

Analisis Waiting Time dalam Proses Perakitan MV Switchgear dengan Lean Production

R. Pitaloka Naganingrum^{*1)}, Lobes Herdiman²⁾

¹⁾ Alumni Teknik Industri UNS

²⁾ Staf Pengajar, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126, Indonesia

Abstract

PT. Siemens Indonesia is an industry engaged in the production of Energy Distribution, as Simoprime World Panel with world market-oriented. The problems that occurred there was delay time and completion of the scheduled production target. Delay in completion of the scheduled deadline because of the inefficiency caused by the flow process in the handling of waste resulting from the assembly. The purpose of this study was to identify waste and operating conditions that occurred on the main assembly. Lean Production was used in this research. In lean production concept, Value Stream Analysis Tool (VALSAT) was used as an instrument to map the waste that occurred and detailed Mapping Tool to determine the operating conditions. In identifying waste, the weighting of each work station waste in the main assembly. Based on the weighting of waste which made known that the biggest waste of waiting time and for the operating conditions, 21% non value adding activities from main assembly.

Keywords: lean production, value stream analysis tool (VALSAT), waste, waiting time, non value adding.

1. Pendahuluan

Perusahaan bersaing untuk menjadi yang terbaik di bidangnya. Setiap perusahaan berusaha untuk lebih baik dari perusahaan lainnya dalam segi kualitas maupun biaya. *Lean production* merupakan konsep suatu perusahaan untuk mengeliminasi *waste* atau pemborosan dalam lingkungan industri manufaktur (Hines dan Taylor, 2000). *Lean production* merupakan metode yang digunakan untuk pencapaian perbaikan secara terus-menerus dan signifikan (*continous improvement*) dalam kinerja, dengan cara mengeliminasi semua pemborosan (*waste*) baik waktu maupun sumber daya dari fasilitas dalam proses bisnis. *Lead time* dan juga biaya yang dikeluarkan dapat dikurangi dengan meminimasi *waste* pada *value stream* perusahaan, seperti dalam penelitian terdahulu, upaya minimasi *waste* dan perbaikan *value stream* mampu mengurangi 40% biaya yang muncul akibat adanya *waste* sebesar Rp. 382.60,39 dan mengurangi *production lead time* sebesar 9,97% (Santoso, 2008).

Value Stream analysis tool (VALSAT) merupakan alat yang digunakan untuk menggambarkan *waste* dalam *lean production* dan digunakan dalam pemilihan *detailed mapping tool* berdasarkan *waste* yang didefinisikan sebelumnya. Sebelum melakukan upaya penanganan *waste*, hal yang paling penting adalah melakukan pemetaan *waste* pada *value stream* proses produksi agar penanganan *waste* menjadi terfokus (Santoso, 2008). Jenis *waste* menurut Hirano (1990) meliputi produksi berlebih, menunggu, inventori berlebih, transportasi berlebih, proses tidak sesuai, gerakan tidak perlu dan kecacatan produk.

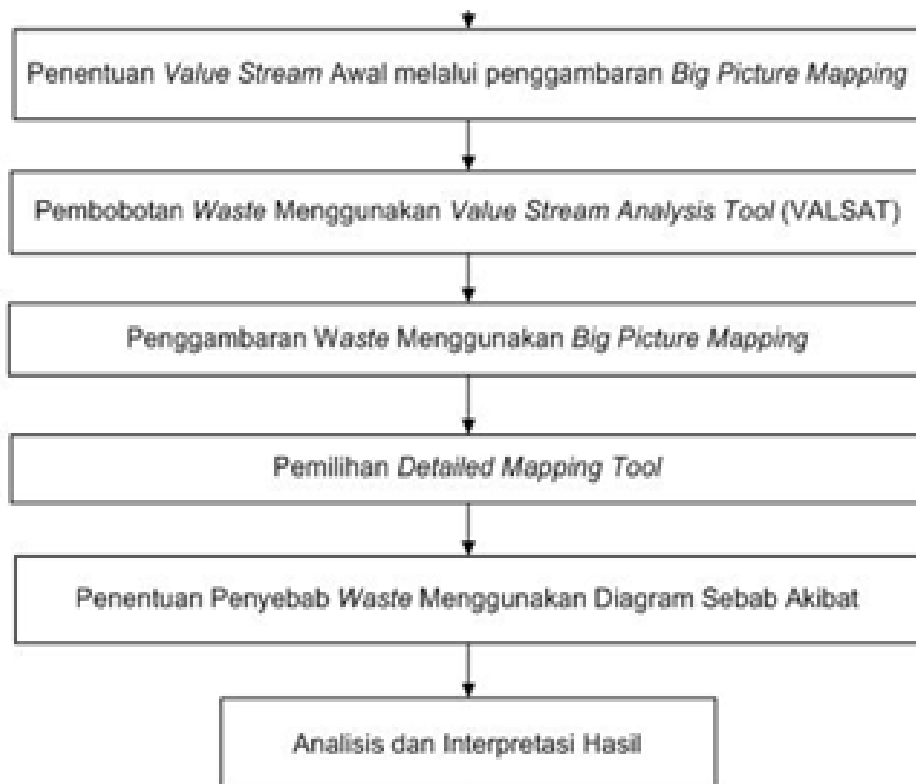
Pada paper ini ditekankan terhadap permasalahan yaitu bagaimana menganalisa keterlambatan waktu penyelesaian pada proses perakitan MV Switchgear di PT. Siemens Indonesia yang disebabkan *waiting time* dengan *lean production*.

* Correspondance : pitaloka13@gmail.com

2. Metode Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah memetakan *waste* menggunakan *lean production* konsep, yaitu penentuan *value stream* awal, pembobotan *waste* menggunakan *Value Stream Analysis Tool* (VALSAT), penggambaran *waste* menggunakan *big picture mapping*, pemetaan aktivitas menggunakan *Detailed Mapping Tool*. Tahapan secara sistematis dalam penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

Data yang dikumpulkan sebagai input dalam penyelesaian masalah terdiri dari data actual demand periode 1 tahun dari Oktober 2010 s/d Oktober 2011 produk MV Switchgear, data elemen kerja per stasiun kerja pada main assembly PT. Siemens Indonesia dan data *time study proses main assembly* pada setiap stasiun kerjanya serta penggambaran peta proses operasi (OPC) untuk setiap elemen kerja. Berdasarkan data ini dihitung waiting time in process yang terjadi di PT. Siemens Indonesia.

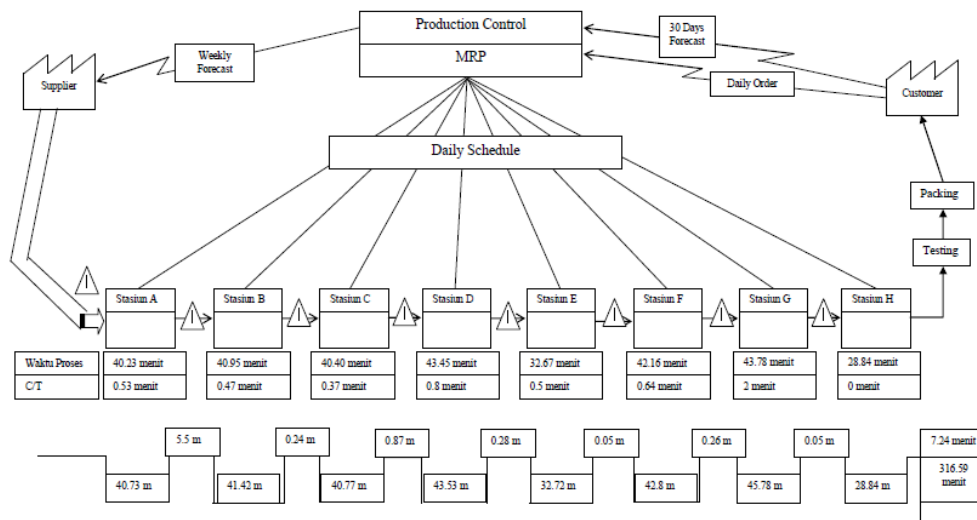


Gambar 1. Metodologi Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Value Stream Awal Melalui Big Picture Mapping

Big picture mapping berguna untuk menggambarkan keseluruhan proses secara makro, memvisualisasikan aliran proses, *lead time* proses dan terjadinya *waste*. *Big picture mapping* kondisi awal perusahaan digunakan untuk memetakan kondisi sebenarnya yang terjadi di perusahaan dan bukan kondisi yang diharapkan oleh perusahaan. Pemahaman terhadap aliran material dalam proses produksi merupakan hal yang penting dalam mengevaluasi *value stream*. Penggunaan *big picture mapping* untuk menggambarkan *value stream* proses produksi secara garis besar meliputi proses pemesanan bahan baku, perencanaan produksi, proses produksi, perakitan sampai dengan produk siap dikirim ke konsumen.



Gambar 2. Big picture mapping aliran material

Kondisi awal proses perakitan MV Switchgear di PT. Siemens Indonesia digambarkan dalam *value stream* awal proses perakitan MV Switchgear. *Value stream* awal dimulai dari proses pemesanan material ke *supplier*, dilanjutkan dengan proses detail perakitan sampai dengan produk siap dikirim ke konsumen. *Big picture mapping* diperoleh informasi bahwa *production planner* melakukan *weekly forecast* untuk pemesanan material ke *supplier*.

Material masuk ke dalam proses perakitan pada stasiun kerja A sampai dengan proses perakitan stasiun kerja H membutuhkan waktu sebesar 316,59 menit dan waktu transportasi antar stasiun memakan waktu sebesar 7,24 menit. Waktu transportasi ini didapat dari penjumlahan waktu transportasi setiap stasiun.

3.2 Pembobotan Waste menggunakan Value Stream Analysis Tool (VALSAT)

Dalam konsep *Value Stream Analysis Tool* (VALSAT), identifikasi dan pembobotan *waste* digunakan untuk menentukan *detailed mapping tool* yang digunakan dalam menggambarkan *value stream* proses pembuatan MV Switchgear secara detail. Langkah-langkah pembobotan *waste*, sebagai berikut:

1. Penentuan macam *waste* yang akan dilakukan pembobotan. Pembobotan dilakukan terhadap tujuh macam *waste* menurut Shingo Shigeo.
2. Pengisian skor atau bobot tiap *waste*. Aturan pengisian skor atau bobot ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Skor Pembobotan *Waste*

Skor	Arti
0	Tidak ada waste
1	Sangat sedikit waste
2	Sedikit waste
3	Banyak waste
4	Sangat banyak waste

(Sumber: Hirano, 1990)

3. Penjumlahan skor atau bobot tiap *waste*. Skor atau bobot dari tiap *waste* yang diperoleh dari operator ahli di tiap stasiun kerja kemudian dijumlahkan.
4. Perhitungan total bobot dan nilai rata-rata bobot tiap *waste*. Total bobot diperoleh dengan cara menjumlahkan bobot tiap *waste* di tiap stasiun kerja.

5. Perhitungan persentase total bobot tiap waste di tiap stasiun kerja. Total bobot *waste* dalam persentase diperoleh dengan cara membagi bobot *waste* di stasiun kerja dengan total bobot di seluruh stasiun kerja kemudian dikalikan 100%.

Tabel 2. Pengisian Pembobotan *Waste*

Waste	Konfirmasi		Deskripsi Waste	Bobot				
	Ada	Tidak		0	1	2	3	4
1. Produksi Berlebih			a. Produksi berlebih akibat kelebihan jumlah produksi dari stasiun kerja sebelumnya					
			b. Produksi berlebih akibat produksi tidak sesuai dengan jadwal produksi					
			c. Produksi berlebih karena belum adanya pencatatan jumlah produksi					
			d. Produksi berlebih karena kesalahan instruksi					
			e. Produksi berlebih karena adanya produk cacat yang tidak dapat di revisi					
2. Menunggu	√		a. Menunggu material dari <i>collecting material</i>					√
			b. Menunggu karena mengantri produk masuk stasiun berikutnya				√	
			c. Menunggu karena jumlah operator ahli terbatas		√			
			d. Menunggu karena jumlah mesin terbatas		√			
			e. Menunggu karena adanya operator ahli yang absen		√			
3. Transportasi Berlebih			a. Transportasi berlebih karena tata letak yang kurang baik					
			b. Transportasi berlebih karena adanya arus balik antar stasiun kerja					
			c. Transportasi berlebih karena peralatan <i>material handling</i> masih manual					
			d. Transportasi berlebih karena operator sering melakukan peminjaman alat					
			e. Transportasi berlebih karena produksi dilakukan di area yang berbeda					
4. Proses Tidak Sesuai	√		a. Proses tidak sesuai karena kurang informasi antara <i>engineering</i> dan operator dalam revisi produk					√
			b. Proses tidak sesuai karena terjadi kesalahan pada mesin		√			
			c. Proses tidak sesuai akibat belum adanya prosedur proses produksi		√			
			d. Proses tidak sesuai karena konsentrasi operator atau <i>engineering</i> kurang baik		√			√
			e. Proses tidak sesuai akibat terjadi kesalahan pada tool		√			
5. Persediaan Tidak Perlu			a. Persediaan tidak perlu akibat kesalahan peramalan kebutuhan bahan baku					
			b. Persediaan tidak perlu akibat kesalahan pencatatan jumlah persediaan					
			c. Persediaan tidak perlu akibat terlalu banyak menyimpan komponen pendukung					
			d. Persediaan tidak perlu karena pembelian bahan baku secara periodik					
			e. Persediaan tidak perlu akibat adanya produksi berlebih					
6. Gerakan Tidak Perlu	√		a. Gerakan tidak perlu akibat tata letak yang kurang baik					√
			b. Gerakan tidak perlu akibat desain mesin yang kurang ergonomis		√			
			c. Gerakan tidak perlu akibat posisi <i>tool</i> terhadap benda kerja		√			√
			d. Gerakan tidak perlu akibat posisi operator terhadap benda kerja		√			√
			e. Gerakan tidak perlu akibat penyimpanan <i>tool</i> yang kurang baik		√			√
7. Kecacatan Produk	√		a. Kecacatan produk karena belum adanya prosedur inspeksi		√			
			b. Kecacatan produk karena kesalahan operator dalam proses produksi		√			√
			c. Kecacatan produk karena kesalahan <i>mechanical/electrical engineering</i> dalam perancangan		√			√
			d. Kecacatan produk akibat kualitas material yang kurang baik		√			√
			e. Kecacatan produk akibat kesalahan dalam proses <i>material handling</i>		√			√

Pengisian pembobotan *waste* dilakukan disetiap stasiun kerja dan diisi oleh setiap operator yang bekerja distasiun tersebut. Setelah pengisian pembobotan *waste* pada setiap stasiun kerja, dilakukan rekapitulasi pada setiap *waste* disetiap stasiun kerja.

Tabel 3. Rekapitulasi Total Bobot Dan Nilai Rata-Rata *Waste*

Stasiun Kerja	Waste					
	Produksi Berlebih	Menunggu	Transportasi Berlebih	Proses Tidak Sesuai	Gerakan Tidak Perlu	Kecacatan Produk
A	0	7	0	0	7	3
B	0	4	0	0	7	0
C	0	5	0	7	9	7
D	0	6	0	0	5	0
E	0	8	0	0	5	0
F	0	8	0	6	0	4
G	0	4	0	0	0	0
H	0	7	0	0	0	5
Total bobot	0	49	0	13	33	19
Rata-rata	0	6.125	0	1.625	4.125	2.375

Dari hasil rekapitulasi di atas dapat diketahui *waste* terbesar yaitu *waste* menunggu dengan total bobot 49 dan rata-rata bobot per stasiun kerjanya 6,125.

Tabel 4. Persentase *Waste* di Tiap Stasiun Kerja

Waste	Stasiun Kerja (%)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Produksi Berlebih								
Menunggu	14.29	8.16	10.20	12.24	16.33	16.33	8.16	14.29
Transportasi Berlebih								
Proses Tidak Sesuai			53.85			46.15		
Gerakan Tidak Perlu	21.21	21.21	27.27	15.15	15.15			
Kecacatan Produk	15.79		36.84			21.05		26.32

Identifikasi *waste* menggunakan *Value Stream Analysis Tool* (VALSAT) menggambarkan *waste* apa saja yang terjadi pada setiap stasiun kerja. Untuk *waste* produksi berlebih tidak terdapat di stasiun kerja manapun. Menunggu terdapat di stasiun kerja A, B, C, D, E, F, G dan H. Transportasi berlebih tidak terdapat di stasiun kerja manapun. Proses tidak sesuai terdapat di stasiun kerja C dan F. Gerakan tidak perlu terdapat di stasiun kerja A, B, C, D dan E. Kecacatan produk terdapat di stasiun kerja A, C, F dan H. *Waste* yang terjadi merugikan perusahaan baik ditinjau dari biaya maupun waktu.

Setelah mengetahui *waste* yang terjadi di setiap stasiun kerja maka dilakukan pembobotan *waste* untuk mengetahui *waste* terbesar yang terjadi di proses perakitan MV Switchgear. Pada Tabel 3 didapat total bobot dari setiap *waste*. *Waste* menunggu memiliki total bobot sebesar 49, proses tidak sesuai memiliki bobot sebesar 13, gerakan tidak perlu memiliki total bobot sebesar 33 dan kecacatan produk memiliki total bobot sebesar 19. Perhitungan total bobot memperlihatkan bahwa *waste* terbesar yang terjadi pada proses perakitan MV Switchgear yaitu *waste* menunggu.

3.3 Pemilihan Detailed Mapping Tool

Setelah dilakukan pembobotan *waste* dan penggambaran *waste* pada *big picture mapping*, dilakukan pemilihan *detailed mapping tool*. *Detailed mapping tool* yang terpilih memiliki skor tertinggi berdasarkan perhitungan *Value Stream Analysis Tool* (VALSAT).

Pemilihan *detailed mapping tool* dilakukan menggunakan tabel skor *detailed mapping tool* yang menunjukkan kemampuan tiap *detailed mapping tool* dalam mengidentifikasi tiap *waste*. Dalam konsep *Value Stream Mapping Tool* (VALSAT), *detailed mapping tool* yang digunakan untuk *detailed mapping tool* yang mempunyai skor tertinggi dalam perhitungan bobot *waste*. Penggambaran *detailed mapping tool* ini berguna untuk memperjelas aliran *value stream* yang digambarkan pada *big picture mapping*.

Tabel 5. Skor Tiap Detailed Mapping Tool

Waste	Mapping Tool							
	Process Activity Mapping	Supply Chain Response Matrix	Production Variety Funnel	Quality Filter Mapping	Demand Amplification Mapping	Decision Point Analysis	Physical Structure	
Produksi Berlebih	L	M		L	M	M		
Menunggu	H	H	L		M	M		
Transportasi Berlebih	H						L	
Proses Tidak Sesuai	H		M	L		L		
Persediaan Tidak Perlu	M	H	M		H	M	L	
Gerakan Tidak Perlu	H	L						
Kecacatan Produk	L			H				
H = high correlation		(skor 9)						
M = mediun correlation		(skor 3)						
L = low correlation		(skor 1)						

(Sumber: Hines dan Taylor, 2002)

Nilai skor menjelaskan hubungan korelasi antara *waste* dan tiap *detailed mapping tool*.

Tabel 6 Hasil rata-rata pembobotan dan skor mapping tool

Waste	Rata-Rata Bobot	Mapping Tool					
		Process Activity Mapping	Supply Chain Response Matrix	Production Variety Funnel	Quality Filter Mapping	Demand Amplification Mapping	Decision Point Analysis
Produksi Berlebih	0						
Menunggu	6.125	55.13	55.13	6.13		18.38	18.38
Transportasi Berlebih	0						
Proses Tidak Sesuai	0						
Persediaan Tidak Perlu	1.625	4.88	14.63	4.88		14.63	4.88
Gerakan Tidak Perlu	4.125	37.13	4.13				
Kecacatan Produk	2.375	2.38			21.38		
Jumlah		99.50	73.88	11.00	21.38	33.00	23.25

Berdasarkan hasil penjumlahan skor tiap *mapping tool* yang terpilih adalah *Process Activity Mapping*. *Process activity mapping* pada proses perakitan MV Switchgear berguna untuk mengetahui kondisi operasional perusahaan, mulai dari *value adding activity*, *non value adding activity* serta *necessary non value adding activity*. Hasil dari *process activity mapping* dapat dilihat dari Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Aktivitas Perakitan MV Switchgear

Aktivitas	Jumlah	Persentase
Operasi	57	61%
Transportasi	16	17%
Inspeksi	16	17%
Storage	3	3%
Delay	1	1%
Jumlah	93	100%

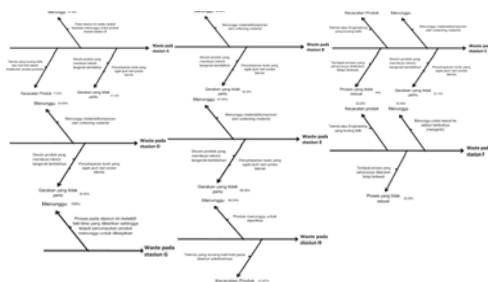
Hasil pemetaan dari 93 aktivitas, 61% digunakan untuk *value adding activity* yaitu aktivitas operasi, 17% digunakan untuk *necessary non value adding activity* yaitu aktivitas transportasi, 21% digunakan untuk *non value adding activity* yaitu aktivitas inspeksi, *storage* dan *delay*. Kondisi ini memperlihatkan bahwa *non value adding activity* lebih besar dari *necessary non value adding activity*.

Hasil pemetaan aktivitas dengan menggunakan *process activity mapping* menunjukkan bahwa terdapat aktivitas yang dapat dikurangi, misalnya aktivitas transportasi. Aktivitas transportasi yang dimaksud adalah kegiatan mengantar material dari *collecting material* ke stasiun kerja dan juga gerakan yang dilakukan oleh teknisi saat mengambil material pada rak yang disediakan secara berulang-ulang. Aktivitas ini dapat disederhanakan dengan cara mengambil semua material yang diperlukan pada awal proses sekaligus sehingga teknisi tidak perlu melakukan gerakan yang tidak diperlukan berulang-ulang.

Process activity mapping selain digunakan untuk mengidentifikasi semua aktivitas pada proses perakitan MV Switchgear, juga digunakan untuk bahan pertimbangan perusahaan apabila ingin melakukan perbaikan.

3.4 Penentuan Penyebab Waste Menggunakan Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat digambarkan per stasiun kerja bertujuan memperlihatkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap proses perakitan. Pada setiap stasiun kerja digambarkan faktor apa yang menjadi penyebab *waste* dan besar persentase terjadinya *waste* tersebut.



Gambar 3. Diagram Sebab Akibat

Waste pada stasiun kerja A meliputi menunggu, gerakan yang tidak perlu dan kecacatan produk. *Waste* menunggu terjadi pada saat produk ingin masuk stasiun B karena proses perakitan pada stasiun B lebih lama sehingga terjadi antrian. Penyebab terjadinya *waste* gerakan yang tidak perlu karena penyimpanan alat agak jauh dari posisi teknisi dan juga desain produk yang agak sulit untuk dirakit membuat teknisi bergerak dengan berlebihan. Terjadinya *waste* kecacatan produk pada stasiun A disebabkan oleh teknisi yang kurang teliti dalam melakukan proses produksi terutama dalam kekencangan mur dan baut.

Waste yang terjadi pada stasiun B meliputi menunggu dan gerakan yang tidak perlu. *Waste* menunggu terjadi disebabkan adanya keterlambatan material yang berasal dari *collecting material* sehingga produk tidak dapat dirakit karena material harus dalam keadaan 100% lengkap. *Waste* gerakan yang tidak perlu terjadi karena penyimpanan alat agak jauh dari posisi teknisi dan juga desain produk yang agak sulit untuk dirakit membuat teknisi bergerak dengan berlebihan.

Waste yang terjadi pada stasiun C meliputi menunggu, gerakan yang tidak perlu, proses yang tidak sesuai dan kecacatan produk. *Waste* menunggu terjadi disebabkan pada saat produk ingin dirakit karena material yang dibutuhkan tidak 100% lengkap sehingga terjadi waktu tunggu dalam menunggu material lengkap 100%. *Waste* gerakan yang tidak perlu terjadi karena penyimpanan alat agak jauh dari posisi teknisi dan juga desain produk yang agak sulit untuk dirakit membuat teknisi bergerak dengan berlebihan. *Waste* kecacatan produk terjadi karena teknisi atau *engineering* kurang teliti dalam pekerjaannya seperti kesalahan pada *drawing* konstruksi oleh *mechanical engineering*. *Waste* proses yang tidak sesuai terjadi karena terdapat beberapa proses yang terlewat seperti teknisi tidak melubangi bagian material yang seharusnya diberi lubang.

Waste yang terjadi pada stasiun D meliputi menunggu dan gerakan yang tidak perlu. *Waste* menunggu terjadi material yang dibutuhkan tidak 100% lengkap sehingga proses perakitan pada stasiun ini tidak dapat berjalan. *Waste* gerakan yang tidak perlu terjadi karena penyimpanan alat agak jauh dari posisi teknisi dan juga desain produk yang agak sulit untuk dirakit membuat teknisi bergerak dengan berlebihan.

Waste yang terjadi pada stasiun E meliputi menunggu, gerakan yang tidak perlu dan kecacatan produk. *Waste* menunggu terjadi pada saat produk ingin dirakit karena material yang dibutuhkan tidak 100% lengkap sehingga proses perakitan tidak dapat berjalan. *Waste* gerakan yang tidak perlu terjadi karena penyimpanan alat agak jauh dari posisi teknisi dan juga desain produk yang agak sulit untuk dirakit membuat teknisi bergerak dengan berlebihan.

Waste yang terjadi pada stasiun F meliputi menunggu, proses yang tidak sesuai dan kecacatan produk. *Waste* menunggu terjadi pada saat produk ingin masuk stasiun G karena proses *wiring* pada stasiun G lebih lama proses produksinya sehingga terjadi antrian. *Waste* proses yang tidak sesuai terjadi karena terdapat proses yang seharusnya dilakukan tetapi terlewat seperti *wiring diagram* yang diberikan *electrical engineering* kurang tepat. *Waste* kecacatan produk terjadi pada stasiun F disebabkan oleh teknisi atau *engineering* yang kurang teliti dalam melakukan proses produksi.

Waste yang terjadi pada stasiun G meliputi menunggu. *Waste* menunggu terjadi disebabkan proses pada stasiun G melebihi *takt time* yang diberikan sehingga terjadi penumpukan produk menunggu untuk dikerjakan.

Waste yang terjadi pada stasiun H meliputi menunggu dan kecacatan produk. *Waste* menunggu terjadi karena produk ditumpuk pada stasiun ini menunggu untuk diperiksa, penumpukan produk pada stasiun ini dikarenakan stasiun ini merupakan tempat pengecekan tetapi apabila terdapat cacat atau terdapat fungsi produk yang tidak berjalan dengan baik seperti contohnya MV Switchgear tidak mau mengalirkan listrik maka proses pengecekan akan ditunda atau masuk ke dalam status "HOLD". *Waste* kecacatan produk ditemukan pada stasiun ini karena stasiun H merupakan stasiun pengecekan sebelum memasuki proses *testing*. Kecacatan produk disebabkan oleh teknisi yang kurang hati-hati pada stasiun sebelumnya seperti terjadi goresan pada pintu panel.

Waste yang selalu terjadi pada setiap stasiun kerja proses perakitan MV Switchgear yaitu *waste* menunggu. *Waste* menunggu ini akan berakibat pada keterlambatan penyelesaian proses perakitan MV Switchgear. Apabila penyebab *waste-waste* yang terjadi pada setiap stasiun kerja diketahui maka dapat dilakukan perbaikan agar proses perakitan dapat berjalan dengan lancar.

4. Kesimpulan dan Saran

Pada *value stream* terlihat bahwa pada proses perakitan MV Switchgear terjadi *waste* yang meliputi menunggu, proses tidak sesuai, gerakan tidak perlu dan kecacatan produk. Pembobotan *waste* menunjukkan bahwa *waste* terbesar yang terjadi pada proses perakitan MV Switchgear yaitu *waste* menunggu. *Waste* menunggu ini selalu terjadi pada tiap stasiun kerja dan *waste* terkecil yaitu *waste* proses yang tidak sesuai. *Process activity mapping* menunjukkan bahwa pemetaan aktivitas terbesar pada *value adding activity*, tetapi persentase *non value adding* lebih besar dibandingkan dengan *necessary non value adding*.

Daftar Pustaka

- Hines, P. dan Taylor, D. (2000). Going lean. *Proceeding of Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School, UK*. Available from: URL: <http://www.cf.ac.uk/carbs/lom/lerc/centre/publications>.
- Hirano, H. (1990). *The Complete Guide to Just-In-Time Manufacturing*. Portland Publishing, United States of America.
- Kalsasas, B. T. (2002). Value stream mapping, an adequate method for going lean. *Proceeding aof Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School, UK*. Available from: URL: <http://www.cf.ac.uk/carbs/lom/lerc/centre/publications>.
- Santoso, L.W. (2008). *Minimasi Waste (Pemborosan) Untuk Perbaikan Value Stream Pada Proses Pembuatan Dies HD Dengan Pendekatan Lean Manufacturing (Studi Kasus: Dimasari Teknik, Sukoharjo)*. Proceeding Seminar Nasional Teknologi Simulasi IV, UGM, Yogyakarta
- Pereira, R. (2000). *Guide to Lean Manufacturing*. LSS Academy Publishing. Available from: <http://lssacademy.com>.