

Perbaikan Proses Produksi *Jerrycan* 5 Liter di PT. KEMASAN Menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing*

Aisyah Pontiana, dan Moses Laksono Singgih

Departemen Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: moseslsinggih@ie.its.ac.id

Abstrak—PT. KEMASAN adalah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam produksi *packaging* plastik. Produk *jerrycan* 5 liter merupakan produk yang paling banyak dipesan oleh *customer* VVIP dan diproduksi secara kontinu. Pada kondisi aktual terdapat permasalahan yang dapat menurunkan kepuasan pelanggan dilihat dari *complaint* berupa ketidaksesuaian produk, produk *defect* melebihi standar 3%, persentase *breakdown* melebihi standar 2.5%, dan adanya keterlambatan pengiriman produk *jerrycan* 5 liter sebanyak sembilan kali pada tahun 2019. Permasalahan-permasalahan tersebut dapat menurunkan kepercayaan konsumen dan bahkan menyebabkan kerugian finansial. Adanya *defect* dan *breakdown* merupakan indikasi pemborosan pada proses produksi yang dapat dikurangi melalui pendekatan *lean manufacturing*. Penelitian dimulai dari identifikasi proses produksi dan *waste* dengan *tools value stream mapping, process activity mapping*, observasi, dan diskusi dengan perusahaan. Kemudian dilakukan penentuan *waste* kritis dengan metode Borda dan didapatkan hasil *waste* kritis yaitu *waste defect* dan *waste unnecessary motion*. Selanjutnya dilakukan analisis akar penyebab *waste* kritis dengan metode 5 *why's* dan dilakukan penentuan kategori risiko dengan FMEA untuk kemudian dibuat rekomendasi perbaikan. Diusulkan 3 alternatif perbaikan dan kombinasinya untuk kemudian dipilih alternatif terbaik menggunakan pendekatan *value analysis*. Dengan penerapan alternatif terpilih dihasilkan *future state value stream mapping* dengan penurunan *lead time* dari 3058 detik menjadi 2898 detik dan nilai *value added* bertambah sebanyak 1.2%.

Kata Kunci—Analisis 5 *Why's*, Borda Voting Method, Failure Mode and Effect Analysis, Lean Manufacturing, Value Analysis.

I. PENDAHULUAN

PT. KEMASAN adalah salah satu perusahaan manufaktur bergerak dalam bidang *packaging* yang berdiri sejak tahun 1985. Perusahaan mengategorikan *customer* yang dimilikinya menjadi empat kelompok yaitu VVIP, besar, menengah, dan kecil berdasarkan besar kecilnya pemasukan yang diberikan. Berdasarkan hasil diskusi dengan pihak *expert* perusahaan dapat diketahui bahwa jenis produk yang sering dipesan dalam jumlah banyak oleh *customer* VVIP dan diproduksi secara kontinu yaitu *jerrycan* 5 liter. Dari data produksi tahun 2019 juga diketahui rata-rata persentase hasil produksi tersebut yaitu sebesar 14,6% dari keseluruhan hasil produksi setiap bulannya, dimana 100% hasil produksi terdiri dari kurang lebih 88 jenis produk yang berbeda. Oleh karena itu penelitian berfokus pada produk *jerrycan* 5 liter karena persentase produk yang tinggi berpengaruh pada pembelian bahan baku, ruang penyimpanan, serta adanya tanggung jawab sasaran mutu yang perlu dipenuhi terutama kepada *customer* VVIP.

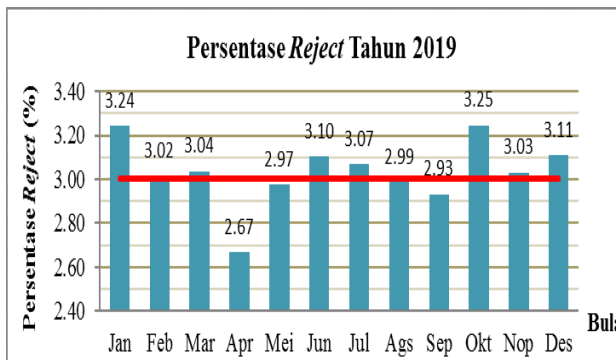
Pada kondisi aktual terdapat banyak hal yang mempengaruhi tujuan dalam memenuhi kepuasan *customer*. Berdasarkan hasil diskusi diketahui pada tahun 2019 terdapat *complaint* pada produk *jerrycan* 5 liter berupa ketidaksesuaian produk. Dalam dokumen sasaran mutu diketahui bahwa pengendalian kualitas produk dibagi menjadi 3 kategori yaitu produk *reject*, *scrap*, dan produk tidak jadi. Standar yang diberikan oleh perusahaan untuk produk *reject* adalah sebesar 3% dari total hasil produksi, *scrap* (RN) 30% dari total bahan yang digunakan, dan produk tidak jadi (*setting*) 4%.

Berdasarkan Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3 menunjukkan masih terdapat persentase bulanan yang melebihi standar, hal ini mengindikasikan pemborosan berupa *waste defect*.

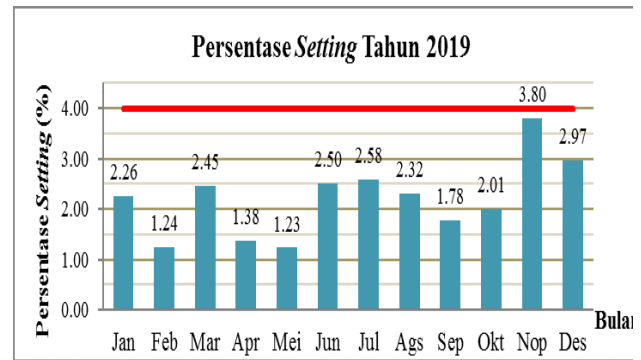
Upaya yang telah dilakukan oleh pihak perusahaan untuk mengatasi pemborosan *defect* yaitu dengan mengerahkan kepada seluruh karyawan *quality control* (QC) untuk melakukan pemeriksaan produk visual secara intens dan lebih teliti, kemudian memberikan edukasi kepada operator mengenai *reject* pada saat proses produksi. Namun pelaksanaannya kurang efektif karena tidak dilakukan secara rutin dan biasanya hanya dilakukan pada saat sudah terjadi *complain* dari *customer*. Upaya lainnya adalah dengan melakukan proses giling karena produk *defect* tidak dapat dikerjakan ulang (*rework*) maupun dijual kepada *customer* dengan harga lebih murah. Sehingga melalui proses giling dapat merubah produk *defect* menjadi bahan baku campuran untuk produk lainnya. Adanya proses giling tersebut menyebabkan timbulnya sumber daya tambahan seperti mesin giling dan operator.

Permasalahan lain yang ditemukan yaitu apabila dilihat dari target produksi laporan sasaran mutu tahun 2019 masih belum tercapai maksimal. Akibatnya terjadi keterlambatan pengiriman produk *jerrycan* 5 liter sebanyak sembilan kali pada tahun 2019. Salah satu penyebab tidak tercapainya target secara maksimum dikarenakan persentase *breakdown* mesin melebihi standar yang ditetapkan oleh perusahaan sebesar 2.5%.

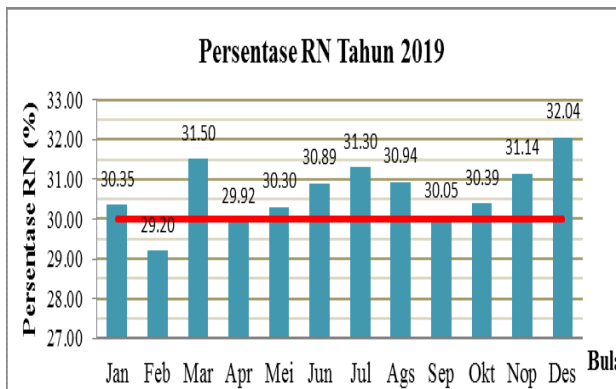
Tingginya persentase *breakdown* menyebabkan waktu tunggu (*waiting*) perbaikan sehingga proses produksi berjalan lebih lama seperti data yang ditunjukkan dalam Gambar 4. Upaya yang telah dilakukan perusahaan untuk mengatasinya adalah dengan mengadakan penjadwalan setiap 2 minggu sekali untuk perawatan mesin secara keseluruhan. Meskipun demikian, masih sering terjadi pergantian komponen yang rusak pada saat proses produksi berlangsung. Hal tersebut terjadi karena kurang tertibnya pengecekan komponen yang



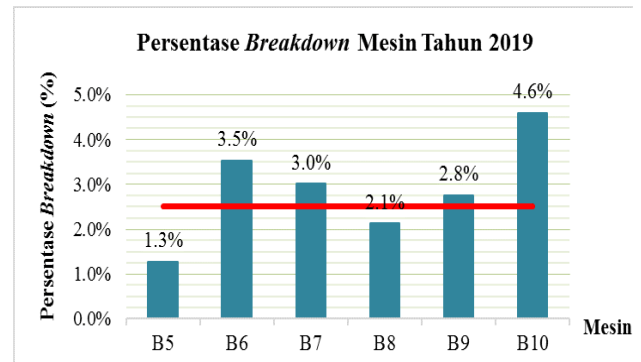
Gambar 1. Grafik Persentase Reject Jerrycan 5 Liter Tahun 2019.



Gambar 3. Grafik Persentase Setting Jerrycan 5 Liter Tahun 2019.



Gambar 2. Grafik Persentase RN Jerrycan 5 Liter Tahun 2019.



Gambar 4. Persentase Breakdown Mesin Tahun 2019.

dilakukan oleh pengawas pada saat produksi berlangsung.

Berdasarkan deskripsi permasalahan pada kondisi eksisting mengindikasikan bahwa terdapat pemborosan dalam proses produksi *jerrycan* 5 liter. Timbulnya pemborosan perlu dieliminasi agar proses produksi dapat berjalan secara efisien dan *lead time* produksi dapat digunakan secara optimum. Metode yang dapat digunakan untuk mengeliminasi pemborosan yaitu melalui pendekatan *lean manufacturing*.

Lean manufacturing merupakan pendekatan yang dilakukan untuk mengubah aktivitas yang tidak bernilai tambah menjadi aktivitas yang bernilai tambah dan fokus pada keseluruhan operasi termasuk karyawan sehingga melibatkan perubahan besar dalam sikap yang melekat pada individu yang membentuk organisasi [1]. Dalam konsep *lean* menerapkan “*doing more with less*”, yang berarti menggunakan sumber daya, energi, peralatan, area, serta pengeluaran dalam jumlah seminimal mungkin dengan tetap memberikan apa yang diinginkan oleh *customer* [2]. Dapat dikatakan bahwa tujuan dari *lean* adalah efisiensi untuk menurunkan biaya produksi. Melalui efisiensi perusahaan dapat bersaing dengan harga yang lebih murah untuk mendapatkan lebih banyak laba tanpa mengesampingkan kepuasan *customer*. Oleh karena itu, pendekatan *lean manufacturing* digunakan pada penelitian ini untuk mengeliminasi pemborosan dengan menghilangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah, sehingga proses produksi berjalan efisien. Dengan adanya penelitian ini diharapkan perusahaan dapat meningkatkan performansi proses produksinya menjadi lebih baik lagi agar mampu memenangkan persaingan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan

data yang berupa data primer dan data sekunder. Data-data yang dikumpulkan dalam tahap ini diantaranya yaitu data mengenai sistem dan proses produksi, spesifikasi produk, data aliran informasi dan aliran material proses produksi *jerrycan* 5 liter.

B. Tahap Pengolahan Data

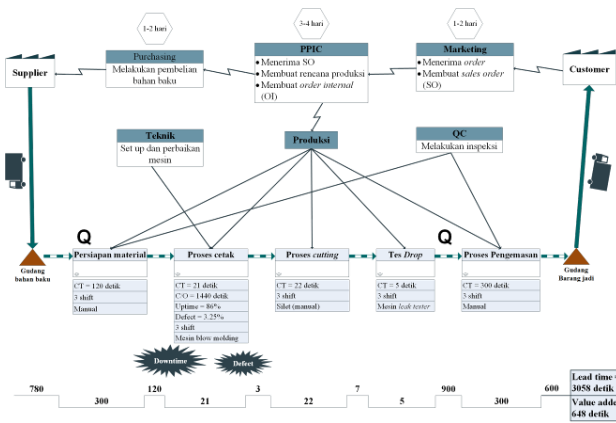
Pada tahap ini dilakukan identifikasi proses produksi *jerrycan* 5 liter pada kondisi eksisting dengan menggunakan *value stream mapping* dan *process activity mapping*. Dari penggambaran VSM, PAM, observasi, dan *brainstorming* kemudian dilakukan identifikasi *waste* yang terjadi pada kondisi eksisting. Selanjutnya dilakukan penentuan *waste* kritis dengan menggunakan *Borda Voting Method* melalui pengisian kuisioner oleh pihak perusahaan yang bersangkutan. Kemudian mencari akar permasalahan pada *waste* kritis dengan menggunakan metode RCA (*Root Cause Analysis*) melalui pendekatan 5 *why's*. Setelah mengetahui akar permasalahan kemudian dilakukan penentuan akar penyebab paling kritis dengan menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*).

C. Tahap Analisis dan Rekomendasi Perbaikan

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Selanjutnya dilakukan usulan perbaikan dengan memperhatikan hasil nilai RPN pada metode. Rekomendasi perbaikan pada setiap kategori nilai RPN dijadikan satu alternatif untuk memudahkan perhitungan. Alternatif perbaikan kemudian dikombinasikan dan dilakukan perhitungan *value analysis* dengan memperhatikan performansi dan biaya setiap alternatif. Setelah itu dibuat *future state value stream mapping* dari alternatif perbaikan terpilih.

D. Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil



Gambar 5. Current State Value Stream Mapping.

Tabel 1.

Rekapitulasi Hasil Process Activity Mapping

Aktivitas	Jumlah	Waktu (detik)	% Waktu	VA	NVA	NNVA
Operation	6	358	12%	283	0	75
Transportation	3	1320	43%	0	0	1320
Inspection	2	1200	39%	0	0	1200
Storage	1	180	6%	0	180	0
Delay	0	0	0%	0	0	0
Total	12	3058	100%	283	180	2595

penelitian tugas akhir dan juga saran untuk perusahaan serta saran untuk penelitian selanjutnya agar dapat dikembangkan menjadi lebih baik lagi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Current State Value Stream Mapping

Value stream mapping merupakan gambaran visual yang membantu melihat dan memahami aliran material dan informasi suatu produk mulai dari supplier hingga ke customer [3]. Selain itu, dengan VSM juga dapat menggambarkan interaksi antar elemen yang terdapat pada aliran tersebut [4].

Dari Gambar 5 diketahui total lead time produksi adalah 3058 detik dan waktu value added sebesar 648 detik. Selain itu terdapat pemborosan downtime karena uptime mesin hanya 86% dan pemborosan defect karena rata-rata defect melebihi standar 3%.

B. Process Activity Mapping

Process activity mapping (PAM) merupakan tools untuk mendapatkan gambaran aktivitas dalam suatu proses dan dapat digunakan untuk mengurangi aktivitas yang tidak diperlukan dengan menyederhanakan aliran aktivitas dalam suatu proses [2]. Tabel 1 adalah rekapitulasi hasil PAM kondisi eksisting.

Waktu transportasi dan inspeksi merupakan sebagian besar waktu yang digunakan dan merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah namun dibutuhkan untuk kelancaran proses produksi. Sedangkan aktivitas operasi tidak banyak karena proses produksi yang dilakukan sederhana, tidak rumit dan hanya terdapat satu tahapan permesinan.

C. Identifikasi Waste

Identifikasi waste dilakukan berdasarkan hasil penggambaran VSM, PAM, observasi, dan diskusi dengan pihak perusahaan. Tabel 2 adalah tabel rekapitulasi hasil identifikasi waste.

Jenis pemborosan yang terjadi pada proses produksi

Tabel 2. Identifikasi Waste

Jenis Waste	Kondisi Perusahaan
Overproduction	Produksi melebihi target yang telah ditentukan terjadi pada bulan Februari dan Maret 2019.
Defects	Produk yang tidak sesuai spesifikasi dan kurangnya pengendalian kualitas saat proses berjalan.
Excess Inventory	Terdapat tumpukan produk pada lorong area produksi yang menunggu dimasukkan dalam gudang barang jadi.
Innapropriate processing	Tidak ditemukan.
Excessive Transportation	Proses keluar masuk barang dari area produksi ke gudang barang jadi tidak lancar karena hanya ada satu jalur akses yang bisa dilewati oleh satu keranjang besar.
Waiting	Waktu tunggu perbaikan mesin saat breakdown. Mencari bahan baku pada tumpukan material, tempat penyimpanan packaging yang tidak teratur menghambat proses pengambilan packaging, operator menggapai terlalu tinggi saat menumpuk produk di keranjang besar.
Unnecessary Motion	

Tabel 3. Rekapitulasi Borda Voting Method

Jenis Waste	Res 1	Res 2	Res 3	Res 4	Res 5	bi	Peringkat
Overproduction	6	6	7	7	6	3	7
Defects	1	2	1	1	2	28	1
Inventory	5	5	5	5	7	8	5
Processing	7	7	6	6	5	4	6
Transportation	4	1	4	3	3	20	3
Waiting	2	4	3	4	4	18	4
Motion	3	3	2	2	1	24	2

jerrycan 5 liter antara lain overproduction, defect, inventory, transportation, waiting, dan motion.

D. Penentuan Waste Kritis dengan Borda Voting Method

Borda voting method merupakan salah satu metode yang digunakan dalam pemilihan beberapa alternative [5]. Penentuan waste kritis diawali dengan pengisian kuisioner berisi pemberian peringkat setiap jenis pemborosan oleh responden yang bertanggung jawab langsung dengan proses produksi. Hasil pengisian kuisioner dihitung dengan rumus pada persamaan (1) untuk setiap jenis pemborosan.

$$bi = \sum_k (N - rik) \tag{1}$$

Keterangan:

bi = nilai borda

N = jumlah waste

rik = peringkat waste i berdasarkan responden k

Tabel 3 adalah tabel yang berisi hasil pengisian kuisioner dan hasil perhitungan nilai borda. Dari Tabel 3 diketahui terdapat 2 waste kritis yaitu defect pada peringkat pertama dan motion pada peringkat kedua.

E. Identifikasi Akar Penyebab Waste Kritis (5 Why's)

Identifikasi akar penyebab waste kritis dilakukan dengan menggunakan metode 5 whys yaitu dengan cara bertanya "mengapa" sebanyak lima kali. Memperbaiki akar penyebab permasalahan bertujuan untuk menghindari terulangnya permasalahan yang sama. Pendekatan ini cenderung memberikan solusi jangka panjang untuk meningkatkan sistem [6].

Hasil identifikasi akar penyebab waste defect untuk sub waste terdapat bintik hitam, kotor, atau warna tidak sesuai

Tabel 4.
Potential Failure dengan Kategori RPN Tinggi

No	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Cause</i>	RPN	<i>Improvement</i>
1	Hasil produksi tidak memenuhi spesifikasi	Kurangnya perhatian dalam perawatan komponen	378	Membuat <i>checklist</i> perawatan komponen
2	Hasil produksi tidak memenuhi spesifikasi	Penentuan jumlah sampel inspeksi belum sesuai <i>military standard</i>	300	Membuat standar pengambilan sampel sesuai <i>military standard</i>

standar adalah karena petugas tidak melakukan pembersihan *vacum loader* secara teratur. Kemudian akar penyebab *sub waste* berat tidak standar adalah kurangnya pengawas teknik dalam mengontrol dan mengecek temperatur dan kurangnya kontrol operator dalam mengecek sisa bahan pada *vacum loader*. Akar penyebab untuk *sub waste* cacat bentuk antara lain kurangnya pengawas teknik dalam mengontrol dan mengecek temperatur, kurangnya kontrol operator dalam mengecek sisa bahan pada *vacum loader*, kurangnya perhatian dalam perawatan komponen, operator kurang berkonsentrasi dalam melakukan proses *cutting*, serta kurangnya tanggung jawab dan *skill* operator.

Hasil identifikasi akar penyebab *waste motion* untuk *sub waste* mencari material pada tumpukan bahan baku dan *sub waste* mencari *packaging* plastik adalah karena perusahaan belum menerapkan 5S. Sedangkan akar penyebab *sub waste* menumpuk produk pada keranjang besar yaitu karena tidak tersedianya alat bantu untuk memudahkan operator menumpuk pada keranjang besar.

F. Perhitungan Risk Priority Number Metode FMEA

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) digunakan untuk mengklasifikasikan seluruh potensi kegagalan berdasarkan 3 kriteria yaitu *severity*, *occurrence* dan *detection* [7]. Nilai *risk priority number* (RPN) didapatkan dengan mengalikan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* dari skala yang telah ditentukan. Dari perhitungan RPN didapatkan tiga kategori yaitu kategori RPN tinggi untuk rentang nilai $250 \leq RPN < 350$, RPN sedang dengan rentang nilai $162.5 \leq RPN < 250$, dan RPN rendah untuk rentang nilai $87.5 \leq RPN < 162.5$.

Tabel 4 adalah rekapitulasi hasil perhitungan RPN kategori tinggi. Pada Tabel 4 Terdapat hasil perhitungan potensi kegagalan berupa hasil produksi tidak memenuhi spesifikasi yang disebabkan kurangnya perhatian perawatan komponen dan penentuan jumlah sampel inspeksi sedikit. Adapun rekomendasi perbaikan untuk kategori RPN tinggi adalah membuat *checklist* perawatan komponen dan membuat standar pengambilan sampel sesuai dengan *military standard*.

Tabel 5 adalah rekapitulasi hasil perhitungan RPN kategori sedang. Pada Tabel 5 terdapat hasil perhitungan potensi kegagalan berupa hasil produksi tidak memenuhi spesifikasi yang disebabkan kurangnya pengawas mengontrol temperatur, petugas tidak membersihkan *vacum loader* secara teratur, dan kurangnya kontrol operator mengecek sisa bahan pada *vacum loader*. Selain itu juga terdapat potensi kegagalan berupa mencari material dan *packaging* karena perusahaan belum menerapkan 5S. Serta menumpuk produk yang disebabkan karena tidak ada alat bantu untuk menumpuk. Adapun rekomendasi perbaikan untuk kategori RPN sedang antara lain menambah jumlah pengawas teknik, menerapkan %S di area gudang bahan baku dan penyimpanan

Tabel 5.
Potential Failure dengan Kategori RPN Sedang

No	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Cause</i>	RPN	<i>Improvement</i>
1	Hasil produksi tidak memenuhi spesifikasi	Kurangnya pengawas mengontrol dan mengecek temperatur	216	Menambah jumlah pengawas dalam satu <i>shift</i>
2	Mencari material pada tumpukan bahan baku	Perusahaan belum menerapkan 5S	200	Penerapan 5S di area gudang bahan baku
3	Mengambil <i>packaging</i> plastik	Perusahaan belum menerapkan 5S	200	Penerapan 5S di area penyimpanan <i>packaging</i>
4	Menumpuk produk pada keranjang besar	Tidak ada alat bantu untuk menumpuk	200	Menyediakan tangga pijakan
5	Hasil produksi tidak memenuhi spesifikasi	Petugas tidak membersihkan <i>vacum loader</i> secara teratur	180	Menempelkan SOP di tempat yang terlihat saat operator bekerja
6	Hasil produksi tidak memenuhi spesifikasi	Kurangnya kontrol operator mengecek sisa bahan pada <i>vacum loader</i>	180	Menempelkan SOP di tempat yang terlihat saat operator bekerja

packaging, menyediakan tangga pijakan, dan menempelkan SOP di tempat yang terlihat operator.

Tabel 6 adalah rekapitulasi hasil perhitungan RPN kategori rendah. Pada Tabel 6 terdapat hasil perhitungan potensi kegagalan berupa hasil produksi tidak memenuhi spesifikasi yang disebabkan kurangnya tanggung jawab dan *skill* operator serta operator kurang berkonsentrasi dalam melakukan *cutting*. Adapun rekomendasi perbaikan untuk kategori RPN rendah adalah dengan mengadakan *training* dan evaluasi kerja operator.

Pengkategorian nilai RPN yang telah dilakukan bertujuan untuk mempermudah pemberian rekomendasi, sehingga rekomendasi-rekomendasi untuk perbaikan kategori RPN tinggi merupakan alternatif 1, untuk kategori RPN sedang merupakan alternatif 2, dan untuk kategori RPN tinggi merupakan alternatif 3.

G. Value Analysis

Value analysis dapat didefinisikan sebagai proses peninjauan sistematis yang bersifat universal dan dapat digunakan untuk menganalisis produk atau layanan agar upaya pemenuhan kepuasan *customer* dapat dilaksanakan dengan biaya seminimum mungkin yang konsisten pada tingkat performansi dan keandalan tertentu [8]. Rekomendasi-rekomendasi perbaikan yang telah dipaparkan sebelumnya dikelompokkan menjadi 3 alternatif sesuai dengan kategori nilai RPN. Ketiga alternatif tersebut dikombinasikan antara alternatif satu dengan alternatif lainnya dan dihitung menggunakan *value analysis* berdasarkan kriteria performansi persentase *defect* dan waktu produktif pekerja. Selain dari segi performansi juga ditinjau dari segi biaya perbaikan yang dikeluarkan. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$PC_n = \frac{P_n}{P_o} \times PC_o \tag{2}$$

$$C_n = C_o + \text{Biaya Perbaikan} \tag{3}$$

$$V_n = \frac{PC_n}{C_n} \tag{4}$$

Tabel 1.
Potential Failure dengan Kategori RPN Rendah

No	Potential Failure Mode	Cause	RPN	Improvement
1	Hasil produksi tidak memenuhi spesifikasi	Kurangnya tanggung jawab dan skill operator	160	Mengadakan training dan evaluasi kerja operator
2	Hasil produksi tidak memenuhi spesifikasi	Operator kurang berkonsentrasi dalam melakukan proses cutting	120	Mengadakan training sebelum operator resmi bekerja

Tabel 2.
Rekapitulasi Perhitungan Value Analysis

Alt	Bobot		Pn	PCn (Rn)	Cost Cn (Rn)	Value
	P1	P2				
0	5	7	5.6	3,106,372,580.00	3,106,372,580.00	1.000
1	7	7	7	3,882,965,725.00	3,106,702,580.00	1.250
2	6	9	6.9	3,827,494,786.07	3,122,894,053.57	1.226
3	6	8	6.6	3,661,081,969.29	3,136,372,580.00	1.167
1,2	7	9	7.6	4,215,791,358.57	3,123,224,053.57	1.350
1,3	7	8	7.3	4,049,378,541.79	3,136,702,580.00	1.291
2,3	6	9	6.9	3,827,494,786.07	3,152,894,053.57	1.214
1,2,3	7	8	7.3	4,049,378,541.79	3,152,224,053.57	1.284

Keterangan:

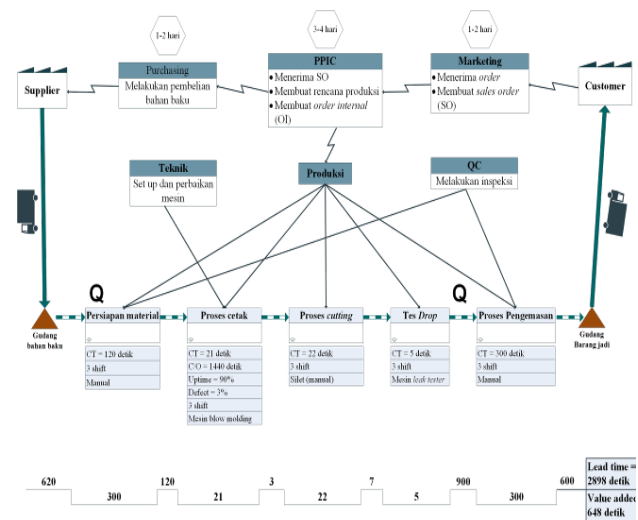
- PC_n = biaya performansi ke-n
- P_n = performansi alternatif ke-n
- P_o = performansi kondisi eksisting
- PC_o = biaya performansi kondisi eksisting
- C_n = biaya perbaikan alternatif ke-n
- C_o = biaya kondisi eksisting
- V_n = value alternatif ke-n

Nilai performansi didapatkan melalui kuisioner dengan skala yang sudah ditentukan. Tabel 7 adalah tabel yang berisi rekapitulasi hasil penentuan nilai performansi dan hasil perhitungan value analysis setiap kombinasi alternatif perbaikan, dimana P1 merupakan performansi persentase defect dengan bobot 0.7 dan P2 merupakan performansi waktu produktif pekerja dengan bobot 0.3.

Dari Tabel 7 dapat diketahui bahwa kombinasi alternatif 1 dan 2 memberikan value terbesar yaitu sebesar 1.250. Ditinjau dari segi performansi yang diharapkan yaitu meningkat dari 5.6 menjadi 7.6 dan estimasi biaya yang dikeluarkan per bulan Rp 3,123,224,053.57.

H. Future State Value Stream Mapping

Alternatif perbaikan yang memberikan value terbesar merupakan kombinasi alternatif 1 dan 2. Kombinasi tersebut diantaranya Membuat checklist perawatan komponen, membuat standar pengambilan sampel, menambah jumlah pengawas teknik dalam satu shift, penerapan 5S di area produksi dan gudang, menyediakan tangga pijakan, dan menempelkan SOP di area kerja agar mudah dilihat oleh operator. Berdasarkan rekomendasi perbaikan terpilih dapat mengurangi pemborosan diantaranya yaitu mengontrol persentase defect agar di bawah standar 3% dengan melakukan pengecekan komponen secara rutin dan intens melalui checklist perawatan komponen, penambahan jumlah pengawas teknik dalam satu shift, dan memperbanyak jumlah pengambilan sampel sesuai military standar yaitu sebanyak 125 unit. Kemudian untuk mengurangi pemborosan motion dilakukan dengan menerapkan 5S dan diharapkan perusahaan dapat mengurangi waktu pencarian material yang semula 180



Gambar 6. Future State Value Stream Mapping.

detik menjadi 20 detik. Gambar 6 merupakan penggambaran future state value stream mapping.

Dengan melakukan perbandingan curen state VSM dan future VSM maka dapat diketahui dengan adanya rekomendasi alternatif 2 maka lead time berkurang dari 3058 detik menjadi 2898 detik. Sedangkan nilai value added bertambah sebanyak 1.2% yaitu yang semula 21.2% menjadi 22.4%. Selain itu, melalui alternatif yang diberikan diharapkan uptime mesin dapat terkontrol hingga 90% dan persentase defect tidak melebihi 3%.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil pengolahan data dan analisis adalah sebagai berikut: (1) Berdasarkan hasil identifikasi waste ditemukan sejumlah pemborosan yaitu overproduction, defect, inventory, transportation, waiting, dan unnecessary motion. (2) Hasil penentuan waste kritis dengan metode Borda yaitu waste defect dan waste unnecessary motion. (3) Akar penyebab terjadinya waste kritis didapatkan melalui metode 5 whys dan perhitungan RPN pada FMEA. Terdapat 3 kategori RPN yaitu RPN tinggi, RPN sedang, dan RPN rendah. (4) Terdapat 3 alternatif perbaikan yang diusulkan berdasarkan kategori nilai RPN. Terpilih kombinasi alternatif 1 dan 2 sebagai alternatif terbaik untuk diimplementasikan berdasarkan value analysis. Dengan penerapan kedua alternatif tersebut dapat dihasilkan future state value stream mapping dengan pengurangan lead time dari 3058 detik menjadi 2898 detik dan nilai value added bertambah sebanyak 1.2%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Kumar, Dhermendra, and Naveen, "An exploratory study on implementation of lean manufacturing practices (with special reference to automobile sector industry).," *Yönetim ve Ekonomi.*, vol. 19, no. 2, pp. 289–299, 2012.
- [2] D. Hines, Peter; Taylor, *Going Lean*. Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre, 2000.
- [3] M. Rother and J. Shook, "What is Value-Stream Mapping," *Learn. to see Value Stream Mapp. to Add Value Elimin. Muda*, no. 1, p. 3, 2003.
- [4] M. J. Saary, "Radar plots: a useful way for presenting multivariate health care data," *J. Clin. Epidemiol.*, vol. 61, no. 4, pp. 311–317, 2008.
- [5] Z. F. Lansdowne and B. S. Woodward, "Applying the borda ranking method," *Air Force J. Logist.*, vol. 20, no. 2, pp. 27–29, 1996.
- [6] J. Glockling, "Root cause," *Fire Risk Manag.*, no. December-January, pp. 21–23, 2012, doi: 10.1201/9781420000191.ch36.

- [7] S. A. Sarkar, A. R. Mukhopadhyay, and S. K. Ghosh, "Root cause analysis, Lean Six Sigma and test of hypothesis," *TQM J.*, 2013.
- [8] N. Rich and M. Holweg, "Value analysis," *Value Eng. Innoregio Dissem. Innov. Knowl. Manag. Tech. Rep. Prod. EC funded Proj. United Kingdom Lean Enterp. Res. Cent. Cardiff*, 2000
- .