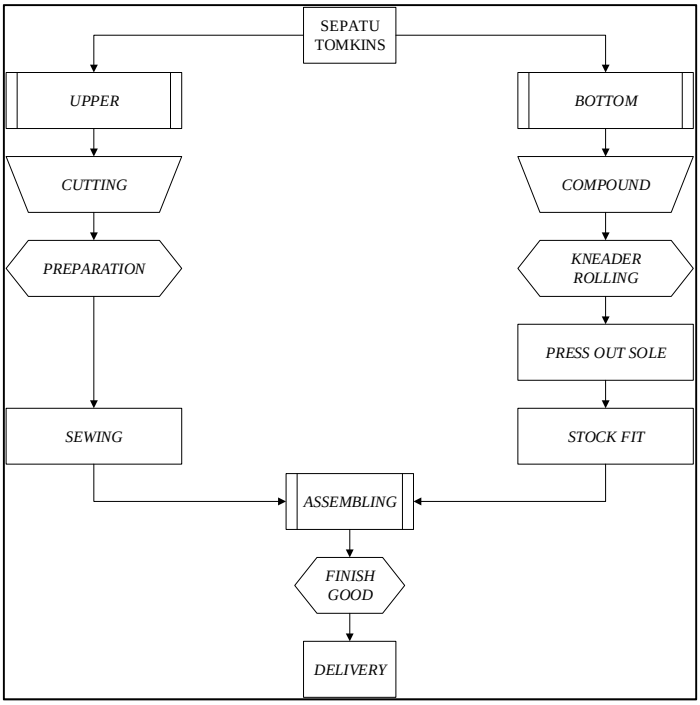
Bab 4
Pengumpulan dan Pengolahan Data

4.1. Pengumpulan Data

4.1.1. Aliran Proses Produksi

4.1.1.1. Proses Produksi Sepatu Keseluruhan

Proses produksi sepatu secara keseluruhan terbagi menjadi tiga sub proses yang terdiri dari dari *upper*, *bottom*, dan *assembling*. Sementara langkah produksi terbagi mejadi dua tahap karena *uppper* dan *bottom* diproduksi dalam waktu yang sama agar selanjutnya dapat dilakukan proses *assembling*. Lebih jelasnya mengenai aliran produksi dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. *Flowchart* produksi sepatu Tomkins

Penjelasan proses dan sub proses diuraikan sebagai berikut:

1. Sub proses *upper*

   Proses upper ditujukan untuk menghasilkan *output* berupa bagian atas sepatu. Bahan baku yang digunakan untuk proses upper berasal dari kulit sapi olahan,

kulit sintetis (PU/PVC), kain mesh, dan kain canvas. Sementara bahan baku tambahan untuk proses upper terdiri dari lem, benang, kancing, pewarna, dan bahan-bahan penunjang lainnya.

2. Sub proses *bottom*

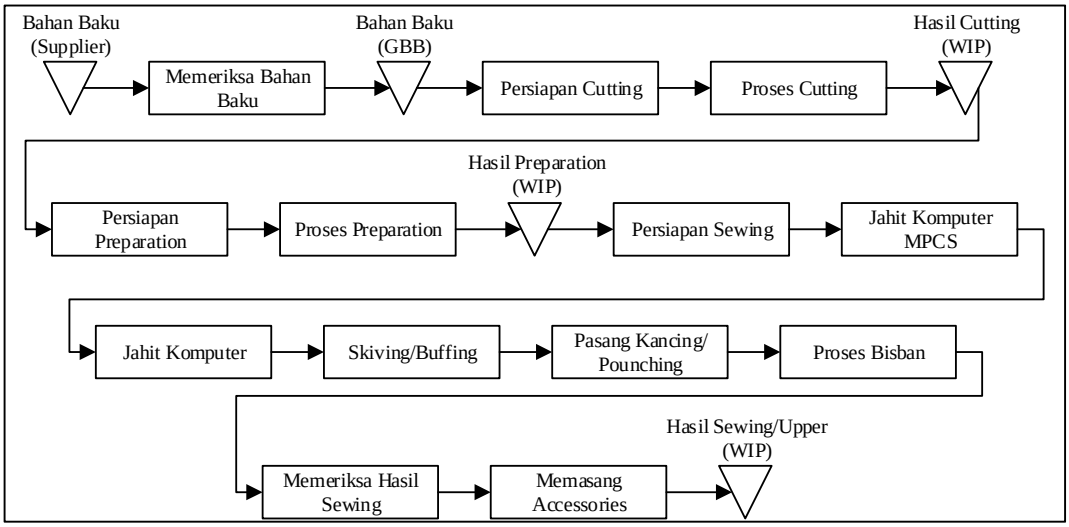
   Proses *bottom* ditujukan untuk menghasil *output* berupa bagian bawah sepatu. Bahan baku yang digunakan untuk proses *bottom* berasal dari karet alam, karet sintetis, bahan-bahan kimia, dan ethilini vinil asetat (EVA). Proses *bottom* ini sebagian besar merupakan pengolahan bahan kimia dengan menggunakan bantuan mesin dan suhu yang tinggi.

3. Sub proses *assembling*

   Proses *assembling* menjadi akhir dari proses produksi dengan merakit atau menggabungkan antara hasil sub proses *upper* dan *bottom* menjadi satu produk utuh. Bagian proses ini merupakan yang paling sempurna, karena keseluruhan proses sudah menggunakan bantuan *conveyor* untuk aliran materialnya. Waktu siklus proses *assembling* juga lebih konsisten dan berada dibawah *takt time* produksi.

4.1.1.2. Proses *Upper*

Proses produksi *upper* dilakukan dengan melalui tiga sub proses secara berurutan mulai dari *cutting*, *preparation*, dan *sewing*. Setiap sub proses menghasilkan *work in process* (WIP) untuk dilanjutkan oleh proses selanjutnya. Sub proses *cutting* seluruhnya dilakukan secara mandiri di perusahaan, namun proses *preparation* dan *sewing* bagi beberapa *family* produk tidak dapat dilakukan di perusahaan sehingga harus dikerjakan oleh pihak luar. Dalam meminimalisir dampak yang mungkin timbul akibat keterlambatan atau ketidaksesuaian *part* yang dikerjakan pihak luar, perusahaan menambah jumlah WIP agar aliran produksi tidak berhenti. Hal tersebut dilakukan karena menurut pengakuan pihak *quality control* (QC), terkadang *part* yang dikirim oleh pihak luar tidak sesuai sehingga *part* dikembalikan untuk diganti dengan yang sesuai. Secara umum aliran produksi *upper* dapat dilihat pada Gambar 4.2 dalam bentuk diagram aliran.



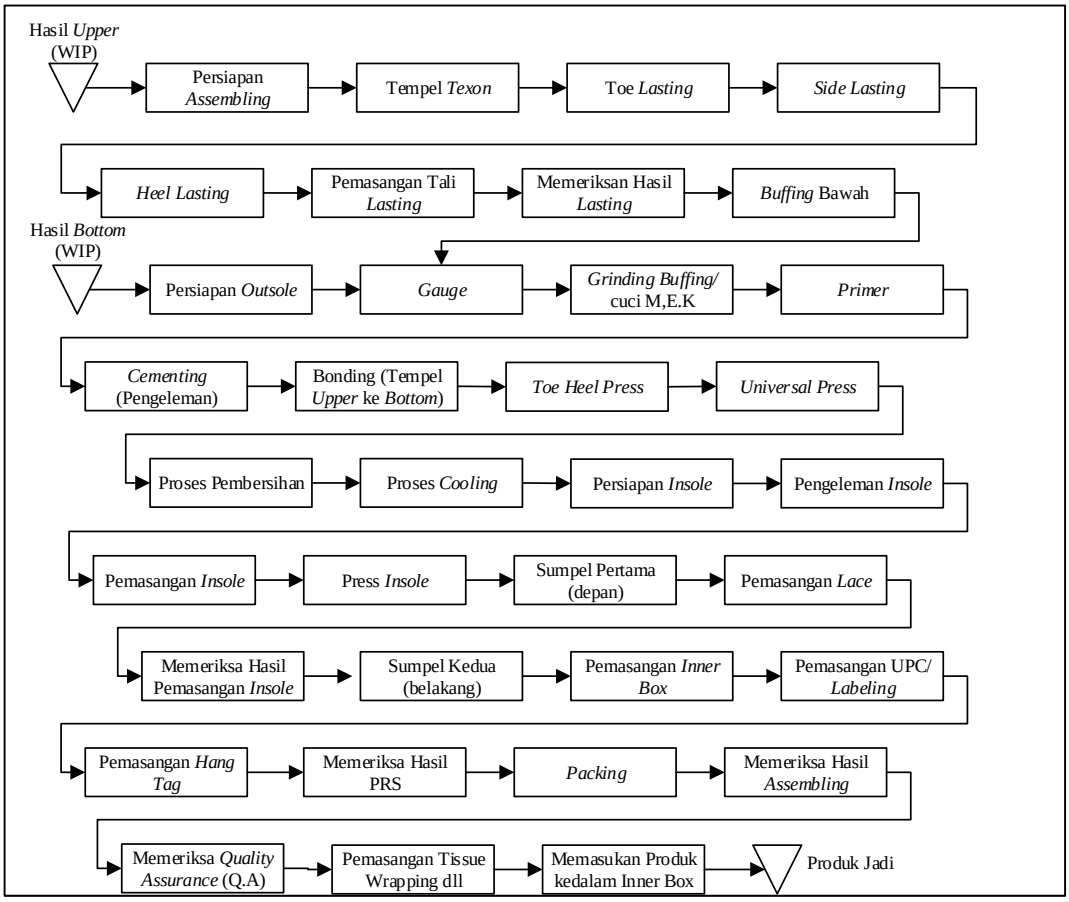
Gambar 4.2. Aliran proses *upper*

4.1.1.3. Proses *Assembling*

Proses *assembling* menjadi proses akhir dengan *output* berupa produk jadi siap kirim. Pada proses *assembling* terdiri dari lima sub proses yang terdiri dari:

1. Persiapan *upper*
2. Persiapan *bottom*
3. Pemasangan *upper* dan *bottom*
4. Persiapan *insole*
5. Pemasangan *insole*

Aliran produksi *assembling* merupakan yang paling *smooth* karena seluruhnya sudah menggunakan bantuan *conveyor*. Maanfaat yang diperoleh dari penggunaan *conveyor* yaitu waktu siklus dan *takt time* yang relatif stabil. Tidak terdapat permasalahan pada proses *assembling* karena seluruhnya dikerjakan secara mandiri di perusahaan. Permasalahan justru sering muncul dari suplai *upper* dan *bottom* yang terkadang tidak bersamaan sehingga pernah terjadi *idle production*. Berhentinya produksi tentu saja memberikan kerugian bagi perusahaan jika terus-menerus terjadi sehingga perusahaan memperbanyak jumlah WIP agar *idle production* terhindarkan. Secara rinci aliran produksi *assembling* dapat dilihat pada Gambar 4.3 dalam bentuk diagaram aliran.



Gambar 4.3. Aliran proses *assembling*

4.1.2. Waktu Siklus

Pengumpulan data waktu siklus proses dilakukan dengan melakukan pengukuran langsung menggunakan metode jam henti. Jumlah data yang dikumpulkan sebanyak 35 kali proses. Waktu diukur hanya pada proses akhir proses dari setiap *work station*, guna mengetahui performansinya. Pengukuran proses *cutting* dan *printing* dilakukan dengan memilih salah satu pekerja sebagai objek dan kemudian diukur waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu kali proses. Sementara untuk *sewing* dan *assembling* waktu siklus hanya diukur pada akhir proses saja guna fokus untuk mengukur performansi setiap *work station* dalam menghasilkan luaran. Setelah semua data berhasil dikumpulkan, kemudian data dijumlahkan dan dicari nilai rata-ratanya. Nilai rata-rata ini akan dijadikan sebagai acuan untuk pembuatan *current state value stream mapping*. Rekapitulasi pengumpulan waktu siklus proses dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Waktu siklus setiap *work station*

Data ke	***Cutting***	***Printing***	***Sewing***	***Assembling***
1	3	4	92	11
2	4	5	90	9
3	4	4	89	9
4	4	6	88	11
5	4	6	93	11
6	5	4	92	10
7	5	6	87	9
8	5	4	88	9
9	5	5	86	11
10	3	4	93	9
11	3	6	88	12
12	3	6	88	10
13	3	4	86	10
14	2	6	91	10
15	2	6	89	10
16	2	6	89	10
17	2	4	89	12
18	3	4	94	9
19	4	5	91	12
20	2	4	86	9
21	5	4	88	11
22	2	4	91	10
23	2	5	90	9
24	4	5	86	11
25	4	5	87	10
26	3	5	91	9
27	4	4	94	9
28	4	5	90	11
29	4	5	93	9
30	2	6	93	9
31	3	4	87	10
32	5	4	89	10
33	3	6	90	9
34	2	6	92	12
35	3	4	89	12
Jumlah	**118**	**171**	**3139**	**354**
Rata-rata	**3,37**	**4,89**	**89,69**	**10,11**

4.1.3. Jumlah Operator dan Waktu Operasi

Pengumpulan data jumlah operator dilakukan dengan wawancara ke setiap kepala departemen, sementara waktu operasi diperoleh dengan merujuk pada waktu standar yang sudah dibuat perusahaan. Rekapitulasi data jumlah operator dan waktu operasi dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Jumlah operator dan waktu operasi (detik)

Departemen	**Proses**	**Jumlah Operator**	**Waktu Operasi**
GBB	Proses menerima bahan baku dari kendaraan *supplier*	4	7200
	Proses pemeriksaan kesesuaian bahan baku	4	840
	Menyimpan bahan yang lolos uji baku ke GBB	4	20
Cutting	Proses memindahkan dari bahan baku GBB ke *Cutting*	2	300
	Persiapan bahan baku untuk proses *cutting*	3	900
	Proses *cutting*	24	4
	Menyimpanan bahan setengah jadi hasil *cutting*	1	25
Printing	Mengambil hasil *cutting*	1	300
	Persiapan *printing*	4	5
	Proses *printing*	4	5
	Menyimpan hasil *printing*	1	25
Sewing	Memindahkan bahan setengah jadi dari *Cutting* ke *Sewing*	7	300
	Persiapan bahan setengah jadi untuk proses *sewing*	8	15
	Proses *Sewing*	305	90
	Memeriksa bahan setengah jadi hasil proses *sewing*	4	45
	Mengirim bahan setengah jadi hasil *Sewing* ke *Assemling*	8	25
Assembling	Persiapan *upper* (hasil *sewing*), *texon*, *laste*, dan *outsole*	4	11,25
	Tempel *texon*	2	11,25
	Toe lasting	2	11,25
	Side lasting	3	11,25
	Heel lasting	2	11,25
	Tali *lasting*	2	11,25
	QC *lasting*	1	11,25
	Buffing bawah	1	11,25
	Persiapan *outsole*	2	11,25
	Proses gauge	5	11,25
	Proses *grinding buffing* cuci M.E.K	4	11,25
	Proses *primer*	6	11,25
	Proses *cementing* (pengeleman)	6	11,25

Tabel 4.2 Jumlah operator dan waktu operasi (detik) (lanjutan)

Departemen	**Proses**	**Jumlah Operator**	**Waktu Operasi**
Assembling	Proses *bonding* (tempel bottom ke upper)	8	11,25
	Proses *toe heel press* (all press)	2	11,25
	proses *universal press*	2	11,25
	Proses pembersihan	2	11,25
	Proses *cooling*	1	11,25
	Proses *de lasting*	4	11,25
	Persiapan *insole*	1	11,25
	Pengeleman *insole*	2	11,25
	Pemasangan *insole*	1	11,25
	Press insole	2	11,25
	Sumpel pertama (depan)	2	11,25
	Pemasangan *lace*	2	11,25
	Memeriksa hasil pemasangan *lace*	2	11,25
	Proses sumpel kedua (belakang)	2	11,25
	Pemasangan *inner box*	1	11,25
	Pemasangan UPC/*labeling*	1	11,25
	Pemasangan *hang tag*	1	11,25
	Memeriksa hasil PRS	1	11,25
	Packing	1	11,25
	Memeriksa hasil *assembling*	1	11,25
	Memeriksa kualitas *assurance* (QA)	1	11,25
	Pemasangan *tissue wrapping* PPR *Inner box labeling*	1	11,25
	Memasukan produk kedalam *inner box*	1	11,25
GBJ	Mengambil produk hasil *assembling* ke gudang bahan jadi	1	300

4.1.4. Data Bahan Baku dan Bahan Setengah Jadi

Pengumpulan data bahan baku dan bahan setengah jadi diperoleh dengan melakukan wawancara langsung dengan kepala departemen yang bersangkutan. Data bahan setengah jadi yang dikumpulkan yaitu jumlah WIP yang tersedia diantara setiap *work station*. Jumlah persediaan dinyatakan dalam satuan hari, artinya menyatakan WIP yang ada cukup untuk melakukan produksi untuk berapa hari. Rekapitulasi hasil pengumpulan data bahan baku dan bahan setengah jadi dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data bahan baku dan bahan setengah jadi

No.	Nama Bahan	Lokasi	Siklus		Jumlah Persediaan
			Pengambilan	Pengiriman	
1	Bahan baku	GBB	7 hari sekali	-	7 hari produksi
2	WIP sebelum *cutting*	*Cutting*	1 kali sehari	-	0,04 hari produksi
3	WIP setelah *cutting*	*Cutting*	-	1 kali sehari	0,04 hari produksi
4	WIP sebelum printing	*Printing*	1 kali sehari	-	1 hari produksi
5	WIP setelah printing	*Printing*	-	1 kali sehari	0,01 hari produksi
6	WIP sebelum *sewing*	*Sewing*	1 kali sehari	-	1 hari produksi
7	WIP setelah *sewing*	*Assembling*	-	1 kali sehari	0,04 hari produksi
8	WIP sebelum *assembling*	*Assembling*	1 kali sehari	-	0,04 hari produksi
9	WIP setelah *assembling*	*Assembling*	-	1 kali sehari	0,04 hari
10	Produk jadi siap kirim	GBJ	3 kali sehari	1 kali sehari	14 hari

4.1.5. Kuesioner *Waste Assessment Model* (WAM)

4.1.5.1. Hubungan Tujuh Tipe Pemborosan

Pengumpulan data kuesioner hubungan tujuh tipe pemborosan dilakukan dengan melakukan diskusi dengan kepala departemen *quality control* (QC). Alasannya dipilih hanya satu orang karena pada kuesioner ini dibutuhkan objektifitas sehingga diperlukan responden yang sudah mengetahui benar mengenai produksi perusahaan secara keseluruhan. Kepala departemen QC merupakan pekerja senior yang sudah berpengalaman di departemen lainnya juga, sehingga jawaban yang diperoleh cukup objektif. Diskusi dilakukan agar pemahaman mengenai pertanyaan yang ada pada kuesioner dipahami dengan benar dan tidak ada berbeda persepsi. Pertanyaan yang dimuat dalam kuesioner merujuk pada metodologi yang dikembangkan oleh Ibrahim Rawabdeh (2005) sebagai pendekatan untuk mengukur hubunga antar tipe pemborosan. Rekapitulasi hasil pengumpulan data kuesioner hubungan tujuh tipe pemborosan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Rekapitulasi hasil kuesioner hubungan tujuh tipe pemborosan

No	Jenis Hubungan Pemborosan	Jawaban Nomor Ke					
		1	2	3	4	5	6
1	O_I	c	c	c	c	b	c
2	O_D	c	c	c	c	f	c
3	O_M	c	c	c	b	b	c
4	O_T	c	c	b	b	c	c
5	O_W	c	c	b	c	e	c
6	I_O	c	c	c	b	e	c
7	I_D	c	c	b	a	f	c
8	I_M	a	a	a	a	e	a
9	I_T	c	c	c	b	c	c
10	D_O	a	a	a	c	c	c
11	D_I	a	a	a	c	a	c
12	D_M	c	b	c	c	c	c
13	D_T	c	b	c	c	a	c
14	D_W	a	c	a	c	a	c
15	M_I	c	c	c	c	c	c
16	M_D	a	c	b	c	c	b
17	M_W	b	c	c	c	c	b
18	M_P	a	a	c	b	a	a
19	T_O	c	b	c	c	a	c
20	T_I	b	a	a	a	b	c
21	T_D	c	c	c	c	b	b
22	T_M	c	b	c	b	b	c
23	T_W	b	c	c	b	c	c
24	P_O	b	a	b	c	a	b
25	P_I	b	a	b	c	c	a
26	P_D	b	c	b	c	c	b
27	P_M	b	c	b	a	c	c
28	P_W	b	c	b	c	c	b
29	W_O	c	a	a	a	c	c
30	W_I	c	a	a	a	c	a
31	W_D	c	c	c	c	c	a

4.1.5.2. Kuesioner *Waste Assessment Questionaire* (WAQ)

Pengumpulan data kuesioner WAQ dilakukan dengan menyebar kuesioner ke lima pekerja yang terdiri dari kepala departemen QC dan GBB sebanyak satu orang, kepala departemen *cutting* sebanyak satu orang, kepala departemen *printing* sebanyak satu orang, kepala departemen *sewing* sebanyak satu orang, dan kepala departemen *assembling* sebanyak satu orang. Ringkasan rekapitulasi hasil pengumpulan data kuesioner WAQ dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan rekapitulasi lengkapnya pada Lampiran 4.

Tabel 4.5. Ringkasan rekapitulasi kuesioner WAQ

No.	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Rata-rata Jawaban
1	*To Motion*	*Man*	1
2	*From Motion*		0
3	*From Defect*		0
4	*From Motion*		0
5	*From Motion*		0
6	*From Defect*		0
7	*From Process*		0
...			
61	*To Motion*	*Method*	0
62	*To Motion*		0
63	*From Motion*		0
64	*From Motion*		0
65	*From Motion*		0,5
66	*From Over Production*		0
67	*From Process*		0
68	*From Defect*		1

4.2. Pengolahan Data

4.2.1. *Value Stream Mapping* (VSM)

Value Stream Mapping (VSM) dibuat untuk menggambarkan seluruh aktivitas yang memberi dan tidak memberi nilai tambah dalam aliran material. *Tool* ini merupakan hasil adaptasi dari Toyota Production System untuk membantu mengidentifikasi pemborosan dalam sistem produksi. Terdapat tiga langkah dalam pembuatan VSM, pertama membuat *Present State Value Stream Mapping* (PSVSM) untuk menggarbangkan kondisi saat ini, *Future State Value Stream Mapping* (FSVSM) untuk menggambarkan usulan perbaikan.

4.2.1.1. Aliran Material

Aliran material proses produksi sepatu Tomkins dijabarkan sebagai berikut:

1. Bahan baku (O1)

   Bahan baku dikirim oleh supplier rata-rata setiap satu minggu sekali. Proses penerimaan dilakukan langsung di GBB tanpa perantara. Tidak ada alat bantu untuk menurunkan bahan baku, seluruhnya dilakukan oleh tenaga manusia.

2. Memeriksa bahan baku (O2)
   a. Proses sepenuhnya masih dikerjakan oleh operator
   b. *Cycle time* 840 detik
   c. *Changeover time* 7 hari
   d. Jumlah operator 4 orang
   e. *Level inventory* 7 hari
3. Persiapan *cutting* (O3)
   a. Proses sepenuhnya dikerjakan oleh operator
   b. *Cycle time* 900 detik
   c. *Changeover time* 3 jam
   d. Jumlah operator 3
   e. *Level inventory* 1 jam
4. Proses *cutting* (O4)
   a. Proses dikerjakan oleh mesin yang dikendalikan operator
   b. *Cycle time* 3,4 detik
   c. *Changeover time* 3 jam
   d. Jumlah operator 24
   e. *Level inventory* 1 hari
5. Persiapan *printing* (O5)
   a. Proses sepenuhnya dikerjakan oleh operator
   b. *Cycle time* 5 detik
   c. *Changeover time* 3 jam
   d. Jumlah operator 4 orang
   e. *Level inventory* 1 hari

6. Proses *printing* (O6)
    a. Proses sablon dilakukan oleh operator, pengeringan dilakukan oleh mesin
    b. *Cycle time* 5 detik
    c. *Changeover time* 3 jam
    d. Jumlah operator 4 orang
    e. *Level inventory* 900 detik
7. Persiapan *sewing* (O7)
    a. Proses sepenuhnya dilakukan oleh operator
    b. *Cycle time* 5 detik
    c. *Changeover time* 5 menit
    d. Jumlah operator 8 orang
    e. *Level inventory* 1 hari
8. Proses *sewing* (O8)
    a. Proses dilakukan sebagian hanya oleh operator dan sebagian dibantu dengan mesin jahit.
    b. *Cycle time* 90 detik
    c. *Changeover time* 25 detik
    d. Jumlah operator 305 orang
    e. *Level inventory* 1 hari
9. Persiapan *assembling* (O9)
    a. Proses dilakukan seluruhnya oleh operator
    b. *Cycle time* 10 detik
    c. *Changeover time* 2,25 detik
    d. Jumlah operator 4 orang
    e. *Level inventory* 1 jam
10. Proses *assembling* (O10)
    a. Proses dilakukan oleh operator, mesin, dan alat bantu
    b. *Cycle time* 360 detik
    c. *Changeover time* 2,25 detik
    d. Jumlah operator 82 orang
    e. *Level inventory* 14 hari

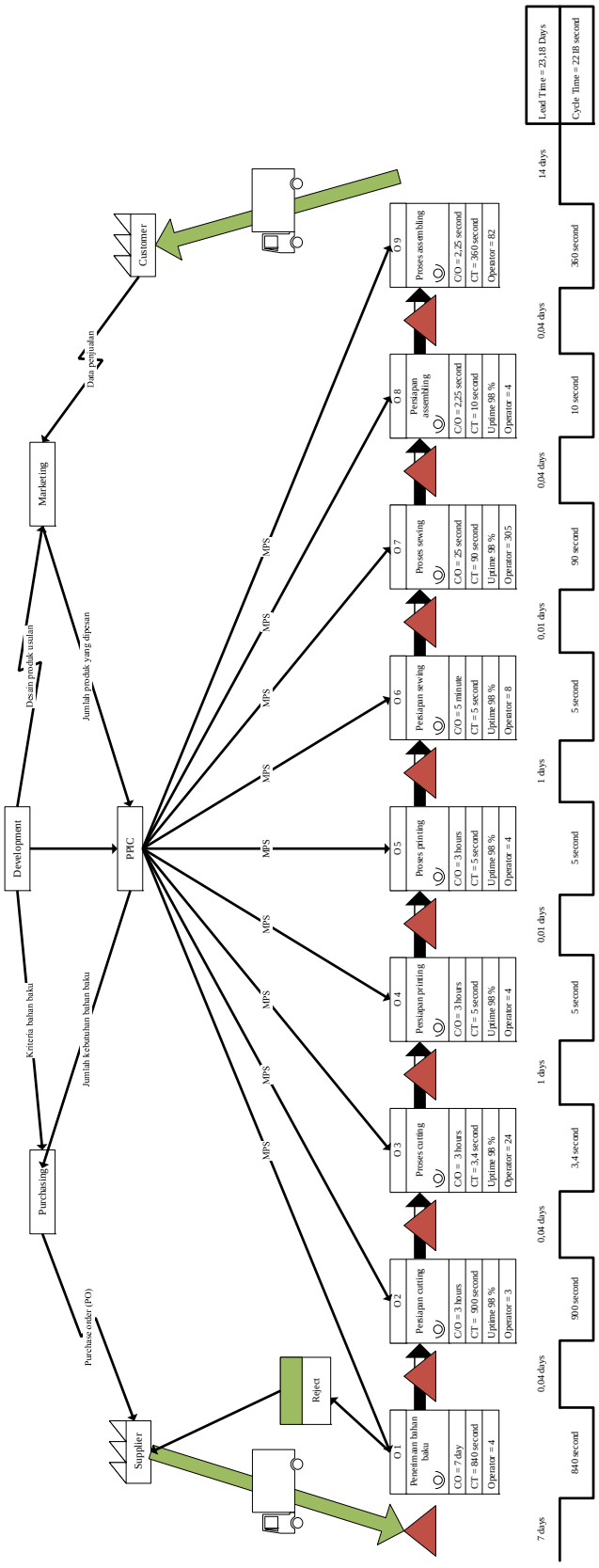
4.2.1.2. Aliran informasi

Aliran informasi produksi secara rinci dijabarkan sebagai berikut:

1. Pertama, bagian developmen memberikan usulan desain sepatu kepada bagian marketing untuk dipertimbangkan jumlah produksinya.
2. Setelah bagian mendapat keputusan, maka keputusan tersebut langsung diinformasikan ke bagian PPIC dan development untuk dilakukan produksi.
3. Bagian developmen memberikan spesifikasi sepatu terpilih kepada bagian PPIC untuk dihitung kebutuhan produksinya.
4. Bagian PPIC kemudian membuat daftar kebutuhan yang diberikan ke bagian purchasing untuk dilakukan perhitungan harga.
5. Setelah bagian *purchasing* mendapatkan harga maka daftar pemesanan dikirimkan ke *supplier* dalam bentuk purchase order (PO).
6. Setelah *supplier* menerima PO, maka langsung diberikan konfirmasi dan bahan baku dikirim ke perusahaan
7. Data penjualan yang tersebar di *outlet-outlet* dikumpulkan di bagian *marketing* untuk mengetahui respon pasar terhadap sepatu yang dijual. Apabila ternyata permintaan terus naik, maka bagian marketing akan menginformasikan bagian PPIC untuk melakukan produksi periode dua.

4.2.1.3. *Present State Value Stream Mapping* (PSVSM)

Berdasarkan penjelasan aliran informasi dan material proses produksi, maka data tersebut dituangkan kedalam bentuk PSVSM untuk menggambarkan kondisi saat ini yang terjadi di perusahaan. Setelah aliran informasi dan material terbentuk, kemudian dimasukan informasi tambahan mengenai jumlah tenaga kerja pada Tabel 4.2, dan jumlah persediaan (WIP) pada Tabel 4.3. Aliran yang digambarkan pada PSVSM ini dimulai dari supplier hingga customer, dan berotasi seterusnya. Lebih lengkapnya PSVSM dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Present state *value stream mapping* (PSVSM)

4.2.2. *Waste Assessment Model* (WAM)

4.2.2.1. *Waste Relationship Matrix* (WRM)

Penilaian hubungan tujuh tipe pemborosan merujuk pada metode yang dikembangkan oleh Ibrahim Rawabdeh (2005). Langkah-langkah pengolahan data WRM dijabarkan sebagai berikut:

1. Memberikan bobot kepada setiap jawaban pada Tabel 4.4 berdasarkan kriteria pada Tabel 2.2 dan kemudian dijumlah untuk mendapat *score* akhir. Tabulasi hasil pemberin bobot jawaban dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6. Bobot dan total *score* hubungan tujuh tipe pemborosan

Question Relationship	**1**		**2**		**3**		**4**		**5**		**6**		***Score***
	Ans	**Wgt**	**Ans**	**Wgt**	**Ans**	**Wgt**	**Ans**	**Wgt**	**Ans**	**Wgt**	**Ans**	**Wgt**	
O_I	c	1	c	0	c	0	c	0	b	1	c	0	2
O_D	c	1	c	0	c	0	c	0	f	2	c	0	3
O_M	c	1	c	0	c	0	b	1	b	1	c	0	3
O_T	c	1	c	0	b	2	b	1	c	1	c	0	5
O_W	c	1	c	0	b	2	c	0	e	2	c	0	5
I_O	c	1	c	0	c	0	b	1	e	2	c	0	4
I_D	c	1	c	0	b	2	a	2	f	2	c	0	7
I_M	a	4	a	2	a	4	a	2	e	2	a	4	18
I_T	c	1	c	0	c	0	b	1	c	1	c	0	3
D_O	c	1	c	0	c	0	c	0	d	2	c	0	3
D_I	a	4	a	2	a	4	a	2	f	2	a	4	18
D_M	a	4	a	2	a	4	a	2	g	4	a	4	20
D_T	c	1	c	0	c	0	c	0	a	1	c	0	2
D_W	a	4	a	2	a	4	b	1	f	2	a	4	17
M_I	c	1	c	0	b	2	b	1	c	1	c	0	5
M_D	c	1	c	0	c	0	c	0	a	1	c	0	2
M_P	c	1	c	0	b	2	b	1	e	2	c	0	6
M_W	a	4	a	2	a	4	a	2	e	2	a	4	18
T_O	c	1	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	2
T_I	c	1	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	2
T_D	c	1	c	0	c	0	c	0	a	1	c	0	2
T_M	c	1	c	0	c	0	c	0	b	1	c	0	2
T_W	c	1	c	0	c	0	b	1	c	1	c	0	3
P_O	c	1	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	2
P_I	c	1	c	0	b	2	b	1	c	1	b	2	7
P_D	c	1	c	0	b	2	b	1	f	2	c	0	6
P_M	c	1	c	0	c	0	b	1	b	1	c	0	3
P_W	c	1	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	2
W_O	a	4	a	2	a	4	a	2	b	1	a	4	17
W_I	a	4	a	2	a	4	a	2	b	1	a	4	17
W_D	c	1	c	0	b	2	a	2	f	2	c	0	7

2. *Score* yang sudah dihitung pada Tabel 4.6 kemudian diberikan simbol tingkat hubungan sesuai dengan kriteria pada Tabel 2.2. Tabulasi pemberian simbol tingkat hubungan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Tingkat hubungan pemborosan

Question Relationship	***Score***	***Relationship***
O_I	2	U
O_D	3	U
O_M	3	U
O_T	5	O
O_W	5	O
I_O	4	U
I_D	7	O
I_M	18	A
I_T	3	U
D_O	3	U
D_I	18	A
D_M	20	A
D_T	2	U
D_W	17	A
M_I	5	O
M_D	2	U
M_W	6	O
M_P	18	A
T_O	2	U
T_I	2	U
T_D	2	U
T_M	2	U
T_W	3	U
P_O	2	U
P_I	7	O
P_D	6	O
P_M	3	U
P_W	2	U
W_O	17	A
W_I	17	A
W_D	7	O

3. Tingkat hubungan pemborosan pada Tabel 4.7 kemudian dibuat kedalam bentuk *waste relationship matrix* (WRM) yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.6.

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

Gambar 4.5. *Waste relationship matrix* (WRM)

4. Langkah terakhir yaitu menyederhanakan matriks pada Gambar 4.6 dengan mengkonversikan kedalam bentuk angka sesuai kriteria pada Tabel 2.2. Hasil konversi ini diberi nama *waste matrix values* yang dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. *Waste matrix value* produksi sepatu Tomkins

F/T	O	I	D	M	T	P	W	*Score*	%
O	10	2	2	2	4	0	4	24	11,76
I	2	10	4	10	2	0	0	28	13,73
D	2	10	10	10	2	0	10	44	21,57
M	0	4	2	10	0	10	4	30	14,71
T	2	2	2	2	10	0	2	20	9,80
P	2	4	4	2	0	10	2	24	11,76
W	10	10	4	0	0	0	10	34	16,67
Score	28	42	28	36	18	20	32	204	100,00
%	13,73	20,59	13,73	17,65	8,82	9,80	15,69	100,00	

4.2.2.2. *Waste Assessment Questionaire* (WAQ)

Pendekatan metode WAQ merupakan lanjutan dari metode WRM untuk memberikan penilaian lebih lanjut mengenai tujuh tipe pemborosan. Penerapan metode WAQ merujuk pada hasil penelitian Ibrahim Rawabdeh (2005). Langkah-langkah penerapan metode WAQ dijabarkan sebagi berikut:

1. Memasukan bobot nilai hasil WRM pada Tabel 4.8 kepada setiap jenis pertanyaan sesuai dengan kategorinya. Ringkasan tabulasi bobot awal WRM dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan untuk tabulasi lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5.

Tabel 4.9. Bobot nilai hasil WRM

No.	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	O	I	D	M	T	P	W
1	*To Motion*	*Man*	2	10	10	10	2	2	0
2	*From Motion*		0	4	2	10	0	10	4
3	*From Defect*		2	10	10	10	2	0	10
4	*From Motion*		0	4	2	10	0	10	4
5	*From Motion*		0	4	2	10	0	10	4
6	*From Defect*		2	10	10	10	2	0	10
7	*From Process*		2	4	4	2	0	10	2
...									
61	*To Motion*	*Method*	2	10	10	10	2	2	0
62	*To Motion*		2	10	10	10	2	2	0
63	*From Motion*		0	4	2	10	0	10	4
64	*From Motion*		0	4	2	10	0	10	4
65	*From Motion*		0	4	2	10	0	10	4
66	*From Over Production*		10	2	2	2	4	0	4
67	*From Process*		2	4	4	2	0	10	2
68	*From Defect*		2	10	10	10	2	0	10

2. Bobot nilai WRM yang sudah dimasukan kemudian dibagi dengan jumlah setiap jenis pertanyaan (Ni) untuk menghilangkan variansi jumlah pertanyaan. Setelah bobot dibagi dengan Ni, jumlahkan bobot setiap jenis pertanyaan untuk mendapat score (Sj) dan hitung frekuensinya (Fj) dengan mengabaikan nilai nol. Ringkasan penghilangan efek variansi dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan tabulasi lengkapnya pada Lampiran 6.

Tabel 4.10. Bobot WRM dibagi dengan Ni

No.	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Ni	Bobot setiap jenis waste						
				O	I	D	M	T	P	W
1	*To Motion*	*Man*	9	0,22	1,11	1,11	1,11	0,22	0,22	0,00
2	*From Motion*		11	0,00	0,36	0,18	0,91	0,00	0,91	0,36
3	*From Defect*		8	0,25	1,25	1,25	1,25	0,25	0,00	1,25
4	*From Motion*		11	0,00	0,36	0,18	0,91	0,00	0,91	0,36
5	*From Motion*		11	0,00	0,36	0,18	0,91	0,00	0,91	0,36
6	*From Defect*		8	0,25	1,25	1,25	1,25	0,25	0,00	1,25
7	*From Process*		7	0,29	0,57	0,57	0,29	0,00	1,43	0,29
...										
61	*To Motion*	*Method*	9	0,22	1,11	1,11	1,11	0,22	0,22	0,00
62	*To Motion*		9	0,22	1,11	1,11	1,11	0,22	0,22	0,00
63	*From Motion*		11	0,00	0,36	0,18	0,91	0,00	0,91	0,36
64	*From Motion*		11	0,00	0,36	0,18	0,91	0,00	0,91	0,36
65	*From Motion*		11	0,00	0,36	0,18	0,91	0,00	0,91	0,36
66	*From Over Production*		3	3,33	0,67	0,67	0,67	1,33	0,00	1,33
67	*From Process*		7	0,29	0,57	0,57	0,29	0,00	1,43	0,29
68	*From Defect*		8	0,25	1,25	1,25	1,25	0,25	0,00	1,25
Score (sj)				**37,93**	**61,00**	**61,25**	**56,12**	**33,25**	**27,60**	**46,83**
Frekuensi (Fj)				**57**	**64**	**68**	**59**	**43**	**35**	**51**

3. Mengkalikan bobot pada Tabel 4.9 dengan hasil jawaban kuesioner pada Tabel 4.5. Jumlahkan juga setiap nilai untuk mendapatkan score (sj) dan hitung frekuensi (fj) dengan mengabaikan nilai nol. Ringkasan tabulasi hasil perkalian bobot dengan jawaban kuesioner dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan tabulasi lengkapnya pada Lampiran 7.

Tabel 4.11. Perkalian antara hasil kuesioner dengan bobot WRM

No.	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hasil Jawaban	Bobot setiap jenis waste						
				O	I	D	M	T	P	W
1	*To Motion*	*Man*	1	0,22	1,11	1,11	1,11	0,22	0,22	0,00
2	*From Motion*		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	*From Defect*		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	*From Motion*		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	*From Motion*		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	*From Defect*		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	*From Process*		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
...										
61	*To Motion*	*Method*	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62	*To Motion*		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
63	*From Motion*		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
64	*From Motion*		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
65	*From Motion*		0,5	0,00	0,18	0,09	0,45	0,00	0,45	0,18
66	*From Over Production*		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
67	*From Process*		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
68	*From Defect*		1	0,25	1,25	1,25	1,25	0,25	0,00	1,25
Score (sj)				**9,66**	**17,44**	**16,93**	**17,74**	**8,09**	**6,62**	**11,77**
Frekuensi (Fj)				**62**	**54**	**56**	**54**	**64**	**64**	**59**

4. Menghitung nilai (Yj) sebagai indikator awal tiap jenis pemborosan menggunakan persamaan (2.2). Berikut ini contoh perhitungan (Yj) untuk overproduction (O).

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \qquad (2.2)$$

$$= \frac{37{,}93}{9{,}66} \times \frac{57}{62}$$

$$= 3{,}61$$

5. Menghitung nilai persentase dari WRM (Pjfactor) dengan cara mengkalikan antara persentase “From” dan “To”.

6. Menghitung nilai final pemborosan (Yjfinal) menggunakan persamaan (2.4). Berikut ini contoh perhitungan (Yjfinal) untuk *overproduction* (O).

$$Y_{jfinal} = Y_j \times P_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \times P_j \quad (2.4)$$

$$= 03{,}61 \times 161{,}5$$

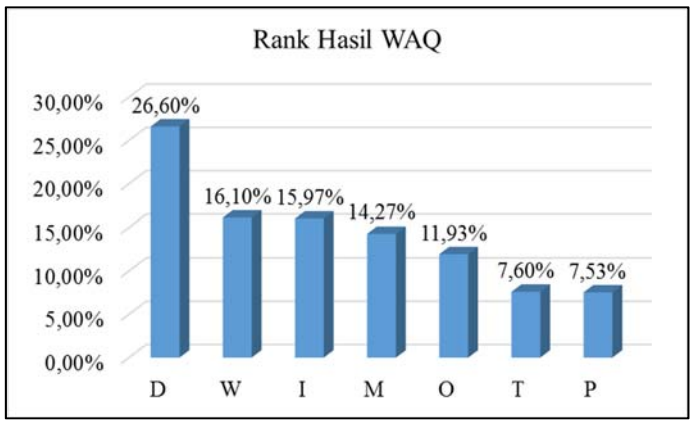
$$= 583{,}2$$

7. Rekapitulasi hasil perhitungan Skor (Yj), Pj faktor, hasil akhir (Yjfinal), dan hasil akhir (%) dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.12. Hasil perhitungan *waste assessment quesionaire* (WAQ)

Keterangan	**O**	**I**	**D**	**M**	**T**	**P**	**W**
Yj	3,61	4,15	4,39	3,46	2,76	2,28	3,44
Pj faktor	161,48	188,39	296,04	201,85	134,56	161,48	228,76
Yj final	583,24	780,89	1300,53	697,63	371,382	368,09	787,03
Final Result (%)	12%	16%	27%	14%	8%	8%	16%
Rank	5	3	1	4	6	7	2

8. Untuk memperlihatkan nilai akhir (Yjfinal) maka setiap tipe pemborosan pada Tabel 4.11 dibuat dalam bentuk grafik sesuai urutan ranking. Grafik akhir WAM dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.6. Grafik peringkat hasil perhitungan WAM

4.2.3. *Value Stream Mapping Tools*

Value stream mapping tools digunakan untuk memetakan lebih rinci mengenai asal pemborosan dalam aliran produksi. Penerapan metode ini merujuk pada pendekatan hasil pengembangan Peter Hines dan Nick Rich (1997). Langkah pertama dimulai

dengan mencari *tools* yang paling berhubungan dengan hasil pembobotan WAM. Setiap bobot WAM disubtitusikan kedalam borang pemilihan *tools* VALSAT yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.13. Pemilihan *tools* VALSAT

Waste	***Weight***	***Mapping Tool***						
		Process Activity Mapping	***Supply Chain Response Matrix***	***Production Variety Funnel***	***Quality Filter Mapping***	***Demand Amplification Mapping***	***Decision Point Analysis***	***Physical Structure***
Overproduction	0,12	0,12	0,36	0,00	0,12	0,36	0,36	0,00
Waiting	0,16	1,45	1,45	0,16	0,00	0,48	0,48	0,00
Excessive Transportation	0,08	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
Inappropriate Processing	0,08	0,68	0,00	0,23	0,08	0,00	0,08	0,00
Unnecessary Inventory	0,16	0,48	1,44	0,48	0,00	1,44	0,48	0,16
Unnecessary Motion	0,14	0,14	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Defect	0,27	0,27	0,00	0,00	2,39	0,00	0,00	0,00
Total		**3,82**	**3,39**	**0,87**	**2,59**	**2,28**	**1,40**	**0,24**
Rank		**1**	**2**	**6**	**3**	**4**	**5**	**7**

Berdasarkan *ranking* pada Tabel 4.12 diketahui bahwa *tools* yang paling berhubungan adalah *Process Activity Mapping* (PAM). Merujuk pada pernyataan Peter Hines dan Nick Rich (1997) bahwa pemakaian *tools* harus difokuskan pada minimal dua *tools* dengan peringkat tertinggi. Hal ini bertujuan agar proses eliminasi pemborosan menjadi lebih terarah. Maka dari itu peneliti memilih menggunakan dua *tools* untuk membuat detail mapping pemborosan, *tools* tersebut yaitu:

1. *Process activity mapping*
2. *Supply chain response matrix*

4.2.3.1. *Process Activity Mapping* (PAM)

PAM digunakan untuk memetakan proses lebih rinci lagi dengan mengkategorikan setiap proses. Tujuan pengkategorian ini adalah untuk memisahkan dan mengetahui proses apa saja yang termasuk kedalam *value added* (VA), *neccessary non value*

added (NNVA), dan *non value added* (NVA). Dengan mengetahui ketiga kategori proses perbaiakan menjadi lebih efektif dan efisien.

Langkah-langkah pembuatan PAM dijelaskan sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data seluruh aktivitas yang diperlukan untuk memproduksi sepatu Tomkins.
2. Memisahkan setiap aktivitas menjadi tipe aktivtias yang terdiri dari *operation* (O), *transport* (T), *inspection* (I), *storage* (S), dan *delay* (D).
3. Memetakan seluruhnya kedalam tabel secara berurutan lengkap denga keterangan aktivitas dan statusnya.

Setelah melakukan seluruh langkah-langkah pembuatan PAM, selanjutnya membuat seluruhnya kedalam PAM yang ringkasan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.13 dan tabulasi lengkapnya pada Lampiran 8.

Tabel 4.14. PAM proses produksi sepatu Tomkins

No.	Proses	Mesin/Alat Bantu	Jarak (meter)	Waktu (detik)	Jumlah Operator	Aktivitas					Keterangan
						O	T	I	S	D	
1	Proses Pemeriksaan			840	4			I			VA
2	Bahan baku yang lolos uji disimpan	Towing	5	5	4		T				NNVA
3	Bahan baku menunggu di proses			604800					S		NVA
4	Memindahkan bahan baku ke cutting	Towing	45	90	2		T				NNVA
5	Bahan baku menunggu persiapan cutting			3600					S		NVA
...											
56	Memeriksa hasil assembling			11,25	1			I			NNVA
57	Memeriksa kualitas assurance (QA)			11,25	1			I			NNVA
58	proses pemasangan tissue wrapping PPR Inner box labeling			11,25	1	O					VA
59	Memasukan produk kedalam inner box			11,25	1	O					VA

Hasil PAM yang telah dibuat kemudian dibuat tabulasinya untuk mempermudah proses identifikasi. Tabulasi jumlah dan waktu setiap jenis aktivitas dapat dilihat pada Tabel 4.14. dan prosentase VA, NNVA, NVA dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15. Tabulasi Perhitungan dan Prosentase PAM

No.	Aktivitas	Jumlah	Waktu (detik)	Waktu (menit)	Waktu (jam)
1	*Operation*	38	2112,75	35,21	0,59
2	*Transport*	9	430	7,17	0,12
3	*Inspection*	7	941,25	15,69	0,26
4	*Storage/delay*	8	792900	13215,00	220,25

Tabel 4.16. Persentase VA, NNVA, dan NVA

No.	Klasifikasi	Jumlah	Waktu (detik)	%
1	VA	38	2112,75	0,27%
2	NNVA	16	1371,25	0,17%
3	NVA	8	792900	99,56%
Total		**62**	**2250054**	**796384**

4.2.3.2. *Supply Chain Response Matrix* (SCRM)

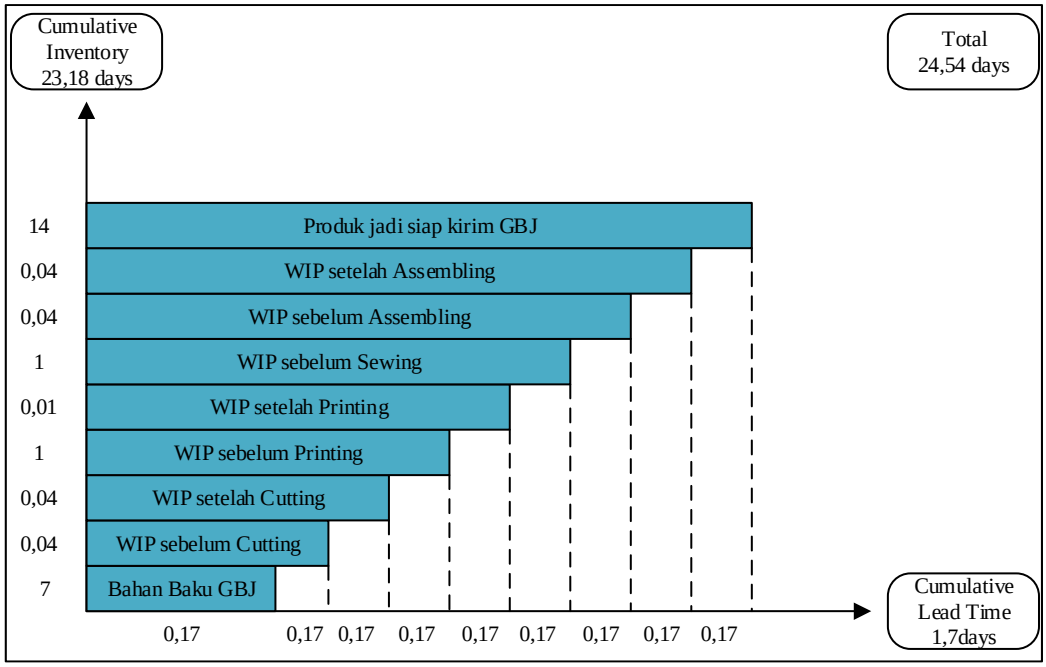
SCRM dibuat untuk memetakan bagaimana aliran material berjalan. Faktor yang diukur pada *tool* ini adalah performansi pergerakan material, seberapa lama material tersebut disimpan akan berpengaruh pada *lead time*. Semakin *lama lead* time akan semakin lama produk sampai ke konsumen, hal tersebut dapat dijadikan nilai responsifitas perusahaan. Untuk pembuatan SCRM data yang digunakan terdiri dari:

1. Data penerimaan bahan baku dari *supplier*
2. Data pengiriman bahan baku dari GBB ke *cutting*
3. Data WIP hasil *cutting*
4. Data pengiriman WIP cutting ke *printing*
5. Data WIP hasil *printing*
6. Data pengiriman WIP printing ke *sewing*
7. Data WIP *sewing*
8. Data pengiriman WIP sewing ke *assembling*
9. Data produk jadi hasil *assembling*
10. Data pengiriman produk jadi dari *assembling* ke GBJ

Seluruh data yang sudah dikumpulkan maka kemudian dibuat tabulasi terlebih dahulu untuk mempermudah pembuatan SCRM. Data tabulasi yang dibuat berisi data jumlah persediaan bahan baku dan *lead time* dari masing-masing area. Tabulasi masing-masing *item* indikator dapat dilihat pada Tabel 4.16. dan untuk pemetaan SCRM dapat dilihat pada Gambar 4.7.

Tabel 4.17. Perhitungan SCRM proses produksi

No.	Item	Day Physical Stock	Lead Times	Cumulative Days Physical Stock	Cumulative Lead Times
1	Bahan baku GBB	7	0,17	7	0,17
2	WIP sebelum cutting	0,04	0,17	7,04	0,34
3	WIP setelah *cutting*	0,04	0,17	7,08	0,51
4	WIP sebelum printing	1	0,17	8,08	0,68
5	WIP setelah printing	0,01	0,17	8,09	0,85
6	WIP sebelum *sewing*	1	0,17	9,09	1,02
7	WIP setelah *sewing*	0,04	0,17	9,13	1,19
8	WIP sebelum *assembling*	0,04	0,17	9,18	1,36
9	WIP setelah *assembling*	14		23,18	1,36
10	Produk jadi siap kirim GBJ	7	0,17	7	0,17
Total					**24,54**



Gambar 4.7. SCRM proses produksi