

Reduksi *Waste* untuk Perbaikan Proses Produksi *Spare Part* Menggunakan Pendekatan *Lean Thinking*

Latifah Salsabila, dan Yudha Prasetyawan

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

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

Abstrak—PT. X merupakan perusahaan yang memproduksi *spare part* untuk internal pabrik dengan sistem *make-to-order* (MTO). Pada proses produksi ditemukan berbagai indikasi *waste* yang menyebabkan aktivitas produksi terhambat. Salah satunya yaitu terjadinya *waiting* antar stasiun produksi karena waktu proses antar jenis *spare part* yang berbeda-beda dan juga *breakdown* pada mesin. Indikasi pemborosan lain yaitu produk *defect* dengan persentase diatas 20% jauh dari target perusahaan sebesar maksimal 1,25%. Selain itu ditemukan indikasi *waste* inspeksi berulang kali (*inappropriate processing*) dan *routing* yang kurang efektif (*transportation* dan *motion*). Adanya berbagai *waste* menyebabkan timbulnya *lead time* proses produksi yang lebih lama dari seharusnya dan menyebabkan kerugian finansial bagi perusahaan. Penelitian ini dilakukan dengan mengelompokkan *spare part* berdasarkan kesamaan proses produksi kemudian dilakukan penyelesaian permasalahan menggunakan konsep *Lean Thinking*. Langkah awal penelitian dilakukan dengan pemetaan proses produksi menggunakan *Operation Process Chart*, *Value Stream Mapping*, dan *Process Activity Mapping*. Selanjutnya dilakukan *Root Cause Analysis* menggunakan 5 *why's* untuk mencari akar permasalahan. Rekomendasi perbaikan disusun berdasarkan *action taken* yang dikembangkan dari analisis risiko menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* dengan nilai *Risk Priority Number* ≥ 200 . Terdapat 3 alternatif perbaikan yaitu perbaikan sistem dan manajemen produksi, perbaikan sistem inspeksi dan pemeliharaan, serta perbaikan sistem pengelolaan bahan baku pada rantai produksi. Pemilihan alternatif dilakukan dengan menggunakan *Value Management* dan didapatkan bahwa keseluruhan alternatif perbaikan merupakan kombinasi alternatif terpilih. Hasil estimasi dari penerapan rekomendasi perbaikan yaitu menurunnya persentase *defect*, menurunnya *cycle time* dan *production lead time*, serta meningkatnya efisiensi proses.

Kata Kunci—*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Root Cause Analysis* (RCA), *Spare Part*, *Lean Thinking*, *Value Stream Mapping* (VSM).

I. PENDAHULUAN

SALAH satu bagian yang terdapat di PT. X yaitu divisi munisi departemen pendukung sub departemen perkakas yang memproduksi pengganti *spare part* sebagai pendukung keberhasilan pada sistem produksi. Tujuan dari produksi *spare part* yaitu mengantisipasi adanya kerusakan mesin pada proses produksi utama sehingga kerusakan dapat segera diatasi. Jika kebutuhan *spare part* tidak dipenuhi maka proses produksi utama tidak dapat berjalan dengan baik. *Spare part* tersebut digunakan secara internal oleh PT. X dan tidak diperjual belikan untuk umum. Dengan memproduksi komponen *spare part* sendiri, PT. X dapat menjamin kualitas produk *spare part*

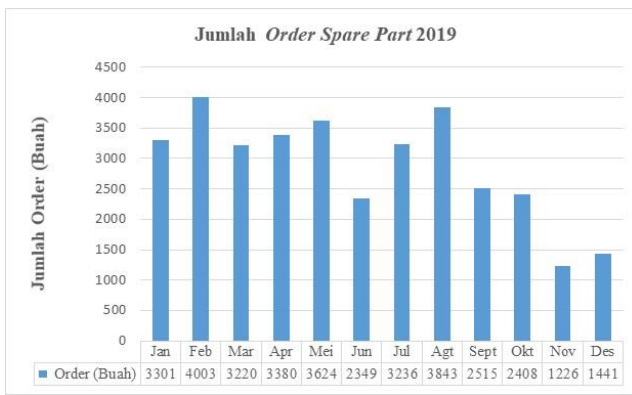
sesuai dengan yang diinginkan dan dapat menekan biaya produksi. Terdapat beberapa jenis produk *spare part* yang diproduksi dan disesuaikan dengan permintaan perusahaan, oleh karena itu bentuk *spare part* yang dihasilkan dan proses produksi yang dilakukan dapat berbeda untuk setiap jenisnya.

Perusahaan memenuhi kebutuhan *spare part* untuk internal pabrik dengan sistem *make to order* (MTO) karena proses produksi hanya akan dilakukan ketika mendapatkan *order* dari pihak bersangkutan, sehingga tidak terdapat *order* dengan jenis dan jumlah produk yang tetap di setiap bulannya. Semua *order* diproduksi dengan tepat jumlah sesuai dengan yang dipesan, tidak kurang dan tidak lebih. Proses produksi yang dilakukan diprioritaskan berdasarkan target penyelesaian produk yang paling cepat. Gambar 1 merupakan data jumlah *order spare part* untuk setiap bulan pada tahun 2019.

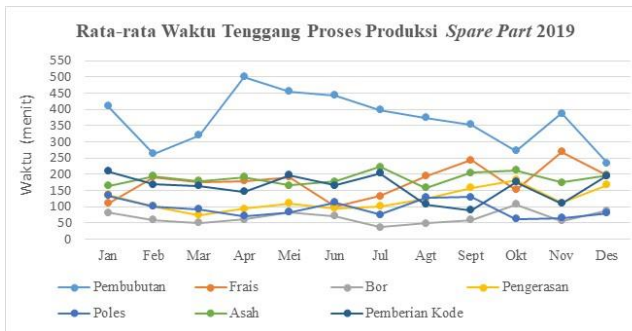
Berdasarkan grafik pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa terdapat fluktuasi *order* yang naik turun setiap bulan. Adanya fluktuasi *order* dengan variasi jumlah *order spare part* yang selalu berbeda menimbulkan siklus waktu pembuatan produk tidak sama, terdapat proses produksi yang cepat maupun proses tertentu yang cenderung lama. Hal tersebut mengakibatkan timbulnya indikasi pemborosan yaitu terdapat waktu tenggang antar stasiun produksi sehingga menyebabkan *lead time* lebih lama. Pemborosan tersebut terjadi karena waktu proses antar jenis *spare part* yang berbeda-beda dan variasi banyaknya jumlah setiap jenis *spare part* yang harus diproduksi sehingga menimbulkan *bottleneck* karena produk *work in process* (WIP) yang harus menunggu untuk diolah di stasiun produksi berikutnya. Waktu tenggang yang timbul dalam setiap produk *spare part* sangat bervariasi tergantung dari jenis *spare part* yang sedang diproses di stasiun produksi selanjutnya.

Pada Gambar 2 ditunjukkan data historis perusahaan terhadap rata-rata waktu tenggang untuk setiap tahap proses produksi *spare part*. Selain diakibatkan oleh produk WIP yang harus menunggu untuk diproses di stasiun berikutnya, secara umum waktu tenggang yang timbul untuk setiap proses produksi disebabkan oleh inspeksi berulang kali dan proses *setup* mesin yang memakan waktu cukup lama. Timbulnya waktu tenggang yang lama dapat mengakibatkan *lead time* proses produksi menjadi lebih lama sehingga jika terjadi keterlambatan pengiriman dapat mengakibatkan turunnya kepuasan konsumen.

Indikasi pemborosan lain yang kerap kali terjadi dalam proses produksi *spare part* yaitu ketidak sesuaian hasil produksi. Terdapat beberapa jenis ketidak sesuaian yang



Gambar 1. Jumlah Order Spare Part Tahun 2019.



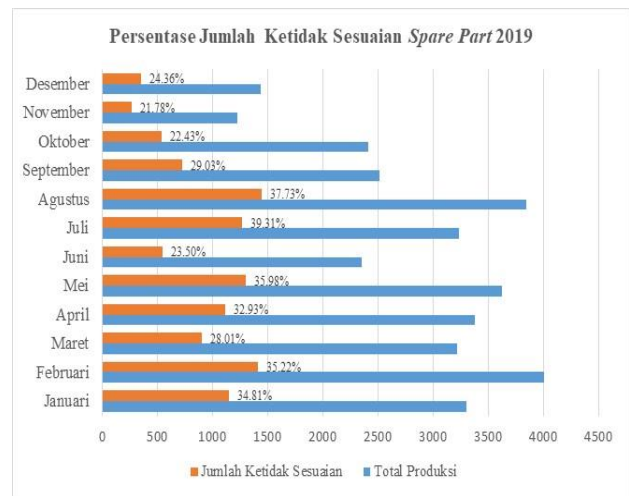
Gambar 2. Rata-rata Waktu Tenggang Proses Produksi Tahun 2019.

terdapat pada produk yaitu gelombang pada permukaan yang menyebabkan produk tidak merata atau cenderung terdapat bagian yang menonjol, terdapat goresan pada permukaan produk, tingkat kekerasan yang kurang sesuai, terdapat keretakan yang menyebabkan ketidaksempurnaan produk, dan juga produk akhir yang ukurannya tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa persentase jumlah produk yang tidak sesuai spesifikasi cukup tinggi yaitu diluar target yang ditetapkan perusahaan sebesar maksimal 1.25% produk cacat. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses produksi masih belum efisien sehingga dapat menimbulkan kerugian pada aspek finansial dikarenakan perusahaan harus membeli *raw material* baru jika produk masuk dalam kategori *rework* dan *lead time* produksi menjadi lebih lama karena produk harus dilakukan proses produksi ulang.

Permasalahan lain yang muncul yaitu terdapat pemborosan pada penataan *raw material*, WIP, produk jadi, dan barang lain yang disusun secara tidak terstruktur dan berantakan sehingga menyebabkan pekerjaan terhambat sehingga timbulah permasalahan transportasi di dalam pabrik. Masalah transportasi juga terletak pada *routing* yang kurang efektif. Selain itu kegiatan *material handling* masih dilakukan secara manual oleh operator dan seringkali operator mondar-mandir di satu area. Pengelolaan *material handling* yang kurang baik dapat memberikan dampak yang cukup signifikan terhadap biaya produksi yang harus dikeluarkan karena berpengaruh 20-70% terhadap biaya produksi [1].

Berdasarkan permasalahan pada proses produksi *spare part* berupa adanya waktu tunggu (*waiting*) yang juga diakibatkan karena inspeksi berulang kali (*inappropriate processing*),



Gambar 3. Persentase Jumlah Ketidak Sesuaian Spare Part 2019.

ketidak sesuaian proses produksi (*defect*), *routing* yang kurang efektif dan tidak terdapatnya *material handling* (*transportation* dan *motion*), terdapat indikasi pemborosan yang menyebabkan timbulnya *lead time* pada proses produksi yang lebih lama dari seharusnya dan juga menyebabkan kerugian finansial bagi perusahaan. Salah pendekatan yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan menggunakan *lean manufacturing* dengan pendekatan *lean thinking*. *Lean thinking* merupakan kerangka berfikir untuk melakukan hal yang lebih dengan tenaga se-minimal mungkin, sedikit peralatan, waktu se-singkat mungkin, dan juga ruang yang minimum namun tetap memenuhi kebutuhan *customer* [2].

Rumusan permasalahan dari penelitian ini yaitu bagaimana mereduksi pemborosan dengan memberikan rekomendasi perbaikan pada proses produksi *spare part* dengan pendekatan *lean thinking*. Tujuan dari penelitian ini yaitu memberikan gambaran sistem produksi aktual pembuatan *spare part*, mengidentifikasi *waste* yang terjadi dan akar penyebab *waste* yang terdapat pada proses produksi *spare part*, memberikan rekomendasi perbaikan untuk mereduksi *waste* pada proses produksi *spare part*, dan mengetahui estimasi besar pengaruh rekomendasi perbaikan terhadap *Key Performance Indicator* (KPI) yang ditetapkan perusahaan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada pengumpulan data, dilakukan pengambilan data-data terkait yang dibutuhkan untuk melaksanakan penelitian. Terdapat dua jenis data yang diambil untuk menunjang penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data yang diperoleh kemudian dijadikan input dalam melakukan pengolahan data, analisis dan juga pemberian rancangan perbaikan pada proses produksi perusahaan.

Selanjutnya dilakukan pengolahan data berupa yang terdiri dari identifikasi proses produksi *spare part* menggunakan *operation process chart* (OPC), pengelompokan jenis *spare part*, dan identifikasi implementasi *lean thinking* tahap awal yang terdiri dari *setting the direction*, pembuatan *big picture*, *detailed mapping*, serta identifikasi *waste* [3].

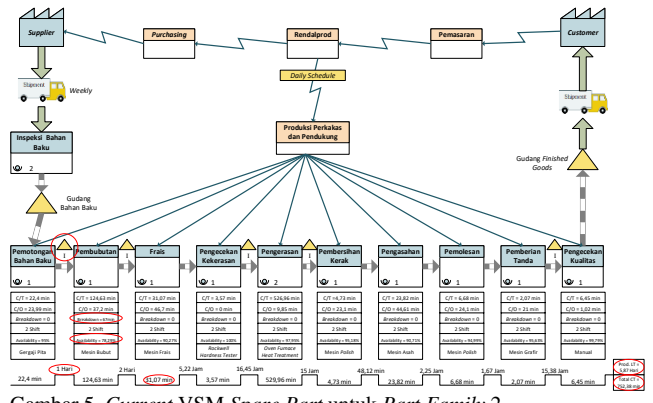
Tabel 1.
OPC Proses Produksi Spare Part

OPC Proses Produksi 1			OPC Proses Produksi 2			OPC Proses Produksi 3		
2216 min	054	Pemotongan Bahan Baku	336 min	054	Pemotongan Bahan Baku	389,5 min	054	Pemotongan Bahan Baku
1357,8 min	052	Pembubutan	1869 min	052	Pembubutan	1623,4 min	052	Pembubutan
1203,2 min	052	Pengeboran	466,05 min	052	Frais	52,5 min	052	Pengecekan Kekerasan
366 min	054	Pengecekan Kekerasan	53,55 min	054	Pengerasan	524,55 min	054	Pengerasan
518,44 min	052	Pengelasan	329,96 min	052	Pengelasan	78,15 min	052	Pembersihan Kerak
56,8 min	054	Pembersihan Kerak	70,95 min	054	Pembersihan Kerak	188,2 min	054	Pengasahan
290,9 min	052	Pengasahan	387,3 min	052	Pengasahan	89,85 min	052	Pemolesan
6,5 min	054	Pemolesan	180,2 min	054	Pemolesan	37,5 min	054	Pemberian Tanda
23 min	054	Pemberian Tanda	31,05 min	054	Pemberian Tanda	85,35 min	054	Pengecekan Kualitas
53,2 min	054	Pengecekan Kualitas	96,75 min	054	Pengecekan Kualitas			
		Penyimpanan			Penyimpanan			Penyimpanan

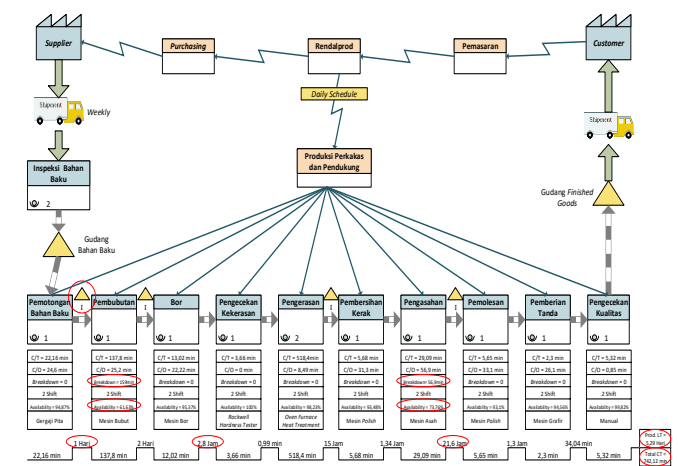
Kategori	Jml.	Waktu
Operasional	9	3011 min
Inspeksi	1	53,2 min
Total	10	3064,2 min

Kategori	Jml.	Waktu
Operasional	9	3814,1 min
Inspeksi	1	96,75 min
Total	10	3910,8 min

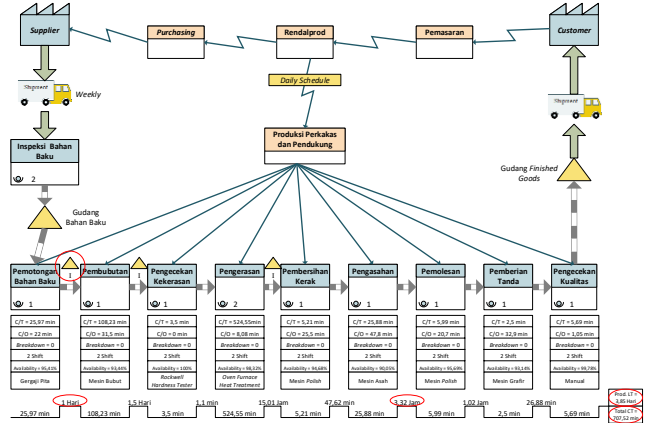
Kategori	Jml.	Waktu
Operasional	8	3183,6 min
Inspeksi	1	85,35 min
Total	9	3268,9 min



Gambar 5. Current VSM Spare Part untuk Part Family 2.



Gambar 4. Current VSM Spare Part untuk Part Family 1.



Gambar 6. Current VSM Spare Part untuk Part Family 3.

B. Tahap Analisis dan Interpretasi Data

Pada tahap ini dilakukan analisis serta interpretasi data pada tahap sebelumnya yaitu berupa analisis tingkat pencapaian *key performance indicator* (KPI) perusahaan, analisis OPC, *value stream mapping* (VSM), dan *process activity mapping* (PAM), analisis akar penyebab *waste* dengan menggunakan *root cause analysis* (RCA), serta analisis akar penyebab *waste* yang harus diselesaikan menggunakan *failure mode and effect analysis* (FMEA).

C. Tahap Perancangan Rekomendasi Perbaikan

Pada bagian ini dilakukan perancangan rekomendasi perbaikan berdasarkan prioritas akar permasalahan yang harus diselesaikan berdasarkan RCA dan FMEA. Perancangan rekomendasi perbaikan dilakukan untuk memberikan *improvement* pada proses produksi *spare part* berdasarkan pertimbangan *expert* perusahaan. Tahap ini terdiri dari penyusunan rekomendasi perbaikan, pemilihan kombinasi perbaikan menggunakan *value management*, implementasi *lean thinking* tahap akhir, serta pembuatan *future VSM*.

D. Tahap Penutup

Tahap penutup merupakan tahapan akhir yang dilakukan berupa penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan tujuan penelitian yang telah ditentukan dan pemberian saran kepada perusahaan serta untuk penelitian selanjutnya.

III. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

A. Identifikasi Proses Produksi Aktual

Terdapat 3 jenis proses produksi *spare part* pada lantai produksi. Pada proses produksi 1 terdapat 8 buah proses yaitu pemotongan bahan baku, pembubutan, pengeboran, pengecekan kekerasan, pengerasan, pembersihan kerak, pengasahan, pemolesan, dan pemberian tanda, inspeksi, dan penyimpanan. Selanjutnya pada proses produksi 2 terdapat 8 buah proses yaitu pemotongan bahan baku, pembubutan, proses frais, pengecekan kekerasan, pengerasan, pembersihan kerak, pengasahan, pemolesan, pemberian tanda, inspeksi, dan penyimpanan. Pada proses produksi 3 terdapat 7 buah proses yaitu pemotongan bahan baku, pembubutan, pengecekan kekerasan, pengerasan, pembersihan kerak, pengasahan, pemolesan, pemberian tanda, inspeksi, dan penyimpanan. Berikut merupakan penggambaran OPC untuk satu siklus produksi yang ditunjukkan pada Tabel 1.

B. Pengelompokan Jenis Spare Part

Karena terdapat tiga macam proses produksi, dilakukan pengelompokan *spare part* kedalam tiga *part family*. Secara keseluruhan terdapat 56 jenis *spare part* yang biasanya diproduksi oleh sub departemen perkerakas. Pada *part family 1* terdapat 16 jenis *spare part* yang diproses menggunakan proses produksi 1, pada *part family 2* terdapat 17 jenis *spare part* yang diproses menggunakan proses produksi 1, dan pada *part family*

Tabel 2.
Rekapitulasi PAM Part Family 1

Aktivitas	Jumlah		Waktu (Menit)			Total
	Total	(%)	VA	NNVA	NVA	
O	73	58,4%	673,84	287,35	1,58	962,77
T	20	16,0%	0	24,32	0	24,32
I	21	16,8%	6,11	24,65	0	30,76
S	4	3,2%	0	5073,97	1440	6513,97
D	7	5,6%	0	0	482,31	482,31
Total			679,95	5410,29	1923,89	8014,13
Persentase		8,48%	67,51%	24,01%		

Tabel 3.
Rekapitulasi PAM Part Family 2

Aktivitas	Jumlah		Waktu (Menit)			Total
	Total	(%)	VA	NNVA	NVA	
O	71	56,3%	680,47	287,2	1,81	969,48
T	20	15,9%	0	25,61	0	25,61
I	22	17,5%	7,02	25,72	0	32,74
S	5	4,0%	0	5666	1440	7106
D	8	6,3%	0	0	742,29	742,29
Total			687,49	6004,53	2184,1	8876,12
Persentase		7,75%	67,65%	24,61%		

Tabel 4.
Rekapitulasi PAM Part Family 3

Aktivitas	Jumlah		Waktu (Menit)			Total
	Total	(%)	VA	NNVA	NVA	
O	67	57,8%	643,06	244,51	1,52	889,09
T	18	15,5%	0	24,08	0	24,08
I	21	18,1%	6,24	24,78	0	31,02
S	3	2,6%	0	3060	1440	4500
D	7	6,0%	0	0	451,32	451,32
Total			649,3	3353,37	1892,84	5895,51
Persentase		11,01%	56,88%	32,11%		

3 terdapat 23 jenis *spare part* yang diproses menggunakan proses produksi 3.

C. Identifikasi Lean Thinking Tahap Awal

Langkah awal yang harus dilakukan perusahaan yaitu mengidentifikasi *value* pada suatu produk yang dilihat dari sudut pandang konsumen dan bertujuan untuk memenuhi *customer needs*. *Value* yang diinginkan oleh konsumen yaitu berupa dimensi, tingkat kekerasan, jumlah, bahan baku, dan *durability* produk. Untuk mendukung tercapainya *customer value*, perusahaan dapat menentukan target yang ingin dicapai perusahaan dalam jangka waktu tertentu yang diukur dengan KPI. KPI yang harus dicapai dalam proses produksi *spare part* yaitu menargetkan tingkat kegagalan (*defect rate*) produksi sebesar 1,25%, proses produksi untuk setiap proses tidak melebihi waktu standar, serta pencapaian tingkat efisiensi proses hingga 60%.

Selanjutnya dilakukan identifikasi *lean thinking* dengan pembuatan *big picture* atau seringkali disebut VSM. Terdapat dua jenis VSM yang dibuat yaitu *standard VSM* yang mendefinisikan aliran proses produksi dalam satu lini produksi dan informasi sesuai dengan waktu standar yang telah ditetapkan perusahaan dan *current VSM* merupakan aliran proses dan informasi terhadap keseluruhan proses yang terdapat pada satu lini produksi sesuai dengan kondisi aktual perusahaan. Kemudian kedua VSM tersebut dibandingkan apakah waktu proses kondisi aktual telah memenuhi standar yang ditetapkan perusahaan. Berikut merupakan *current VSM*

Tabel 5.
Persentase Tingkat Defect Rate Produksi Spare Part 2019

No.	Bulan	Output Produksi	Total Defect	Defect Rate
1	Januari	3301	1149	34,81%
2	Februari	4003	1410	35,22%
3	Maret	3220	902	28,01%
4	April	3380	1113	32,93%
5	Mei	3624	1304	35,98%
6	Juni	2349	552	23,50%
7	Juli	3236	1272	39,31%
8	Agustus	3843	1450	37,73%
9	September	2515	730	29,03%
10	Oktober	2408	540	22,43%
11	November	1226	267	21,78%
12	Desember	1441	351	24,36%

Tabel 6.
Perhitungan Nilai Efisiensi Proses

Part Family	Value Added Time (min)	Prod. Lead Time (min)	Efisiensi
1	2755,24	7626,72	36,13%
2	3908,26	8484,2	46,07%
3	3269,1	5548,06	58,92%

pada proses produksi *spare part* untuk setiap *part family* yang ditunjukkan pada Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5, hingga Gambar 6. Simbol merah menunjukkan nilai yang tidak memenuhi waktu standar.

Tahap selanjutnya yaitu membuat *detailed mapping* dengan menggunakan PAM untuk melakukan pemetaan proses produksi secara detail untuk aktivitas mulai dari proses operasi (O), transportasi (T), inspeksi (I), *delay* (D), dan *storage* (S) yang selanjutnya dapat dikelompokkan kedalam aktivitas *value added* (VA), *non-value added but necessary* (NNVA), dan *non-value added* (NVA). Dengan melakukan pengelompokan terhadap ketiga kategori aktivitas tersebut diharapkan dapat diidentifikasi persentase nilai aktivitas yang memberi nilai tambah dan tidak memberi nilai tambah terhadap proses [4]. Berikut merupakan rekapitulasi hasil PAM produksi *spare part* untuk setiap *part family* yang ditunjukkan pada Tabel 2, Tabel 3, hingga Tabel 4.

Berdasarkan rekapitulasi PAM untuk setiap *part family* didapatkan bahwa aktivitas operasi merupakan aktivitas terbesar dalam proses produksi dan kategori aktivitas terbesar pada proses produksi *spare part* yaitu NNVA.

Setelah dilakukan pemetaan aliran menggunakan VSM dan PAM diketahui beberapa aktivitas yang masuk ke dalam jenis *waste*. Selain itu pemetaan *waste* juga dilakukan berdasarkan observasi, wawancara, serta *brainstorming* dengan manajer departemen produksi perkakas dan pendukung selaku *expert* perusahaan. Berikut merupakan hasil identifikasi *waste* dilakukan berdasarkan *7-waste* berdasarkan teori yang terdapat pada *Toyota Production System* [5].

1) Defect

Karat pada *raw material*, gelombang pada permukaan, goresan pada permukaan, tingkat kekerasan belum sesuai, keretakan permukaan, dan dimensi kurang dari spesifikasi.

2) Overproduction

Tidak terdapat *waste overproduction*.

3) Inventory

Penumpukan bahan baku setelah dilakukan proses pemotongan dan penumpukan produk WIP pada lorong

Tabel 7.
Rekapitulasi Akar Permasalahan untuk Seluruh Waste

No.	Root Cause Keseluruhan Waste
1	Belum menerapkan sistem FIFO ketika material akan digunakan
2	Belum terdapat <i>training</i> secara merata kepada operator terkait prosedur pelaksanaan kerja
3	Butuh waktu untuk penyesuaian mesin dengan spesifikasi <i>spare part</i>
4	Kesalahan dalam menjalankan prosedur pemasangan benda kerja
5	Kesalahan pelaksanaan prosedur dalam melakukan proses perbaikan
6	Kesalahan penataan material oleh operator sehingga tidak terstruktur
7	Letak kerusakan pada mesin masih belum teridentifikasi
8	Letak tempat pembuangan <i>scrap</i> tidak dekat dengan operator
9	Mata pahat tidak disusun dengan rapi dan tidak berurutan
10	<i>Material handling</i> dilakukan secara manual
11	Operator kurang fokus dalam bekerja
12	Operator kurang memahami prosedur <i>setup</i> mesin
13	Operator lalai dalam menggunakan mesin produksi
14	Operator meletakkan produk WIP di sembarang tempat dan tidak rapi
15	Operator tidak di- <i>training</i> untuk mengoperasikan keseluruhan mesin
16	Operator kurang memahami prosedur pelaksanaan kerja
17	Pada lantai produksi belum diterapkan sistem 5S
18	Penempatan <i>layout</i> tidak mempertimbangkan aliran sesuai <i>part family</i>
19	Penyimpanan bahan baku tidak ditata dengan rapi sehingga menghalangi operator
20	Perusahaan ingin menghemat tenaga dalam melakukan perpindahan bahan baku ke lantai produksi karena jarak antara gudang bahan baku dan lantai produksi cukup jauh
21	Pihak gudang kurang teliti dalam melakukan inspeksi bahan baku
22	<i>Routing</i> yang kurang efektif sehingga menyebabkan operator harus melakukan <i>material handling</i> cukup jauh
23	Tata letak produksi yang kurang mempertimbangkan aliran proses
24	Tidak adanya penataan hasil pemotongan dengan baik
25	Tidak dilakukan <i>maintenance</i> pada mesin secara berkala
26	Tidak dilakukan pembersihan mesin dan alat secara rutin
27	Tidak dilakukan pengelompokan <i>work station</i> sesuai dengan jenis <i>spare part</i> yang serupa
28	Tidak terdapat alat <i>material handling</i> yang digunakan untuk perpindahan proses
29	Tidak terdapat tempat penyimpanan material yang tertutup
30	Umur mesin untuk melakukan proses produksi cukup tua

4) *Inappropriate Processing*

Rework karena ketidaksempurnaan hasil produksi dan inspeksi berulang berupa pengecekan dimensi.

5) *Transportation*

Perpindahan yang kurang efisien untuk menuju proses produksi selanjutnya dan pengangkutan bahan baku ke lantai produksi yang lama.

6) *Waiting*

Menunggu untuk memperbaiki mesin atau alat yang rusak, *bottleneck* pada proses produksi, dan menunggu perbaikan produk *defect*.

7) *Motion*

Operator mondar-mandir melewati satu area yang sama dan proses pengecekan mesin ulang secara manual karena masih terjadi sedikit kemacetan setelah dilakukan perbaikan.

IV. ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

A. Analisis Tingkat Pencapaian KPI

1) *Pencapaian Defect Rate Produksi*

Perusahaan menetapkan bahwa target maksimal *defect rate* pada lantai produksi sebesar 1,25% namun pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa tingkat *defect rate* pada tahun 2019 memiliki nilai lebih dari 20% dan berada sangat jauh di atas standar yang ditetapkan.

2) *Pencapaian Target Waktu Produksi*

Berdasarkan penggambaran VSM ditunjukkan bahwa hampir seluruh proses untuk setiap *part family* melebihi waktu standar sehingga belum memenuhi KPI.

3) *Pencapaian Tingkat Efisiensi Proses*

Perhitungan nilai efisiensi dilakukan dengan membagi *value added time* dengan *production lead time*. Pada perusahaan ditetapkan KPI efisiensi proses sebesar 60% namun pada perhitungan Tabel 6 didapatkan bahwa nilai efisiensi proses untuk setiap *part family* masih kurang dari standar yang ditetapkan.

B. Analisis OPC, VSM, dan PAM

Pada OPC digambarkan alur proses produksi untuk satu siklus produksi secara diskret sehingga waktu operasi dari setiap proses dapat diketahui. Selain itu juga dapat diketahui material yang digunakan dalam proses produksi *spare part* hanya berupa logam. Berdasarkan OPC yang telah dibuat dapat diketahui bahwa proses yang paling lama untuk dilakukan untuk setiap *part family* yaitu proses bubut. Karena proses bubut yang lama, dibutuhkan banyak mesin untuk menghindari *bottleneck* dan perusahaan mengalokasikan 6 buah mesin bubut yang merupakan jenis mesin paling banyak jumlahnya dibanding mesin lain. Secara keseluruhan perusahaan telah menetapkan perkiraan terhadap waktu standar untuk setiap proses dan dilakukan investasi jumlah yang menyesuaikan waktu proses namun pada lantai produksi masih terjadi adanya *waiting* dan juga *bottleneck*.

Penggambaran VSM digunakan untuk pemetaan aliran informasi dan aliran material proses produksi. Aliran fisik pada penelitian ini yaitu proses produksi *spare part*, sedangkan aliran informasi dimulai dari masuknya order hingga order dikirimkan ke konsumen. Pada VSM ditunjukkan bahwa waktu siklus dan

Tabel 8.
Perhitungan Nilai *Performance*

Kom binasi	Kriteria			<i>Performance</i>
	Persentase Defect	Efisiensi Proses	Target Waktu Produksi	
	0,247	0,622	0,131	
0	6	6	5	6,502
1	7	8	7	10,189
2	7	7	8	9,340
3	8	6	6	8,928
1, 2	7	9	8	11,491
1, 3	8	8	8	11,000
2, 3	8	7	8	10,674
1, 2, 3	9	9	9	15,065

Tabel 9.
Perhitungan *Value Management*

Kombinasi	<i>Performance</i>	C'n	Cost (Cn)	Value
0	6,502	Rp188.231.280	Rp188.231.280	1
1	10,189	Rp294.990.066	Rp277.847.280	1,061
2	9,340	Rp270.411.732	Rp218.274.480	1,238
3	8,928	Rp258.469.393	Rp190.126.680	1,359
1, 2	11,491	Rp332.683.519	Rp307.890.480	1,08
1, 3	11	Rp318.470.084	Rp279.742.680	1,138
2, 3	10,674	Rp309.041.979	Rp220.169.880	1,403
1, 2, 3	15,065	Rp436.167.102	Rp309.785.880	1,407

lead time produksi untuk setiap *part family* melebihi waktu standar yang telah ditetapkan. Setelah dilakukan identifikasi hal tersebut terjadi karena adanya indikasi waste *waiting* akibat timbulnya waktu tunggu pada proses, *transportation* karena membutuhkan waktu lebih untuk melakukan perpindahan proses, dan juga *inventory* yang diakibatkan karena bahan baku yang telah dipotong harus disimpan selama satu hari sebelum masuk ke proses bubut.

Setelah dilakukan penggambaran VSM dilakukan pembuatan PAM untuk mengetahui detail aktivitas setiap proses untuk setiap *part family*. Berdasarkan hasil rekapitulasi PAM disimpulkan pada keseluruhan proses untuk setiap *part family*, aktivitas yang banyak terjadi yaitu aktivitas NNVA yang merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk namun aktivitas tersebut tetap diperlukan dalam menjalankan proses, aktivitas NNVA juga dapat menyebabkan waste pada proses produksi yang perlu untuk ditinjau kembali contohnya yaitu dilakukan aktivitas inspeksi berulang kali oleh operator. Selain itu secara keseluruhan aktivitas NVA yang terjadi banyak pada proses *storage* berupa penyimpanan sementara untuk menunggu *spare part* lain dilakukan proses produksi dan delay untuk menunggu *spare part* lain selesai diproduksi.

C. Analisis Akar Penyebab Waste

Berdasarkan waste yang telah diidentifikasi, dilakukan analisis penyebab akar permasalahan menggunakan *5why's* dengan pengategorian ke dalam faktor 4M+1E yang merupakan singkatan dari *man* (manusia), *machine* (mesin), *method* (metode), *material* (bahan baku), dan *environment* (lingkungan). Metode *5why's* dilakukan dengan bertanya "mengapa" beberapa kali untuk menemukan akar permasalahan sehingga tindakan yang dilakukan tepat dan menghilangkan masalah [6]. Akar permasalahan didapatkan berdasarkan dengan observasi dan melakukan wawancara kepada operator,

Tabel 10.
Prediksi Penurunan *Defect Rate*

<i>Defect Rate</i>	Kondisi Aktual	Perbaikan	KPI	Selisih Aktual - Perbaikan
	31,96%	17,98%	1,25%	13,98%

Tabel 11.
Prediksi Penurunan Efisiensi

Part Family	Aktual (min)		Perbaikan (min)		Efisiensi (%)		
	VA Time	Lead Time	VA Time	Lead Time	Aktua l	Perba ikan	Selisih
1	2755	7626	2479	6055	36,13	40,95	4,82
2	3908	8484	3517	6693	46,07	52,55	6,49
3	3269	5548	2942	3789	58,92	77,63	18,71

selanjutnya dilakukan validasi mengenai hasil akar penyebab waste yang telah dibuat kepada *expert* perusahaan. Tabel 7 menunjukkan rekapitulasi akar permasalahan untuk keseluruhan waste.

D. Failure Mode and Effect Analysis

Tahap selanjutnya yaitu menentukan prioritas akar penyebab waste yang harus segera diselesaikan berdasarkan FMEA dengan nilai RPN tertinggi yaitu ≥ 200 . Semakin tinggi nilai RPN menunjukkan risiko masalah yang semakin tinggi sehingga semakin diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan. Berdasarkan FMEA juga disusun *action taken* untuk setiap pemborosan. *Action taken* tersebut digunakan sebagai dasar penyusunan alternatif perbaikan yang dapat diimplementasikan perusahaan.

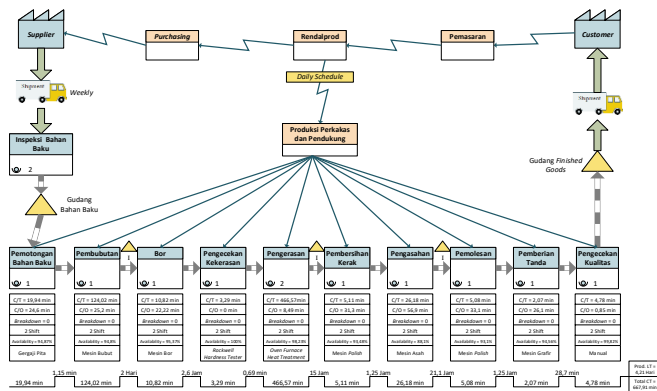
Setelah dilakukan penyusunan alternatif rekomendasi perbaikan, perlu dilakukan identifikasi keterkaitan antara akar penyebab setiap waste dengan alternatif perbaikan untuk menunjukkan apakah alternatif perbaikan yang disusun dapat menyelesaikan akar permasalahan yang ada. Diketahui bahwa seluruh alternatif rekomendasi perbaikan dapat men-cover seluruh waste.

V. PERANCANGAN REKOMENDASI PERBAIKAN

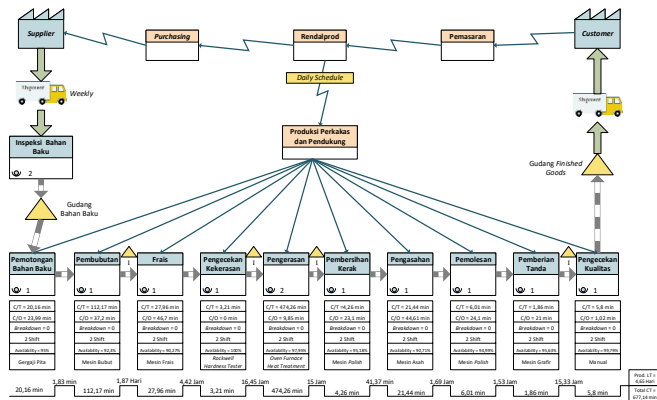
A. Penyusunan Rekomendasi Perbaikan

Berikut merupakan beberapa alternatif perbaikan yang disusun berdasarkan akar permasalahan dengan RPN tertinggi.

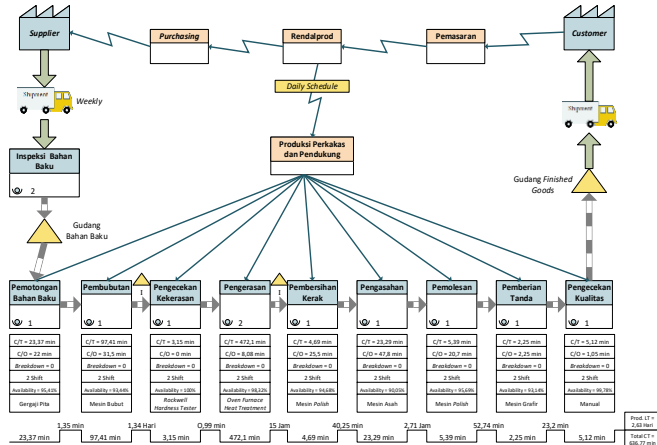
- 1) *Alternatif 1: Perbaikan Sistem dan Manajemen Produksi*
 - a. Penerapan 5S pada Perusahaan
 - b. Perancangan fasilitas *material handling*
 - c. Perbaikan *layout* lantai produksi
 - d. Pelaksanaan *training* terkait prosedur kerja untuk meningkatkan kinerja operator
- 2) *Alternatif 2: Perbaikan Sistem Inspeksi dan Pemeliharaan*
 - a. Perbaikan sistem *maintenance* dengan *preventive maintenance*
 - b. Pembuatan *checklist* pemeliharaan dan pembersihan mesin atau peralatan di setiap stasiun kerja
- 3) *Alternatif 2: Perbaikan Sistem Pengelolaan Bahan Baku*
 - a. Perbaikan SOP pengiriman bahan baku ke lantai produksi
 - b. Pembuatan *checklist* inspeksi bahan baku



Gambar 7. Future VSM Spare Part untuk Part Family 1.



Gambar 8. Future VSM Spare Part untuk Part Family 2.



Gambar 9. Future VSM Spare Part untuk Part Family 3.

- c. Perbaikan rak penyimpanan bahan baku pada lantai produksi

B. Penentuan Kombinasi Alternatif Perbaikan

Selanjutnya dilakukan kombinasi setiap alternatif untuk mengetahui alternatif terbaik sehingga dijadikan rekomendasi bagi perusahaan. Penentuan kombinasi alternatif perbaikan terbaik dilakukan dengan *value management*. *Value management* merupakan dilakukan dengan mempertimbangkan nilai *performance* dan biaya untuk setiap alternatif kemudian dihitung setiap nilai *value*-nya [7]. Persamaan (1) merupakan rumus perhitungan *value*.

$$Value = \frac{Performance}{Cost} \quad (1)$$

Nilai *value* merupakan besaran yang tidak memiliki satuan. Oleh karena itu jika *cost* memiliki satuan rupiah, maka *performance* harus memiliki satuan rupiah. Maka diperlukan konversi dari *performance* nilai skor menjadi *performance* yang memiliki satuan rupiah seperti dalam (2).

$$C'n = \frac{Pn}{Po} \times Co \quad (2)$$

Dimana:

Po = *Performance* kondisi awal.

Pn = *Performance* alternatif ke-n.

Co = *Cost* kondisi awal.

C'n = *Performance* alternatif ke-n dalam bentuk rupiah.

Selanjutnya (2) dapat dimasukkan dalam (1) sehingga didapatkan (3).

$$Vn = \frac{C'n}{Cn} \quad (3)$$

Dimana:

Vn = *Value* alternatif ke-n.

C'n = *Performance* alternatif ke-n dalam bentuk rupiah.

Cn = *Cost* alternatif ke-n.

Sebelum dilakukan perhitungan *performance*, ditentukan kriteria alternatif perbaikan berdasarkan KPI yang ditetapkan perusahaan yaitu persentase *defect*, efisiensi proses, dan target waktu produksi. Selanjutnya dilakukan pemberian bobot terhadap setiap kriteria menggunakan *Analytical Hierarchy Process (AHP)* menggunakan software *expert choice*. Tahap selanjutnya yaitu melakukan perhitungan nilai *performance* dengan memberikan nilai bobot untuk setiap kombinasi alternatif berdasarkan pengisian kuesioner oleh *expert* perusahaan dengan skala 1-10. Tabel 8 menunjukkan hasil perhitungan nilai *performance*.

Tahap berikutnya yaitu menghitung nilai *cost* dan dilakukan perhitungan *value* untuk setiap kombinasi alternatif perbaikan. Tabel 9 menunjukkan perhitungan nilai *value* menggunakan *value management*.

Didapatkan bahwa kombinasi alternatif 1, 2, dan 3 menghasilkan *value* paling besar bagi yaitu sebesar 1,407. Hal tersebut menunjukkan perusahaan dapat menerapkan keseluruhan rekomendasi perbaikan pada lantai produksi.

C. Implementasi Penerapan Lean Thinking Tahap Akhir

1) Pencapaian Defect Rate Produksi

Berdasarkan hasil prediksi didapatkan bahwa penerapan keseluruhan rekomendasi perbaikan dapat mereduksi *defect rate* sebesar 13,98% seperti perhitungan pada Tabel 10.

2) Pencapaian Target Waktu Produksi

Pelaksanaan *training* untuk operator dapat meningkatkan kinerja operator sehingga berdasarkan diskusi dengan *expert* perusahaan, diprediksi dapat mereduksi 10% *cycle time* dari kondisi aktual karena *skill* operator meningkat. Berdasarkan perbandingan waktu standar dan waktu perbaikan didapatkan bahwa *total cycle time* dan *production lead time* untuk keseluruhan *part family* memenuhi waktu standar.

3) Pencapaian Tingkat Efisiensi Proses

Berikut merupakan prediksi pencapaian nilai efisiensi proses untuk setiap *part family* yang ditunjukkan pada Tabel 11 dan didapatkan bahwa nilai efisiensi proses meningkat setelah

diterapkan rekomendasi perbaikan.

D. Pembuatan Future Value Stream Mapping

Future VSM digunakan untuk mengetahui aliran proses dan melihat apakah perubahan kecil yang diberikan dengan melakukan rekomendasi perbaikan dapat berdampak pada sistem produksi. Pada perkiraan penerapan rekomendasi perbaikan, diasumsikan pelaksanaan *preventive maintenance* dan pembersihan mesin setiap hari dapat menghilangkan adanya *breakdown* pada proses produksi. Gambar 7, Gambar 8, hingga Gambar 9 menunjukkan *future VSM* untuk setiap *part family*.

VI. KESIMPULAN

Berikut merupakan kesimpulan yang dapat diambil: (1) Terdapat banyak jenis spare part yang diproduksi, oleh karena itu dilakukan pengelompokan jenis spare part ke dalam tiga *part family* dengan mengidentifikasi kesamaan proses produksi. (2) Terdapat 7 *waste defect*, 2 *waste inventory*, 2 *waste inappropriate processing*, 2 *waste transportation*, 3 *waste waiting*, dan 2 *waste motion*. Selanjutnya *waste* yang telah diidentifikasi dicari akar permasalahannya menggunakan 5

why's dengan pengklasifikasian ke dalam faktor 4M+1E. (3) Terdapat tiga alternatif perbaikan yaitu perbaikan sistem dan manajemen produksi, perbaikan sistem inspeksi dan pemeliharaan, dan perbaikan sistem pengelolaan bahan baku. Ketiga alternatif tersebut dapat menyelesaikan semua akar permasalahan pada rantai produksi. (4) Dengan menerapkan seluruh rekomendasi perbaikan pada perusahaan diprediksi persentase *defect* menurun 13,98%, *cycle time* dan *lead time* menurun serta memenuhi waktu standar, dan efisiensi proses setiap *part family* meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. S. Heragu, *Facilities design*, 3rd ed. New York: Crc Press, 2008.
- [2] J. P. Womack, *Lean Thinking vs Muda*. New York: Free Press, 2003.
- [3] D. Hines, Peter; Taylor, *Going Lean*. Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre, 2000.
- [4] M. L. Singgih and R. Kristian, "Peningkatan produktivitas divisi produksi peralatan industri proses pada pt. barata indonesia dengan value stream mapping," Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya, Surabaya, 2007.
- [5] A. P. Dillon and S. Shingo, "A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint," 1989.
- [6] F. Chandler, "Using Root Cause Analysis to Understand Failures and Accident," Washington D.C., 2004.
- [7] D. Dell'Isola, "Quality Control." Prentice Hall International Inc, 1986.