

## Bab 5

### Analisis

#### 5.1 Analisis *Value Stream Mapping* (VSM)

Pembuatan VSM merupakan langkah awal dalam memahami aliran fisik dan material secara keseluruhan. Berdasarkan hasil observasi, aliran informasi sudah berjalan dengan baik dan dalam proses produksi sesuai dengan perintah mengerjakan *order* dari PPIC pusat. Hasil analisis lebih detail VSM dapat dilihat pada Tabel 5.1 dibawah ini.

**Tabel 5.1 Analisis VSM**

No	Indikator Performansi	Proses	Analisis
1	Cycle Time	600 detik	➤ Proses pemeriksaan dilakukan oleh <i>quality incoming</i> .
		Pemeriksaan Bahan Baku	➤ Melihat kesesuaian bahan baku membutuhkan waktu yang cukup.
			➤ Tidak perlu ada perbaikan dalam proses ini.
		260 detik	➤ Cutting merupakan proses pemotongan bahan baku.
		Proses Cutting	➤ Memerlukan 1 lot WIP untuk lanjut ke proses heading sehingga ada proses menunggu dan perlu adanya perbaikan.
			286 detik
		Proses Heading	➤ Memerlukan 1 lot WIP untuk lanjut ke proses caging sehingga ada proses menunggu dan perlu adanya perbaikan.
			432 detik
		Proses Caging	➤ Proses caging membutuhkan waktu untuk memasukkan hasil heading ke plat pengarah.
			➤ Operator pada proses ini sering melakukan pencarian alat pelindung diri yang mengakibatkan bertambahnya <i>cycle time</i> .
		233 detik	➤ Setting Joint Plate merupakan proses penyettingan joint plate dengan wirecaging.
		Setting Joint Plate	➤ Pengambilan bahan baku pada proses ini menggunakan tenaga operator dan memiliki jarak yang seharusnya bisa diminimalisir.
			314 detik
		Setting Moulding Bawah	➤ Pengambilan cetakan menggunakan overheadcrane memerlukan waktu dikarenakan jarak penyimpanan cetakan yang lumayan jauh sehingga perlu perbaikan.
➤ Proses setting joint plate dan setting moulding bawah sebaiknya tidak dipisah karena tidak membutuhkan mesin dalam penyettingan.			

Tabel 5.1 Analisis VSM (lanjutan)

No	Indikator Performansi	Proses	Analisis		
1	Cycle Time	291 detik Proses Batching Plant	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Batching merupakan proses pengadukan semen, pasir, batu split dan air sehingga menghasilkan adukan beton.</li> <li>➤ Proses ini membutuhkan inspeksi dalam penyiraman material split agar kadar sesuai.</li> </ul>		
		705 detik Proses Cor	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pengcoran merupakan proses memasukkan hasil adukan beton ke dalam hasil setting moulding bawah dengan menggunakan hopper transfer.</li> <li>➤ Proses ini memerlukan waktu untuk membersihkan bibir cetakan dari tumpahan adukan menggunakan sekop.</li> </ul>		
		136 detik Proses Stressing	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Stressing merupakan proses pengencangan Rod Mur cetakan yang sudah dicor.</li> <li>➤ Proses ini memerlukan waktu dalam pengukuran Rod Cetakan untuk masuk ke kopler dan perlu adanya perbaikan.</li> </ul>		
		848 detik Proses Spinning	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Spinning merupakan proses perputaran cetakan agar adukan beton merata.</li> <li>➤ Proses ini memerlukan waktu dalam pengukuran roll cetakan untuk masuk ke kopler dan perlu adanya perbaikan.</li> </ul>		
		14460 detik Proses Steaming	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Steaming merupakan proses pemanasan produk dalam cetakan sehingga produk menjadi mengeras mengikuti cetakan.</li> <li>➤ Proses ini menunggu bak uap terisi 10 produk yang ingin di steaming sehingga ini membutuhkan waktu cukup lama yaitu sekitar 1800 detik.</li> <li>➤ Proses ini membiarkan produk selama ± 1800 detik untuk didinginkan.</li> </ul>		
		876 detik Proses Demoulding	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Demoulding merupakan proses pembukaan cetakan sehingga produk jadi dapat dikirim ke <i>stock yard</i>.</li> <li>➤ Proses ini membutuhkan alat pelindung diri yaitu helm namun operator sering meletakkannya secara sembarang sehingga dilakukan pencarian saat dibutuhkan.</li> </ul>		
		2	Uptime	Uptime 100% Batching Plant	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dalam proses pengadukan beton, mesin batching jarang mengalami <i>down time</i>.</li> <li>➤ Jarangnya mesin mengalami <i>down time</i> maka dapat dikatakan mesin tidak memerlukan perbaikan karena tidak menyebabkan produk <i>reject</i>.</li> <li>➤ Standar <i>reject</i> sudah ditentukan oleh pihak pusat yaitu sebesar 5% dengan segala pertimbangan dan perhitungan kerugian yang akan diterima.</li> </ul>
				Uptime 99% Caging Stressing Spinning Steaming	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mesin yang digunakan untuk proses caging, stressing, spinning dan steaming jarang mengalami <i>down time</i>.</li> <li>➤ Jarangnya mesin mengalami <i>down time</i> maka dapat dikatakan mesin yang dimiliki keempat proses ini tidak menyebabkan produk <i>reject</i>.</li> <li>➤ Standar <i>reject</i> sudah ditentukan oleh pihak pusat yaitu sebesar 5% dengan segala pertimbangan dan perhitungan kerugian yang akan diterima.</li> </ul>
				Uptime 98% Cutting Heading Impact	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mesin <i>Impact</i> merupakan mesin yang digunakan dalam mengencangkan mur dan baut pada setting joint Plate dan setting moulding bawah. Dalam penyelesaian satu produk mesin <i>Impact</i> jarang mengalami <i>down time</i>.</li> <li>➤ Mesin yang digunakan untuk proses cutting dan heading terkadang mengalami <i>down time</i> namun tidak membuat produk menjadi <i>reject</i> melainkan membuat menurunnya produktivitas.</li> </ul>

Tabel 5.1 Analisis VSM (lanjutan)

No	Indikator Performansi	Proses	Analisis
2	Uptime	Uptime 98% Cutting Heading Impact	➤ Standar <i>reject</i> sudah ditentukan oleh pihak pusat yaitu sebesar 5% dengan segala pertimbangan dan perhitungan kerugian yang akan diterima.
		Uptime 89% Pengecoran	➤ Mesin hopper transfer sering mengalami <i>down time</i> sehingga mengganggu dalam proses cor dan perlu adanya perbaikan. ➤ Seringnya mesin mengalami <i>down time</i> mengakibatkan produk <i>reject</i> karena saat melakukan cor tidak meratanya adukan beton.
			➤ Standar <i>reject</i> sudah ditentukan oleh pihak pusat yaitu sebesar 5% dengan segala pertimbangan dan perhitungan kerugian yang akan diterima.
3	Efektivitas	Total CT = 0.225 hari Total LT = 14.01 hari	➤ Perbedaan yang cukup jauh disebabkan banyaknya <i>inventory</i> pada <i>raw material</i> , WIP dan produk jadi. Kelebihan <i>inventory</i> ini mengakibatkan terhambatnya proses produksi. ➤ Adanya aktivitas yang tidak memiliki tambah juga merupakan faktor lead time bertambah sehingga perlu dilakukan perbaikan.
			➤ <i>Bottleneck</i> terjadi pada akibat adanya <i>work in process</i> (WIP). ➤ <i>Bottleneck</i> yang terjadi pada proses heading dan caging akibat pada proses sebelumnya memproduksi 1 lot. ➤ Perbedaan waktu yang signifikan menyebabkan terjadinya penumpukan pada proses steaming dengan proses sekitar ± 14460 detik namun pada proses sebelumnya yaitu spinning sekitar ±848 detik. ➤ Kondisi waiting menyebabkan adanya kegiatan menganggur bagi pekerja. ➤ <i>Bottleneck</i> terjadi akibat adanya kegiatan dalam proses yang tidak memiliki nilai tambah dan untuk langkah perbaikan sebaiknya dihilangkan.
4	Aliran material dan proses	<i>Bottleneck</i> : - Heading - Caging - Steaming	

## 5.2 Analisis Waste Assessment Model (WAM)

WAM merupakan *tools* eliminasi *waste* yang cukup komprehensif dalam memberikan analisis memadai untuk menentukan strategi eliminasi *waste* tanpa memberikan pengaruh negatif pada *waste* jenis lain. Identifikasi *waste* menggunakan metode WAM dengan melibatkan 3 responden yang memiliki tanggung jawab masing-masing dalam proses produksi. Tingkat akurasi dan objektivitas dalam hasil kuesioner dapat dijamin karena melibatkan kepala bagian proses produksi yang sudah bekerja cukup lama sehingga sudah mengetahui keadaan perusahaan. Peringkat *waste* tertinggi sampai terendah yang dihasilkan dari metode WAM dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Rank Waste WAM

<b>Rank</b>	<b>Jenis Waste</b>	<b>Persentase</b>	<b>Akumulasi Persentase</b>
1	<i>Inventory</i>	18.10%	18.10%
2	<i>Defect</i>	17.76%	35.86%
3	<i>Motion</i>	15.29%	51.15%
4	<i>Overproduction</i>	14.96%	66.12%
5	<i>Transport</i>	14.45%	80.67%
6	<i>Waiting</i>	11.22%	91.89%
7	<i>Process</i>	8.11%	100%

Berdasarkan Tabel 5.2 terlihat bahwa dua *waste* dengan *rank* tertinggi yaitu *inventory* dan *defect* sehingga paling berpengaruh pada *waste* lainnya. Penyimpanan *raw material*, *WIP* dan produk jadi yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya *defect*, meningkatkan *waste overproduction*, adanya *waste motion* akibat peningkatan waktu dalam mencari atau menjangkau dan mengakibatkan *waste transportation* dikarenakan area jalan digunakan untuk penyimpanan.

*Waste defect* dapat mempengaruhi terjadinya *waste overproduction* dan meningkatkan persediaan *raw material (waste unnecessary inventory)* untuk menutupi kekurangan *Spun Pile* akibat cacat. Saat produksi kembali *Spun Pile* cacat akan meningkatkan proses pencarian, penjangkauan yang mengakibatkan terjadinya *waste motion*. *Waste defect* juga mempengaruhi terjadinya *waste waiting* karena memproduksi kembali produk *Spun Pile* cacat sehingga bagian baru akan menunggu untuk diproses.

### 5.3 Analisis Value Stream Mapping (VALSAT)

VALSAT merupakan pendekatan yang digunakan untuk memilih *tools* efektif dalam mengevaluasi *waste* yang terjadi secara lebih *detail* (Hines & Rich, 1997). Data yang digunakan dalam pendekatan ini yaitu persentase dari hasil *waste assessment* sehingga dihasilkan *rank tools* tertinggi sampai terendah dan dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Rank hasil VALSAT

<b>Rank</b>	<b>Value Stream Mapping Tools</b>	<b>Total Bobot</b>	<b>Persentase</b>	<b>Akumulasi Persentase</b>
1	<i>Process Activity Mapping</i>	4.07	28.76%	28.76%
2	<i>Supply Chain Response Matrix</i>	3.21	22.70%	51.46%
3	<i>Demand Amplification Mapping</i>	2.40	16.97%	68.44%
4	<i>Quality Filter Mapping</i>	1.85	13.07%	81.51%
5	<i>Decision Point Analysis</i>	1.4	9.89%	91.40%
6	<i>Production Variety Funnel</i>	0.89	6.26%	97.67%
7	<i>Physical Structure</i>	0.33	2.33%	100%

Mengacu pada pernyataan Hines dan Rich (1997) bahwa pemakaian *tools* harus difokuskan pada minimal dua *rank* tertinggi *mapping tools* agar eliminasi *waste* lebih terarah. PAM dan SCRM merupakan dua *tools* terpilih untuk mengevaluasi *waste*.

### 5.3.1 Analisis *Process Activity Mapping* (PAM)

PAM merupakan *tools* yang dapat digunakan untuk mengevaluasi semua jenis *waste* dimana tahapan proses dituangkan secara lebih detail. Evaluasi awal yang dilakukan menggunakan pendekatan PAM yaitu mengelompokkan proses *waste* menjadi lima aktivitas dan dievaluasi aktivitas yang memiliki nilai tambah. Data yang digunakan yaitu data aktual perusahaan dan observasi langsung ke lantai produksi untuk melakukan pengukuran waktu proses dengan bantuan *stopwatch* sehingga secara jelas diketahui alur proses produksi. Jumlah aktivitas dalam proses pembuatan Spun Pile dan waktu masing-masing jenis aktivitas secara berturut-turut dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan Tabel 5.5.

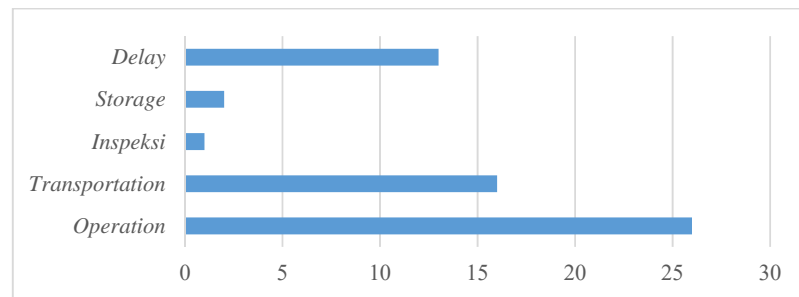
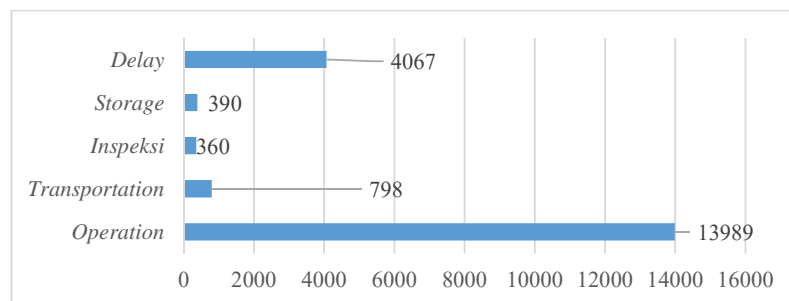
Tabel 5.4 Jumlah aktivitas dan persentase

No	Jenis Aktivitas	Jumlah	Persentase
1	<i>Operation</i>	26	44.83%
2	<i>Transportation</i>	16	27.59%
3	<i>Inspeksi</i>	1	1.72%
4	<i>Storage</i>	2	3.45%
5	<i>Delay</i>	13	22.41%

**Tabel 5.5 Waktu aktivitas dan persentase**

No	Jenis Aktivitas	Waktu	Persentase
1	<i>Operation</i>	13989	71.36%
2	<i>Transportation</i>	798	4.07%
3	<i>Inspeksi</i>	360	1.84%
4	<i>Storage</i>	390	1.99%
5	<i>Delay</i>	4067	20.75%

Berdasarkan Tabel 5.4 dan Tabel 5.5 perbandingan jumlah jenis aktivitas dan waktu aktivitas digambarkan dengan Grafik secara berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2.

**Gambar 5.1 Grafik jumlah aktivitas dari jenis aktivitas****Gambar 5.2 Grafik waktu masing-masing aktivitas**

Dari Gambar 5.1 dan Gambar 5.2 terlihat bahwa jumlah aktivitas sebanyak 58 dengan waktu pembuatan satu produk Spun Pile sebanyak 19604 detik. Analisis yang dapat diambil dari jumlah aktivitas dengan waktu masing-masing dapat dilihat pada Tabel 5.6.

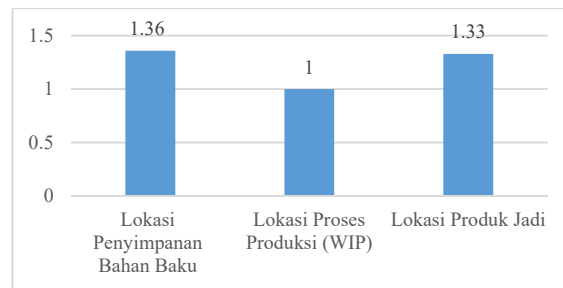
Tabel 5.6 Analisis PAM

No	Jenis aktivitas	PAM (Jumlah/Waktu)	Analisis
1	Operation	Jumlah aktivitas 26 (44.83%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Jumlah aktivitas dan waktu dari aktivitas operasi merupakan jumlah dan waktu tertinggi sehingga sudah optimal.</li> <li>➤ Operasi merupakan aktivitas <i>value added</i> sehingga perlu dipertahankan dan dijaga konsistensi dalam menjalankan proses.</li> </ul>
		Waktu 13989 (71.36%)	
2	Transportation	Jumlah aktivitas 16 (27.59%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Transportasi merupakan jenis aktivitas yang tidak bisa bisa dihilangkan dalam waktu yang cepat namun bisa dikurangi.</li> <li>➤ Persentase jumlah aktivitas yaitu sekitar <math>\pm 27\%</math> dan angka tersebut merupakan persentase yang lumayan tinggi sehingga perlunya perbaikan.</li> <li>➤ Persentase total waktu transportasi sekitar <math>\pm 4\%</math> dan tidak berdampak signifikan terhadap efisiensi transportasi karena persentasenya yang kecil.</li> <li>➤ Perbaikan transportasi bisa dilakukan pada poses setting joint plate dan setting moulding bawah. Kedua proses tersebut memiliki mesin yang sama dan seharusnya dijadikan satu sehingga tidak perlu menggunakan transportasi.</li> </ul>
		Waktu 798 (4.07%)	
3	Inspeksi	Jumlah aktivitas 1 (1.72%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Inspeksi</i> merupakan jenis aktivitas yang tidak bisa bisa dihilangkan dalam waktu yang cepat namun bisa dikurangi.</li> <li>➤ Metode sampling dan penambahan operator dapat diterapkan pada aktivitas inspeksi sehingga dapat mengurangi persentase total waktu.</li> </ul>
		Waktu 360 (1.84%)	
4	Storage	Jumlah aktivitas 2 (3.45%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Storage</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada produk sehingga harus dihilangkan.</li> <li>➤ Aktivitas <i>storage</i> ini terjadi pada proses cutting dan heading dimana jumlah produk dikumpulkan sampai 1 lot untuk dikirim ke proses selanjutnya.</li> <li>➤ Perbaikan yang dapat dilakukan yaitu satu kali produksi langsung dikirim ke proses selanjutnya agar tidak terjadi penyimpanan berlebih.</li> </ul>
		Waktu 390 (1.99%)	
5	Delay	Jumlah aktivitas 13 (22.41%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Delay</i> merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada produk sehingga harus dihilangkan.</li> <li>➤ <i>Delay</i> terjadi karena perbedaan <i>cycle time</i> yang signifikan contoh pada proses spinning dengan waktu <math>\pm 840</math> detik dan proses selanjutnya yaitu steaming dengan waktu <math>\pm 14460</math> detik.</li> <li>➤ <i>Delay</i> juga terjadi karena pencarian alat pelindung diri, pembersihan cetakan dan sebagainya.</li> <li>➤ Usulan perbaikan untuk menghilangkan <i>delay</i> yaitu dengan menambah mesin terutama mesin steaming, menyiapkan lemari <i>safety</i> agar tidak ada lagi proses pencarian APD dan operator melakukan pengukuran yang tepat saat melakukan pengecoran agar adukan beton tidak tumpah ke bibir cetakan.</li> </ul>
		Waktu 4067 (20.75%)	

### 5.3.2 Analisis Supply Chain Response Matrix (SCRM)

SCRM merupakan pendekatan yang digunakan untuk mengetahui tingkat persediaan pada waktu distribusi terjadi mulai dari kedatangan bahan baku, proses produksi sampai pengiriman produk jadi. Berdasarkan perhitungan dan grafik pada Gambar 4.9 didapat *cumulative lead time* selama 24.91 hari dengan kumulatif *days physical stock* selama 3.58 hari. Semakin lama *days physical stock* maka semakin

banyak *inventory* yang terjadi di sepanjang pemenuhan permintaan. *Days physical stock* menunjukkan lama rata-rata per hari material dari lama waktu material berada dalam sistem produksi atau dalam sistem pemenuhan permintaan. Gambaran *days physical stock* proses pembuatan Spun Pile dalam masing-masing area dapat dilihat pada Gambar 5.3.



**Gambar 5.3** Grafik *days physical stock* pembuatan Spun Pile

Berdasarkan Gambar 5.3 terlihat bahwa pada pembuatan Spun Pile, *stock* terbesar berada pada lokasi penyimpanan bahan baku yaitu selama 1.36 hari. Hal ini dikarenakan bahan baku datang 7 hari setelah pemesanan sehingga bagian *purchasing* memesan tidak sesuai kebutuhan melainkan membuat *stock* yang menyebabkan terhambatnya aliran material. Hal lain juga dikarenakan sebagai cadangan apabila ada produk cacat. Alternatif perbaikan yang dapat dilakukan yaitu bagian *purchasing* melakukan perhitungan yang tepat dalam kebutuhan bahan baku dengan toleransi 7 hari dan dalam penyimpanan *stock* untuk produk *reject* dilakukan perhitungan agar didapat jumlah *stock* yang tidak mengganggu aliran material.

## 5.4 Analisis Simulasi Promodel

### 5.4.1 Analisis Model

#### 5.4.1.1 Analisis *Entity*

Terdapat 7 entitas pada model ini yaitu joint plate, pc bar, wirecaging, pasir semen, adukan beton dan Spun Pile. Pada dasarnya yang menjadi entitas akhir yaitu entitas Spun Pile, hanya agar peneliti dapat mengetahui aktivitas material pada setiap



*workstation* yang didahuluinya dibuat 7 entitas. Awalnya entitas pc bar sebagai bahan baku yang dipotong dan diheading dipindahkan ke caging. Caging menyatukan antara pc bar dan iron wire yang menjadi wirecaging. Wirecaging dirakit dengan joint plate dan moulding bawah. Hasil perakitan tersebut dibawa untuk di cor dengan hasil adukan beton. Pasir semen merupakan bahan baku untuk membuat beton yang diaduk di mesin batching dan dihasilkan adukan beton. Hasil pengecoran sampai seterusnya menggunakan entitas Spun Pile karena sudah berbentuk produk jadi.

#### 5.4.1.2 Analisis Lokasi

Pada pembuatan model terdapat 19 lokasi yaitu lokasi *receiving* pc bar 1, *receiving* pc bar 2, *receiving* pc bar 3, *receiving* joint plate, *receiving* pasir semen, cutting, heading, caging, setting joint plate, setting moulding bawah, batching, pengecoran, stressing, spinning, steaming, demoulding, *stock yard*, antar pasir dan antar beton. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.7.

**Tabel 5.7 Total Entries Lokasi**

Location Summary								
Name	Scheduled Time (Hr)	Capacity	Total Entries	Average Time Per Entry (Min)	Average Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Cutting	23,00	2,00	116,00	21,95	1,84	2,00	2,00	92,23
Heading	23,00	2,00	115,00	19,07	1,59	2,00	2,00	79,44
Caging	23,00	2,00	115,00	21,51	1,79	2,00	2,00	89,61
Setting Joint Plate	19,08	3,00	114,00	15,64	1,56	3,00	0,00	51,91
Setting Moulding	19,00	3,00	115,00	15,55	1,57	3,00	1,00	52,30
Batching	21,91	1,00	113,00	11,64	1,00	1,00	1,00	100,00
Pengecoran	19,00	3,00	116,00	18,81	1,91	3,00	2,00	63,79
Stressing	20,00	3,00	115,00	11,96	1,15	3,00	3,00	38,20
Spinning	20,00	3,00	115,00	18,33	1,76	3,00	3,00	58,54
Steaming	23,00	50,00	148,00	259,03	27,78	50,00	42,00	55,56
Demoulding	22,00	999.999,00	106,00	28,30	2,27	28,00	3,00	0,00
Receiving PC Bar.1	23,00	999.999,00	821,00	726,30	432,10	707,00	707,00	0,04
Receiving PC Bar.2	20,00	999.999,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Receiving PC Bar.3	20,00	999.999,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Receiving PC Bar	63,00	2.999.997,00	821,00	726,30	157,75	707,00	707,00	0,02
Receiving Joint Plate	23,00	999.999,00	826,00	731,78	438,00	713,00	713,00	0,04
Stockyard	23,00	999.999,00	103,00	663,41	49,52	103,00	103,00	0,00
Receiving pasir semen	23,00	999.999,00	810,00	720,79	423,08	697,00	697,00	0,04
antarpasir	23,00	999.999,00	120,00	80,45	7,00	7,00	7,00	94,30
antarbeton	23,00	999.999,00	123,00	105,69	9,42	11,00	9,00	78,93

Berdasarkan tabel 5.7 total *entries* lokasi *receiving* (pc bar, joint plate, pasir dan semen) secara berturut-turut sebanyak 821, 826 dan 810 merupakan total *entries*

paling maksimal. *Receiving* pc bar 2 dan 3 memiliki total *entries* 0 dikarenakan untuk memenuhi permintaan lokasi cutting diambil dari lokasi *receiving* pc bar 1. *Receiving* pc bar 1 ini memiliki jarak terdekat dengan cutting dibanding *receiving* pc bar 2 dan 3 dan apabila *stock receiving* pc bar 1 sudah limit akan diambil dari *receiving* pc bar untuk dipindahkan ke lokasi pc bar 1.

Utilitas tertinggi pada Tabel 5.7 yaitu pada lokasi batching yaitu sebesar 100%. Batching merupakan tempat dimana pasir dan semen diaduk untuk menjadi adukan beton. Ketika pengadukan selesai, pasir dan semen kemudian datang ke lokasi batching untuk diaduk sehingga mesin batching selalu bekerja dan dihasilkan utilitas tertinggi. Batching dan Cutting memiliki utilitas tinggi dikarenakan keduanya merupakan proses awal datangnya bahan baku, namun batching memiliki utilitas lebih tinggi karena waktu pengadukan lebih kecil dibandingkan proses cutting.

#### **5.4.1.3 Analisis Arrival**

Tingkat kedatangan untuk setiap *raw material* sebesar 2 menit atau 120 detik. *Raw material* yang digunakan dalam pembuatan Spun Pile yaitu Pc Bar, Joint Plate dan Semen dan Pasir. Hal ini mendukung untuk *continuous flow* pada awal produksi sehingga pada awal produksi dimulai, semua *workstation* dapat mulai beroperasi tanpa harus menunggu WIP dari proses sebelumnya.

#### **5.4.1.4 Analisis Processing**

Dalam model pembuatan Spun Pile terdapat 17 *processing* (terdapat pada Gambar 4.14), dimana proses diawali dengan pemindahan *raw material* PC Bar ke lokasi cutting. Aturan dari setiap perpindahan ataupun proses pada pembuatan Spun Pile di setiap *workstation* adalah FIRST 1 dan JOIN 1. Hampir semua aturan menggunakan FIRST 1 yang berarti setiap entitas atau material yang masuk akan diproses terlebih dahulu. Proses caging dan pengecoran menggunakan JOIN 1 yaitu menggabungkan antara entitas joint plate dengan wirecaging di lokasi dan menggabungkan antara adukan beton dengan kerangka beton di lokasi pengecoran.

Selain menunjukkan waktu dan alur proses, dalam processing juga menunjukkan alat angkut yang digunakan dalam proses diantaranya *overheadcrane*, *trolley* dan *worker*.

#### **5.4.2 Analisis Replikasi Model**

Replikasi dilakukan sebanyak 30 karena menurut Sugiyono (2010) Angka 30 merupakan sampel yang layak dalam penelitian. Berdasarkan Tabel 4.21 dan Gambar 4.20 terlihat bahwa jumlah produksi dari periode 1 sampai dengan periode 30 berfluktuatif dengan rata-rata dihasilkan 116.10 Spun Pile sementara pada kenyataan kapasitas pembuatan Spun Pile sebesar 108. Kondisi *steady state welch moving average* terjadi pada periode 6 sehingga dari periode 1 sampai dengan periode 5 harus dihilangkan karena model membutuhkan 6 hari untuk dapat mencapai kondisi stabil. Nilai *welch moving average* periode ke-6 memiliki nilai *output* 116.09 dan nilai tersebut berlangsung hingga periode ke-10 yang berarti pada periode 6 sudah menunjukkan nilai yang mewakili populasi *entries* Spun Pile yaitu  $\pm 116$  karena tidak jauh berbeda dengan rata-rata.

### **5.5 Usulan Perbaikan**

#### **5.5.1 Analisis Takt Time dan Kapasitas**

Berdasarkan Tabel 4.22 terlihat adanya istilah *customer demand*, *cycle time* dan *takt time*. *Customer demand* merupakan permintaan pelanggan terhadap Spun Pile yang harus bisa dipenuhi dengan *cycle time*. Faktor yang mempengaruhi *Customer Demand* yaitu rata-rata permintaan pelanggan yang dijadikan sebagai acuan awal (berdasarkan Lampiran 2), *uptime* mesin dan *scrap*. *Cycle time* merupakan waktu yang diperlukan dalam membuat satu produk, sementara *takt time* merupakan kecepatan yang diperlukan dalam membuat satu produk. *Takt time* menjadi acuan dalam menentukan kapasitas mesin dalam memenuhi permintaan pelanggan.

Nilai *tak time* semua proses terkecuali proses steam yang memiliki angka lebih besar daripada nilai *cycle time*. Hal ini berarti semua proses dengan masing-masing *cycle time* sudah bisa memenuhi pelanggan terkecuali proses steaming, sehingga salah satu cara pemenuhan permintaan dengan menambah kapasitas mesin. Dalam memproduksi 1 Spun Pile mesin steam diasumsikan membutuhkan waktu 24.213 menit (242.13 dibagi 10 dikarenakan dalam 1 bak steam terdapat 10 Spun Pile) menit sementara kecepatan mesin hanya 14.41 menit, maka dari perhitungan dibutuhkan penambahan 2 mesin bak steam.

### 5.5.2 Perbaikan Berdasarkan PAM

Menurut Liker (2006) Kaizen merupakan peningkatan yang dilakukan secara berkesinambungan melibatkan para pekerja untuk dapat bekerja sama dalam melakukan perbaikan secara terus menerus (*continuous improvement*) dengan waktu yang relative cepat dan biaya yang murah. Kegiatan *non value added* pada *Process Activity Mapping* yang memungkinkan untuk direduksi sebagai solusi penerapan lean manufacturing dengan waktu yang relative cepat dan biaya yang murah dapat dilihat pada Tabel 5.8.

**Tabel 5.8 Perbaikan PAM**

Kategori Aktivitas	Area	Permasalahan	Usulan Kaizen
<i>Delay</i> (NVA)	Stressing dan Spinning	Melakukan pengukuran Rod	Menentukan titik dimana overhead crane harus turun
<i>Delay</i> (NVA)	Caging, Pengecoran dan Demoulding	Pencarian alat pelindung diri	Membuat lemari safety
<i>Delay</i> (NVA)	Cutting, Heading dan Steaming	Menunggu WIP sesuai lot	Penambahan kapasitas mesin
<i>Delay</i> (NVA)	Heading, Caging, Steaming	Produk menunggu	Penambahan kapasitas mesin
<i>Delay</i> (NVA)	Demoulding	Proses pendinginan manual	Adanya alat untuk melakukan proses pendinginan otomatis

### 5.5.3 Perbaikan Berdasarkan WAM

Berdasarkan hasil *waste assessment*, ditemukan bahwa pemborosan *inventory* mendapat peringkat 1 dan dirasa perlu adanya perbaikan terutama pada *layout*. Hasil peneliti melakukan observasi langsung melihat salah satu penyebab *inventory* adalah terlalu banyaknya lokasi *raw material*. *Layout* setelah dilakukan perbaikan dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Perbaikan *Layout*

### 5.5.4 Hasil perbaikan dengan Simulasi Promodel

Perbaikan dengan Promodel yaitu dengan mengubah kapasitas mesin yang dapat dilihat pada Gambar 5.5.

Sim	Name	Cap	Shk	Spa	Spa...	Spa...	Spa...	Spa...
1	Cutting	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Machining	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Casting	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Drilling	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Machining	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Drilling	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Grinding	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Grinding	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Grinding	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Grinding	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Grinding	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Grinding	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Grinding	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Grinding	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Grinding	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Grinding	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Grinding	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Grinding	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Grinding	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Grinding	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	
1	Grinding	2	1	Now	Now	Time Resour	0.0000	

Gambar 5.5 Perbaikan Kapasitas pada Lokasi

#### 5.5.4.1 Waktu Siklus Setelah Perbaikan

Waktu setelah dilakukan perbaikan dengan simulasi promodel dapat dilihat pada Tabel 5.9.

**Tabel 5.9 Waktu Siklus Setelah Perbaikan**

Proses	<i>Total Contents</i>
Cutting	162
Heading	456
Caging	303
Setting Joint Plate	208
Setting Moulding Bawah	290
Batching	291
Pengecoran	692
Stressing	131
Spinning	840
Steaming	10927
Demoulding	816

#### 5.5.4.2 Total Entry Setelah Perbaikan dengan Simulasi Perbaikan

Total *entry* setelah dilakukan perbaikan dengan simulasi promodel dapat dilihat pada Tabel 5.10.

**Tabel 5.10 Hasil Entry Setelah Perbaikan dengan Simulasi Promodel**

Location Summary (Avg. Repts)										
Replication	Name	Scheduled Time (Hr)	Capacity	Total Entries	Average Time Per Entry (Min)	Average Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization	
Avg	Pengecoran	19,00	3,00	131,00	19,26	2,21	3,00	2,00	73,79	
Avg	Stressing	19,00	3,00	131,00	14,50	1,67	3,00	2,00	55,54	
Avg	Spinning	19,00	3,00	131,00	14,80	1,70	3,00	2,00	56,70	
Avg	Steaming	23,00	70,00	162,00	294,41	34,56	49,00	34,00	49,37	
Avg	Demoulding	23,00	999,999,00	131,00	33,60	3,19	19,00	3,00	0,00	
Avg	Receiving PC Bar	23,00	999,999,00	804,00	706,31	411,50	677,00	677,00	0,04	
Avg	Rceiving Joint Plate	23,00	999,999,00	811,00	710,15	417,34	683,00	683,00	0,04	
Avg	Stockyard	23,00	999,999,00	136,00	621,00	61,20	136,00	136,00	0,01	
Avg	Receiving pasir semen	23,00	999,999,00	804,00	705,77	411,19	678,00	678,00	0,04	
Avg	antarpasir	23,00	999,999,00	130,00	42,45	4,00	4,00	4,00	83,16	
Avg	antarbeton	23,00	999,999,00	133,00	44,52	4,29	7,00	5,00	54,25	

Setelah dilakukan perbaikan terhadap aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah, pemborosan pada *inventory* dan penambahan kapasitas mesin didapat kenaikan rata-rata jumlah produksi Spun Pile yang awalnya hanya 116.10 menjadi 131. Kenaikan ini disebabkan penambahan kapasitas pada steaming yang awalnya 50 menjadi 70, eliminasi semua aktivitas *delay* dan menjadikan 1 tempat untuk penyimpanan bahan baku PC Bar.