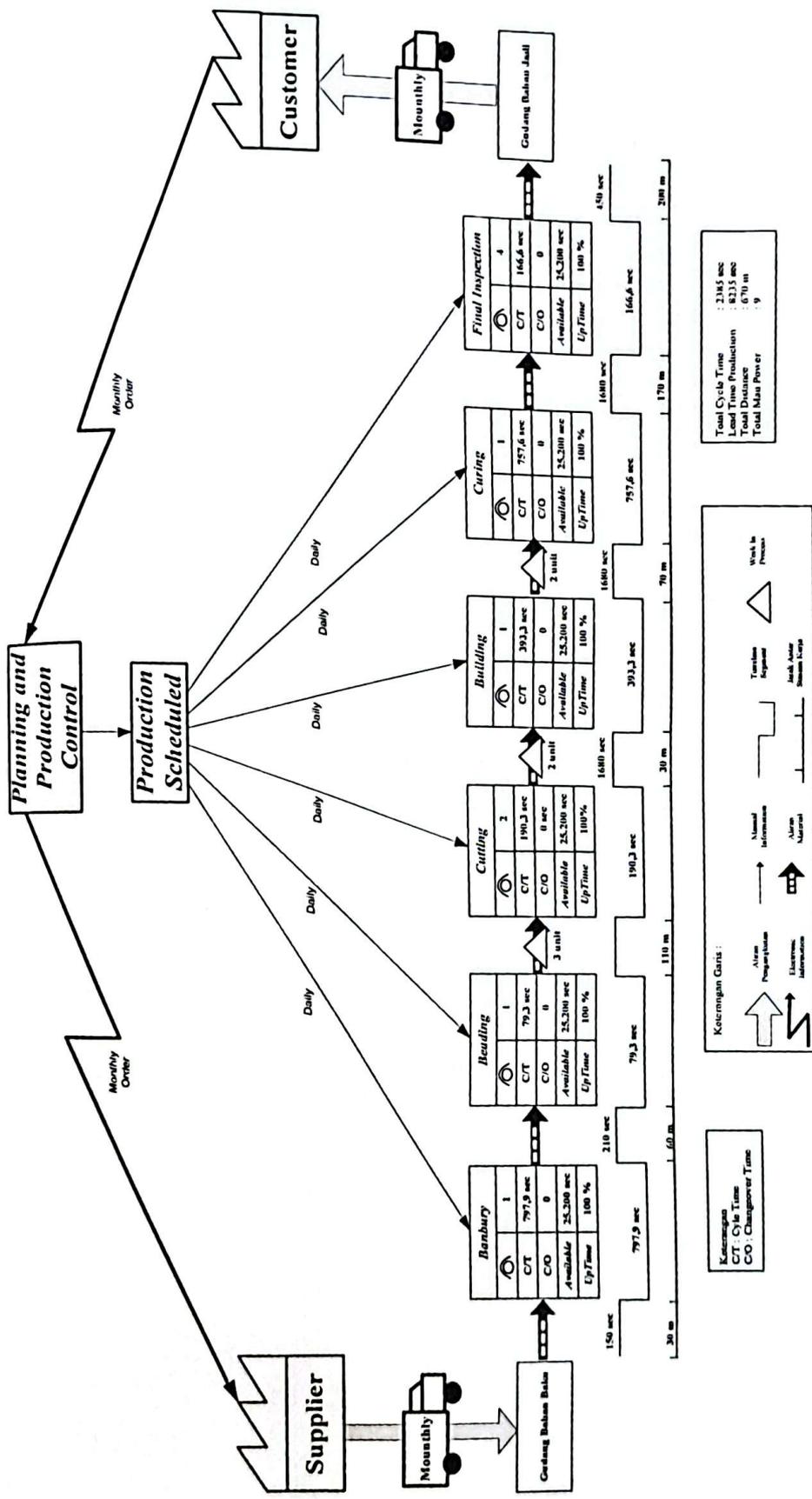
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.23 Indikator CSVSM untuk ban *Radial* tipe BT02

Stasiun Kerja	Waktu Baku (detik/unit)	Changeover (detik)	WIP	Time Between Next Operation (detik)	Availability (detik)	Uptime (%)	Operator (orang)
Banbury	1050	0	0	0	25.200	100	1
Beading	104,3	0	0	0	25.200	100	1
Cutting	243,7	0	3	1680	25.200	100	1
Building	519,8	0	2	1680	25.200	100	1
Curing	962,5	0	2	1680	25.200	100	1
FI	224,1	0	0	0	25.200	100	4

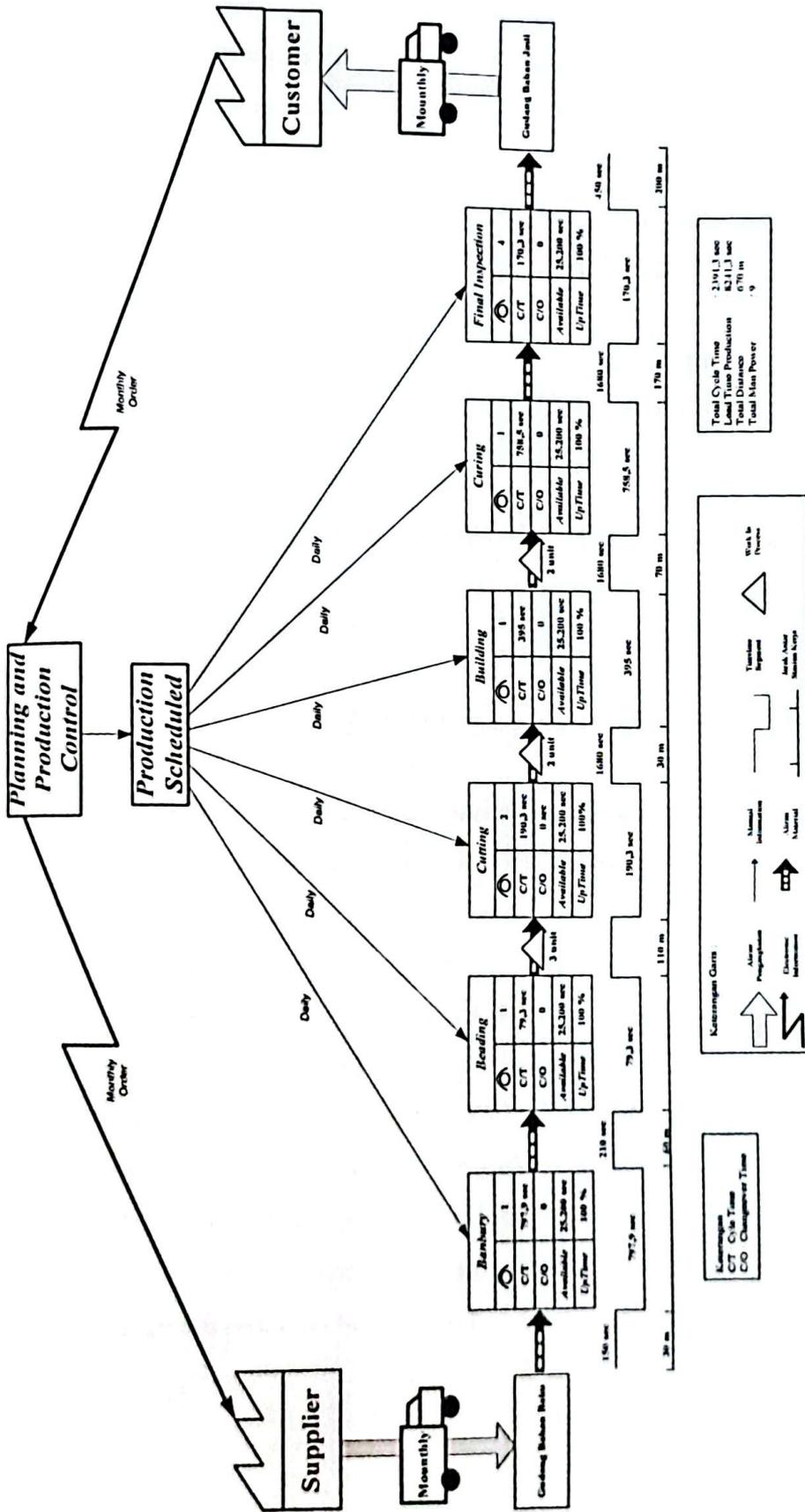
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dengan menggunakan data diatas, maka *current state value stream mapping* dapat dibuat. Hasil dari pembuatan *current state value stream mapping* dapat dilihat pada Gambar 4.12 dan Gambar 4.13.



Gambar 4.18 Current State Value Stream Mapping ban Radial tipe BT01

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)



Gambar 4.19 Current State Value Stream Mapping ban Radial tipe BT02
(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.24 *Process Activity Mapping (PAM) ban Radial*

Elemen Kerja	Mesin/Alat Bantu	Waktu Baku (menit)		Jumlah Operator	Aktivitas					Ket.
		BT01	BT02		O	T	I	S	D	
Mengambil Material	-	4,1	4,1	1		T				NNVA
Menimbang	Timbangan	2,7	2,7		O					VA
Membuka Kemasan	-	1,6	1,6		O					NNVA
Input Material	-	20,7	20,7		O					VA
Proses Banbury	Mesin Banbury	368,5	368,5		O					VA
Dusting	Mesin Banbury	20,7	20,7		O					VA
Booking	-	631,7	631,7		O					VA
Persiapan Compound	-	12,2	12,2		O					NNVA
Extruder	Mesin Beading	32,2	32,2	1	O					VA
Winding	Mesin Beading	24,0	24,0		O					VA
Mengambil Covering	-	3,8	3,8			T				NNVA
Meletakkan Covering Pada Bead	-	2,8	2,8		O					NNVA
Mengambil Covering	-	13,2	13,2			T				NNVA
Meletakkan Covering Pada Bead	-	2,8	2,8		O					NNVA
Booking	-	13,2	13,2		O					VA
Potong Sesuai Size	Mesin Cutting	6,0	6,0		1	O				
Penyambungan	Mesin Cutting	14,7	14,7	O						VA
Pelapisan Karet	Mesin Cutting	17,7	17,7	O						VA
Cooling	Mesin Cutting	192,1	192,1	O						VA
Booking	-	13,1	13,1	O						VA

Tabel 4.24 *Process Activity Mapping (PAM) ban Radial (Lanjutan)*

Elemen Kerja	Mesin/Alat Bantu	Waktu Baku (menit)		Jumlah Operator	Aktivitas					Ket.
		BT01	BT02		O	T	I	S	D	
<i>Ambil Bead</i>	-	5,4	5,4	1		T				NNVA
<i>Pasang Bead Pada Roller</i>	-	12,5	12,4		O					VA
<i>Ambil Inner Liner</i>	-	1,5	1,6			T				NNVA
<i>Pasang Inner Liner Pada Roller</i>	-	19,6	19,7		O					VA
<i>Ambil Ply 1</i>	-	1,6	1,7			T				NNVA
<i>Pasang Ply 1 Pada Roller</i>	-	34,4	34,4		O					VA
<i>Tune Up</i>	Mesin Building	89,7	89,7		O					VA
<i>Ambil Side Tread</i>	-	1,6	1,6			T				NNVA
<i>Pasang Side Tread Pada Roller</i>	-	50,8	50		O					VA
<i>Stitching</i>	Mesin Building	34,3	34,2		O					VA
<i>Green Case Transfer</i>	Mesin Building	65,1	65,2			T				NNVA
<i>Ambil Belt 1</i>	-	1,5	1,7			T				NNVA
<i>Pasang Belt 1 Pada Roller</i>	-	19,5	19,8		O					VA
<i>Ambil Belt 2</i>	-	1,5	1,6			T				NNVA
<i>Pasang Belt 2 Pada Roller</i>	-	20,3	20,7		O					VA
<i>Ambil Layer</i>	-	1,6	1,7			T				NNVA
<i>Pasang Layer Pada Roller</i>	-	56	56,4		O					VA
<i>Stitching</i>	Mesin Building	59	59,4		O					VA
<i>Ambil GT Pada Roller</i>	-	5,4	5,3			T				NNVA
<i>Letakkan GT Pada Meja Kerja</i>	-	1,6	1,8		O					VA
<i>Pasang Barcode</i>	Mesin Building	13	13,2	O					VA	
<i>Inspection</i>	-	16,4	16,8			I			NNVA	
<i>Booking</i>	-	5,3	5,5	O					VA	

Tabel 4.24 *Process Activity Mapping (PAM) ban Radial (Lanjutan)*

Elemen Kerja	Mesin/Alat Bantu	Waktu Baku (menit)		Jumlah Operator	Aktivitas					Ket.
		BT01	BT02		O	T	I	S	D	
Ambil GT Pada Trolley	-	4	4,2	1		T				NNVA
Peletakkan GT Pada Crane	-	2,7	2,9		O					NNVA
Pemindahan GT Pada Cetakan	Crane	19,4	19,4			T				NNVA
Proses Curing	Mesin Curing	647,2	647,2		O					VA
Cooling	Mesin Curing	253,8	253,8		O					VA
Booking	-	34,2	34,9		O					VA
Ambil GT Pada Trolley	-	4	4,3	4		T				NNVA
Meletakkan GT Pada Mesin Trimming	-	4,1	4,4		O					NNVA
Proses Trimming	Mesin Trimming	29,8	30,5		O					VA
Booking	-	5,4	5,6		O					VA
Ambil GT Pada Trolley	-	4	4,2			T				NNVA
Meletakkan GT Pada Mesin Inspection	-	4	4,2		O					NNVA
Proses Inspection	Mesin Inspection	45,2	46				I			VA
Pemberian Stamp	Stamp	8,8	9,2		O					VA
Booking	-	5,3	5,5		O					VA
Ambil GT Pada Trolley	-	4	4,3			T				NNVA
Meletakkan GT Pada Mesin Balancing	-	4,2	4,4		O					NNVA
Proses Balancing	Mesin Balancing	30,9	30,9		O					VA
Booking	-	5,3	5,6		O					VA
Ambil GT Pada Trolley	-	4,1	4,4			T				NNVA
Meletakkan GT Pada Mesin Uniformity	-	4	4,3		O					NNVA
Proses Uniformity	Mesin Uniformity	50,9	50,9		O					VA
Booking	-	5,1	5,2				S		VA	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan *Process Activity Mapping* (PAM) untuk ban *Radial* tipe BT01 dan BT02, maka dapat dibuat tabulasi ringkasan perhitungan dan persentase PAM yang dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Perhitungan dan Persentase *Process Activity Mapping* (PAM)

BT01			BT02		
Aktivitas	Jumlah	Waktu (menit)	Aktivitas	Jumlah	Waktu (menit)
<i>Operation</i>	45	2883,61	<i>Operation</i>	45	2888,64
<i>Transportation</i>	18	145,76	<i>Transportation</i>	18	147,78
<i>Inspection</i>	2	61,59	<i>Inspection</i>	2	62,75
<i>Delay</i>	0	0,00	<i>Delay</i>	0	0,00
<i>Storage</i>	1	5,1	<i>Storage</i>	1	5,2
Klasifikasi	Jumlah	Waktu (menit)	Klasifikasi	Jumlah	Waktu (menit)
VA	37	2888,75	VA	37	2893,16
NVA	0	0,00	NVA	0	0,00
NNVA	29	207,31	NNVA	29	211,21
Total	66	3096,06	Total	66	3104,37
Value Ratio		0,93	Value Ratio		0,93

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Value ratio adalah perbandingan antara aktivitas yang memberikan nilai tambah dengan keseluruhan aktivitas. Berdasarkan perhitungan *Process Activity Mapping* (PAM), didapatkan bahwa hasil *value ratio* untuk proses produksi ban *Radial* tipe BT01 dan BT02 adalah sebesar 0,93 atau 93% . Dengan demikian dapat diartikan bahwa pada proses produksi ban *Radial* tipe BT01 dan BT02 terdapat pemborosan sebesar 0,7 atau 7%.

4.2.8 Identifikasi Pemborosan

Pemborosan yang terjadi pada proses produksi ban *Radial* adalah sebagai berikut:

1. Perbedaan Waktu Standar Yang Mengakibatkan Terjadinya *Bottleneck*

Perbedaan waktu standar yang cukup jauh terjadi pada stasiun kerja *Beadring* ke stasiun kerja *Cutting*, stasiun kerja *Cutting* ke stasiun kerja *Building*, dan stasiun kerja *Building* ke stasiun kerja *Curing*. Perbedaan waktu standar antar stasiun kerja tersebut menyebabkan terjadinya *bottleneck*.

2. Target Produksi Yang Tidak Tercapai

Target produksi harian ban *Radial* untuk tipe BT01 dan BT02 masing-masing sebesar 30 unit/hari, namun perusahaan hanya mampu memproduksi sebanyak 11 unit/hari. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{Produksi per hari} = \frac{\text{Waktu tersedia}}{\text{Waktu per unit}}$$

a. Tipe BT01

$$\begin{aligned}\text{Produksi per hari} &= \frac{25.200 \text{ detik}}{2385 \text{ detik}} \\ &= 10,56 \sim 11 \text{ unit/hari}\end{aligned}$$

b. Tipe BT02

$$\begin{aligned}\text{Produksi per hari} &= \frac{25.200 \text{ detik}}{2391,3 \text{ detik}} \\ &= 10,54 \sim 11 \text{ unit/hari}\end{aligned}$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa target produksi harian ban *Radial* tipe BT01 dan BT02 tidak tercapai.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis *Current State Value Stream Mapping*

Langkah awal untuk memahami aliran informasi dan aliran material dalam sistem secara keseluruhan melalui *value stream mapping*. Aliran informasi yang sama diperlukan untuk membuat produk ban *Radial* tipe BT01 dan BT02. Aliran informasi tersebut sudah berjalan dengan baik. Kerjasama yang baik antara bagian pemasaran, *production control* (PC), dan kepala seksi memudahkan jika terjadi permasalahan mengenai perencanaan produksi. Perencanaan produksi ban *Radial* BT01 dan BT02 dibuat untuk satu bulan. Pemesanan bahan baku dilakukan setelah adanya pemesanan produk, bahan baku dari pemasok akan sampai di gudang penyimpanan selama satu bulan. Namun jika di gudang penyimpanan bahan baku masih terdapat bahan baku yang diperlukan, perusahaan akan menggunakan bahan baku yang ada tersebut terlebih dahulu. Hal ini dimaksud untuk mengurangi terjadinya penumpukan bahan baku.

Takt time digunakan untuk menyelaraskan langkah produksi dengan langkah penjualan sebagai suatu proses utama. *Takt time* menyatakan seberapa sering seharusnya perusahaan memproduksi satu *part* atau produk dalam sehari berdasarkan rata-rata harian penjualan produk agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen. *Takt time* produksi ban *Radial* tipe BT01 dan BT02 adalah sebagai berikut:

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Jam Kerja Tersedia}}{\text{Volume Produksi}}$$
$$\text{Takt time} = \frac{25.200 \text{ detik/hari}}{30 \text{ unit/hari}} = 840 \text{ detik/unit}$$

Untuk aliran material pada *Current State Value Stream Mapping* (CSVSM) untuk produksi ban *Radial* tipe BT01 dan BT02 dapat dianalisis pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Analisis CSVSM Proses Produksi ban *Radial* tipe BT01 dan BT02

No.	Indikator Performansi	BT01	BT02	Detail Analisis
1	Waktu standar produksi tertinggi	1050 detik/unit	1050 detik/unit	Waktu standar tertinggi proses produksi ban <i>Radial</i> tipe BT01 dan BT02 terdapat pada stasiun kerja <i>Banbury</i> , perlu dipertimbangkan dengan melakukan penggabungan elemen kerja untuk efisiensi waktu.
2	Kapasitas Produksi	<i>Available Time</i> : 25.200 detik (1 <i>shift</i>)	<i>Available Time</i> : 25.200 detik (1 <i>shift</i>)	Kapasitas produksi harian masih dibawah permintaan pelanggan harian yaitu sebesar 30 unit/hari untuk ban <i>Radial</i> tipe BT01 dan BT02. Oleh karena itu harus dilakukan perbaikan yang efektif agar permintaan pelanggan dapat terpenuhi tanpa harus melalui kerja lembur (<i>overtime</i>).
		Waktu Standar: 1050 detik/unit	Waktu Standar: 1050 detik/unit	
		Operator: 1 orang	Operator: 1 orang	
		Kapasitas Produksi: 24 unit/hari	Kapasitas Produksi: 24 unit/hari	
3	Efektivitas Waktu	Total CT: 2385 detik/unit	Total CT: 2391,3 detik/unit	<i>Lead time</i> yang panjang menyebabkan pemborosan waktu. <i>Lead time</i> ini berhubungan erat dengan terjadinya penumpukan WIP pada beberapa stasiun kerja seperti SK <i>Cutting</i> , SK <i>Building</i> dan SK <i>Curing</i> .
		Total LT: 8235 detik	Total LT: 8241,3 detik	
		Waktu Produktif: 28,96 %	Waktu Produktif: 29,02 %	
4	Aliran Material dan Proses	<i>Bottleneck</i> : - <i>Cutting</i> - <i>Bullding</i> - <i>Curing</i>	<i>Bottleneck</i> : - <i>Cutting</i> - <i>Building</i> <i>Curing</i>	<i>Bottleneck</i> yang terjadi karena adanya perbedaan yang cukup jauh antara stasiun kerja sebelum dan stasiun kerja selanjutnya.
				Diperlukan langkah alternatif agar proses produksi berjalan lebih lancar.

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Hasil analisis tersebut akan dijadikan sebagai salah satu bahan pertimbangan dalam menentukan rencana perbaikan yang direkomendasikan.

5.2 Analisis Hasil *Process Activity Mapping* (PAM)

Proses pembuatan *Process Activity Mapping* (PAM) menggunakan data aktual perusahaan dan pengukuran waktu proses dengan menggunakan pengukuran langsung metode jam henti. Hasil pengukuran waktu di validasi secara statistik dengan menggunakan uji kenormalan, uji keseragaman, dan uji kecukupan data.

1. Analisis PAM Untuk Ban *Radial* Tipe BT01

Proses produksi ban *Radial* BT01 terdiri dari 66 elemen kerja. Secara rinci proporsi dari setiap jenis aktivitas dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Jumlah Aktivitas ban *Radial* Tipe BT01

Jenis Aktivitas	<i>Operation</i>	<i>Transportation</i>	<i>Inspection</i>	<i>Delay</i>	<i>Storage</i>	Total
Jumlah Aktivitas	45	18	2	0	1	66
Persentase	68%	27%	3%	0%	2%	100%

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari Tabel 5.2 dapat dilihat bahwa terdapat 45 aktivitas yang termasuk *value added*. Aktivitas lainnya sebanyak 18 merupakan aktivitas *non value added*, sehingga harus dikurangi karena tidak memberikan nilai tambah bagi pelanggan. Total waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan satu produk ban *Radial* tipe BT01 adalah 3096,06 detik/unit. Secara rinci produksi waktu dari setiap jenis aktivitas dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Kebutuhan Waktu per Jenis Aktivitas Ban *Radial* Tipe BT01

Jenis Aktivitas	<i>Operation</i>	<i>Transportation</i>	<i>Inspection</i>	<i>Delay</i>	<i>Storage</i>	Total
Waktu (detik)	2883,61	145,76	61,59	0	5,1	3096,06
Persentase	93%	4,7%	2%	0%	0,3%	100%

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari Tabel 5.3 dapat dilihat bahwa aktivitas yang termasuk *value added* sebesar 2883,61 detik atau 93% dari total waktu. Aktivitas lainnya sebesar 7% dari total waktu merupakan aktivitas *non value added*, sehingga harus dikurangi karena tidak memberikan nilai tambah bagi pelanggan.

2. Analisis PAM Untuk Ban *Radial* Tipe BT02

Proses produksi ban *Radial* tipe BT02 terdiri dari 66 elemen kerja. Secara rinci proporsi dari setiap jenis aktivitas dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Jumlah Aktivitas ban *Radial* Tipe BT02

Jenis Aktivitas	<i>Operation</i>	<i>Transportation</i>	<i>Inspection</i>	<i>Delay</i>	<i>Storage</i>	Total
Jumlah Aktivitas	45	18	2	0	1	66
Persentase	68%	27%	3%	0%	2%	100%

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari Tabel 5.4 dapat dilihat bahwa terdapat 45 aktivitas yang termasuk *value added*. Aktivitas lainnya sebanyak 18 merupakan aktivitas *non value added*, sehingga harus dikurangi karena tidak memberikan nilai tambah bagi pelanggan. Total waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan satu produk ban *Radial* tipe BT01 adalah 3104,37 detik/unit. Secara rinci produksi waktu dari setiap jenis aktivitas dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Kebutuhan Waktu per Jenis Aktivitas Ban *Radial* Tipe BT02

Jenis Aktivitas	<i>Operation</i>	<i>Transportation</i>	<i>Inspection</i>	<i>Delay</i>	<i>Storage</i>	Total
Waktu (detik)	2888,64	147,78	62,75	0	5,2	3104,37
Persentase	93%	4,8%	2%	0%	0,2%	100%

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari Tabel 5.5 dapat dilihat bahwa aktivitas yang termasuk *value added* sebesar 288,64 detik atau 93% dari total waktu. Aktivitas lainnya sebesar 7% dari total waktu merupakan aktivitas *non value added*, sehingga harus dikurangi karena tidak memberikan nilai tambah bagi pelanggan.

Tabel 5.6 merupakan rangkuman analisis *Process Activity Mapping* untuk kedua produk ban *Radial*.

Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Analisis PAM

No	Jenis Aktivitas	BT01 (Jumlah & Waktu)	BT02 (Jumlah & Waktu)	Analisis
1	Operation	45 (68%)	45 (68%)	<ul style="list-style-type: none"> - Jumlah aktivitas dan total waktu yang dibutuhkan pada aktivitas operasi dalam proses produksi ban <i>Radial</i> tipe BT01 dan BT02 relatif sudah optimal. - Konsistensi dari proses produksi ini harus dijaga agar kelancaran produksi dapat terus terlaksana.
		2883,61 detik (93%)	2888,64 detik (93%)	
2	Transportation	18 (27%)	18 (27%)	<ul style="list-style-type: none"> - Jumlah transportasi yang banyak diperlukan karena terdapat beberapa proses dalam penanganan bahan baku dengan jarak yang relatif lebih pendek. - Perbaikan untuk transportasi dapat berdampak signifikan, karena dari sisi waktu yang dibutuhkan transportasi mencapai 4,8% dari total waktu keseluruhan aktivitas.
		145,76 detik (4,7%)	147,78 detik (4,8%)	
3	Inspection	2 (3%)	2 (3%)	<ul style="list-style-type: none"> - Terdapat proses inspeksi dengan total waktu yang dibutuhkan 61,59 detik dan 62,75 detik untuk setiap komponen. - Inspeksi merupakan aktivitas <i>non value added</i>, sehingga perlu dilakukan secara efektif. - Usulan perbaikan pada aktivitas inspeksi adalah dengan aplikasi metode <i>sampling</i> pada stasiun kerja <i>Inspection</i>.
		61,59 detik (2%)	62,75 detik (2%)	
4	Storage	1 (2%)	1 (2%)	<ul style="list-style-type: none"> - Penyimpanan (<i>storage</i>) merupakan aktivitas terkecil (<1,0%), sehingga perubahan tidak berdampak signifikan terhadap keseluruhan proses produksi.
		5,1 detik (0,3%)	5,2 detik (0,2%)	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

5.3 Usulan Perbaikan

Masalah utama yang dihasilkan dari analisis CVSM dan PAM adalah kapasitas produksi masih dibawah permintaan pelanggan harian yaitu 30 unit/hari untuk masing-masing ban *Radial* tipe BT01 dan BT02. Hal ini dapat terlihat jelas pada setiap stasiun kerja terdapat pemborosan waktu menunggu karena *lose time* yang tinggi sehingga kapasitas yang mampu dikerjakan oleh stasiun kerja tersebut belum maksimal.

Bottleneck yang terjadi antar stasiun kerja yang cukup jauh juga mengakibatkan perbedaan waktu standar yang tinggi. Masalah ini terlihat jelas pada stasiun kerja *Cutting*, *Building* dan *Curing* yang terdapat penumpukan *Work In Process* (WIP), jelas hal ini menyebabkan terbuangnya waktu siklus sehingga menyebabkan besarnya *lead time*.

5.3.1 Usulan Perbaikan dan *Future State Value Stream Mapping*

Berdasarkan dari analisis permasalahan pemborosan tersebut, maka terdapat beberapa usulan yg diajukan, yaitu:

1. Stasiun kerja *Banbury*

Pada stasiun kerja *Banbury*, ada baiknya dilakukan penggabungan elemen kerja, sehingga lebih menghemat waktu serta menghilangkan waktu transportasi. Penghematan waktu yang terjadi akan meningkatkan kapasitas produksi. Adapun kondisi aktual dan usulan tersebut pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Kondisi Aktual Ban *Radial* SK *Banbury*

Elemen Kerja	Kondisi Aktual BT01		Kondisi Aktual BT02	
	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)
SK 1 - Proses <i>Banbury</i>				
Mengambil Material	4,1	1050	4,1	1050
Menimbang	2,7		2,7	
Membuka Kemasan	1,6		1,6	
<i>Input</i> Material	20,7		20,7	
Proses <i>Banbury</i>	368,5		368,5	
<i>Dusting</i>	20,7		20,7	
<i>Booking</i>	631,7		631,7	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Asumsi untuk rincian penggabungan elemen kerja terlihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Asumsi Usulan Perbaikan Ban *Radial* SK *Banbury*

No	Kondisi Aktual	Usulan Perbaikan	Keterangan
1.	Pada elemen kerja mengambil material, menimbang dan membuka kemasan memiliki total waktu baku sebesar 8 detik	Menggabungkan ketiga elemen tersebut dan menghilangkan kegiatan transportasi mengambil material serta membuka kemasan	Kondisi setelah penggabungan elemen kerja menimbang menjadi 4,3 detik
2.	Pada kondisi aktual untuk <i>input</i> material, operator menempuh jarak 5 meter atau 15 detik	Mendekatkan mesin timbangan dengan mesin <i>mixing</i> , yang dapat memungkinkan operator bekerja dengan jarak 1 m.	Kondisi input material setelah pendekatan timbangan dengan mesin <i>mixing</i> memperoleh waktu sebesar 5 detik
3.	Pada kondisi aktual elemen <i>Booking</i> menghabiskan total waktu sebesar 631,7 detik yang terdiri dari <i>Booking</i> 431 detik dan transportasi sebesar 210,7 detik	Mendekatkan proses <i>Booking</i> dengan tempat penyimpanan sementara untuk <i>output</i> yang dihasilkan pada SK <i>Banbury</i>	Kondisi setelah perbaikan pada elemen kerja <i>Booking</i> dapat diperoleh total waktu baku sebesar 442 detik

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 5.8, usulan perbaikan dibuat berdasarkan asumsi penulis. Setelah dilakukan perbaikan terdapat pengurangan waktu produksi dari aktivitas pada SK *Banbury*. Kondisi perubahan waktu produksi setelah usulan dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Kondisi Setelah Perbaikan Ban *Radial* SK *Banbury*

Elemen Kerja	Kondisi Aktual BT01		Kondisi Aktual BT02	
	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)
SK 1 - Proses <i>Banbury</i>				
Menimbang	4,3	840,5	4,3	840,5
<i>Input</i> Material	5		5	
Proses <i>Banbury</i>	368,5		368,5	
<i>Dusting</i>	20,7		20,7	
<i>Booking</i>	442		442	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

2. Stasiun kerja *Beading*

Pada stasiun kerja *Beading*, aktivitas transportasi untuk pengambilan *covering* tahap pertama dan tahap kedua memiliki waktu yang cukup lama karena letaknya yang jauh dari jangkauan operator. Adapun kondisi aktual dan usulan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Kondisi Aktual Ban *Radial* SK *Beading*

Elemen Kerja	Kondisi Aktual BT01		Kondisi Aktual BT02	
	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)
SK 2 – Proses <i>Beading</i>				
Persiapan	12,2	104,3	12,2	104,3
<i>Extruder</i>	32,2		32,2	
<i>Winding</i>	24		24	
Mengambil <i>Covering</i>	3,8		3,8	
Meletakkan <i>Covering</i> Pada <i>Bead</i>	2,8		2,8	
Mengambil <i>Covering</i>	13,2		13,2	
Meletakkan <i>Covering</i> Pada <i>Bead</i>	2,8		2,8	
<i>Booking</i>	13,2		13,2	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Asumsi untuk rincian pengurangan jarak pengambilan dan *Booking* dalam aktivitas pada stasiun kerja *Beading* terlihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Asumsi Usulan Perbaikan Ban *Radial* SK *Beading*

No	Kondisi Aktual	Usulan Perbaikan	Keterangan
1.	Pada kondisi aktual untuk mengambil <i>covering</i> , operator menempuh jarak 6 meter atau 13 detik untuk BT01 dan BT02.	Mendekatkan jarak pengambilan, yang dapat memungkinkan operator untuk mengambil <i>cover</i> cukup dengan jarak 1 m.	Kondisi setelah perbaikan untuk mengambil <i>cover</i> diperlukan waktu 3 detik untuk BT01 dan BT02.
2.	Pada kondisi aktual untuk <i>Booking</i> (meletakkan <i>output</i> pada <i>trolley</i>), operator perlu menempuh jarak 6 meter atau 13 detik untuk BT01 dan BT02.	Mendekatkan jarak peletakkan, yang dapat memungkinkan operator untuk meletakkan <i>output</i> cukup dengan jarak 1 m.	Kondisi setelah perbaikan untuk <i>Booking</i> diperlukan waktu 3 detik untuk BT01 dan BT02.

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 5.11, asumsi kondisi mendatang setelah dilakukan perbaikan terdapat pengurangan waktu produksi dari aktivitas pada SK *Beading*. Kondisi perubahan waktu produksi setelah usulan dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Kondisi Setelah Perbaikan Ban *Radial SK Beading*

Elemen Kerja	Kondisi Aktual BT01		Kondisi Aktual BT02	
	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)
SK 2 - Proses <i>Beading</i>				
Persiapan	12,2	83,8	12,2	83,8
<i>Extruder</i>	32,2		32,2	
<i>Winding</i>	24		24	
Mengambil <i>Covering</i>	3,8		3,8	
Meletakkan <i>Covering</i> Pada <i>Bead</i>	2,8		2,8	
Mengambil <i>Covering</i>	3,0		3,0	
Meletakkan <i>Covering</i> Pada <i>Bead</i>	2,8		2,8	
<i>Booking</i>	3,0		3,0	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

3. Stasiun Kerja *Building*

Pada stasiun kerja *Building*, aktivitas transportasi untuk mengambil *bead*, *inner liner*, *ply 1* dan lain-lain dapat diminimalisir. Usulan perbaikan yang diperlukan untuk mengeliminasi pemborosan yang terjadi adalah medekatkan letak peralatan dengan operator SK *Building*. Adapun kondisi aktual dan usulan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.13 dan Tabel 5.14.

Tabel 5.13 Kondisi Aktual Ban *Radial SK Building*

Elemen Kerja	Kondisi Aktual BT01		Kondisi Aktual BT02	
	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)
SK 4 - Proses Building				
Ambil <i>Bead</i>	5,4	517,6	5,4	519,8
Pasang <i>Bead</i> Pada <i>Roller</i>	12,5		12,4	
Ambil <i>Inner Liner</i>	1,5		1,6	
Pasang <i>Inner Liner</i> Pada <i>Roller</i>	19,6		19,7	
Ambil <i>Ply 1</i>	1,6		1,7	
Pasang <i>Ply 1</i> Pada <i>Roller</i>	34,4		34,4	
<i>Tune Up</i>	89,7		89,7	
Ambil <i>Side Tread</i>	1,6		1,6	
Pasang <i>Side Tread</i> Pada <i>Roller</i>	50,8		50	
<i>Stitching</i>	34,3		34,2	
<i>Green Tire Transfer</i>	65,1		65,2	
Ambil <i>Belt 1</i>	1,5		1,7	
Pasang <i>Belt 1</i> Pada <i>Roller</i>	19,5		19,8	
Ambil <i>Belt 2</i>	1,5		1,6	
Pasang <i>Belt 2</i> Pada <i>Roller</i>	20,3		20,7	
Ambil <i>Layer</i>	1,6		1,7	
Pasang <i>Layer</i> Pada <i>Roller</i>	56		56,4	
<i>Stitching</i>	59		59,4	
Ambil <i>GT</i> Pada <i>Roller</i>	5,4		5,3	
Letakkan <i>GT</i> Pada Meja Kerja	1,6		1,8	
Pasang <i>Barcode</i>	13		13,2	
<i>Inspection</i>	16,4		16,8	
<i>Booking</i>	5,3		5,5	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Asumsi untuk rincian pengurangan jarak dalam aktivitas pada stasiun kerja *Building* terlihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Asumsi Usulan Perbaikan Ban *Radial* SK *Building*

No	Kondisi Aktual	Usulan Perbaikan	Keterangan
1.	Pada kondisi aktual untuk mengambil <i>bead</i> , operator menempuh jarak 3 meter atau 5,4 detik untuk BT01 dan BT02.	Mendekatkan jarak pengambilan, yang dapat memungkinkan operator untuk mengambil <i>bead</i> cukup dengan jarak 1 m.	Kondisi setelah perbaikan untuk mengambil <i>bead</i> diperlukan waktu 1,3 detik untuk BT01 dan BT02.
2.	Pada kondisi aktual untuk <i>tune up</i> di mesin <i>building</i> , memakan waktu 89,7 detik untuk pembentukan GT	Mengurangi gerakan yang berulang agar waktu siklus proses <i>tune up</i> mencapai waktu minimal	Kondisi setelah perbaikan pada elemen <i>tune up</i> didapatkan hasil sebesar 65,5 detik
3.	Pada kondisi aktual untuk <i>green case transfer</i> memiliki waktu proses sebesar 65,1 untuk BT01 dan 65,2 untuk BT02 dengan jarak 3 meter	Mendekatkan jarak mesin <i>first building</i> dengan <i>second building</i> saling berdampingan	Kondisi setelah perbaikan untuk <i>green case transfer</i> menghasilkan waktu sebesar 35,1 untuk BT01 dan 35,2 untuk BT02
4.	Pada kondisi aktual untuk mengambil GT pada <i>roller</i> , operator menempuh jarak 3 meter menuju meja kerja atau 5,4 detik untuk BT01 dan 5,3 detik untuk BT02.	Mendekatkan jarak pengambilan dengan meja kerja, yang dapat memungkinkan operator untuk mengambil GT pada <i>roller</i> cukup dengan jarak 1m.	Kondisi setelah perbaikan untuk mengambil GT pada <i>roller</i> menuju meja kerja diperlukan waktu 1,4 detik untuk BT01 dan 1,3 detik untuk BT02.
5.	Pada kondisi aktual untuk pasang <i>barcode</i> , operator menghasilkan waktu sebesar 8 detik untuk mengambil dan meletakkan kembali alat <i>barcode</i>	Mendekatkan jarak pengambilan, yang dapat memungkinkan operator untuk mengambil alat <i>barcode</i> yang masih dalam jangkauan tangan	Kondisi setelah perbaikan untuk mengambil dan meletakkan alat <i>barcode</i> diperlukan waktu 3 detik

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 5.14, asumsi kondisi mendatang setelah dilakukan perbaikan terdapat pengurangan waktu produksi dari aktivitas pada SK *Building*. Kondisi perubahan waktu produksi setelah usulan dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Kondisi Setelah Perbaikan Ban *Radial SK Building*

Elemen Kerja	Kondisi Aktual BT01		Kondisi Aktual BT02	
	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)
SK 4 - Proses <i>Building</i>				
<i>Ambil Bead</i>	1,3	450,3	1,3	452,5
<i>Pasang Bead Pada Roller</i>	12,5		12,4	
<i>Ambil Inner Liner</i>	1,5		1,6	
<i>Pasang Inner Liner Pada Roller</i>	19,6		19,7	
<i>Ambil Ply 1</i>	1,6		1,7	
<i>Pasang Ply 1 Pada Roller</i>	34,4		34,4	
<i>Tune Up</i>	65,5		65,5	
<i>Ambil Side Tread</i>	1,6		1,6	
<i>Pasang Side Tread Pada Roller</i>	50,8		50	
<i>Stitching</i>	34,3		34,2	
<i>Green Tire Transfer</i>	35,1		35,2	
<i>Ambil Belt 1</i>	1,5		1,7	
<i>Pasang Belt 1 Pada Roller</i>	19,5		19,8	
<i>Ambil Belt 2</i>	1,5		1,6	
<i>Pasang Belt 2 Pada Roller</i>	20,3		20,7	
<i>Ambil Layer</i>	1,6		1,7	
<i>Pasang Layer Pada Roller</i>	56		56,4	
<i>Stitching</i>	59		59,4	
<i>Ambil GT Pada Roller</i>	1,4		1,3	
<i>Letakkan GT Pada Meja Kerja</i>	1,6		1,8	
<i>Pasang Barcode</i>	8	8,2		
<i>Inspection</i>	16,4	16,8		
<i>Booking</i>	5,3	5,5		

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4. Stasiun Kerja *Curing*

Pada stasiun kerja *Curing*, aktivitas *Booking* yang bersamaan dengan transportasi *output* dari stasiun kerja *Curing* ke tempat penyimpanan sementara perlu diminimalisasi. Usulan perbaikan yang diperlukan untuk mengeliminasi pemborosan yang terjadi adalah mendekatkan jarak diantara keduanya. Adapun kondisi aktual dan usulan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.16.

Tabel 5.16 Kondisi Aktual Ban Radial SK Curing

Elemen Kerja	Kondisi Aktual BT01		Kondisi Aktual BT02	
	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)
SK 5 - Proses Curing				
Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	4	961,3	4,2	962,5
Peletakkan GT Pada <i>Crane</i>	2,7		2,9	
Pemindahan GT Pada Cetakan	19,4		19,4	
Proses <i>Curing</i>	647,2		647,2	
<i>Cooling</i>	253,8		253,8	
<i>Booking</i>	34,2		34,9	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Asumsi untuk rincian pengurangan jarak *Booking* dalam aktivitas pada stasiun kerja *Curing* terlihat pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Asumsi Usulan Perbaikan Ban Radial SK Curing

No	Kondisi Aktual	Usulan Perbaikan	Keterangan
1.	Pada kondisi aktual untuk mengambil GT pada <i>trolley</i> , operator menempuh jarak 3 meter atau 4 detik untuk BT01 dan 4,2 detik BT02.	Mendekatkan jarak pengambilan, yang dapat memungkinkan operator untuk mengambil GT pada <i>trolley</i> dengan jarak 1 m.	Kondisi setelah perbaikan untuk mengambil GT pada <i>trolley</i> diperlukan waktu 2 detik BT01 dan 2,2 detik BT02.
2.	Pada kondisi aktual untuk meletakkan GT pada <i>crane</i> , operator menempuh jarak 2 meter atau 2,7 detik untuk BT01 dan 2,9 detik BT02.	Mendekatkan jarak pengambilan, yang dapat memungkinkan operator untuk meletakkan GT pada <i>crane</i> dengan jarak 0,5 m	Kondisi setelah perbaikan untuk meletakkan GT pada <i>crane</i> diperlukan waktu 1,2 detik BT01 dan 1,4 detik BT02.
3.	Pada kondisi aktual untuk pemindahan GT, memakan waktu 19,4 detik	Mendekatkan jarak pengambilan, yang dapat memungkinkan operator untuk pemindahan GT dengan jarak 0,5 m.	Kondisi setelah perbaikan pada elemen pemindahan GT didapatkan hasil sebesar 4,4 detik
4.	Pada kondisi aktual untuk <i>Booking</i> (meletakkan <i>output</i> pada <i>trolley</i>), operator perlu menempuh jarak 10 meter atau 34,2 detik untuk BT01 dan 34,9 detik BT02.	Mendekatkan jarak peletakan, yang dapat memungkinkan operator untuk meletakkan <i>output</i> cukup dengan jarak 1 m.	Kondisi setelah perbaikan untuk <i>Booking</i> diperlukan waktu 5,2 detik untuk BT01 dan 5,9 detik BT02.

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 5.17, asumsi kondisi mendatang setelah dilakukan perbaikan terdapat pengurangan waktu produksi dari aktivitas pada SK *Curing*. Kondisi perubahan waktu produksi pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Kondisi Setelah Perbaikan Ban *Radial* SK *Curing*

Elemen Kerja	Kondisi Aktual BT01		Kondisi Aktual BT02	
	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)
SK 5 - Proses <i>Curing</i>				
Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	2	842,8	2,2	843,9
Peletakkan GT Pada <i>Crane</i>	1,2		1,4	
Pemindahan GT Pada Cetakan	4,4		4,4	
Proses <i>Curing</i>	647,2		647,2	
<i>Cooling</i>	183,8		183,8	
<i>Booking</i>	4,2		4,9	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

5. Stasiun Kerja *Final Inspection*

Pada stasiun kerja *Final Inspection*. Usulan perbaikan yang diperlukan untuk mengeliminasi pemborosan yang terjadi adalah mendekatkan jarak diantara keduanya. Adapun kondisi aktual dan usulan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Kondisi Aktual Ban *Radial* SK *Final Inspection*

Elemen Kerja	Kondisi Aktual BT01		Kondisi Aktual BT02	
	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)
SK 6 - Proses <i>Final Inspection</i>				
Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	4,0	219,2	4,3	224,1
Meletakkan GT Pada Mesin <i>Trimming</i>	4,1		4,4	
Proses <i>Trimming</i>	29,8		30,5	
<i>Booking</i>	5,4		5,6	
Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	4,0		4,2	
Meletakkan GT Pada Mesin <i>Inspection</i>	4,0		4,2	
Proses <i>Inspection</i>	45,2		46,0	
Pemberian <i>Stamp</i>	8,8		9,2	
<i>Booking</i>	5,3		5,5	
Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	4,0		4,3	
Meletakkan GT Pada Mesin <i>Balancing</i>	4,2		4,4	
Proses <i>Balancing</i>	30,9		30,9	
<i>Booking</i>	5,3		5,6	
Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	4,1		4,4	
Meletakkan GT Pada Mesin <i>Uniformity</i>	4,0		4,3	
Proses <i>Uniformity</i>	50,9		50,9	
<i>Booking</i>	5,1		5,2	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Asumsi untuk rincian pengurangan jarak *Booking* dalam aktivitas pada stasiun kerja *Curing* terlihat pada Tabel 5.20.

Tabel 5.20 Asumsi Usulan Perbaikan Ban *Radial SK Final Inspection*

No	Kondisi Aktual	Usulan Perbaikan	Keterangan
1.	Pada kondisi aktual untuk ambil GT operator perlu menempuh jarak 4 meter atau 4 detik untuk BT01 dan 4,3 detik BT02.	Mendekatkan jarak peletakan, yang dapat memungkinkan operator cukup dengan jarak 1 m.	Kondisi setelah perbaikan ambil GT diperlukan waktu 1 detik untuk BT01 dan 1,3 detik BT02.
2.	Pada kondisi aktual untuk meletakkan GT operator perlu menempuh jarak 2 meter atau 4,1 detik untuk BT01 dan 4,4 detik BT02.	Mendekatkan jarak peletakan, yang dapat memungkinkan operator cukup dengan jarak 1 m.	Kondisi setelah perbaikan ambil GT diperlukan waktu 1,1 detik untuk BT01 dan 1,4 detik BT02.
3.	Pada kondisi aktual untuk <i>booking</i> GT operator perlu menempuh jarak 4 meter atau 5,4 detik untuk BT01 dan 5,6 detik BT02.	Mendekatkan jarak peletakan, yang dapat memungkinkan operator cukup dengan jarak 1 m.	Kondisi setelah perbaikan ambil GT diperlukan waktu 1,4 detik untuk BT01 dan 1,6 detik BT02.
4.	Pada kondisi aktual untuk ambil GT operator perlu menempuh jarak 4 meter atau 4 detik untuk BT01 dan 4,2 detik BT02.	Mendekatkan jarak peletakan, yang dapat memungkinkan operator cukup dengan jarak 1 m.	Kondisi setelah perbaikan ambil GT diperlukan waktu 1 detik untuk BT01 dan 1,2 detik BT02.
5.	Pada kondisi aktual untuk meletakkan GT operator perlu menempuh jarak 2 meter atau 4,0 detik untuk BT01 dan 4,2 detik BT02.	Mendekatkan jarak peletakan, yang dapat memungkinkan operator cukup dengan jarak 1 m.	Kondisi setelah perbaikan ambil GT diperlukan waktu 1 detik untuk BT01 dan 1,2 detik BT02.
6.	Pada kondisi aktual untuk <i>booking</i> GT operator perlu menempuh jarak 4 meter atau 5,3 detik untuk BT01 dan 5,5 detik BT02.	Mendekatkan jarak peletakan, yang dapat memungkinkan operator cukup dengan jarak 1 m.	Kondisi setelah perbaikan ambil GT diperlukan waktu 1,3 detik untuk BT01 dan 1,5 detik BT02.
7.	Pada kondisi aktual untuk ambil GT operator perlu menempuh jarak 4 meter atau 4 detik untuk BT01 dan 4,2 detik BT02.	Mendekatkan jarak peletakan, yang dapat memungkinkan operator cukup dengan jarak 1 m.	Kondisi setelah perbaikan ambil GT diperlukan waktu 1 detik untuk BT01 dan 1,2 detik BT02.
8.	Pada kondisi aktual untuk meletakkan GT operator perlu menempuh jarak 2 meter atau 4 detik untuk BT01 dan 4,2 detik BT02.	Mendekatkan jarak peletakan, yang dapat memungkinkan operator cukup dengan jarak 1 m.	Kondisi setelah perbaikan ambil GT diperlukan waktu 1 detik untuk BT01 dan 1,2 detik BT02.
9.	Pada kondisi aktual untuk <i>booking</i> GT operator perlu menempuh jarak 4 meter atau 5,3 detik untuk BT01 dan 5,5 detik BT02.	Mendekatkan jarak peletakan, yang dapat memungkinkan operator cukup dengan jarak 1 m.	Kondisi setelah perbaikan ambil GT diperlukan waktu 1,3 detik untuk BT01 dan 1,5 detik BT02.

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 5.20, asumsi kondisi mendatang setelah dilakukan perbaikan terdapat pengurangan waktu produksi dari aktivitas pada SK *Final Inspection*. Kondisi perubahan waktu produksi pada Tabel 5.21.

Tabel 5.21 Kondisi Setelah Perbaikan Ban *Radial* SK *Final Inspection*

Elemen Kerja	Kondisi Aktual BT01		Kondisi Aktual BT02	
	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)	Waktu Standar (detik/unit)	Total Waktu Standar (detik/unit)
SK 6 - Proses <i>Final Inspection</i>				
Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	1,0	179,1	1,3	183,9
Meletakkan GT Pada Mesin <i>Trimming</i>	1,1		1,4	
Proses <i>Trimming</i>	29,8		30,5	
<i>Booking</i>	1,4		1,6	
Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	1,0		1,2	
Meletakkan GT Pada Mesin <i>Inspection</i>	1,0		1,2	
Proses <i>Inspection</i>	45,2		46,0	
Pemberian <i>Stamp</i>	8,8		9,2	
<i>Booking</i>	1,3		1,5	
Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	1,0		1,3	
Meletakkan GT Pada Mesin <i>Balancing</i>	1,2		1,4	
Proses <i>Balancing</i>	30,9		30,9	
<i>Booking</i>	1,3		1,6	
Ambil GT Pada <i>Trolley</i>	1,1		1,4	
Meletakkan GT Pada Mesin <i>Uniformity</i>	1,0		1,3	
Proses <i>Uniformity</i>	50,9		50,9	
<i>Booking</i>	1,1		1,2	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dengan adanya kelima usulan tersebut, maka kapasitas akan semakin meningkat. Kapasitas yang meningkat akan mengurangi jumlah WIP, semakin sedikit WIP maka *Time Between Next Operation* (TBNO) akan semakin berkurang dan nantinya mempengaruhi berkurangnya *lead time*. Perhitungan asumsi pengurangan WIP dan TBNO untuk stasiun kerja *Building* dan *Curing* dapat dilihat pada Tabel 5.22 dan 5.23.

Tabel 5.22 Perhitungan Pengurangan *Work In Process* (WIP)

Jenis Produk	Stasiun Kerja	WIP Aktual (unit)	Selisih WS pada keadaan aktual	Selisih WS setelah dilakukan usulan perbaikan	Jumlah WIP Setelah Usulan (unit)
BT01	<i>Building</i>	2	203 sec	151,8 sec	$[(3 \times 151,8) / 203] = 0,9 \sim 1$
	<i>Curing</i>	2	364,3 sec	270,9 sec	$[(2 \times 270,9) / 364,3] = 1,1 \sim 1$
BT02	<i>Building</i>	2	204,7 sec	153,5 sec	$[(2 \times 153,5) / 204,7] = 0,9 \sim 1$
	<i>Curing</i>	2	363,5 sec	270 sec	$[(2 \times 270) / 363,5] = 1,1 \sim 1$

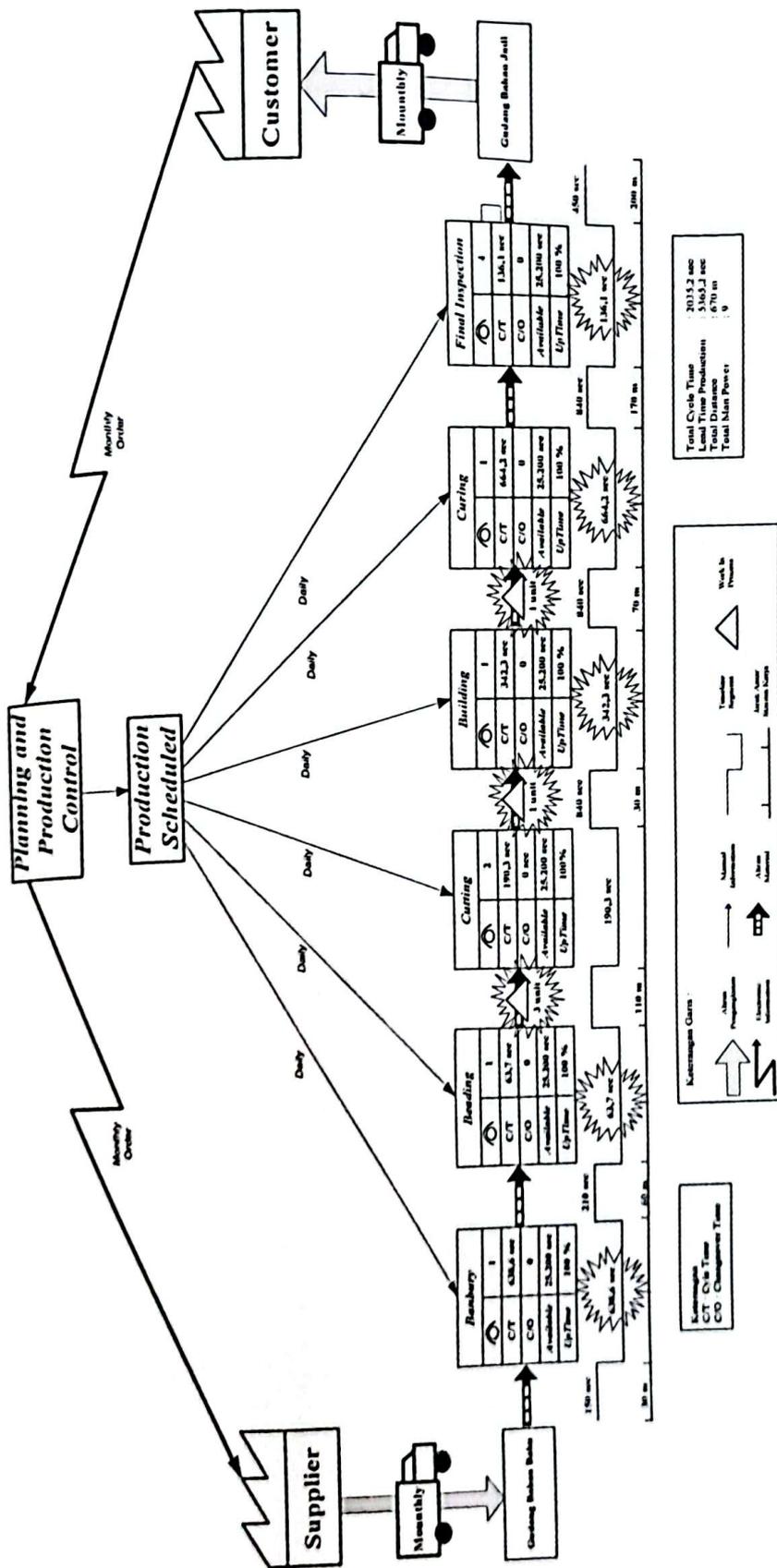
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 5.23 Perhitungan Pengurangan *Time Between Next Operation* (TBNO)

Jenis Produk	Stasiun Kerja	WIP Aktual (unit)	TBNO Aktual (detik)	Permintaan Harian Rata-rata Kedua Jenis Ban <i>Radial</i> (unit/hari)	WIP Setelah Usulan (unit)	TBNO Setelah Usulan (detik)
BT01	<i>Building</i>	2	1680	30	1	840
	<i>Curing</i>	2	1680	30	1	840
BT02	<i>Building</i>	2	1680	30	1	840
	<i>Curing</i>	2	1680	30	1	840

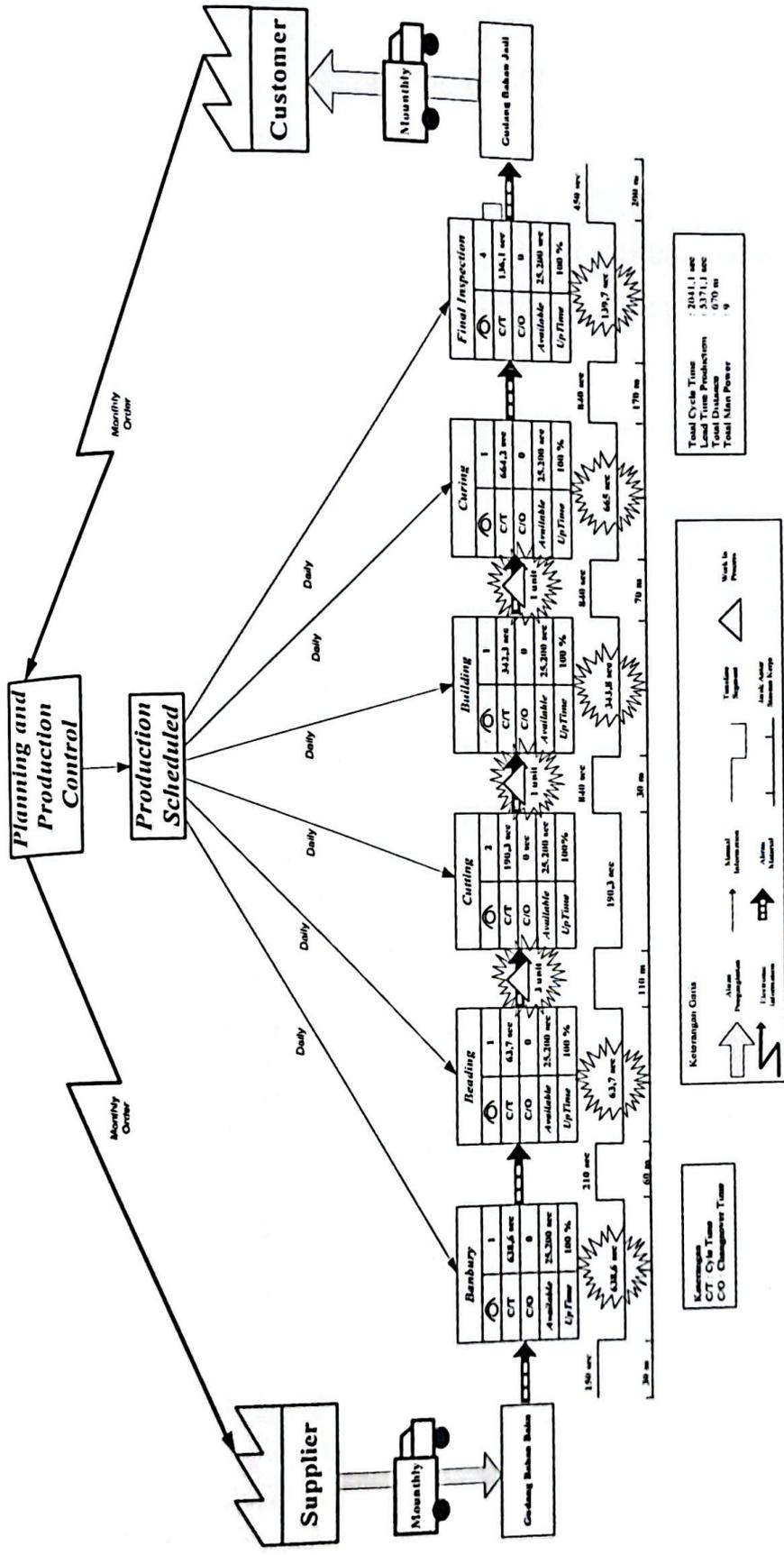
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan data usulan perbaikan diatas, maka dibuat *Future State Value Stream Mapping* (FSVSM) untuk ban *Radial* tipe BT01 dan BT02 yang dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan 5.2.



Gambar 5.1 Future State Value Stream Mapping Ban Radial Tipe BT01

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)



Gambar 5.2 Future State Value Stream Mapping Ban Radial Tipe BT02

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

b. Tipe BT02

$$\begin{aligned} \text{Produksi per hari} &= \frac{25.200 \text{ detik}}{2041,1 \text{ detik}} \\ &= 12,35 \sim 13 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa target produksi harian ban *Radial* tipe BT01 dan BT02 yang dihasilkan sebesar 13 unit/hari.

5.3.2 Perhitungan *Process Cycle Efficiency* FSVSM

Seperti pada *current state value stream mapping*, perhitungan *Process Cycle Efficiency* dilakukan untuk mengetahui berapa besar peningkatan efisiensi yang dicapai melalui usulan perbaikan yang telah direkomendasikan. Perhitungan PCE FSVSM dilakukan dengan menggunakan rumus:

1. Ban *Radial* Tipe BT01

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{2035,2}{5365,2} \times 100\% = 37,93\%$$

2. Ban *Radial* Tipe BT02

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{2041,1}{5371,1} \times 100\% = 38\%$$

Hasil dari perhitungan PCE kemudian dibandingkan dengan PCE pada *current state value stream mapping*. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.24.

Tabel 5.24 Perbandingan Hasil PCE *Current* dan *Future*

Produk	PCE <i>Current</i>	PCE <i>Future</i>
BT01	28,96%	37,93%
BT02	29,02%	38%

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

5.3.3 Analisis Pemborosan

Target produksi harian ban *Radial* yang harus dicapai untuk tipe BT01 dan BT02 masing-masing sebesar 30 unit/hari, namun perusahaan hanya mampu memproduksi sebanyak 11 unit/hari. Setelah dilakukan perbaikan pada rantai produksi maka didapatkan hasil sebagai berikut:

- a. Tipe BT01

$$\begin{aligned} \text{Produksi per hari} &= \frac{25.200 \text{ detik}}{2035,2 \text{ detik}} \\ &= 12,38 \sim 13 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil analisis dan pembahasan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Langkah yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi terjadinya pemborosan pada proses produksi ban *Radial* di PT Bridgestone Tire Indonesia adalah dengan membuat *Process Activity Mapping* (PAM), dimana PAM digunakan untuk mengetahui proporsi dari kegiatan yang termasuk *Value Added* (VA) dan *Non Value Added* (NVA). Peta ini mampu mengidentifikasi adanya pemborosan pada *value stream* dan mengoptimalisasi proses produksi ban *Radial* agar lebih efektif dan efisien. Adapun pemborosan yang terjadi pada proses produksi ban *Radial* yaitu tingginya waktu menunggu sehingga terjadi *bottleneck* pada stasiun kerja *Cutting*, *Building* dan *Curing*. Hal ini disebabkan karena perbedaan waktu standar yang tinggi, sehingga target produksi harian tidak tercapai. Selain itu masih terdapat *non value added activity* yang perlu diminimalisir atau dihilangkan agar proses produksi berjalan optimal.
2. *Process Cycle Efficiency* (PCE) digunakan untuk mengukur tingkat efisiensi dari keseluruhan proses produksi ban *Radial* tipe BT01 dan BT02. Berdasarkan perhitungan PCE yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa PCE untuk ban *Radial* tipe BT01 sebesar 28,96% dan PCE untuk ban *Radial* tipe BT02 sebesar 29,02%.
3. Usulan perbaikan yang dilakukan untuk mengurangi pemborosan pada proses produksi ban *Radial* yaitu dengan menggabungkan elemen kerja pada stasiun kerja *Banbury*, meminimalisir waktu transportasi bahan dan waktu menunggu yang mengakibatkan *bottleneck* pada stasiun kerja *Cutting*, *Building* dan *Curing* serta mengelompokkan *Value Added* (VA) dan *Non Value Added*

(NVA) sehingga dapat diketahui tingkat efisiensi dari keseluruhan proses produksi yang dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan kapasitas produksi.

4. Setelah dilakukan perbaikan, nilai PCE proses produksi ban *Radial* mengalami peningkatan. Peningkatan yang terjadi pada ban *Radial* tipe BT01 sebesar 8,97% dari 28,96% menjadi 37,93%. Sedangkan untuk ban *Radial* tipe BT02 menjadi 38% dimana sebelumnya hanya sebesar 29,02%.

6.2 Saran

1. Dalam membantu perusahaan untuk mengurangi pemborosan pada proses produksi ban *Radial* yang mungkin dapat terjadi kembali dikemudian hari, maka penulis memberikan saran seperti pada saat ini perusahaan belum menerapkan *Value Stream Mapping* dalam proses produksi pembuatan ban *Radial* maupun ban *Bias*, maka penulis merasa perusahaan perlu menerapkan konsep *Lean Manufacturing* dengan menggunakan metode *Value Stream Mapping* pada proses produksi ban, agar segala bentuk pemborosan yang terjadi dapat teridentifikasi secara cepat dan ditangani secara tepat.
2. Terdapat dua buah saran yang diajukan untuk mengurangi pemborosan yang terjadi di lantai produksi, yaitu dengan melakukan penggabungan elemen kerja pada stasiun kerja *Banbury* dan asumsi meminimalisir waktu transportasi dan waktu menunggu antar stasiun kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, Hendrastuti. H., dan Imdam, Irma Agustiningsih. 2014. *Kamus Istilah Produksi Ramping*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Gaspersz, Vincent. 2007. *Lean Six Sigma For Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: Vincent Foundation dan PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hines, Peter. dan Rich, Nick. 1997. *The Seven Value Stream Mapping*. Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre, Business School.
- Pujawan, I Nyoman. 2005. *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.
- Rother, M. dan Shook, J. 1998. *Learning To See Value Stream Mapping To Add Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute. Brookline.
- Sutalaksana, I. Z., Anggawisastra, R. dan Tjakraatmadja, J. H. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Bandung. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Verma, Rohit., dan Boyer, Kenneth K. 2010. *Operations & Supply Chain Management: World Class Theory & Practice First Edition*. US: South-Western, Cengage Learning.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 1995. *Ergonomi, Studi Gerak Dan Waktu*. Edisi Pertama. Surabaya: Guna Widya.
- Wilson, Loonie. 2010. *How To Implement Lean Manufacturing*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Batubara, Sumiharni., dan Kudsiah, Fidiarti. 2011. *Penerapan Konsep Lean Manufacturing Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi (Studi Kasus: Lantai Produksi PT. Tata Bros Sejahtera)*. *Jurnal Teknik Industri*, ISSN: 1411-6340. Jakarta: Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti. (Diakses: 23 Maret 2015).
- Prayogo, Thomas., dan Octavia, Tanti. 2015. *Identifikasi Waste Dengan Menggunakan Value Stream Mapping di Gudang PT. XYZ*. *Jurnal Tirta*, Vol. 1, No. 2, Juli 2015, pp. 119-126. (Diakses: 23 Maret 2015).
- Vanany, Iwan. 2005. *Aplikasi Pemetaan Aliran Nilai di Industri Kemasan Semen*. *Jurnal Teknik Industri* Vol. 7, No. 2, Desember 2005: 127-137. Tersedia melalui: <http://puslit.petra.ac.id/journals/industrial>. Surabaya: Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). (Diakses: 23 Maret 2015).