

APLIKASI LEAN SIX-SIGMA UNTUK MENGURANGI PEMBOROSAN DI BAGIAN PACKAGING SEMEN

Reni Dwi Astuti^{1*}, Lathifurahman¹

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Kampus 4 UAD Ring Road Selatan, Tamanan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta

*E-mail: reni_dwiastuti@ie.uad.ac.id

ABSTRAK

Hasil observasi di PT. Holcim Indonesia Tbk, pabrik Cilacap, didapati banyaknya pemborosan di bagian pengepakan semen, termasuk banyaknya produk cacat kemasan, sehingga banyak semen tercecer dan harus mengulangi proses pengepakan. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi pemborosan selama proses pengepakan menggunakan pendekatan *lean manufacturing* dengan *value stream mapping*. Sementara tingkat kualitas dianalisis dengan metode six-sigma. Penyebab kecacatan produk dianalisis dengan *fish-bone diagram*. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk merancang usulan perbaikan. Pemborosan yang teridentifikasi meliputi : *transportation, motion, waiting, over processing, dan defect*. Usulan perbaikan untuk mengurangi pemborosan yaitu dengan penggabungan stasiun penimbangan dan stasiun pemeriksaan, sehingga memberikan estimasi peningkatan *process cycle efisiensi* dari 39,1% menjadi 46,69. Sedangkan upaya untuk mengurangi cacat produk dilakukan dengan perawatan preventif mesin *packer*.

Kata Kunci: semen, six sigma, lean manufacturing, value stream mapping, failure mode and effect analysis

ABSTRACT

The results of observations at PT Holcim Indonesia Tbk, the Cilacap plant, found a lot of waste in the cement packing section, including the number of defective packaging products, so that a lot of cement was scattered and had to repeat the packaging process. The research aims to identify waste during the packaging process using a lean manufacturing approach with value stream mapping. At the same time, the level of quality is analyzed by the six-sigma method. The causes of product defects were analyzed with a fish-bone diagram. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) is used to design improvements. Identified waste includes transportation, motion, waiting, over-processing, and defects. The proposed improvement to reduce waste is by combining weighing stations and inspection stations to increase the estimated process cycle efficiency from 39.1% to 46.69. At the same time, efforts to reduce product defects are carried out with preventive packer machine maintenance.

Keyword : cement, six sigma, lean manufacturing, value stream mapping, failure mode and effect analysis

1. PENDAHULUAN

PT. Holcim Indonesia Tbk merupakan sebuah perusahaan yang memproduksi semen, dimana salah satu pabriknya ada di Cilacap. Perusahaan mengalami permasalahan, khususnya pada bagian pengemasan (*packing*) semen. Banyak terjadi pemborosan pada unit ini seperti terdapatnya kegiatan-kegiatan yang tidak bernilai tambah yaitu aktivitas memindahkan kantong semen yang telah ditimbang menuju stasiun pemeriksaan serta tingginya produk cacat sehingga memerlukan *rework* pada proses pengemasan tersebut. Akibatnya, waktu produksi untuk menghasilkan sejumlah produk menjadi lebih panjang dibandingkan dari waktu yang ditargetkan perusahaan.

Permasalahan yang teridentifikasi di pabrik adalah rendahnya kualitas *packing* semen, yaitu sesudah *bag* semen diisi oleh mesin *packer* hingga ke proses *loading* (muat). Berdasarkan observasi, ditemukan masalah mengenai produk cacat yang cukup banyak, mencapai 0,16 % sampai 1,03% yang terjadi sepanjang tahun 2016 hingga 2018. Padahal produk cacat merupakan suatu pemborosan yang akan merugikan perusahaan yang berarti mengurangi keuntungan perusahaan. Dalam dunia industri, pemborosan yang terjadi selama proses produksi termasuk kategori *waste*.

Penelitian (Hadisupriyanto, 2014) dilakukan untuk mengurangi pemborosan pada proses produksi serta mengurangi cacat produk dengan metode lean six-sigma. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan level sigma. Sedangkan penelitian (Sudarwati & Wijaya, 2015) pada proses pembatan komponen mobil, memberi hasil bahwa penggunaan metode six-sigma dapat meningkatkan kualitas yang ditunjukkan dengan penurunan persentase cacat. Sementara (Devani & Sari, 2018) menyimpulkan bahwa penggunaan pendekatan lean dapat mengurangi pemborosan dalam proses pelayanan di poliklinik kandungan dan anak di sebuah rumah sakit swasta.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi pemborosan dan memberikan rekomendasi untuk menguranginya sekaligus mengurangi produk cacat dengan pendekatan lean-six sigma.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bidang manajemen industri, *waste* didefinisikan sebagai apa pun selain jumlah

minimum sumber daya (tenaga kerja, waktu, fasilitas, material, peralatan, dan lain-lain) yang mutlak penting untuk menciptakan nilai bagi pelanggan (Oppenheim, 2011). Untuk meminimasi pemborosan atau *waste*, dapat digunakan pendekatan *lean thinking*. *Lean Thinking* atau biasa disebut *lean* merupakan paradigma holistik yang pada awalnya digunakan Toyota dan difokuskan untuk memberikan nilai (*value*) kepada pelanggan dengan menghilangkan pemborosan (*waste*) dari semua aktivitas (Oppenheim, [9]). Gaspersz dan Fontana [3] menjelaskan bahwa *lean* merupakan usaha yang dilakukan secara berkesinambungan dengan maksud untuk menghapuskan pemborosan (*waste*) serta meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk yang bertujuan memberikan *value* kepada pelanggan.

Terdapat tujuh jenis pemborosan yang umum dijumpai dalam industri, yaitu (Oppenheim, [9]):

- a. *Overproduction*, yaitu berproduksi melebihi kebutuhan pelanggan, baik internal maupun eksternal, termasuk berproduksi lebih awal atau lebih cepat dari kapan produk tersebut dibutuhkan pelanggan.
- b. *Delays (waiting time)*, yaitu pemborosan akibat adanya orang-orang yang menunggu mesin, peralatan, bahan baku, *supplies*, maupun perawatan/pemeliharaan (*maintenance*).
- c. *Transportation*, yaitu pemindahan material maupun orang dalam jarak yang jauh atau jarak yang tidak diperlukan, dari satu proses ke proses berikut sehingga mengakibatkan waktu penanganan material bertambah.
- d. *Process*, yaitu aktivitas tambahan atau proses tambahan yang sebenarnya tidak diperlukan untuk menambah *value added* atau tidak efisien.
- e. *Inventories*, yaitu keberadaan bahan baku, bahan setengah jadi, atau produk akhir yang tersimpan di pabrik. *Inventories* akan menimbulkan aktivitas penanganan, sehingga membutuhkan biaya yang seharusnya tidak diperlukan.
- f. *Motions*, yaitu setiap pergerakan orang maupun mesin yang tidak memberi *value added* terhadap barang dan jasa yang akan disampaikan kepada pelanggan.
- g. *Defective products*, yaitu kecacatan produk. Pemborosan yang mungkin terjadi

adalah keberadaan *scrap*, *rework*, *customer returns*, *customer dissatisfaction*.

Untuk mengidentifikasi adanya pemborosan, dapat dilakukan dengan membuat *value stream mapping* (VSM). VSM merupakan suatu *tool* yang digunakan dalam *lean manufacturing* yang digunakan untuk membantu dalam memahami aliran material maupun informasi dalam suatu proses. Dengan VSM dapat diketahui aktivitas yang memberi nilai tambah (*value added activity*) atau tidak bernilai tambah (*non value added activity*), yang dilakukan dalam memproses suatu produk dari bahan baku hingga pengiriman kepada pelanggan. Dengan demikian, *value stream mapping* merupakan bagan dari siklus manufaktur sebuah produk yang menggambarkan tahap per tahap proses produksi (Oppenheim, [9]).

Diantara jenis pemborosan dalam sebuah industri adalah keberadaan produk cacat (*defective products*). Six-sigma merupakan metode pendekatan untuk mengurangi cacat atau variabilitas produk secara dramatik (Gazpersz, [2]). Untuk menjalankan proyek Six Sigma dapat digunakan tahap *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC) (Martim, [7]). Prosedur DMAIC adalah prosedur penyelesaian masalah lima langkah terstruktur yang dapat digunakan untuk menyelesaikan proyek dengan mengimplementasikan solusi yang dirancang untuk menyelesaikan akar permasalahan kualitas dan masalah proses, dan untuk menetapkan praktik terbaik untuk memastikan bahwa solusinya permanen dan dapat direplikasi dalam operasi bisnis lain yang relevan (Montgomery, [8]). Langkah-langkah DMAIC adalah sebagai berikut :

a. *Define*

Pada tahap *define*, dilakukan pengidentifikasian masalah yang terjadi dan akan diselesaikan. Tahap ini juga dilakukan untuk mengidentifikasi aktivitas produksi dan *waste* serta mengetahui aliran material dan informasi dalam proses pengepakan dengan pembuatan *current state value stream mapping*.

b. *Measure*

Proses mengukur kondisi kinerja perusahaan saat ini dengan melakukan perhitungan nilai DPMO untuk mengetahui tingkat sigma serta *process cycle efficiency*.

c. *Analyze*

Pada tahap ini dilakukan analisa penyebab terjadinya produk cacat sehingga dapat mengetahui apa saja masalah yang dihadapi dan bagaimana solusi perbaikan yang akan dibuat dengan menggunakan diagram pareto dan *cause and effect diagram*.

d. *Improve*

Tahap *Improve* merupakan tahap untuk membangun rencana tindakan perbaikan untuk peningkatan kualitas dengan cara menghilangkan akar-akar penyebab masalah dan mencegah penyebab tersebut muncul kembali.

e. *Control*

Control adalah tahap terakhir dalam DMAIC yang bertujuan untuk mengevaluasi dan memonitor hasil dari tahap *improve*, sebelumnya atau hasil implementasi yang telah dilakukan. Tahap ini juga dimaksudkan untuk memastikan bahwa perbaikan yang dilakukan dapat berjalan sebagaimana mestinya.

Metode six sigma digunakan untuk menjamin manajemen dapat memperbaiki dan mempertahankan kualitas produk yang dihasilkan, sehingga memenuhi keinginan pelanggan, Penggabungan dari metode *lean-six sigma* dimaksudkan untuk mengeliminasi pemborosan yang terjadi pada proses manufaktur ataupun jasa, dan untuk meminimalisir produk yang cacat hingga 3.4 cacat per satu juta kesempatan (*defects per million opportunities* (DPMO)). Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan hasil bahwa penerapan lean six-sigma dapat meningkatkan kinerja perusahaan, seperti pada penelitian (Pradana et al., 2018), (Khalil & Pambudi, [6]), (Hadisupriyanto, 2014), (Sudarwati & Wijaya, 2015), dan (Hill et al., [5]).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan konsep lean six-sigma, dengan mengikuti langkah-langkah DMAIC. Hanya saja, tahap control tidak dilakukan karena penelitian hanya sampai memebrikan usulan di perusahaan. Tahap berikut *tools* yang digunakan adalah :

a. *Define*

Pada tahap ini akan diidentifikasi masalah dengan menggunakan VSM untuk mengidentifikasi pemborosan.

b. Measure

Dalam tahap measure akan dihitung *process cycle efficiency* (PCE), DPMO, dan level six-sigma.

c. Analyze

Di tahap ini akan dilakukan analisis terhadap aktivitas yang terjadi sepanjang VSM dan dikaji penyebab produk cacat dengan *fish bone diagram*.

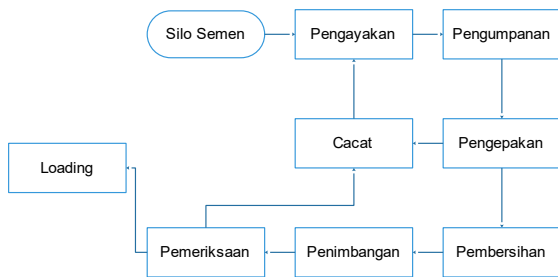
d. Improve

Tahap improve dilakukan untuk mencari alternative solusi mengurangi pemborosan dan meningkatkan kualitas atau menurunkan produk cacat dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Define

Gambar 1 menunjukkan diagram alir proses pengepakan semen di PT X.



Gambar 1. Diagram alir proses pengepakan semen

Data *cycle-time* dan *available-time* pada proses pengepakan disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Berdasarkan data pada Tabel 1 dan Tabel 2, kemudian dibuat *value stream mapping* seperti pada Gambar 2.

Tabel 1. Data *cycle time* tiap proses dalam pengepakan

Proses	Operator Cycle Time (s)	Machine Cycle Time (s)	Total Cycle Time (s)	Change over time(s)
Pengayakan		1,4	1,4	

Pengepakan	0,8	1,8	2,6	1,2
Penimbangan		1,2	1,2	
Pemeriksaan	1		1	
Print barcode		1	1	
Palletizer		0,9	0,9	10
Total Cycle Time	1,8	7,7	9,5	11,2

Sumber : Pengolahan data primer

Tabel 2. *Standard available-time*

No	Aktifitas	Available Time (s)
1	Pengayakan	75.060
2	Pengepakan	74.700
3	Pembersih debu	75.420
4	Penimbangan	75.420
5	Bag coder	75.420

Sumber : Pengolahan data primer

Tahap measure

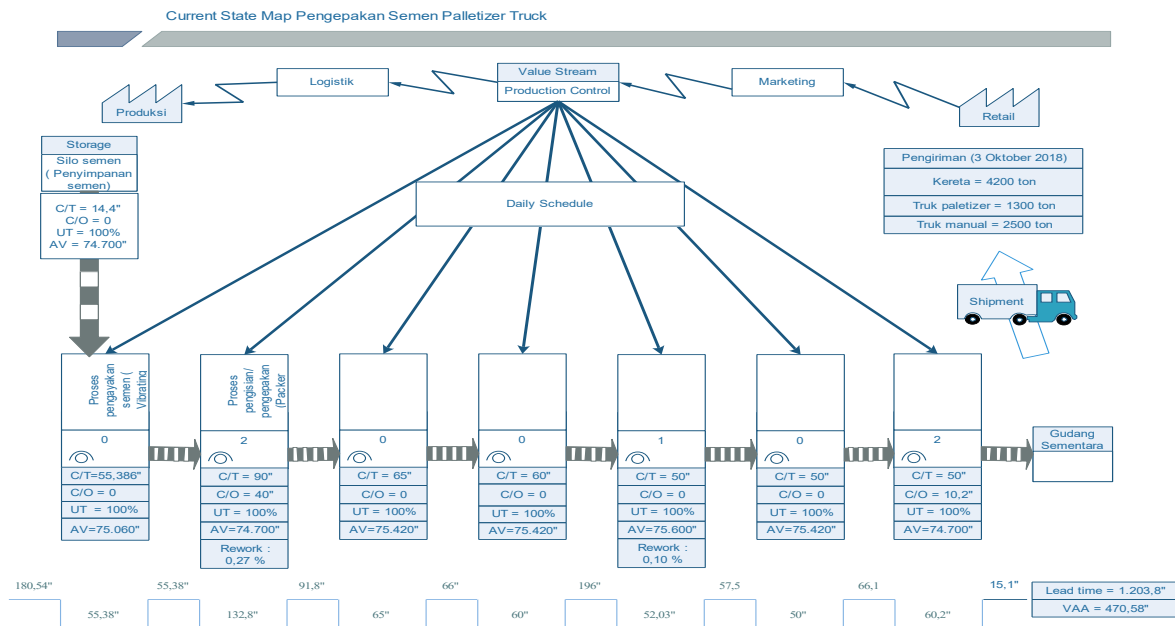
Pada tahap ini dilakukan perhitungan proses mengukur pada kondisi kinerja yang saat ini dilakukan perusahaan sehingga dapat diketahui pencapaian perusahaan. Untuk itu dilakukan identifikasi aktifitas *value added* dan *non-value added* berdasarkan Gambar 2, yang disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, maka dapat dihitung *process cycle efficiency* (PCE) sebagai berikut :

$$PCE = \frac{\text{value added time}}{\text{lead time}} \times 100\% \tag{1}$$

$$PCE = \frac{470,58}{1203,8} \times 100\% = 39,1 \%$$

Adapun data jumlah produk cacat dan jenisnya, maka dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 2. Current state VSM proses pengepakan semen palletizer truck

Tabel 3. Aktivitas value added (VAA) dan non-value added (NVAA)

No	Aktivitas	VAA (detik)	NVAA (detik)
1	Transport semen dari silo melalui <i>air slide</i> ke bin semen		14,4
2	Keluarnya semen dari bin semen melalui <i>professional gate</i> ke <i>air slide</i>		55,38
3	Transport semen melalui <i>air slide</i> ke <i>bucket elevator</i>		55,38
4	Transport semen dari <i>bucket elevator</i> ke <i>vibrating screen</i>		55,38
5	Proses pengayakan di mesin <i>vibrating screen</i>	55,38	
6	Pengumpulan semen dengan <i>rotary feeder</i> ke <i>packer machine</i>		55,38
7	Pemasangan <i>bag</i> ke <i>spout packer</i>	40	
8	Proses pengisian/ pengepakan di <i>packer machine</i>	90	
9	Mengembalikan produk cacat manufaktur melalui <i>SC</i> ke <i>bucket elevator</i> untuk diproses kembali		1,21
10	Rework produk cacat manufaktur		1,59
11	Transport ke pembersihan debu		91,8
12	Proses pembersihan debu kantong semen	65	
13	Transport semen ke penimbangan		66
14	Proses penimbangan	60	
15	Transport bag semen melalui 67K-BC1234		196
16	Proses pemeriksaan	50	
17	Mengembalikan produk cacat operasi melalui <i>SC</i> ke <i>bucket elevator</i> untuk diproses kembali		1,21
18	Rework produk cacat operasi		0,82
19	Transport bag semen 67A-BC1		57,5
20	Proses <i>bag coder</i>	50	
21	Transport bag ke <i>palletizer</i>		66,1
22	Pengambilan/ penggantian <i>pallet</i>	10,2	
23	Proses <i>palett</i> semen	50	
24	Pemindahan 1 <i>batch</i> semen ke gudang sementara		15,1
Total		470,58	733,22
Total Lead Time	1.203,8		

Sumber : olahan data primer

Tabel 4. Data produk cacat bulan November 2016 – Oktober 2018

Periode	Jmlh Produk (Unit)	Jmlh cacat	Jenis cacat		
			Af-kir	Ope-rasi	Manu-faktur
1	3508745	11408	296	5218	5894
2	3817280	11136	338	5034	5764
3	3540915	10070	139	4603	5328
4	2864250	6692	163	3157	3372
5	3354797	6118	63	2624	3431
6	3606193	5880	76	2295	3509
7	4157050	8245	100	3969	4176
8	2829198	6722	92	2825	3805
9	4726095	9423	233	4068	5122
10	5094525	12195	203	5289	6703
11	4660135	11100	71	5241	5788
12	4833795	19560	872	10330	8358
13	4545598	16203	0	6972	9231
14	4409800	24011	9	9064	14938
15	4356740	40302	0	5835	34467
16	3818418	39529	62	4742	34725
17	4008210	12655	139	1706	10810
18	4072995	13007	307	1551	11149
19	4698170	14471	93	2106	12272
20	2747270	7882	116	1019	6747
21	5419411	20949	536	2658	17755
22	5059015	17449	343	1456	15650
23	5425780	29578	977	8657	19944
24	5642010	37592	1.045	10856	25691
25	101196395	392177	6.273	111275	274629
26	4216516	16341	261	4636	11443
Jumlah	101196395	392177	6273	111275	274629
Rata-rata	4216516	16341	261	4636	11443

Perhitungan DPMO berdasar Tabel 4 :

$$DPMO = \frac{\text{Total Defect}}{\text{Total Opportunity}} \times 1.000.000$$

$$= \frac{392177}{101196395 \times 3} \times 1.000.000 = 1291,80$$

Nilai DPMO tersebut dapat dikonversikan ke dalam nilai sigma menjadi 4,51 *sigma*.

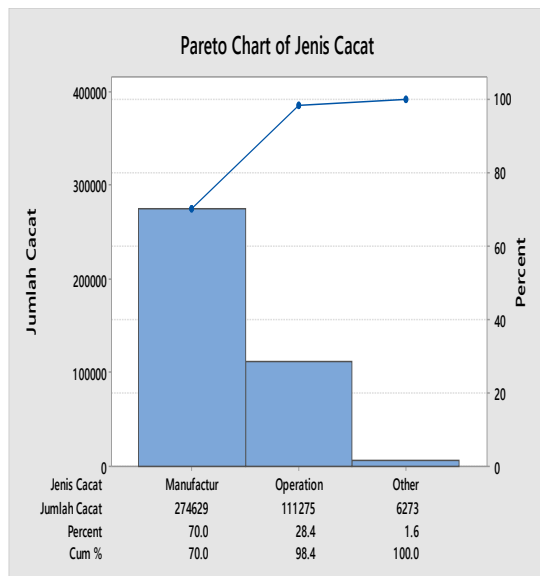
Tahap analize

Waste yang teridentifikasi selama proses adalah :

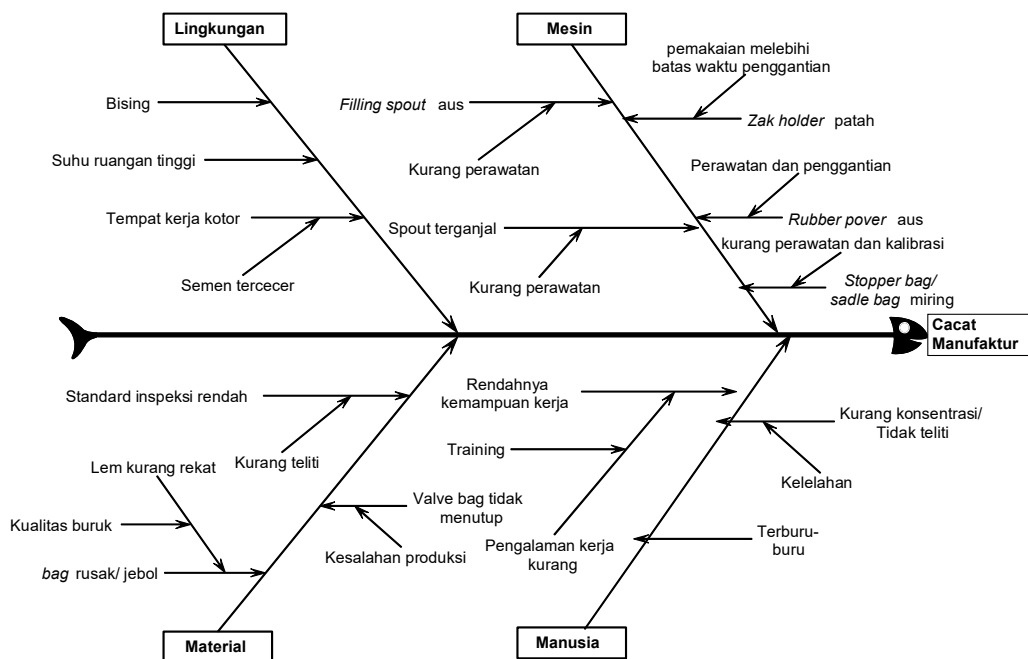
- i. *Transportation* : terdapatnya aktivitas *transport* semen dari satu stasiun ke stasiun berikutnya, yaitu dari stasiun penimbangan ke pemeriksaan. Selama proses ini sering terjadi produk cacat, yaitu kemasan (*bag*) yang pecah.
- ii. *Motion* : mengembalikan semen yang tercecer ketika terjadi *bag* pecah ke mesin *bucket elevator* untuk dilakukan pengolahan kembali.
- iii. *Waiting* : *bag* semen yang telah terisi seringkali menunggu untuk diproses ke stasiun selanjutnya karena terjadi kerusakan suatu *part* mesin *belt conveyor* maupun *palletizer* sehingga produk dapat diproses setelah dilakukan tindakan perbaikan. *Waste* ini tidak dimasukkan ke dalam VSM dikarenakan *waste* tersebut tidak selalu terjadi.
- iv. *Over processing* : *rework* pada produk *defect* yang memakan waktu dan tenaga untuk diproses kembali..
- v. *Defect* : banyaknya produk *defect* seperti cacat afkir, cacat manufaktur, cacat operasi yang terjadi sepanjang alur produksi mengakibatkan kerugian waktu, tenaga, dan biaya.

Berdasarkan Tabel 4, maka dapat dibuat diagram pareto untuk melihat jenis cacat terbesar seperti pada Gambar 3.

Berikutnya dilakukan analisis terhadap penyebab jenis cacat terbesar, yaitu cacat manufaktur. Diagram *fishbone* pada Gambar 4 menampilkan penyebab cacat manufaktur.



Gambar 3. Pareto jenis cacat



Gambar 4. Fishbone penyebab cacat manufaktur

Tahap Improve

Selanjutnya dibuat *Future state value stream mapping* (Future VSM). Sebagaimana diketahui, *state value stream mapping* digunakan untuk mengetahui potensi pengurangan *waste*. Jika merujuk pada Tabel 3, maka terlihat bahwa terdapat 24 aktivitas selama proses pengepakan semen. Setelah dilakukan perbaikan pada proses pengepakan tersebut, maka aktivitas kerja yang baru berjumlah 23 aktivitas produksi yaitu

penggabungan stasiun penimbangan dengan stasiun pemeriksaan dengan mengeliminasi aktivitas ke-15 yaitu aktivitas pemindahan *bag* semen dari stasiun penimbangan ke stasiun pemeriksaan. Keseimbangan lintasan proses pengepakan di perusahaan tetap akan berjalan normal dikarenakan aktivitas yang dieliminasi merupakan aktivitas yang tidak efisien dan tidak berpengaruh dalam menjalankan proses pengepakan. Perhitungan estimasi dalam pembuatan *future state VSM* ditunjukkan pada

Tabel 5. *Future state VSM* ditampilkan pada Gambar 5. Berdasarkan Tabel 5, diketahui nilai *value added* dan *non-value added* berturut-turut setelah estimasi adalah 470,58

detik dan 537,22 detik. Maka nilai *process cycle efficiency* setelah estimasi adalah 46,69 %.

Tabel 5. Identifikasi aktivitas produksi setelah perbaikan

No	Aktivitas	VAA	NVAA
1	Transport semen dari silo melalui <i>air slide</i> ke bin semen		14,4
2	Keluarnya semen dari bin semen melalui <i>professional gate</i> ke <i>air slide</i>		55,38
3	Transport semen melalui <i>air slide</i> ke <i>bucket elevator</i>		55,38
4	<i>Transport</i> semen dari <i>bucket elevator</i> ke <i>vibrating screen</i>		55,38
5	Proses pengayakan di mesin <i>vibrating screen</i>	55,38	
6	Pengumpanan semen dengan <i>rotary feeder</i> ke <i>packer machine</i>		55,38
7	Pemasangan <i>bag</i> ke <i>spout packer</i>	40	
8	Proses pengisian/ pengepakan di <i>packer machine</i>	90	
9	Mengembalikan produk cacat manufaktur melalui <i>SC</i> ke <i>bucket elevator</i> untuk diproses kembali		1,21
10	<i>Rework</i> produk cacat manufaktur		1,59
11	<i>Transport</i> ke pembersihan debu		91,8
12	Proses pembersihan debu kantong semen	65	
13	<i>Transport</i> semen ke penimbangan		66
14	Proses penimbangan dan penimbangan	110	
15	Mengembalikan produk cacat operasi melalui <i>SC</i> ke <i>bucket elevator</i> untuk diproses kembali		1,21
16	<i>Rework</i> produk cacat operasi		0,82
17	<i>Transport</i> bag semen 67A-BC1		57,5
18	Proses <i>bag coder</i>	50	
19	Transport bag ke <i>palletizer</i>		66,1
20	Pengambilan/ penggantian <i>pallet</i>	10,2	
21	Proses <i>palett</i> semen	50	
22	Pemindahan <i>batch</i> semen ke gudang sementara		15,1
Total		470,58	537,22
Total Lead Time		1.007,80	

Sumber : data primer diolah

Tahap improve juga dilakukan dengan membuat FMEA seperti disajikan dalam Tabel 6. FMEA berfungsi untuk memberikan nilai pada setiap klasifikasi dari nilai *severity*, *occurance* dan *detection* berdasarkan potensi dari efek kegagalan, penyebab dan proses control saat ini untuk menghasilkan nilai *Risk Priority Number (RPN)*. Pada Tabel 6 sekaligus juga dicantumkan usulan perbaikan yang dapat dilakukan perusahaan.

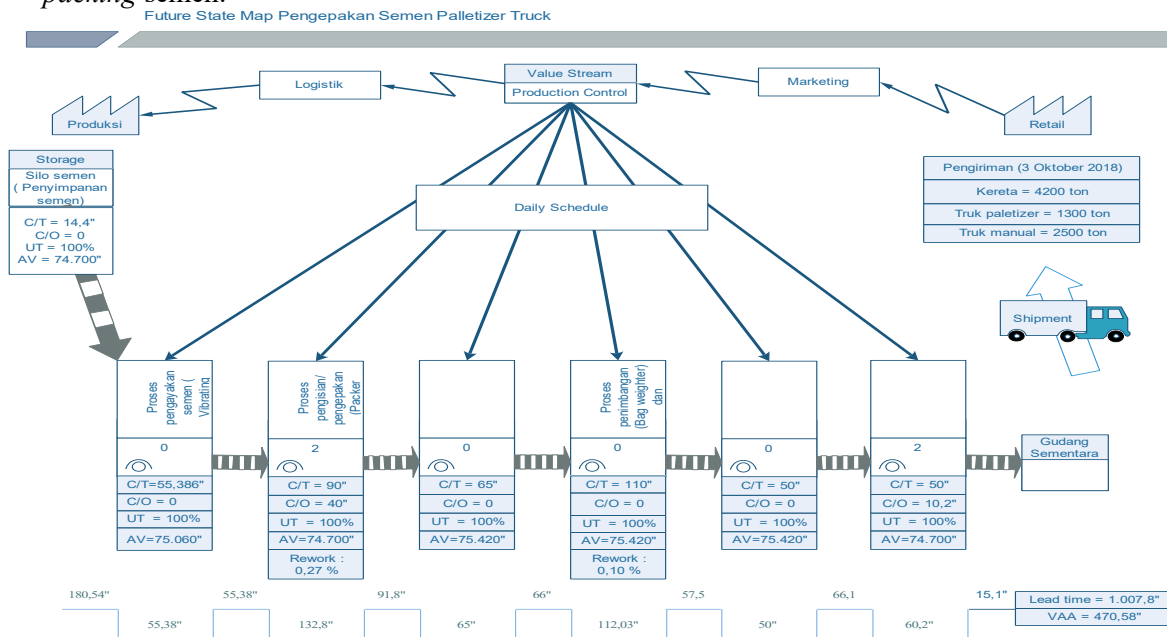
Setelah diketahui nilai-nilai *Risk Priority Number (RPN)* terhadap kegagalan-kegagalan yang pada proses pengepakan semen di *department packhouse* PT. X, berikutnya disusun beberapa usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas produksi dan

mengurangi terjadinya kecacatan produk. Usulan yang dapat diberikan dibuat dengan memperhatikan *fishbone* yang menggambarkan penyebab cacat manufaktur (lihat Gambar 4). Adapun usulan perbaikan adalah sebagai berikut:

a. Dari segi mesin

Keadaan komponen mesin yang sudah aus/ rusak seperti *zak holder*, *stopper bag*, *rubber pover*, *filling spout*, terganjalnya *spout* dan kurang kalibrasi serta umur mesin semakin tua yang sering kali menjadi penyebab cacatnya produk. Untuk itu perlu dilakukan perawatan dan pemeliharaan mesin *packer* melalui proses kalibrasi secara berkala, menetapkan *planned maintenance* serta penggantian

komponen-komponen mesin yang seringkali menyebabkan *defect* pada proses *packing* semen.



Gambar 5. Future Value Stream Mapping

b. Dari segi material

Kualitas *bag* semen yang baik dihasilkan dari bahan baku *bag* yang baik pula. Adanya material yang menyebabkan cacat manufaktur adalah dari faktor lem perekat pada pembuatan *bag* semen yang kurang kuat sehingga *bag* semen mudah jebol pada saat diisi. Selain itu juga ditemukan *bag* yang cacat lolos dari inspeksi sehingga terbawa ke mesin pengepakan. Maka dari itu perlu dilakukan pengawasan dan inspeksi lebih ketat terhadap *bag* semen yang akan masuk ke bagian pengepakan dan memakai lem kualitas terbaik dengan menguji terlebih dahulu kekuatan dan ketahanan lem yang akan dipakai.

c. Dari segi lingkungan

Lingkungan di bagian pengepakan tidak nyaman bagi pekerja, diantaranya karena debu dan bising akibat mesin. Lingkungan yang tidak nyaman pun juga memberikan dampak terhadap semangat pekerja. Di sini perlu penyediaan Alat Pelindung Diri (APD) berupa sarung tangan, tutup telinga,

kaca mata, masker, *helm*, serta dilakukan penggalakkan penggunaannya. (*helm*), pengawasan lebih ketat penggunaan APD kepada setiap pekerja di lapangan. Di area kerja juga didapati penerangan yang kurang, sehingga perlu penambahan lampu.

d. Dari segi manusia

Manusia merupakan salah satu penyebab terjadinya kerusakan pada pengepakan disebabkan oleh beberapa hal yaitu kurang konsentrasi, sehingga mengakibatkan kesalahan saat proses pemasukan *bag* semen ke *spout* mesin *packer*. Disamping itu, teridentifikasi rendahnya kemampuan pekerja yang terlihat dari kurangnya pengetahuan dan ketrampilan dalam mengoperasikan mesin. Maka dari itu perlu dilakukan pelatihan, pengawasan, dan pemberian motivasi kerja terhadap operator-operator baru maupun lama sehingga lebih mengetahui penanganan proses produksi untuk mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh *human error*.

Tabel 6. *Failure Mode and Effect Analyze*

<i>Modus of failure</i>	<i>Cause of failure</i>	<i>Effect of failure</i>	<i>Degree of severity</i>	<i>Frequency of occurrence</i>	<i>Chance of detection</i>	<i>RPN</i>	<i>Rank</i>	Saran perbaikan
Cacat manufaktur	<i>Zak holder patah</i>	<i>Bag</i> semen jatuh saat disi dalam mesin packer	6	5	5	150	2	Meningkatkan perawatan pada mesin packer dengan cara melakukan kalibrasi secara berkala dan penjadwalan penggantian <i>part</i> mesin sebelum <i>part</i> tersebut dapat menimbulkan kerusakan pada <i>bag</i> saat dilakukan pengepakan.
	<i>Rubber pover aus</i>	<i>Bag</i> semen robek	5	5	5	125	3	
	<i>Stopper bag/ sadle bag miring</i>	Penjatuhan melintang dan menyebabkan pecah	7	5	6	210	1	
	<i>Filling spout aus</i>	<i>Bag</i> semen robek	5	5	5	125	4	
	<i>Spout terganjal</i>	Pengepakan terganggu	4	5	5	100	5	
	Kemampuan kerja kurang	Pengerjaan menjadi lebih lama	3	5	2	30	11	Pelatihan lebih matang pada setiap operator
	Kurang konsentrasi / tidak teliti	Pemasukan kantong ke spout salah dan menjadi lebih lama	3	5	2	30	13	Pemberian motivasi kerja dan arahan pada setiap pekerja
	Operator Terburu-buru	Pemasukan kantong tidak tepat, mudah terjatuh	3	5	2	30	12	Pemberian motivasi kerja dan arahan pada setiap pekerja
	Bising	Konsentrasi kerja terganggu	3	5	3	45	9	Monitor lapangan pada pekerja
	Suhu ruangan tinggi	Konsentrasi pekerja terganggu	3	5	3	45	10	Penambahan sirkulasi udara dan monitor APD pekerja dilapangan
	Tempat kerja kotor dan berdebu	Konsentrasi pekerja terganggu	3	5	3	45	8	Monitor APD pekerja di lapangan
	<i>Valve bag</i> tidak menutup	<i>Bag</i> bocor	4	5	3	60	7	Monitor pembuatan <i>bag</i> semen
	<i>Bag</i> rusak/ jebol	Pengepakan terganggu	4	5	3	60	6	Monitor pembuatan dan inspeksi lebih ketat

Berdasarkan pengolahan dan analisis data dengan menggunakan metode *lean six sigma* pada tahap sebelumnya diperoleh usulan yaitu menggabungkan stasiun penimbangan dan stasiun pemeriksaan dengan mengeliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada produk yaitu aktivitas *transport bag* semen dari stasiun penimbangan menuju stasiun pemeriksaan serta melakukan peningkatan perawatan dan pemeliharaan pada mesin *packer* dengan cara melakukan kalibrasi secara berkala, menetapkan *planned maintenance* dan penggantian terhadap kerusakan komponen-komponen mesin *packer* sesuai batas pemakaian yang seringkali kerusakan tersebut menyebabkan *defect* pada proses *packing* semen sehingga perbaikan tersebut dapat meningkatkan kecepatan dalam pengepakan semen atau produk sampai ke pelanggan dengan tepat waktu dan menghasilkan kualitas produk yang lebih baik serta kepuasan pelanggan dapat terpenuhi.

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan terhadap hasil pengamatan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data di unit pengepakan semen PT. Holcim Indonesia Tbk, pabrik Cilacap sesuai metode *Lean six sigma* dapat diketahui bahwa PCE sebesar 39,1% dan level sigma 4,51.
2. Faktor – faktor penyebab terjadinya produk cacat antara lain dari faktor manusia (kurang teliti serta pengalaman kerja operator), mesin (kerja mesin kurang optimal akibat kurangnya perawatan mesin produksi), lingkungan (sangat berdebu, kurangnya penerangan, dan suara yang mengganggu, dan bising), serta faktor material (kualitas lem tidak standar, pengeleman yang tidak rata sehingga sambungan lapisan antar *bag* tidak merekat dengan kuat).
3. Alternatif perbaikan pada aktivitas pengepakan semen melalui *future state valu stream mapping* menghasilkan estimasi PCE sebesar 46,69%, dimana diusulkan penggabungan stasiun penimbangan dan stasiun pemeriksaan

dengan mengeliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah yaitu aktivitas *transport bag* semen dari stasiun penimbangan ke stasiun pemeriksaan. Sedangkan berdasar FMEA, untuk mengurangi produk cacat, maka diusulkan peningkatan terhadap perawatan dan pemeliharaan pada mesin *packer* dengan cara melakukan kalibrasi secara berkala, menetapkan *planned maintenance* dan penggantian terhadap kerusakan komponen-komponen mesin *packer* sesuai batas pemakaian yang seringkali menyebabkan *defect* pada proses *packing* semen.

DAFTAR PUSTAKA

- Devani, V., & Sari, S. N. (2018). Usulan Peningkatan Kualitas Pelayanan Kesehatan Dengan Menggunakan Pendekatan Lean Healthcare di Poliklinik Kandungan dan Poliklinik Anak. *Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 5(2).
- Hadisupriyanto, H. (2014). Penerapan Lean Six Sigma Concept untuk Perbaikan Lini Produksi. Seminar Nasional IENACO – 2014, 120–126. https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/3561/Paper_IENACO-28.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hill, J., Thomas, A. J., Mason-Jones, R. K., & El-Kateb, S. (2018). The implementation of a Lean Six Sigma framework to enhance operational performance in an MRO facility. *Production and Manufacturing Research*, 6(1), 26–48. <https://doi.org/10.1080/21693277.2017.1417179>
- Khalil, M., & Pambudi, T. (2014). Implementasi Lean Six Sigma dalam Peningkatan Kualitas Dengan Mengurangi Produk Cacat NG Drop di Mesin Final Test Produk HL 4.8 di PT. SSI. *Jurnal PASTI*, VIII(1), 14–29.

<https://doi.org/10.21608/acj.2017.44673>

Martim, J. W. (2008). *Operational Excellence Using Lean Six Sigma to Translate Customer Value through Global Supply Chains*. Auerbach Publications Taylor & Francis Group.

Montgomery, D. C. (2009). *Introduction To Statistical Quality Control* (sixth edition) (sixth edit). John Wiley & Son. <https://doi.org/10.2307/2988304>

Oppenheim, B. W. (2011). *Lean for Systems Engineering with Lean Enablers for Systems Engineering*. In *Lean for Systems Engineering with Lean Enablers for Systems Engineering*. <https://doi.org/10.1002/9781118063996>

Pradana, A. P., Chaeron, M., & Khanan, M. S. A. (2018). Implementasi Konsep Lean Manufacturing Guna Mengurangi Pemborosan Di Lantai Produksi. *Opsi*, 11(1), 14. <https://doi.org/10.31315/opsi.v11i1.2196>

Sudarwati, W., & Wijaya, A. (2015). Penggunaan Metode Six Sigma Dalam Upaya Menurunkan Cacat Mengalir (Flow Out) Ke Metal Finish (Dept Body Welding) Di Pt . ADM Press-Plant. *Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 2(2), 9–18.