

PENINGKATAN KUALITAS DAN MINIMASI WASTE PADA PRODUKSI KAWAT TEMBAGA DENGAN METODE *LEAN SIX SIGMA*

Rio Karuna¹⁾, Helena Juliana Kristina²⁾, I Wayan Sukania³⁾

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tarumangara
e-mail: ¹⁾rio.545190035@stu.untar.ac.id, ²⁾julianak@ft.untar.ac.id, ³⁾wayans@ft.untar.ac.id

ABSTRAK

Perusahaan tempat dilakukan penelitian berdiri pada tahun 2014 terletak di Pulau Jawa, perusahaan ini bergerak pada bidang produksi kawat tembaga sebagai bahan baku kabel tembaga. Perusahaan mengalami permasalahan utama yaitu biaya transportasi dan produksi yang tinggi, serta waktu menunggu akibat memperbaiki produk cacat. Hal ini disebabkan karena proses quality control bahan baku belum efektif mendeteksi penyebab produk cacat. Pada penelitian ini menggunakan metode lean six sigma dengan pendekatan DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) dalam upaya minimasi waste dan meningkatkan kualitas pada kawat tembaga ukuran 2,8 mm. Setelah dilakukan analisis dan pengolahan data, didapatkan hasil presentase defect waste 28.98%, waiting waste 22.91%, dan overprocessing waste 18,87%. Sedangkan, untuk nilai DPMO didapatkan nilai sebesar 6539 dan nilai sigma sebesar 3,98. Pada perhitungan PCE untuk mengetahui nilai efisiensi proses produksi didapatkan nilai 39,72%. Setelah dilakukan berbagai macam analisis untuk mengetahui akar penyebab permasalahan, dilakukan tindakan perbaikan yang sesuai dengan penyebab masalah yang ada. Hasil dari penelitian ini untuk perusahaan adalah pemberian usulan perbaikan berupa pembuatan one point lesson dan checksheet untuk mengurangi produksi barang cacat.

Kata kunci: Kualitas, Lean Six Sigma, Produksi, Waste

ABSTRACT

The company where the research was conducted in 2014 located in Java Island, this company is engaged in the production of copper wire as a raw material for copper cables. The company experienced major problems, namely high transportation and production costs, as well as waiting time due to repairing defective products. This is because the quality control process of raw materials has not been effective in detecting the cause of defective products. In this study, it used the lean six sigma method with the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) approach to minimize waste and improve the quality of copper wire measuring 2.8 mm. After analysis and data processing, the percentage of defect waste was 28.98%, waiting waste was 22.91%, and overprocessing waste was 18.87%. Meanwhile, the DPMO value was 6539 and the sigma value was 3.98. In the PCE calculation to find out the value of the efficiency of the production process, a value of 39.72% was obtained. After various kinds of analysis are carried out to find out the root cause of the problem, corrective actions are carried out in accordance with the cause of the existing problem. The result of this research for the company is the provision of proposed improvements in the form of making one-point lessons and checksheets to reduce the production of defective goods

Keywords: Lean Six Sigma, Production, Quality, Waste

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang terjadi pada saat ini sangat cepat, seiring berkembangnya teknologi kebutuhan dan keinginan manusia terhadap suatu hal juga meningkat. Kebutuhan manusia yang beragam ini mendorong terjadinya proses produksi yang dilakukan perusahaan industri untuk menciptakan suatu produk. Dalam memproduksi suatu produk perusahaan membutuhkan suatu standar penjaminan mutu dengan tujuan menjaga kualitas hasil produksi agar dapat meningkatkan kepuasan konsumen. Kualitas sendiri merupakan senjata yang dapat digunakan persaingan suatu bisnis karena kualitas berkaitan dengan jaminan konsumen, sehingga kualitas dapat menjadi tolak ukur keberhasilan perusahaan dalam meningkatkan profitabilitas [1, 2].

Hal ini sama seperti yang dialami perusahaan yang berdiri pada tahun 2014 di Pulau Jawa dan bergerak pada bidang produksi kawat tembaga sebagai bahan baku kabel tembaga.

Penelitian ini difokuskan pada ukuran kawat tembaga 2,8 mm dikarenakan merupakan produk paling banyak diproduksi oleh perusahaan. Berikut ini merupakan kawat tembaga berukuran 2,8 mm dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kawat Tembaga Ukuran 2,8 mm

Permasalahan utama yang dialami oleh perusahaan adalah terdapat beberapa pemborosan (*waste*) yang terjadi. *Waste* atau pemborosan merupakan segala aktivitas kerja yang tidak memiliki nilai tambah selama aliran proses produksi yang mengubah *input* menjadi *output* berlangsung. Terdapat hasil produk cacat yang cukup tinggi (*waste defect*) dengan rata-rata hasil produk cacat sebesar 3,33% setiap bulannya. Akibat dari adanya *waste defect* menyebabkan terjadinya pemborosan jenis lainnya yaitu *waste waiting* yang disebabkan karena waktu menunggu pengerjaan ulang produk *defect* (*rework*) dan *waste overprocessing* karena adanya penambahan proses yang tidak bernilai tambah akibat proses *rework*.

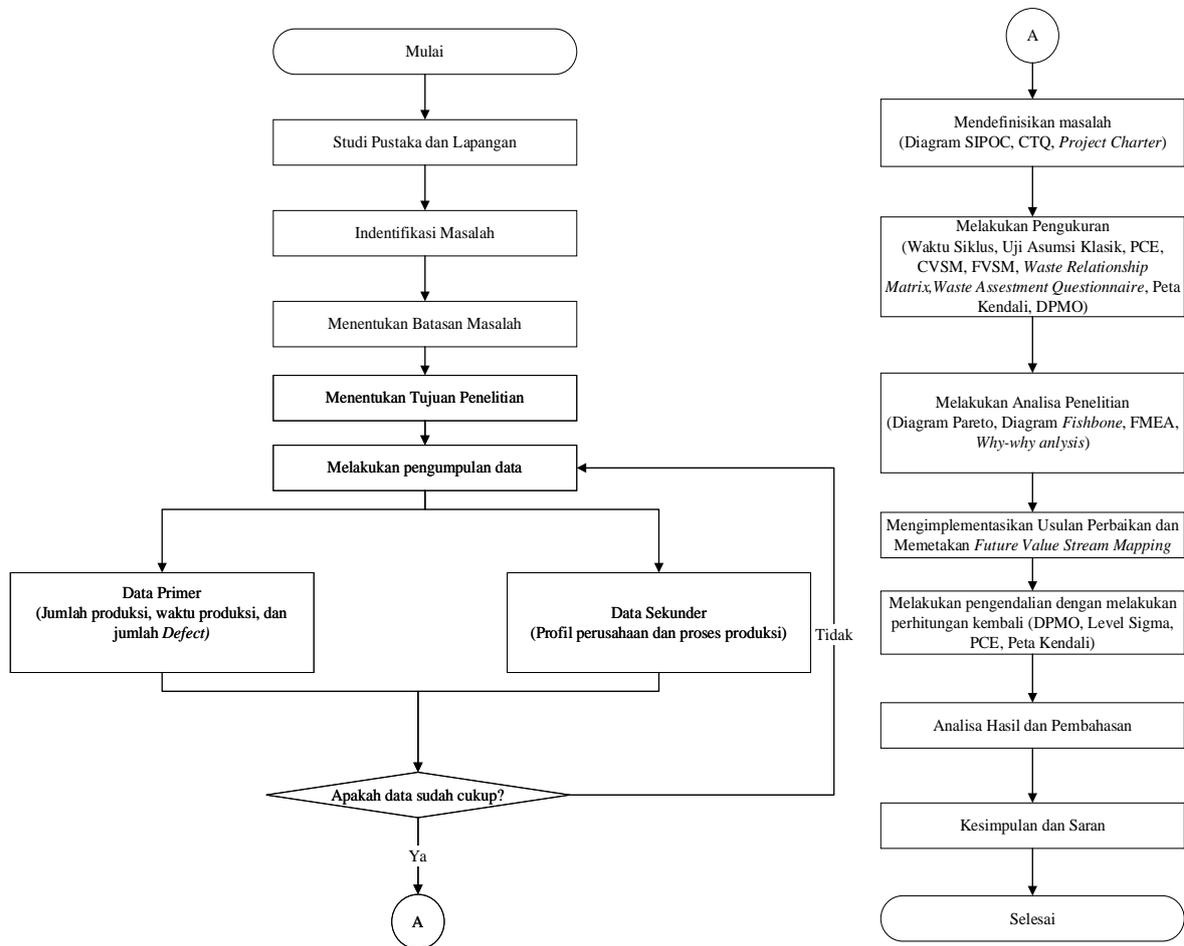
Konsep *lean* adalah suatu upaya untuk menghilangkan (*waste*) secara terus-menerus dan meningkatkan nilai tambah produk (*value added*) yang berupa barang/jasa agar dapat memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). Fokus utama *Lean* adalah mengidentifikasi dan mengeliminasi aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (*non-value-adding activities*) dalam desain produk (bidang manufaktur) atau operasi (bidang jasa) dan *supply chain management* [3]. *Six sigma* adalah sebuah metodologi yang terstruktur dalam peningkatan proses bisnis yang memiliki tujuan menemukan dan mengurangi faktor penyebab *defect* produk, mengurangi waktu siklus dan biaya operasi, meningkatkan produktivitas, memenuhi kebutuhan pelanggan, dan mendapatkan hasil investasi yang lebih baik dari produksi dan pelayanan yang dilakukan [4]. *Lean six sigma* merupakan kombinasi antara konsep *Lean* dan *Six Sigma* yang dapat didefinisikan sebagai suatu filosofis bisnis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) yang terjadi atau aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (*non-value-adding activities*), melalui perbaikan secara terus menerus (*continuous improvement*) untuk mencapai tingkat kerja 6 sigma, menggunakan sistem tarik (*pull system*) untuk mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi dari konsumen untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan dengan produk cacat yang dihasilkan hanya 3,4 juta per 1 juta kesempatan operasi (DPMO) [5, 6].

Penelitian ini menggunakan penelitian sebelumnya yang serupa untuk dijadikan sebagai referensi, penelitian dilakukan di PD. Berkat Plastik menggunakan metode *lean six sigma* untuk meningkatkan nilai PCE dan nilai tingkat sigma. *Tools* yang digunakan adalah diagram SIPOC, *value stream mapping*, *fishbone diagram*, dan FMEA. Didapatkan hasil penelitian terdapat peningkatan nilai tingkat sigma dan nilai PCE setelah dilakukan usulan perbaikan [7]. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode yang sama karena berdasarkan referensi yang ada dapat meningkatkan nilai tingkat sigma dan nilai PCE. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis pemborosan (*waste*) yang terjadi selama proses produksi kawat tembaga ukuran 2,8 mm, menghitung tingkat efisiensi, menganalisis akar penyebab terjadinya pemborosan, dan memberikan tindakan perbaikan berdasarkan

permasalahan yang ada untuk mengurangi pemborosan (*waste*) menggunakan metode *lean six sigma*. Manfaat penelitian ini untuk perusahaan adalah mendapatkan informasi mengenai jenis-jenis *waste* dan usulan perbaikan untuk mengatasi *waste* yang terjadi.

METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan dalam melakukan penelitian dari awal hingga akhir adalah sebagai berikut, diawali dengan melakukan studi pustaka dan studi lapangan, mengidentifikasi permasalahan yang terjadi, menentukan batasan masalah penelitian, menentukan tujuan penelitian agar penelitian lebih terarah, melakukan pengumpulan data yang terbagi menjadi data primer (jumlah produksi, waktu produksi, dan jenis *waste*) dan data sekunder (profil perusahaan, data produksi, data *defect*, dan jenis produk), melakukan tahap *define* (Diagram SIPOC, CTQ, *project charter*), tahap *measure* (waktu siklus, uji asumsi klasik, PCE, CVSM, WAM, peta kendali P, DPMO, level sigma), tahap *analyze* (diagram pareto, *fishbone* diagram, FMEA, *why-why analysis*), tahap *improve* (usulan perbaikan dan FVSM), tahap *control* (DPMO, level sigma, PCE, peta kendali P), analisa hasil dan pembahasan, kesimpulan dan saran. Berikut ini merupakan diagram alir metodologi penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



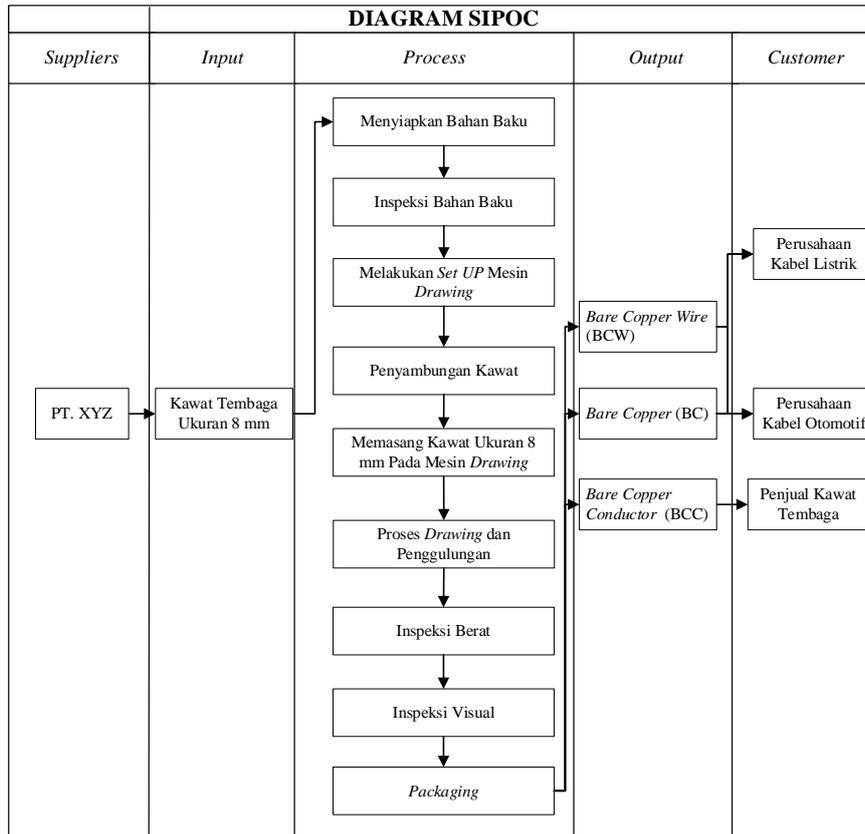
Gambar 2. Diagram Alir Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini menggunakan metode *lean six sigma* dengan penerapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) sebagai tahapan penelitian. Penggunaan metode ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas produksi dan meminimasi pemborosan (*waste*) yang terjadi selama proses produksi berlangsung.

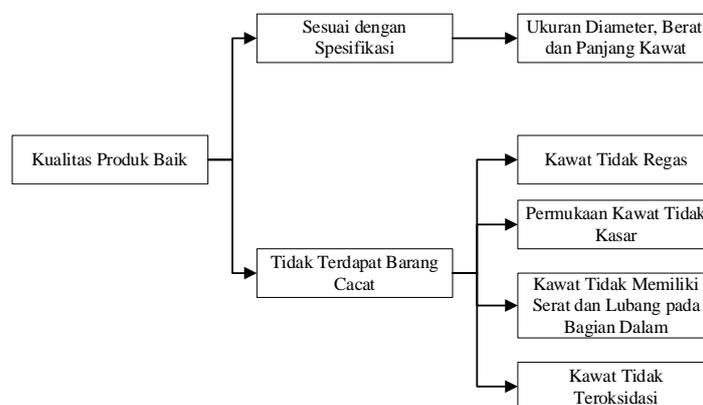
Tahap Define

Dalam penerapan tahapan DMAIC, tahap *define* merupakan proses awal yang dilakukan untuk mengidentifikasi masalah yang ada. Pada tahap ini akan mengidentifikasi hal-hal penting dan permasalahan yang terjadi. Dalam tahap *Define* langkah-langkah yang dilakukan adalah menentukan produk yang diteliti, membuat diagram SIPOC dan *Critical to Quality*. Diagram SIPOC (*Suppliers, Inputs, Processes, Outputs, Customers*) adalah diagram yang mengidentifikasi *suppliers* dalam proses, urutan proses, hasil proses, dan kepentingan pemasok dalam *output* [8]. Berikut ini merupakan diagram SIPOC dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram SIPOC

Setelah membuat diagram SIPOC, langkah selanjutnya adalah pembuatan diagram CTQ (*Critical to Quality*). *Critical to Quality* adalah atribut penting untuk memperhatikan elemen dari suatu produk dalam mengidentifikasi kebutuhan dan kepuasan konsumen [9]. Berikut ini merupakan diagram CTQ dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram CTQ

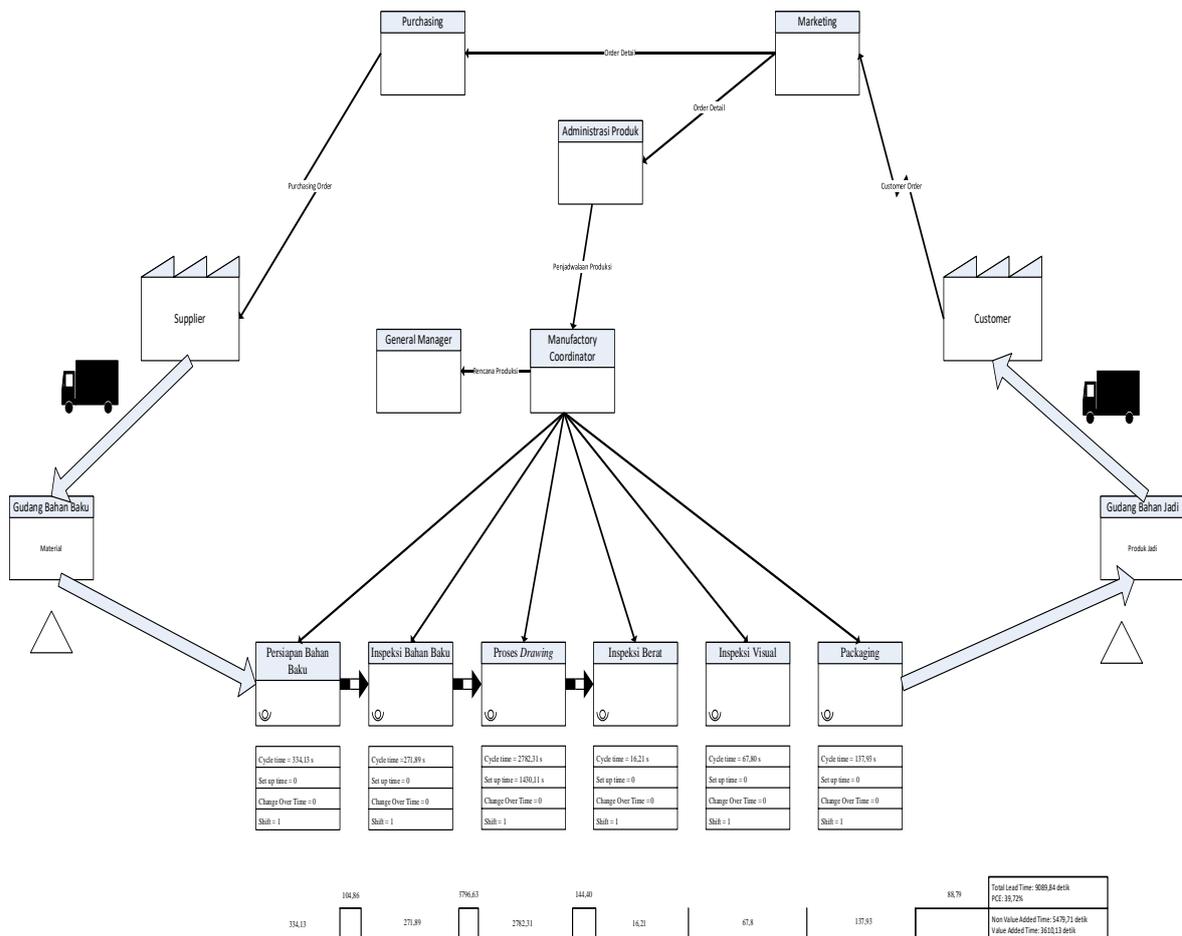
Measure

Tahap *measure* merupakan langkah yang dilakukan setelah tahap *define* dalam pendekatan DMAIC. Dalam tahap *measure* akan dilakukan pengolahan data berupa perhitungan pada data yang telah dikumpulkan. Langkah pertama pada tahap ini dimulai dengan melakukan perhitungan *process cycle efficiency* (PCE). PCE merupakan perbandingan antara *Value Add* (VA) dan *Total Lead Time*, dimana semakin besar nilai dari hasil perbandingan maka dapat dikatakan bahwa proses berjalan semakin efisien [10]. Rumus perhitungan PCE adalah sebagai berikut.

$$Process\ Cycle\ Efficiency\ (PCE) = \frac{value\ added}{total\ lead\ time} \times 100\% \quad (1)$$

Setelah melakukan perhitungan PCE, didapatkan hasil nilai sebesar 39,72%. Berdasarkan hasil perhitungan dapat diartikan bahwa proses produksi kawat tembaga ukuran 2,8 mm sudah termasuk *lean* karena nilai PCE lebih besar dari 30% [3]. Tetapi proses produksi tetap membutuhkan *improvement* agar nilai efisiensi dapat meningkat.

Langkah selanjutnya adalah membuat *current value stream mapping*, VSM adalah suatu alat proses pemetaan pada *lean* yang berfungsi untuk mengidentifikasi aliran material dan informasi proses produksi dari bahan baku menjadi produk jadi [11]. Berikut ini merupakan pemetaan CVSM dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Value Stream Mapping

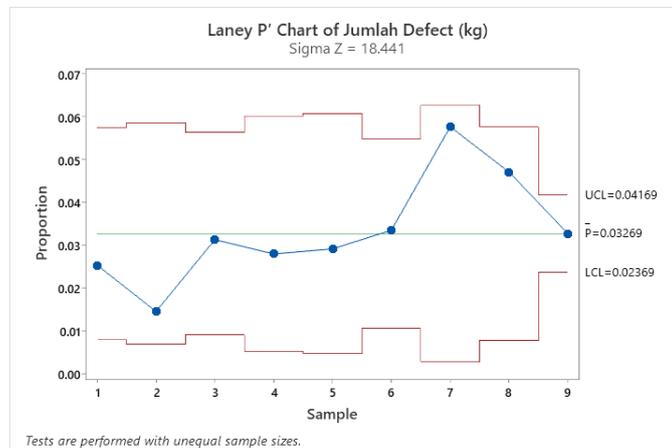
Setelah melakukan pemetaan CVSM, dilakukan perhitungan dari hasil identifikasi *waste* menggunakan *waste relationship matrix* (WRM) dan *waste assessment questionnaire* (WAQ) untuk mengetahui tingkat artikulasi dari tujuh jenis pemborosan beserta dampaknya. Terdapat 7 jenis *waste* yang disimbolkan dalam O (*overproduction*), I (*inventory*), D

(defect), M (motion), T (transportation), P (process), dan W (waiting). Sedangkan, Pj adalah probabilitas kejadian setiap waste dan Yj adalah indikasi untuk setiap jenis waste.

Tabel 1. Perhitungan Final Waste

	O	I	D	M	T	P	W
Skor (Yj)	0,154	0,159	0,179	0,101	0,129	0,259	0,221
Pj Factor	127,438	176,453	391,138	191,158	86,266	172,532	258,798
Final Result (Yj Final)	19,639	28,077	69,993	19,324	11,123	44,698	57,320
Final Result Percentage	7,85%	11,22%	27,98%	7,72%	4,45%	17,87%	22,91%
Rank	5	4	1	6	7	3	2

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 1, penelitian akan terfokuskan pada tiga jenis waste tertinggi berdasarkan presentase waste yaitu defect waste, waiting waste, dan overprocessing waste. Selanjutnya, dilakukan perhitungan peta kendali P, peta kendali atribut Laney-P (Laney-P chart) merupakan peta kendali yang dapat digunakan sebagai pengendalian kualitas untuk melihat apakah perusahaan sudah terkendali atau belum, peta kendali atribut laney-P digunakan untuk data yang memiliki jumlah produksi dan nilai variansi produk cacat yang besar [12]. Berikut ini merupakan peta kendali P dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Peta Kendali P

Berdasarkan Gambar 6 terdapat tujuh titik yang masih keluar batas kendali dalam periode produksi, hal ini menandakan data belum terkontrol. Langkah terakhir dari tahap *measure* adalah melakukan perhitungan untuk kapabilitas proses, DPMO, dan nilai sigma. *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) adalah suatu pengukuran untuk menghitung kegagalan yang terjadi setiap 1 juta kesempatan [8]. Berikut ini merupakan tabel perhitungan kapabilitas proses, DPMO, dan nilai sigma dapat dilihat pada Tabel 2.

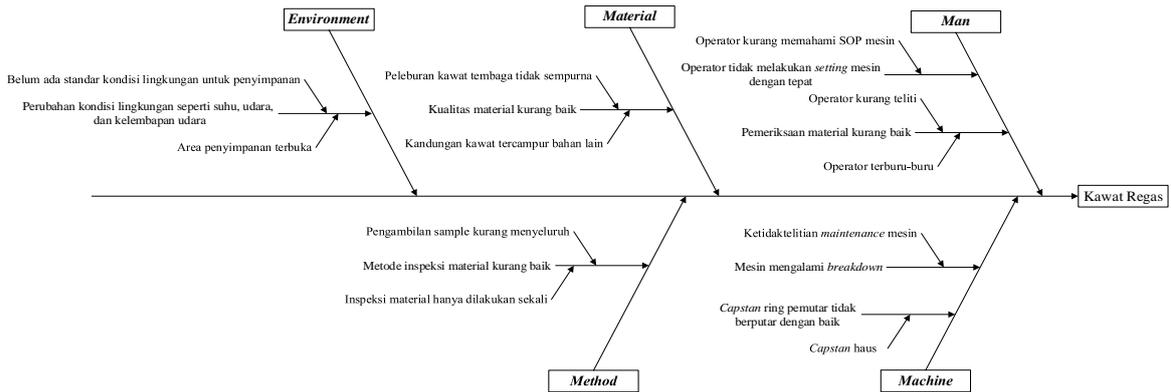
Tabel 2. Perhitungan Kapabilitas Proses, DPMO, dan Nilai Sigma

Perhitungan	Rumus	Hasil
Cp	$\alpha = 1 - \frac{\text{Presentase Proporsi Defect}}{100 \times \text{Oppurtunities Defect}}$ $Cp = \frac{\text{Titik Z}}{3}$	1,207
Cpk	$\alpha = 1 - \frac{\text{Presentase Proporsi Defect}}{100}$ $Cpk = \frac{\text{Titik Z}}{3}$	1,12
DPMO	$DPMO = \frac{\text{jumlah defect}}{\text{total unit} \times \text{defect opportunities}} \times 1.000.000$	6538,522
Nilai Sigma	$Tingkat\ sigma = NORMSINV\left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000}\right) + 1,5$	3,98

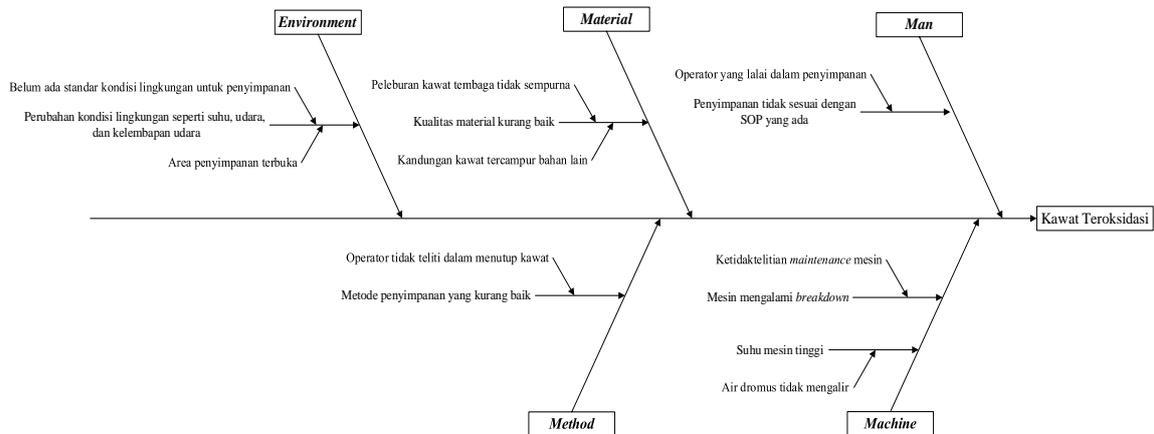
Tahap Analyze

Pada tahap *analyze* akan menganalisa atau mencari akar penyebab dari permasalahan yang terjadi selama proses produksi berlangsung. Dalam pemilihan jenis cacat yang diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan terdapat tiga jenis *defect* dengan nilai tertinggi. Jenis *defect* ini paling sering terjadi berdasarkan wawancara pihak perusahaan yaitu, kawat regas, kawat teroksidasi, dan permukaan kawat kasar.

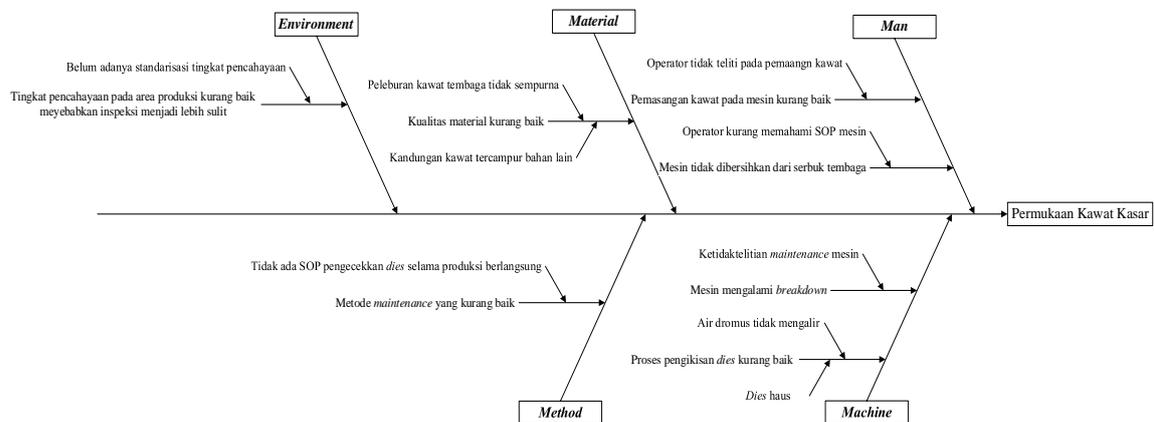
Tools yang digunakan dalam pencarian akar penyebab *defect* digunakan *fishbone diagram*. *Fishbone diagram* adalah alat yang dapat menunjukkan hubungan antara kemungkinan penyebab dan efek yang ditimbulkan [13]. Berikut ini merupakan *fishbone diagram* dapat dilihat pada Gambar 7 sampai dengan Gambar 9.



Gambar 7. Defect Kawat Regas



Gambar 8. Defect Kawat Teroksidasi



Gambar 9. Defect Permukaan Kawat Kasar

Selanjutnya, setelah melakukan analisis penyebab masalah untuk *waste defect* akan dilakukan analisis menggunakan *why-why analysis* untuk jenis *waste waiting* dan *waste overprocessing*. Berikut ini merupakan *why-why analysis* untuk *waste* dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. *Why-why Analysis Waste Overprocessing*

Waste	Faktor	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Overprocessing	Material	Material melalui proses tambahan	Terdapat proses <i>repair</i>	Produk yang dihasilkan cacat		
			Terdapat Proses <i>rework</i>	Produk yang dihasilkan cacat		
Overprocessing	Method	Manufacturing lead time bertambah	Terdapat penambahan proses yang tidak bernilai tambah	Terdapat proses <i>repair</i> dan <i>rework</i>	Produk yang dihasilkan cacat	

Tabel 4. *Why-why Analysis Waste Waiting*

Waste	Faktor	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Waiting	Man	Operator menganggur pada stasiun <i>drawing</i> besar	Operator menunggu bahan baku yang belum datang di stasiun <i>drawing</i> besar	Kawat tembaga sedang dilakukan proses <i>rework</i>	Produk yang dihasilkan cacat	
			Mesin <i>drawing</i> besar menganggur	Mesin <i>drawing</i> besar tidak dapat bekerja karena menunggu bahan baku	Kawat tembaga sedang dilakukan proses <i>rework</i>	Produk yang dihasilkan cacat

Langkah terakhir pada tahap *analyze* adalah pembuatan FMEA, *Failture Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kesalahan (*failure mode*) [14]. Berikut ini merupakan analisis FMEA dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis FMEA

No.	Potensial Failure Mode	Product Effect or Failure	S	Potensial Cause	O	Current Process Control	D	RPN	Rank	Action Recommended
1.	Kawat Regas	Kawat tembaga yang putus berulang kali saat ditarik menggunakan mesin <i>drawing</i>	7	Material yang kurang baik, pada saat peleburan kawat tembaga tercampur bahan lain menyebabkan tingkat kekuatan elongasi kawat berkurang.	7	Inspeksi bahan baku secara visual dan fisik oleh pekerja untuk mengetahui tekstur kawat tembaga. Pengujian tingkat elongasi bahan baku sebelum melalui proses <i>drawing</i> .	4	196	1	Membuat <i>checksheet</i> untuk pengujian bahan baku.
2.	Kawat Berserat	Terdapat serat memanjang seperti yang membentuk rongga di dalam kawat tembaga.	4	Material yang kurang baik, pada saat peleburan kawat tembaga tercampur bahan lain menyebabkan material tidak kuat ditarik dan membentuk serat.	2	Inspeksi secara visual oleh <i>quality control</i> pada saat proses inspeksi barang jadi.	5	40	4	Membuat <i>one point lesson</i> .
3.	Kawat Teroksidasi	Kawat tembaga mengalami oksidasi, sehingga mengalami perubahan warna menjadi kehitaman.	7	Pekerja tidak menutup kawat tembaga dengan baik menggunakan terpal.	6	Inspeksi secara visual oleh <i>quality control</i> pada saat proses inspeksi barang jadi.	2	84	2	Membuat <i>one point lesson</i> , memberikan pemahaman pekerja, dan memperketat pengawasan SOP.
4.	Kawat Berlubang	Terdapat lubang-lubang yang membentuk rongga di dalam kawat tembaga.	4	Peleburan kawat tembaga yang kurang baik menyebabkan pada saat proses peleburan masuk udara yang membentuk lubang-lubang pada bagian dalam kawat.	2	Inspeksi secara visual oleh <i>quality control</i> pada saat proses inspeksi barang jadi dan pada saat barang jadi akan dikirim.	4	32	5	Membuat <i>one point lesson</i> .
5.	Pernukaan Kawat Kasar	Pernukaan kawat tembaga memiliki tekstur kasar.	7	Mata <i>daise</i> sudah haus sehingga mengikis kawat tembaga menjadi kasar, ring pemutar sudah haus, atau konsentrasi pencampuran air dan dromus tidak sesuai.	5	Inspeksi secara visual oleh <i>quality control</i> pada saat proses inspeksi barang jadi.	2	70	3	Membuat <i>one point lesson</i> , melakukan <i>maintenance</i> mesin secara berkala, dan memberikan pelatihan mengenai prosedur pemasangan <i>daise</i> dan kawat pada mesin <i>drawing</i> .

Tahap Improve

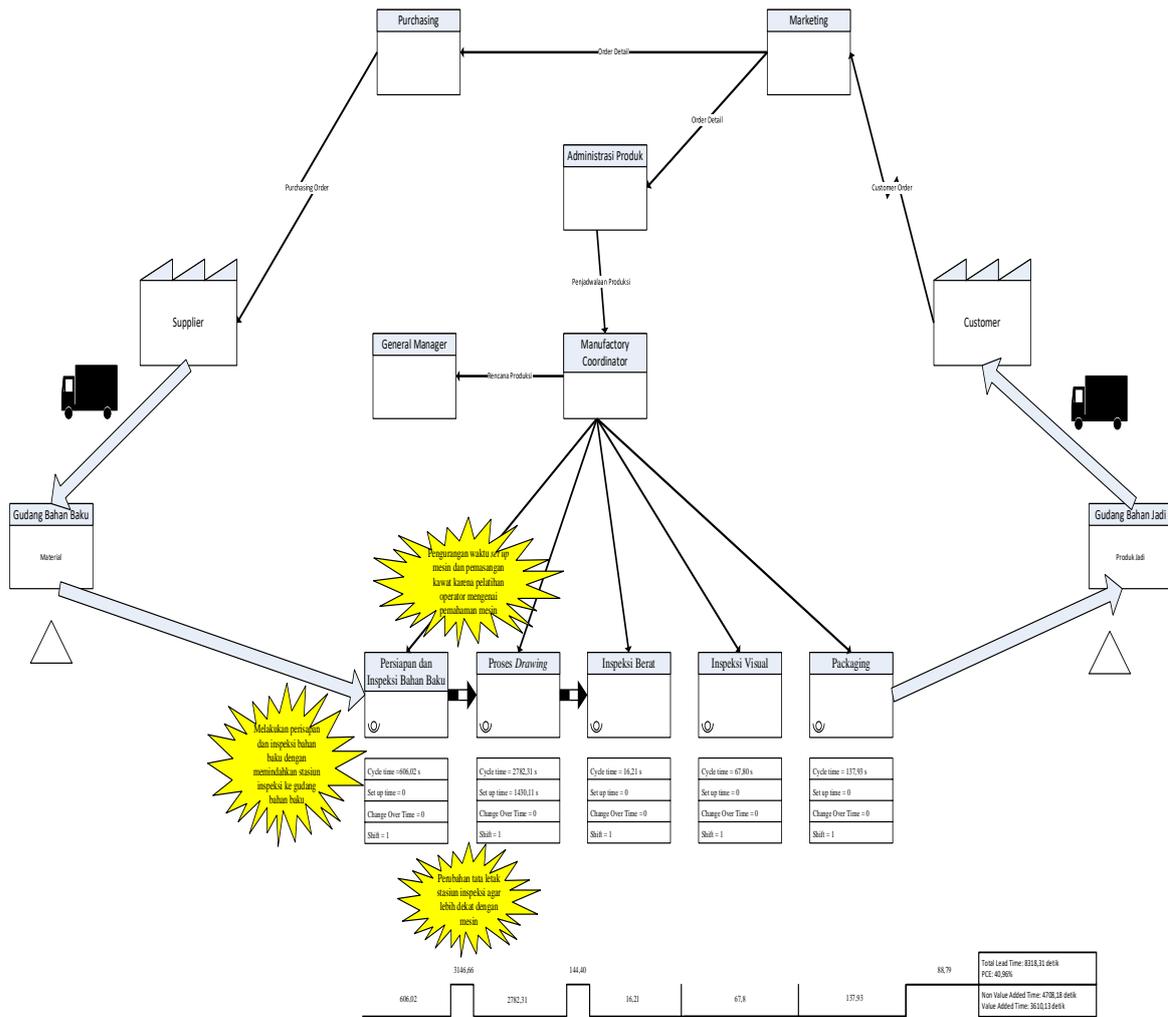
Improve merupakan tahap keempat dalam proses pengolahan data menggunakan metode DMAIC. Tindakan-tindakan perbaikan pada tahap *improve* ini telah melewati diskusi dengan perusahaan dan akan diimplementasikan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi dan mengurangi pemborosan yang terjadi. Berikut ini merupakan analisis 5W+1H dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisis 5W+1H

No.	What	When	Where	Who	Why	How
1.	Waste Defect	Proses Produksi Kawat Tembaga Ukuran 2,8 mm	Stasiun <i>Drawing</i> Besar	Kepala Bagian Produksi	Defect kawat regas disebabkan karena operator kurang teliti dalam melakukan <i>setting</i> mesin, ring pemutar haus, inspeksi material yang kurang baik, dan kualitas material kurang baik akibat peleburan tidak sempurna.	Mengkaji ulang SOP inspeksi material, memberikan pelatihan kerja operator, dan pembuatan <i>checksheet</i> pengujian bahan baku.
					Defect kawat berserat disebabkan karena material yang tercampur bahan lain pada saat peleburan, menyebabkan material tidak kuat pada proses <i>drawing</i> dan membentuk serat pada bagian dalam kawat tembaga.	Memperketat pengawasan inspeksi visual, membuat <i>one point lesson</i> .
					Defect kawat berserat disebabkan karena peleburan kawat tembaga yang kurang baik menyebabkan pada saat proses peleburan kawat masuk udara yang membentuk lubang-lubang pada bagian dalam kawat.	Memperketat pengawasan inspeksi visual, membuat <i>one point lesson</i> .
					Defect permukaan kawat kasar disebabkan karena operator tidak teliti pada pemasangan kawat, operator kurang memahami SOP penggunaan mesin, <i>dies</i> haus, air dromus tidak mengalir, dan <i>maintenance</i> mesin kurang baik.	Memberikan pelatihan kerja operator, memperketat pengawasan inspeksi visual, mengkaji ulang SOP <i>maintenance</i> , pembuatan <i>one point lesson</i> .
2.	Waste Waiting	Proses <i>Repair</i> dan <i>Rework</i> Defect	Stasiun <i>Drawing</i> Besar dan Gudang Barang Jadi	Kepala Bagian Produksi dan Bagian Gudang Barang Jadi	Defect kawat teroksidasi disebabkan karena suhu mesin tinggi akibat air dromus tidak mengalir, material kurang baik, operator tidak teliti dalam penyimpanan, dan area penyimpanan terbuka	Memberikan pelatihan kerja operator, mengkaji ulang SOP penyimpanan kawat tembaga, pembuatan <i>one point lesson</i> .
					Proses menunggu kawat tembaga selesai melalui proses <i>repair</i> dan <i>rework</i> akibat adanya defect.	Mengurangi produk defect yang dihasilkan melalui tindakan perbaikan yang ada.
3.	Waste Overprocessing	Proses <i>Repair</i> dan <i>Rework</i> Defect	Peleburan Kawat Tembaga	General Manager	Adanya proses tambahan untuk melakukan proses <i>repair</i> dan <i>rework</i> akibat adanya defect.	

Setelah melakukan berbagai macam analisis untuk mencari akar penyebab terjadinya *waste*, dilakukan usulan tindakan perbaikan yang sesuai dengan penyebab terjadinya *waste* dengan tujuan meminimasi *waste* yang terjadi. Berikut ini merupakan usulan tindakan perbaikan yang diberikan:

1. Melakukan pelatihan pemahan kerja dan kepedulian kerja, hal ini bertujuan agar para pekerja dapat memahami SOP kerja yang ada dan meningkatkan kepedulian kerja pekerja terhadap produk yang diproduksi. Contohnya adalah kebersihan stasiun kerja, seperti membersihkan mesin dari serbuk dan kotoran tembaga.
2. Penilaian dan evaluasi kerja, hal ini bertujuan untuk memberikan evaluasi para pekerja berdasarkan hasil pekerjaan yang dihasilkan. Penilaian ini akan digunakan sebagai penentuan keputusan seperti teguran lisan dan tertulis, serta pemberian sanksi tertentu terhadap para pekerja yang memiliki kinerja buruk.
3. Peninjauan SOP penyimpanan, metode penyimpanan saat ini menjadi salah satu penyebab terjadinya *defect* produk kawat teroksidasi.
4. Pembuatan *one point lesson*, yaitu pembuatan dokumen yang mengandung contoh visual kegiatan atau produk yang benar dan salah, memberikan penjelasan dalam satu point singkat. Dengan adanya *one point lesson* diharapkan para pekerja dapat memahami



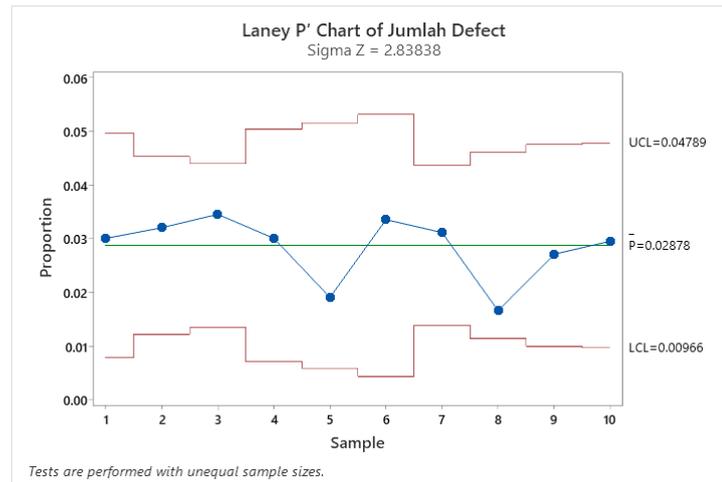
Gambar 12. Future Value Stream Mapping

Berdasarkan hasil pemetaan Gambar 12, dapat dilihat bahwa terdapat pengurangan *manufacturing lead time* dari 9089,84 detik menjadi 8318,31 detik. Hal ini dapat terjadi karena terdapat pengurangan *non value added time* sebesar 771,73 detik. Setelah mendapatkan waktu siklus yang baru, dilakukan perhitungan kembali terhadap hasil PCE setelah dilakukan perbaikan adalah sebesar 40,96%. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa proses produksi setelah dilakukan tindakan perbaikan adalah sudah *lean* karena nilai PCE sudah diatas 30% [3].

Tahap Control

Control merupakan tahap terakhir dalam proses pengolahan data menggunakan pendekatan DMAIC. Pada tahap ini akan dilakukan proses pengendalian berdasarkan usulan perbaikan pada tahap *improve* dengan menghitung kembali presentase *defect* yang dihasilkan, pembuatan peta kendali atribut laney-P, menghitung DPMO, dan nilai tingkat sigma. Berikut ini merupakan peta kendali laney-P setelah dilakukan usulan perbaikan dapat dilihat pada Gambar 13.

Dapat dilihat berdasarkan Gambar 13 tidak terdapat titik yang keluar batas dari total 10 sampel pengambilan data, dapat disimpulkan data setelah dilakukan implementasi dalam batas kendali. Berikut ini merupakan perbandingan presentase *defect*, nilai DPMO, dan nilai tingkat sigma sebelum dan sesudah implementasi perbaikan dapat dilihat pada Tabel 7.



Gambar 13. Peta Kendali Atribut Laney-P Setelah Perbaikan

Tabel 7. Perbandingan Presentase *Defect*, DPMO, dan Nilai Tingkat Sigma

Perhitungan	Sebelum Implementasi	Sesudah Implementasi	Keterangan
Presentase <i>Defect</i>	3,33%	2,87%	Menurun sebesar 0,46%
Nilai DPMO	6539	5816	Menurun 723 kg
Nilai Tingkat Sigma	3,98	4,02	Meningkat 0,04 sigma

Berdasarkan data pada Tabel 7 di atas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan presentase *defect* sebesar 0,46%, nilai DPMO menurun sebesar 723 kg, dan nilai tingkat sigma meningkat sebesar 0,04 sigma. Dapat disimpulkan hasil implementasi usulan perbaikan berhasil untuk mengurangi permasalahan yang terjadi di perusahaan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa produksi kawat tembaga ukuran 2,8 mm terdapat tiga jenis *waste* yang terjadi dengan presentase *defect waste* sebesar 27,98%, *waiting waste* sebesar 22,91% dan *overprocessing waste* sebesar 17,87%. Akar penyebab dari jenis *waste overprocessing* dan *waiting* adalah *defect* produk. *Waste waiting* yang disebabkan karena waktu menunggu pengerjaan ulang produk *defect (rework)* dan *waste overprocessing* terjadi karena adanya penambahan proses yang tidak bernilai tambah akibat proses *rework*. Tiga jenis *defect* tertinggi yaitu kawat regas, kawat teroksidasi, dan permukaan kawat kasar. Analisa akar penyebab terjadi *waste* menggunakan *fishbone diagram, why-why analysis, 5W+1H, dan FMEA*.

Berdasarkan analisa penyebab terjadinya masalah, dilakukan usulan perbaikan pada perusahaan dengan pembuatan *one point lesson* dan *check sheet* untuk mengurangi *defect* produk. *One point lesson* bertujuan untuk memberikan informasi kriteria produk *defect*, SOP penyimpanan, dan pemahaman pembersihan mesin. *Check sheet* bertujuan mempermudah proses pengecekan bahan baku untuk mendeteksi *defect* akibat bahan baku yang kurang baik. Setelah dilakukan implementasi usulan perbaikan hasil perhitungan kembali nilai *process cycle efficiency (PCE)* sebesar 40,96 % yang menyatakan proses produksi dapat dikatakan *lean*, nilai DPMO sebesar 5816 kg, dan nilai tingkat sigma sebesar 4,02 sigma.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D.A. Walujo, T. Koesdijati, and Y. Utomo, *Pengendalian Kualitas*, Surabaya: Scopindo Media Pustaka, 2020.

- [2] S. Muis, *Metodologi 6 Sigma: Menciptakan Kualitas Produk Kelas Dunia*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2011.
- [3] V. Gaspersz, *Lean Six Sigma For Manufacturing and Service Industries*, Jakarta: Gramedia, 2011.
- [4] A. Irwanto, D. Arifin, and M.M. Arifin, "Peningkatan Kualitas Produk Gearbox dengan Pendekatan DMAIC Six Sigma pada PT. X, Y, Z," *Jurnal Kalibrasi*, Vol. 3, No. 1, pp. 1-17, 2020.
- [5] M.A. Saryatmo, L.L. Salomon, and R. Dayana, "Strategi Minimasi Waste Aluminium Foil pada Proses Pengemasan Susu Kental Manis dengan Menggunakan Metode Lean Six Sigma (Studi Kasus: PT. X)," *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*, Vol. 5, No. 17, pp. 63-71, 2015.
- [6] V. Gaspersz, *Lean Six Sigma For Manufacturing and Service Industries*, Jakarta: Gramedia, 2007.
- [7] L.L. Salomon, Ahmad, and V.I. Wijaya, "Analisa Penerapan Lean Six Sigma untuk Mengurangi Non Value Added Time dan Jumlah Produk Cacat pada Produksi Set Kotak Bedak," *Jurnal PASTI (Penelitian dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri)*, Vol. VII, No. 1, pp. 33-41, 2013.
- [8] Saludin, *Panduan Pengerjaan Proyek Six Sigma*, Jakarta: Mitra Wacana Media, 2016.
- [9] F. Nurprihatin, N.E. Yulita, and D. Caesaron, "Usulan Pengurangan Pemborosan pada Proses Penjahitan Menggunakan Metode Lean Six Sigma," *Prosiding Profesionalisme Akuntan Menuju Sustainable Business Practice*, p. 811, 2017.
- [10] E.W. Yunitasari, "Pengurangan Non Value Added Activities Menggunakan Metode Lean Six Sigma," *Dinamika Teknik*, Vol. XI, No. 1, pp. 9-21, 2018.
- [11] W. Kosasih, C.O. Doaly, and Shabara, "Reducing Waste in Manufacturing Industry Using Cost Integrated Value Stream Mapping Approach," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 847, 2020.
- [12] D.K. Kurnianto, "Usulan Perbaikan Kualitas Produk Menggunakan Metode Six Sigma di PT. XYZ," *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC*, pp. 1-12, 2021.
- [13] B. Girish, *7 Advanced QC Tools*, Chennai: DL Shah Trust Publication, 2013.
- [14] H. Tannady, *Pengendalian Kualitas*, Tangerang: Graha Ilmu, 2015.