

PENGURANGAN WASTE PADA PROSES PRODUKSI BOTOL X MENGUNAKAN METODE LEAN SIGMA

MINIMIZE WASTE IN THE PRODUCTION PROCESS OF BOTTLE X USING LEAN SIGMA METHOD

Elok Rizqi Cahyanti, Mochamad Choiri, Rahmi Yuniarti

Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: elok_rizqi@yahoo.co.id, moch.choiri76@ub.ac.id, rahmi_yuniarti@ub.ac.id

Abstrak

Waste merupakan semua aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses pembuatan produk sehingga harus segera direduksi atau dihilangkan dari proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis waste yang terjadi dalam proses produksi, menganalisis faktor-faktor penyebab waste, serta memberikan usulan rekomendasi perbaikan untuk meminimasi waste. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah lean Sigma, yaitu perpaduan antara metode lean manufacturing dan six Sigma yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan meminimasi waste, memperbaiki proses, serta meningkatkan kualitas dari proses produksi. Penelitian ini dilakukan sebagai upaya continuous improvement untuk perbaikan proses dalam langkah kerja six Sigma (DMAIC). Dari tujuh kategori waste, teridentifikasi empat jenis waste dalam proses produksi botol X, yaitu defect, overproduction, waiting, dan inventories. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan dalam penelitian ini didasarkan dari hasil identifikasi CTQ waste yang telah dianalisis menggunakan fishbone diagram dan pemilihan prioritas rekomendasi menggunakan FMEA. Hasil rekomendasi dari penelitian ini adalah mengenai peningkatan kedisiplinan operator maupun pihak manajemen.

Kata kunci: Lean Sigma, Waste, DMAIC, Level Sigma (DPMO), Fishbone Diagram, FMEA

1. Pendahuluan

Ketatnya persaingan di sektor industri dalam era globalisasi ditandai dengan munculnya perusahaan-perusahaan pesaing yang menyebabkan sebuah perusahaan perlu memiliki keunggulan kompetitif agar dapat bertahan dalam kondisi seperti ini. Untuk dapat memenangkan persaingan yang ada, maka perusahaan dituntut tidak hanya sekedar mempertahankan kinerja tetapi juga meningkatkannya, serta perlu dilakukan peningkatan secara terus menerus (*continuous improvement*) yang bisa menggunakan efektifitas dan efisiensi untuk mengukur performansi perusahaan tersebut.

Continuous improvement dapat dilakukan dengan memperlancar aliran proses dan meningkatkan kapabilitas proses sehingga mampu menghasilkan produk yang berkualitas dan dapat bersaing di pasaran. Oleh karena itu, faktor-faktor yang mengganggu aliran dan kapabilitas proses harus dapat diidentifikasi dan diminimasi sehingga aliran proses dapat berjalan dengan lancar, kapabilitas proses meningkat, serta efektifitas dan efisiensi tercapai.

Waste merupakan segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi input menjadi *output* sepanjang *value stream* (Gaspersz, 2007). Di dalam *lean manufacturing*, waste harus dieliminasi pada setiap area produksi yang mencakup *value stream* dalam pembuatan produk dalam sebuah perusahaan. Eliminasi waste dilakukan untuk mencapai tujuan yaitu meminimasi usaha manusia, meminimasi inventori, meminimasi waktu untuk mengembangkan produk dan waktu untuk memenuhi permintaan pelanggan untuk mencapai produk berkualitas dengan cara yang seefisien mungkin. Dengan begitu upaya mengeliminasi waste diyakini mampu menstimulasi keunggulan bersaing perusahaan terutama pada peningkatan produktivitas dan kualitas.

Penelitian ini dilakukan pada PT. Berlina Tbk Pandaan yang merupakan industri manufaktur penghasil produk plastik. Berdasarkan hasil *brainstorming* bersama pihak manajemen, botol X merupakan salah satu produk plastik kemasan sabun cair yang

proses produksinya dilakukan secara *continue* oleh PT. Berlina Tbk. Pandaan maka dipilihlah botol X sebagai objek amatan.

Alasannya karena masih sering terjadi *waste* dalam proses produksi botol X, yaitu tingginya jumlah cacat produk (*defect*) yang terjadi dan pada akhirnya mengakibatkan terjadinya proses pengerjaan ulang produk (*rework*). Data mengenai *defect* botol X pada bulan Juli dan Agustus tahun 2012 disajikan dalam Tabel 1. berikut ini:

Tabel 1. Data *Defect* Botol X Bulan Juli dan Agustus 2012

No	Jenis <i>Defect</i>	Jumlah <i>Defect</i> (pcs)		Total
		Juli	Agustus	
1	Kotor Hitam	3.073	2.485	5.558
2	<i>Colleps</i>	1.231	1.604	2.835
3	Mulut Tidak Press	140	92	232
4	<i>Bottom</i> Nrawang	312	195	507
5	Nggandol/Buntu	220	192	412
6	Lengket	957	865	1.822
7	Tebal Tipis	-	-	-
8	Garis Patah	-	-	-
9	Warna > Std	8	17	25
Total		5.941	5.450	11.391

Sumber: PT. Berlina Tbk Pandaan

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa sebanyak 5.558 pcs selama bulan Juli dan Agustus 2012, jenis *defect* botol X yang sering terjadi yaitu *defect* kotor hitam yang merupakan cacat produk dimana pada produk yang dihasilkan ditemukan adanya bintik hitam pada *body* botol serta sebanyak 2.835 pcs selama bulan Juli dan Agustus 2012 *defect colleps* yang merupakan cacat produk dimana produk yang dihasilkan memiliki ketebalan dinding yang botol yang tidak merata dan diikuti sebanyak 1.822 pcs selama bulan Juli dan Agustus 2012 *defect* lengket yang merupakan keadaan dimana menempelnya antara satu botol dengan botol lainnya akibat lelehan awal yang masih panas. Sehingga terdapat tiga jenis *defect* kritis pada bulan Juli dan Agustus 2012 yang harus di minimasi.



Gambar 1. *Defect* Kotor Hitam
Sumber: PT. Berlina Tbk Pandaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi terjadinya *waste* pada proses produksi botol X, menganalisis akar penyebab terjadinya *waste* pada proses produksi botol X, dan memberikan usulan perbaikan yang dapat mengurangi terjadinya *waste* pada proses produksi botol X.

Lean Sigma yang merupakan gabungan dari metode *Lean* dan *Sigma* sebagai upaya *continuous improvement* untuk perbaikan proses produksi botol X dengan menggunakan konsep pengidentifikasian tujuh kategori *waste* untuk mencapai tingkat kinerja 6 *Sigma* yang dikehendaki. *Waste* yang dimaksud menurut Shigeo Shingo (Hines, Peter, and Taylor, 2000) yaitu *overproduction, defects, inappropriate processing, waiting, excess transportation, unnecessary inventory, dan unnecessary motion*. Sedangkan pendekatan *Six Sigma* digunakan untuk menurunkan variasi, pengendalian proses, dan *continuous improvement*.

2. Metode Penelitian

Metodologi penelitian adalah rangkaian tahapan sistematis yang harus ditetapkan terlebih dahulu sebelum melakukan penyelesaian masalah yang sedang dibahas. Rangkaian tahapan yang digunakan pada penelitian ini yaitu tahap *define* (tahap mendefinisikan), tahap *measure* (tahap mengukur), tahap *analyze* (tahap menganalisis) dan tahap *improve* (tahap memperbaiki).

2.1 Tahap *Define* (Mendefinisikan)

Tahap *define* merupakan tahapan dalam menentukan masalah serta memberikan batasan dari kegiatan perbaikan. Pada tahap ini dilakukan kegiatan, yaitu identifikasi waktu kerja (*stopwatch time study*), identifikasi aktivitas pada proses produksi botol X berdasarkan jenis aktivitas (VA, NVA, dan

NNVA), identifikasi *waste* pada proses produksi botol X menggunakan alat *value stream mapping* yang merupakan suatu alat perbaikan (*tool*) dalam perusahaan digunakan untuk membantu memvisualisasikan proses produksi secara menyeluruh, dan merepresentasikan baik aliran material juga aliran informasi.

2.2 Tahap *Measure* (Mengukur)

Tahap *measure* merupakan tahap kedua pada program peningkatan kualitas DMAIC. Tahap ini dilakukan dengan mengukur *Critical to Quality* (CTQ) pada *waste* yang paling berpengaruh, dan mengukur kapabilitas proses serta *level Sigma* proses atau aktivitas pada *waste* yang paling berpengaruh.

2.3 Tahap *Analyze* (Menganalisa)

Pada tahap ini ditentukan faktor-faktor yang paling mempengaruhi proses. Tujuan dari tahap ini adalah mencari faktor-faktor yang apabila dilakukan perbaikan akan memperbaiki proses produksi botol X. Pada tahap ini dibuat *Fishbone Diagram* untuk menganalisis akar permasalahan penyebab *waste* yang paling berpengaruh, dan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) untuk mengetahui akar penyebab permasalahan yang kritis dan diprioritaskan untuk diperbaiki dengan melihat *Risk Priority Number* (RPN).

2.4 Tahap *Improve* (Memperbaiki)

Pada tahap *improve* diberikan usulan perbaikan dari hasil analisis sebelumnya sehingga dapat meminimasi dan mengeliminasi *waste* dalam kegiatan proses produksi botol X. Setelah itu akan ditarik beberapa kesimpulan sebagai jawaban dari rumusan permasalahan yang diangkat dalam penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 *Define*

Berdasarkan keseluruhan aktivitas pada proses produksi botol X didapatkan 7,8% merupakan *non value added activity*, 41,4% merupakan *necessary but non value added activity*, dan sisanya sebesar 50,8% merupakan *value added activity*. Setelah itu, dilakukan penggambaran *current state value stream mapping* sebagai media visualisasi penggambaran aliran proses produksi botol X yang nantinya akan digunakan untuk pengidentifikasian *waste* yang terjadi sebelum dilakukan perbaikan. Gambar *current state*

value stream mapping pada proses produksi botol X ditunjukkan pada Lampiran 1. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa masih terdapat aktivitas NVA dan NNVA dan dapat disimpulkan bahwa sebesar 49,2% aktivitas tidak memberikan nilai tambah terhadap proses produksi botol X sehingga aliran proses produksi botol X kurang efektif.

Dari hasil identifikasi tujuh kategori *waste*, diperoleh empat jenis *waste* yang sering terjadi pada proses produksi botol X yaitu *waste defect*, *waste overproduction*, *waste waiting*, dan *waste inventories*.

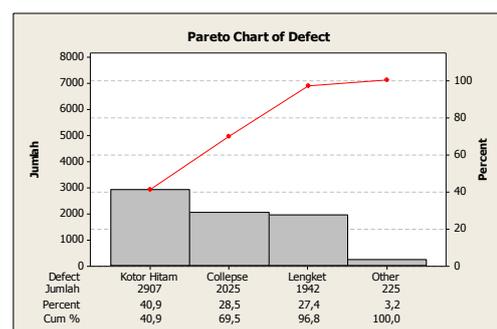
3.2 *Measure*

Pada tahap ini dilakukan beberapa aktivitas yaitu identifikasi dan pengukuran CTQ pada *waste* yang telah teridentifikasi, serta pengukuran DPMO dan *level Sigma*.

1. *Waste Defect*

CTQ penyebab terjadinya *defect* material selama bulan September, Oktober dan November 2012 adalah berdasarkan jumlah order bahan baku ke *suppllier* sehingga terdapat 1 CTQ penyebab *waste defect material* yaitu proses trial bahan baku dari *suppllier* sebelum digunakan pada proses produksi botol X.

Sedangkan identifikasi CTQ *defect* produk dilakukan dengan mendefinisikan jenis-jenis dan jumlah *defect* produk yang terjadi dalam memproduksi botol X selama bulan September, Oktober dan November 2012.



Gambar 1. Diagram Pareto *Defect* Produk

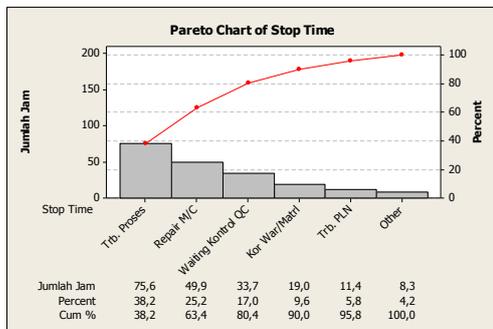
Berdasarkan diagram pareto pada Gambar 1, dapat diketahui bahwa 69,5% penyebab terjadinya *waste defect* produk yang kritis adalah kotor hitam dan *colleps* sehingga terdapat 2 CTQ *defect* yang paling sering terjadi.

2. Waste Overproduction

CTQ penyebab terjadinya *overproduction* selama bulan September, Oktober dan November 2012 adalah berdasarkan jumlah order produksi sebesar 1.003.750 pcs dan *output* produksi sebesar 1.069.440 pcs, maka *inventory* yang tersedia sebesar 60.083 atau sebesar 18,25% per bulan dari jumlah produksi yang ditentukan. Sehingga terdapat 1 CTQ penyebab *waste overproduction* yaitu adanya *inventory* pada setiap proses produksi botol X.

3. Waste Waiting

Identifikasi CTQ *waiting* dilakukan dengan mendefinisikan jenis-jenis *stop time* dan jumlah *stop time* yang terjadi dalam memproduksi botol X selama bulan September, Oktober dan November 2012.

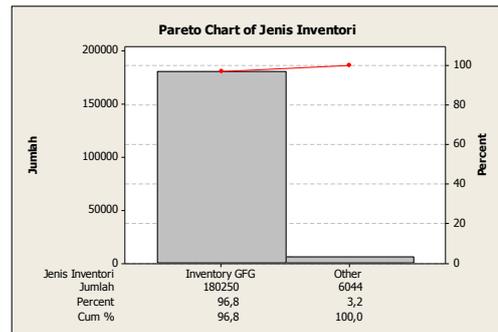


Gambar 2. Diagram Pareto Stop Time

Berdasarkan diagram pareto pada Gambar 2, dapat diketahui bahwa 80,5% penyebab terjadinya *waste waiting* yang kritis adalah *trouble process*, *repair M/C*, dan *waiting kontrol QC* sehingga terdapat 3 CTQ *waiting* yang paling sering terjadi.

4. Waste Inventories

Identifikasi CTQ *inventories* dilakukan dengan mendefinisikan jenis-jenis *inventories* dan jumlah *inventories* yang terjadi dalam memproduksi botol X selama bulan September, Oktober dan November 2012.



Gambar 3. Diagram Pareto Inventories

Berdasarkan diagram pareto pada gambar 3, dapat diketahui bahwa 96,8% penyebab terjadinya *waste inventories* yang kritis adalah *inventory GFG* maka terdapat 1 CTQ *inventories* yang paling sering terjadi.

Selanjutnya menentukan besarnya Defect Per Million Opportunities (DPMO) dan menentukan level Sigma untuk masing-masing *waste* yang telah dilakukan identifikasi *Critical to Quality* (CTQ). Untuk *waste defect material* didapat level Sigma sebesar 3,43 Sigma, *waste defect produk* didapat level Sigma sebesar 4,21 Sigma, *waste overproduction* didapat level Sigma sebesar 2,46 Sigma, *waste waiting* didapat level Sigma sebesar 3,25 Sigma, dan untuk *waste inventories* didapat level Sigma sebesar 2,44 Sigma. Hasil perhitungan DPMO didapatkan level Sigma masih lebih kecil dari 6 Sigmayang berarti bahwa proses masih bisa dilakukan perbaikan secara berkesinambungan untuk mencapai target enam Sigma.

3.3 Analyze

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap faktor-faktor yang paling mempengaruhi proses. Tujuan dari tahap ini adalah mencari faktor-faktor yang apabila dilakukan perbaikan akan memperbaiki proses produksi botol X. Pada tahap ini dibuat *Fishbone Diagram* untuk menganalisis akar permasalahan penyebab *waste* yang signifikan, dan *Failure Mode And Effect Analysis* untuk mengetahui akar penyebab permasalahan yang kritis dan diprioritaskan untuk diperbaiki dengan melihat *Risk Priority Number* (RPN). Untuk tahap *analyze* dan tahap *improve* penjabarannya dapat dilihat pada Tabel 2. FMEA.

Tabel 2. Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Waste	CTQ	Severity	Penyebab Waste	Occurance	Rekomendasi	Detection	RPN
Defect	Trial Bahan Baku	8	Tidak ada kesepakatan dan kepercayaan yang dapat menjamin kualitas bahan baku	8	Menciptakan kepercayaan dan kesepakatan antar <i>supplier</i> dan perusahaan sebagai kerjasama yang dapat menguntungkan kedua belah pihak	1	64
	Kotor Hitam	4	Material kotor karena pada saat proses <i>mixing</i> penutup <i>mixer</i> tidak ditutupkan oleh operator	6	Pembersihan <i>mixer</i> secara berkala dan meningkatkan kedisiplinan operator menutupkan penutup <i>mixer</i> pada saat proses <i>mixing</i> dengan sosialisai	2	48
			Material dalam <i>hoper</i> mesin <i>blowing</i> terkontaminasi kotoran dari luar karena penutup tidak ditutupkan oleh operator		Pembersihan <i>hoper</i> secara berkala dan meningkatkan kedisiplinan operator menutupkan penutup <i>hoper</i> pada saat proses <i>blowig</i> dengan sosialisasi		
			Material terkontaminasi kerak <i>extruder</i> yang dihasilkan pada saat proses <i>blowing</i> akibat <i>overheating</i> mesin		Pembersihan <i>extuder</i> secara berkala dan pengaturan mesin yang sesuai agar <i>overheating</i> mesin tidak terjadi		
			Jenis material berbeda-beda sesuai permintaan dari konsumen		Mengadakan kesepakatan dan pengarahan pada konsumen mengenai jenis material yang baik untuk produk tertentu		
			Material kotor karena sak yang digunakan membungkus material hasil <i>mixing</i> menuju <i>hoper</i> mesin <i>blowing</i> merupakan pembungkus bekas		Sak/karung pembungkus material hasil <i>mixing</i> hendaknya jangan yang bekas (menyediakan pembungkus material hasil <i>mixing</i> yang baru)		
			Sistem (mesin <i>blowing</i>) tidak terisolasi		Mengisolir mesin <i>blowing</i> tergantung jenis produksinya pada satu ruangan seperti pada proses <i>mixing</i>		
	Colleps	4	Parison tidak stabil dimana parison berbentuk bulat yang menyesuaikan botol elips	5	Merekayasa mesin agar bisa menghasilkan parison sesuai bentuk botol yang diinginkan dan menjaga kestabilan parison dengan pengaturan mesin yang tepat selama proses <i>blowing</i>	2	40
			Parison menyentuh <i>mould</i> terlebih dulu		Pengaturan mesin mengenai jarak <i>mould</i> dan parison yang tepat		
			Proses meniupan (<i>blowing</i>) tidak merata karena botol yang diinginkan berbentuk elips		Merekayasa mesin agar pemerataan proses <i>blowing</i> dapat disesuaikan dengan bentuk botol yang diinginkan		
Overproduction	Safety Stock	5	Tidak ada ketetapan toleransi produksi dari PPIC	3	Menetapkan kebijakan toleransi produksi sebagai <i>safety stock</i> meskipun merupakan produk yang kontinyu produksinya	1	15
			Botol X merupakan produk yang diproduksi secara kontinyu dan bersifat <i>make to stock</i>		Meskipun bersifat <i>make to stock</i> tetapi tetap harus melihat <i>demand</i> berdasarkan <i>forecasting</i>		
Waiting	Trouble Process	8	Pengaturan mesin biasanya fleksibel, dan protokol proses pada saat perubahan pengaturan tidak dibuat oleh operator	7	Peningkatan kedisiplinan operator dalam menuliskan protokol proses pada saat perubahan pengaturan dilakukan	5	280

<i>Waste</i>	<i>CTQ</i>	<i>Severity</i>	<i>Penyebab Waste</i>	<i>Occurance</i>	<i>Rekomendasi</i>	<i>Detection</i>	<i>RPN</i>
			Kualitas <i>output</i> produk tidak sesuai spesifikasi manajemen		Peningkatan kedisiplinan operator dalam melakukan pengaturan mesin sesuai dengan standar produksi yang ditetapkan pada produk serta kepekaan operator dalam melakukan pengaturan mesin yang fleksibel mengikuti output produk		
	Waiting Kontrol QC	8	Kecepatan inspeksi QC tidak sama setiap mesin tergantung <i>output</i> setiap mesin dan tingkat ketelitian yang dibutuhkan masing-masing produk serta tingkat keahlian setiap QC		Pembatasan waktu inspeksi agar lebih teratur waktu pada setiap mesinnya dengan jadwal inspeksi dan jumlah produk yang diinspeksi serta melakukan pelatihan dan sosialisasi mengenai proses inspeksi yang cepat dan tepat	3	96
Waktu kontrol pada setiap mesin tidak ada, yang ada hanya waktu kontrol setiap periode untuk beberapa mesin sekaligus			Pembuatan jadwal inspeksi masing-masing mesin sesuai waktu dan jumlah produk yang diinspeksi				
Setiap periode kontrol, 2 pihak QC menangani 30 mesin yang artinya 1 pihak QC menangani 15 mesin			Jika memang dengan jumlah pihak QC yang hanya 2 orang dalam setiap kontrol tidak bisa secara efektif memenuhi batasan waktu periode kontrol, penambahan pihak QC bisa dilakukan disesuaikan dengan kecepatan inspeksi setiap mesinnya.				
	Repair Mesin	8	Tidak ada batasan waktu mengenai penggantian bagian-bagian mesin (<i>maintenance</i> tidak terjadwal)	5	Menetapkan jadwal berkala mengenai pergantian bagian- bagian mesin dan tidak hanya melihat saat bagian tersebut sudah tidak bisa dipergunakan kemudian baru diganti. Penggantian bagian mesin hendaknya memperhatikan umur teknis bagian mesin dapat beroperasi maksimal, jika sudah tiba masa gantinya, rusak atau tidak tetap harus diganti.	4	160
<i>Inventories</i>	Inventori Gudang Produk Jadi	5	Tidak adanya ketepatan toleransi produksi oleh pihak PPIC terhadap botol X	3	Menetapkan kebijakan toleransi produksi sebagai <i>safety stock</i> meskipun merupakan produk yang kontinyu produksinya	1	15
			Produksi botol X bersifat <i>make to stock</i>		Meskipun bersifat <i>make to stock</i> tetapi tetap harus melihat <i>demand</i> berdasarkan <i>forecasting</i>		

3.4 Improve

Tahap *improve* dilakukan untuk menentukan tindakan perbaikan dalam rangka mengurangi *waste*. Dalam tahap ini akan diberikan rekomendasi perbaikan sesuai dengan *root cause* dari *waste* yang terjadi. Setelah diberikan beberapa rekomendasi perbaikan terkait dengan *waste* yang terjadi sepanjang *value stream* proses produksi botol X, maka dibuat *future state value stream mapping* kondisi setelah adanya rekomendasi perbaikan. Dengan pembuatan *future state value stream mapping*, dapat diketahui perbedaan yang terjadi setelah adanya rekomendasi perbaikan. *Future state value stream mapping* untuk proses produksi botol X dapat dilihat pada Lampiran 2. Dari lampiran tersebut dapat dilihat bahwa ada beberapa aktivitas NVA dan NNVA yang dapat diminimasi waktu sehingga waktu yang dibutuhkan lebih efektif.

4. Penutup

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada proses produksi botol X di PT. Berlina Tbk Pandaan adalah sebagai berikut:

1. *Waste* yang terjadi pada proses produksi botol X diantara ketujuh kategori *waste* yang diidentifikasi adalah *waste defect*, *waste overproduction*, *waste waiting*, dan *waste inventories*.
2. Berdasarkan analisis faktor-faktor penyebab *waste* dengan menggunakan *Fishbone Diagram*, ditemukan beberapa akar permasalahan sebagai berikut:
 - a. Proses *trial* bahan baku pada *waste defect* material disebabkan karena tidak adanya kesepakatan mengenai kualitas bahan baku antara perusahaan dan *supplier* yang mengakibatkan tidak timbulnya kepercayaan bagi pihak perusahaan terhadap kualitas bahan baku. *Defect* produk kotor hitam disebabkan karena tidak ditutupnya *mixer*, tidak ditutupnya *hoper*, material terkontaminasi kerak *extruder*, jenis material yang digunakan berbeda sesuai dengan permintaan konsumen, sak pembungkus material hasil *mixing* merupakan sak bekas serta sistem (mesin *blowing*) tidak terisolir. Sedangkan untuk *defect* produk *colleps* disebabkan karena ketidakstabilan *parison* sehingga proses peniupan tidak

merata.

- b. *Overproduction (inventory)* disebabkan karena tidak adanya ketetapan dari pihak PPIC mengenai jumlah *inventory* pada produk kontinyu seperti botol X dan proses produksi bersifat *make to stock*.
 - c. *Waiting trouble process* disebabkan karena ketidakdisiplinan operator untuk mencatat perubahan pengaturan mesin dan kualitas *output* produk yang tidak sesuai spesifikasi. *Waiting* kontrol QC disebabkan oleh kecepatan inspeksi pihak QC tidak sama, setiap QC memiliki keahlian yang berbeda, hanya ada 1 pihak QC dalam satu periode inspeksi serta tidak adanya waktu kontrol yang tepat pada setiap mesin. *Waiting repair machine* disebabkan oleh tidak adanya ketetapan waktu pergantian berkala untuk bagian-bagian mesin (*maintenance* tidak terjadwal).
 - d. *Inventory* gudang produk jadi disebabkan kelebihan produksi digunakan sebagai tambahan pada proses produksi berikutnya, sehingga penyimpanan barang di gudang jumlahnya cukup besar sampai pada waktu pengiriman ke konsumen.
3. Berdasarkan tabel FMEA hasil *brainstorming* dengan kepala bagian produksi dan *Quality Engineer*, jenis *waste* yang memiliki nilai RPN tertinggi dapat diprioritaskan untuk diberikan rekomendasi perbaikan. Rekomendasi perbaikan pada masing-masing *waste* yang terjadi adalah sebagai berikut:
 - a. Proses *trial* bahan baku pada *waste defect* material dapat diberikan rekomendasi perbaikan yaitu menciptakan kepercayaan kualitas bahan baku antara perusahaan dan *supplier* dengan membuat kesepakatan antar kedua belah pihak yang mengacu pada hubungan kerja sama menguntungkan mengenai kualitas bahan baku dari *supplier*. *Defect* kotor hitam dapat diminimasi dengan meningkatkan kedisiplinan operator menutup *mixer* dan *hoper* mesin, pembersihan *mixer* dan *hoper* secara berkala juga harus dilakukan, hendaknya pihak perusahaan memberikan pengarahan awal

mengenai jenis material yang baik untuk memproduksi produk tertentu, menyediakan pembungkus baru untuk digunakan sebagai pembungkus material hasil *mixing* yang akan diangkut menuju *hoper* mesin *blowing* serta mengisolir sistem (mesin *blowing*).

- b. *Inventory* pada *waste overproduction* dapat diminimasi dengan dibuatnya kebijakan toleransi produksi seperti produk yang tidak bersifat kontinyu sebesar 2% agar lebih terorganisir jumlahnya.
- c. *Trouble process* pada *waste waiting* dapat diberikan rekomendasi perbaikan yaitu peningkatan kedisiplinan operator dalam menuliskan protokol proses pada saat perubahan pengaturan dilakukan, serta kepekaan operator dalam melakukan pengaturan mesin yang fleksibel mengikuti kualitas output produk yang dihasilkan.
- d. *Inventory* gudang produk jadi pada *waste inventories* dapat diberikan rekomendasi perbaikan yaitu karena berkaitan dengan hasil produksi, apabila hasil produksi dapat terkontrol dengan baik karena adanya batas toleransi produksi, maka *inventory* produk juga tidak melebihi kapasitas gudang.

Daftar Pustaka

Anggawisastra, R., Cakraatmaja, J. H., Satalaksana, I. Z. (1979), *Teknik Tata Cara Kerja*. Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Ariani, Dorothea Wahyu. (2003), *Pengendalian Kualitas Statistik*, ANDI, Yogyakarta.

Arizona, R., Choiri, M., Rahman, A. (2011), *Peningkatan Kualitas Proses Produksi Kikir Dengan Pendekatan Lean Six Sigma di PT. X, Sidoarjo*, Skripsi Sarjana tidak dipublikasikan, Program Studi Teknik Industri, Universitas Brawijaya, Malang.

Brue, Greg. (2002), *Six Sigma for Managers : Dasar-dasar Six Sigma, memilih orang dan proyek, menerapkan metodologi dan penerapan*, Canary, Jakarta.

Cavanagh, R. R., Neuman, R. P., Pande, P. S. (2002), *The Six Sigma Way- Bagaimana GE, Motorola, dan Perusahaan Terkenal lainnya Mengasah Kinerja Mereka*, ANDI, Yogyakarta.

Gaspersz, Vincent. (2002), *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA dan HACCP*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Gaspersz, Vincent. (2006), *Continuous Cost Reduction Through Lean-Sigma Approach*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Gaspersz, Vincent. (2007), *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Gaspersz, Vincent. (2008), *The Executive Guide To Implementing Lean Six Sigma*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Hines, Peter, & Taylor. (2000), *Going Lean, Lean Enterprise Research Centre*, Cardiff Business School. UK.

Montgomery, Douglas C. (1990), *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*, Terjemahan Zanzawi Soejoeti, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

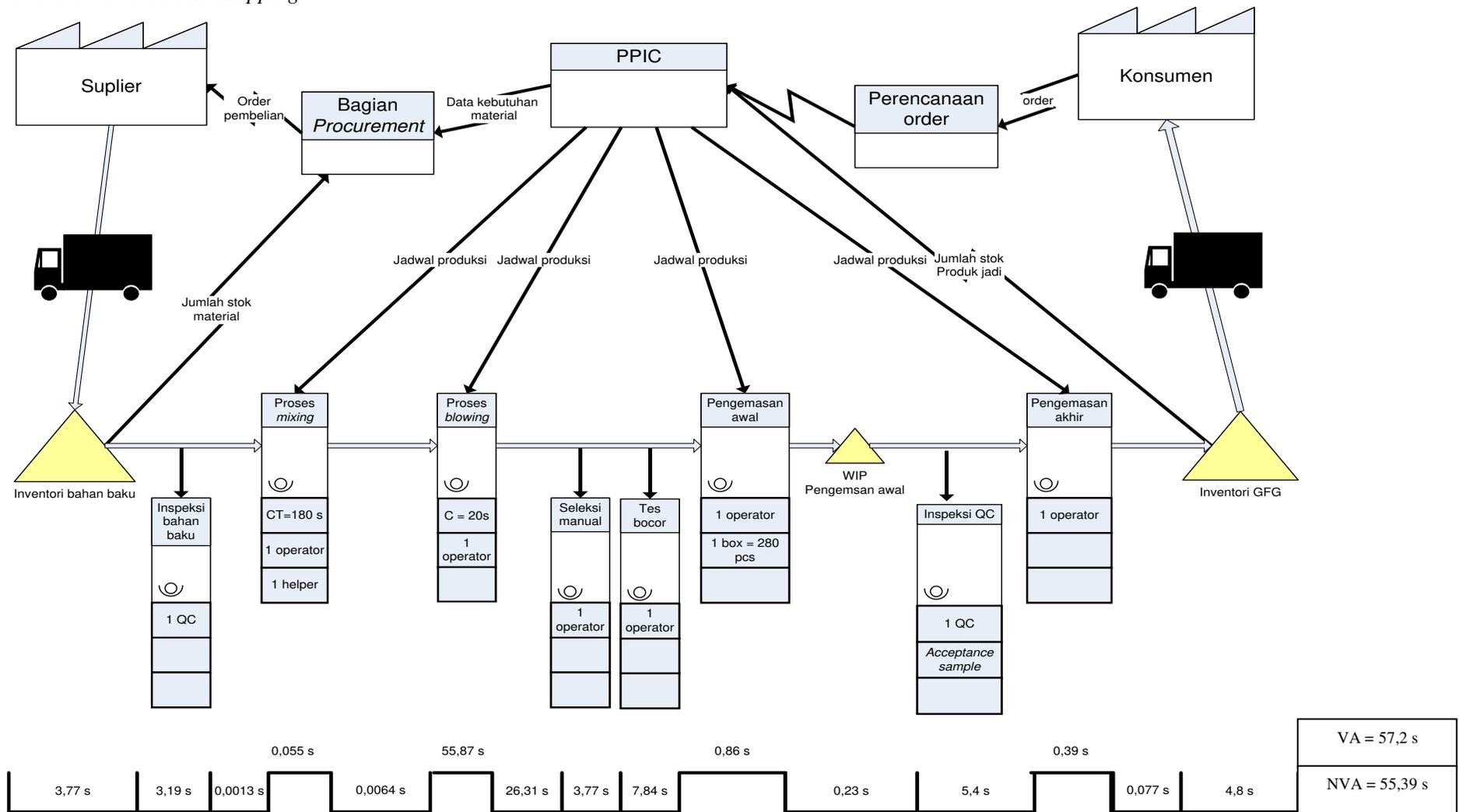
Pande, P., & Holpp, L. (2003), *What Is Six Sigma Berpikir Cepat Six Sigma*, Terjemahan Dwi Prabantini, ANDI, Yogyakarta.

Syahindri, P.K.R., Setyanto, N., Rahman, A. (2010), *Pedekatan Lean Sigma Sebagai Upaya Untuk Meminimasi Waste Pada Proses Pengemasan Industri Farmasi (Studi Kasus di PT. Surya Dermanto Medica Laboratories Surabaya)*, Skripsi Sarjana tidak dipublikasikan, Universitas Brawijaya, Malang.

Tunggal, Amin Widjaja. (2009), *Dasar-dasar Operations and Supply Chain Management*, Harvarinda, Jakarta.

Wignjosoebroto, Sritomo. (2008), *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*, Guna Widya, Surabaya.

Lampiran 1
Current State Value Stream Mapping



Lampiran 2
Future State Value Stream Mapping

