

ANALISIS *DEFECT* PADA PROSES *STRANDING* DENGAN METODE DMAIC PT. X

DEFECT ANALYSIS ON STRANDING PROCESS USING DMAIC METHOD PT. X

Angga Adi Pratama¹, Miftahul Imtihan^{2*}, Suwaryo Nugroho³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri-Sekolah Tinggi Teknologi Muhammadiyah Cileungsi, Bogor, Jawa Barat, Indonesia
Perum PT. SC, Jl. Anggrek No. 25, Cileungsi, Bogor, Indonesia 16820

Email: anggaadipratama6177@gmail.com¹, miftahul@sttmcileungsi.ac.id^{2}, suwaryo.nugroho@sttmcileungsi.ac.id³

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Histori Artikel

- Artikel dikirim
29/10/2020
- Artikel diperbaiki
4/11/2020
- Artikel diterima
20/11/2020
- Artikel dipublish
30/11/2020

Penerapan perencanaan produksi yang tepat akan menghasilkan produksi yang memenuhi standar kualitas dengan jumlah cacat produk (*defect*) yang rendah. Permasalahan yang terjadi yaitu *defect* pada alur proses *stranding* yang menjadi temuan masih terhitung tinggi. PT. X adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang *manufacture of power cable, telecommunication cable, enameled wires*. Tujuan penelitian ini untuk melakukan analisis *defect* secara spesifik pada proses *Stranding* sebagai upaya meningkatkan kualitas produk kabel. Adapun metode yang digunakan adalah DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improvement dan Control*). Hasil penelitian pada tahap *Define* melalui diagram pareto terdapat 3 jenis *defect* yaitu (1).*Loss* 76.80%, (2). *Attenuation Big* 19.20%, (3). *Loose Tube Brittle* 4.00%. Tahap *Measure* diperoleh nilai *level sigma* 3.27σ , pada tahap *analyze* yang menjadi faktor penyebab *defect* adalah material dan mesin, dan *Improve* yang diterapkan adalah dengan membuat *Design of Experiments (DOE)* yaitu dengan pemasangan keramik penghalang *Filler* dan memasang *Dies* CSM di *area pay off* CSM proses *Stranding* dan *level sigma* diperoleh menjadi $3,76\sigma$. Adapun tahap *Control* menunjukkan bahwa produk masuk dalam area batas kontrol atas dan batas kontrol atas (*UCL dan LCL*). Bahwa *defect* pada proses *stranding* dengan metode DMAIC setelah dilakukan *improve* menurun dari 625,034 meter (11.63 %) menjadi 126,050 meter (3.54 %).

Kata Kunci: Kualitas, Defect, Stranding Fiber Optic, DMAIC.

ABSTRACT

The implementation of proper production planning will result in production that meets quality standards with a low number of defects. The problem that occurs is defects in the stranding process flow which are still relatively high findings. PT. X is a company engaged in the manufacture of power cables, telecommunication

cables, enameled wires. The purpose of this research is to conduct a defect analysis specifically in the stranding process as an effort to improve the quality of cable products. The method used is DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improvement, and Control). The results of the research at the Define stage through the Pareto diagram, there were 3 types of defects, namely (1). Loss 76.80%, (2). Attenuation Big 19.20%, (3). Loose Tube Brittle 4.00%. In the Measure stage, the sigma level value is 3.27, at the analysis stage the factors causing the defect are material and machines and the Improve applied is by making Design of Experiments (DOE), namely by installing Filler barrier ceramics and installing CSM Dies in the CSM pay off area of the process. The stranding and the sigma level are obtained to be $3,76\sigma$. The Control stage shows that the product falls within the upper control and upper control limits (UCL and LCL). That the defect in the stranding process using the DMAIC method after improving it decreased from 625,034 meters (11.63%) to 126,050 meters (3.54%).

Keywords: Quality, Defect, Fiber Optic Stranding, Dmaic

1. Pendahuluan

Penerapan perencanaan produksi yang tepat menghasilkan produksi yang sesuai harapan, yaitu terpenuhinya standar kualitas dengan jumlah cacat produk (*defect*) yang rendah. Permasalahan yang terjadi yaitu *defect* pada alur proses *stranding* yang menjadi temuan masih terhitung tinggi. Salah satu kunci sukses memenangkan persaingan industri dengan terpenuhinya kualitas agar terjaga sustainability sehingga perusahaan menjaga jumlah *defect* pada proses *stranding* agar dapat diminimalisir.

PT. X adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang *manufacture of power cable, telecommunication cable, enameled wires*. Tingginya *defect* pada proses *stranding* yang ditemukan periode Januari-April tahun 2020 yaitu 625,034 meter dari total produksi 5,373,349 meter. Penelitian yang berbeda, Six Sigma DMAIC dapat dianggap sebagai panduan untuk pemecahan masalah dan perbaikan produk atau proses, mayoritas perusahaan mulai menerapkan Six Sigma menggunakan metodologi DMAIC [1]. Untuk penyebab *defect* dari coca-cola 1000 ml terdiri atas cap cacat, cap *quality* cacat, serta *underfill* cacat dengan proporsi terbesar terjadi pada keadaan *underfill* dengan persentase 61,21%, diikuti dengan cap cacat 22,97%, dan cap *quality* cacat 15,82 .[2]. Melalui strategi DMAIC pada tahapan *Improve* dengan melakukan *Redesign* alat tambahan yaitu *Install Clamp Welding Jig*, maka produk yang dihasilkan mampu meningkatkan kualitasnya sesuai yang diinginkan pelanggan. Indikator nilai sigma level meningkat dari $3,14 \sigma$ menjadi $4,32 \sigma$. [3]. Hasil penelitian bahwa kapabilitas dan nilai sigma kinerja perusahaan dalam peningkatan kualitas produk sebesar 7560 DPMO dengan nilai sigma 3,93 [4]. Proses implementasi DMAIC dari metodologi Six Sigma, dikombinasikan dengan *Value Engineering* (VE). Dan pada tahap perbaikannya menggunakan metode percobaan ortogonal DOE untuk mengurangi jumlah percobaan, biaya percobaan, dan meningkatkan tingkat manajemen mutu serta daya saing inti perusahaan [5].

1.1 Definisi kualitas

Secara konvensional, kualitas didefinisikan dengan penggambaran karakteristik langsung dari suatu produk, seperti performansi, keandalan, kemudahan dalam penggunaan, estetika dan sebagainya [6]. Secara strategi kualitas didefinisikan sebagai segala sesuatu yang mampu memenuhi keinginan atau kebutuhan pelanggan (*meeting the needs of customers*). Keunggulan suatu produk terukur melalui tingkat kepuasan pelanggan [7]. Sistem Manajemen Mutu merupakan sekumpulan prosedur terdokumentasi dan praktek-praktek standar untuk manajemen sistem yang bertujuan menjamin kesesuaian dari suatu proses dan produk (barang-jasa) terhadap kebutuhan atau persyaratan itu ditentukan atau dispesifikasikan oleh pelanggan atau organisasi [8]. Implementasi metode pengendalian kualitas mampu memberikan informasi tentang berbagai macam perbaikan yang dapat dilakukan oleh perusahaan dalam rangka meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan [9].

1.2 Six sigma

Penelitian Six-sigma DMAIC ini diawali dengan identifikasi masalah melalui *voice of customer* pada tahap *define*. Langkah selanjutnya mengumpulkan data spesifikasi manik ban yang ada. Langkah ini diikuti oleh langkah-langkah analisis dan perbaikan, di mana alat kualitas enam-sigma seperti diagram sebab-akibat, kontrol proses statistik, dan analisis substansial dari sistem yang ada diimplementasikan untuk identifikasi akar penyebab dan pengurangan variasi proses [10]. Metode *Lean Six Sigma* merupakan metode yang berfokus pada bebas kesalahan (*zero defect*) dan mengurangi variasi serta mempercepat penghapusan pemborosan di seluruh *value stream* yang akan memberikan nilai tambah [11].

Berdasarkan teori Six Sigma, hanya terdapat 3, 4 cacat per sejuta kesempatan pada proses produksi. Semakin tinggi target sigma yang dicapai maka kinerja sistem industri semakin membaik [12]. Sementara metodologi inti Six Sigma, yang terdiri dari lima tahap, yaitu mendefinisikan, mengukur, menganalisis, meningkatkan, dan mengendalikan DMAIC [13].

Struktur yang muncul untuk manajemen kualitas ini membantu organisasi mengontrol aktivitas peningkatan proses dengan lebih ketat, sementara pada saat yang sama menciptakan konteks yang memungkinkan eksplorasi masalah antara anggota organisasi yang berbeda [14]. Hasilnya ada perbedaan model dalam kaitannya dengan pentingnya area keputusan dan kinerja yang dicapai dalam prioritas kompetitif. Secara individual, *lean manufacturing*, LSS memiliki tingkat kepentingan yang berbeda-beda dalam bidang keputusan fasilitas, integrasi vertikal, dan perencanaan produksi dan kontrol. Dimensi kinerja dengan kinerja terbaik adalah kecepatan, kualitas, keandalan, dan biaya [15].

Strategi manajemen proyek untuk memenuhi tujuan proyek Six Sigma tepat waktu dan sesuai anggaran rencana proyek *Six Sigma* menunjukkan *Six Sigma Black Belts* dan *Green Belts* bagaimana menggunakan manajemen proyek alat untuk menyelesaikan peningkatan Six Sigma tepat waktu dan sesuai anggaran. Perencana menyediakan lusinan alat manajemen proyek yang dapat direproduksi untuk mengikuti format perbaikan proses *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (DMAIC) [16].

2. Metode

Metode pengumpulan data terkait penelitian yang dilakukan pada proses *stranding* dengan metode DMAIC.

- a) Metode literatur; proses pengambilan data terkait dengan permasalahan dalam penelitian melalui buku-buku literatur (kepuustakaan), materi-materi di internet, jurnal-

jurnal penelitian, dan lainnya sehingga data yang dimaksud memiliki dasar teori yang memadai dan relevan.

- b) Metode observasi; proses pengambilan data yang dilakukan pengamatan secara langsung dengan berkunjung dan survei ke lokasi penelitian.
- c) Metode interview; proses mendapatkan data melalui diskusi dari sumber yang valid terkait kegiatan proses *stranding*, juga diskusi dengan ahli dari alat yang dioperasikan.

3. Hasil dan Pembahasan

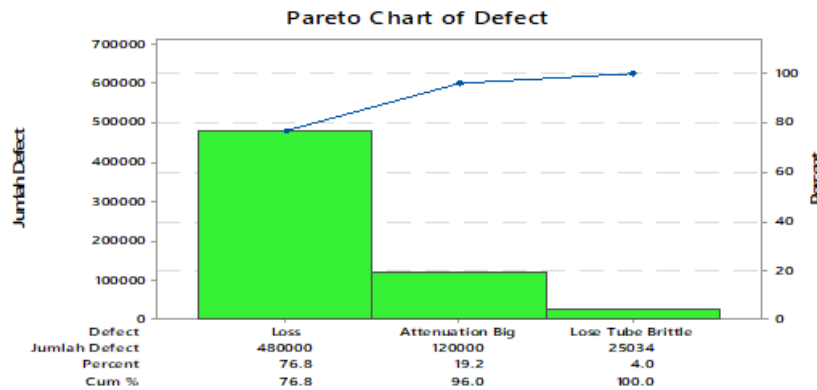
3.1 Tahap define

Pada tahap *define* diperoleh *defect* pada proses *stranding* dengan jenis *defect* yaitu (1) *Attenuation Big*, (2) *Loss*, (3) *Loose Tube Brittle*.

Tabel 1. Produksi dan jenis *defect* proses *stranding*

Bulan	Jumlah Produksi (meter)	Jenis <i>Defect</i> (meter)			Jumlah <i>Defect</i> (meter)
		<i>Attenuation Big</i>	<i>Loss</i>	<i>Loose Tube Brittle</i>	
Januari	1,686,872	20,000	114,000	15,034	149,034
Februari	1,233,460	25,000	130,000	-	155,000
Maret	1,702,002	30,000	124,000	10,000	164,000
April	751,015	45,000	112,000	-	157,000
Jumlah	5,373,349	120,000	480,000	25,034	625,034

Attenuation Big nilai hasil redaman dari *fiber optic*, sedangkan *loss* putusnya hasil redaman dari *fiber optic* yang berada di dalam *loose tube*, dan *Loose Tube Brittle* rapuhnya pelapis pada *fiber optic* yang diakibatkan kurang tepatnya *set-up* mesin *extruder*.



Gambar 1. Diagram Pareto *defect* proses *stranding*

Pada gambar 1 menunjukkan jumlah *defect* tertinggi jenis *defect loss* dengan jumlah 480.000 meter yang berarti secara akumulasi persentase mencapai angka 76.80 %.

3.2 Tahap *measure*

A. Perhitungan DPU (*Defect per-Unit*)

$$DPU = \frac{\text{Jumlah produk cacat}}{\text{Jumlah produk yang diinspeksi}}$$

$$DPU = \frac{625,034}{5,373,349} = 0.116321$$

B. Perhitungan TOP (*Total Opportunities*)
$$\text{TOP} = \text{Jumlah Produksi} \times \text{CTQ}$$

$$\text{TOP} = 5,373,349 \times 3$$

$$\text{TOP} = 16,120,047$$
C. Perhitungan DPO (*Defect Per Opportunities*)
$$\text{DPO} = \text{Jumlah Cacat} / \text{TOP}$$

$$\text{DPO} = 625,034 / 16,120,047$$

$$\text{DPO} = 0.038774$$
D. Perhitungan DPMO (*Defect per Million Opportunity*)
$$\text{DPMO} = \text{DPO} \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = 0,038774 \times 1.000.000$$

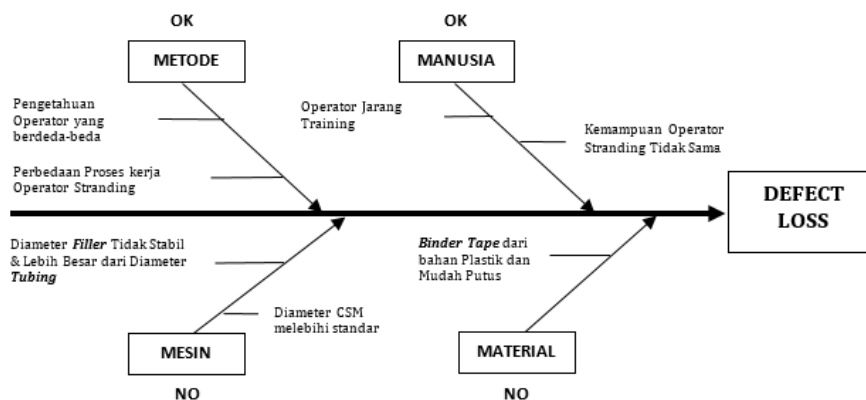
$$\text{DPMO} = 38,774$$
E. Perhitungan Nilai *Six Sigma*

$$\text{Sigma} = \text{NORM.S.INV}((1.000.000 - \text{DPMO}) / 1.000.000) + 1.5$$

$$\text{Sigma} = \text{NORM.S.INV}((1.000.000 - 38,774) / 1.000.000) + 1.5$$

$$\text{Sigma} = 3.27 \sigma$$
3.3 Tahap *analyze*

Tahap *analyze* dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor sebab dan akibat terjadinya *defect loss* pada proses *stranding* dengan menggunakan diagram *fishbone*.

Gambar 2. Diagram *fishbone* jenis *defect loss*

Tabel 2 hasil pengamatan diagram *fishbone* pada gambar 2 terdapat jenis *Defect Loss* pada proses *stranding*.

Tabel 2. Hasil pengamatan diagram *fishbone-defect loss*

No	Faktor	Kondisi yang terjadi	Status
1	<i>Manusia</i>	a. Kemampuan operator tidak merata. b. Perbedaan lama bekerja.	Ok
2	<i>Metode</i>	a. Perbedaan pengetahuan operator; b. Proses <i>stranding</i> kurang tepat.	Ok
3	<i>Material</i>	a. <i>Binder tape</i> berbahan dasar plastik dan mudah putus; b. Pilinan hasil <i>stranding</i> kendur.	No
4	<i>Mesin</i>	a. Diameter <i>filler</i> tidak stabil dan lebih besar dari diameter <i>tubing</i> ; b. Diameter CSM (<i>Central Strength Member</i>) melebihi standar.	No

Pada tabel 2 memberikan gambaran faktor sebab akibat terjadinya *Defect Loss* proses *stranding* kabel optik yaitu pada material dan mesin. Hal ini diketahui bahwa material *Binder Tape* berbahan plastik sehingga mudah putus, sehingga mengakibatkan pilinan hasil *stranding* menjadi kendur. Untuk mesin dengan Diameter *Filler* tidak stabil dan lebih besar dari diameter *Tubing* dan diameter CSM melebihi standar sehingga *tubing* dalam proses *stranding* menjadi terjepit dan menyebabkan *tubing* di dalam pilinan *stranding* menjadi *loss*. Dengan hasil pengamatan yang menjadi temuan, maka *improving continuous* dengan melakukan *Design of Experiments* dengan memasang keramik penghalang *filler* dan memasang *dies* CSM di *area pay off* CSM *stranding*.

3.4 Tahap *improve*

Untuk tahap penerapan *improve* terhadap *defect loss* proses *stranding* pada pembuatan fiber optik secara *Design of Experiments* yaitu dengan memasang keramik penghalang *filler* dan memasang *Dies* CSM di *area pay off* CSM *stranding*.



Gambar 3. DOE pemasangan keramik penghalang *filler* dan *dies* CSM.

Pada gambar 3 *tubing* dipasang keramik penghalang *filler*. Jika diameter *filler* melebihi spesifikasi atau *filler* berubah bentuk maka *filler* putus di *tubing* dan tidak sampai ke proses *stranding*. Dengan ini *Defect Loss* pada proses *stranding* bisa diminimalisir atau diturunkan. Dengan memasang *dies* CSM di *area pay off* CSM di mesin *stranding* maka CSM dengan diameter melebihi standar maka menyentuh sensor yang ada pada *dies* tersebut. Jika itu terjadi mesin *stranding* otomatis berhenti, sehingga CSM dengan diameter melebihi standar tidak masuk ke dalam mesin *stranding*.

Hasil tahapan *improve* dengan memasang keramik penghalang *Filler* dan memasang *Dies* CSM di *area pay off* CSM (*Central Strength Member*) *stranding* ternyata berhasil. Terbukti hal tersebut mampu menurunkan *defect* pada proses *stranding* dari 625,034 meter atau 11.63% menjadi 126.050 meter atau 3.54%.

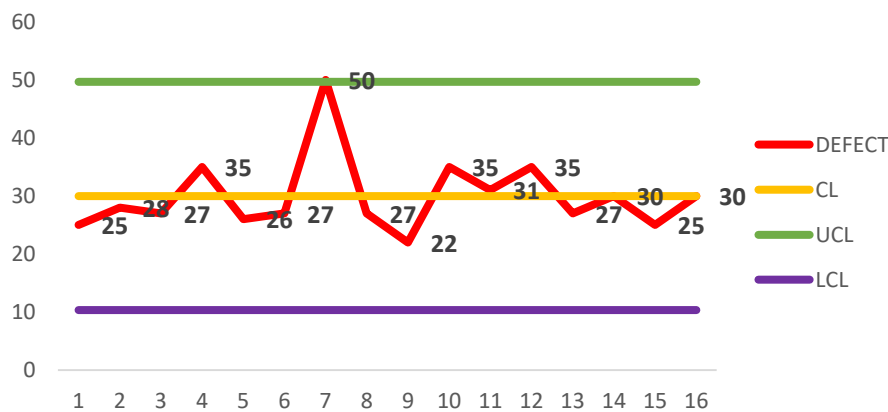
3.5 Tahap kontrol

Grafik *statistical processing control* sebelum dilakukan *Improve*, terhadap jumlah produk fiber optik dan terlihat masih terdapat data yang di luar batas kendali atas (*UCL*) yang dijelaskan pada gambar 4.

Pada tabel 3 data produksi dan jenis *defect* proses *stranding* setelah *improve* periode bulan Mei–Juni tahun 2020.

Tabel 3. Produksi dan jenis *defect* proses *stranding* setelah *improve*

Bulan	Jumlah Produksi (meter)	Jenis Defect (meter)			Jumlah Defect (meter)
		<i>Attenuation Big</i>	<i>Loss</i>	<i>Loose Tube Brittle</i>	
Mei	1,900,767	17,500	39,350	12,500	69,350
Juni	1,658,000	19,500	32,700	4500	56,700
JUMLAH	3,558,767	37,000	72,050	17,000	126,050

Gambar 4. SPC Defect sebelum *improve*

Perhitungan sigma level setelah dilakukan improve.

- 1) DPU (*Defect Per Unit*).

$$DPU = \frac{126,050}{3,558,767} = 0,035419$$

- 2) Total Opportunity.

$$TOP = 3,558,767 \times 3$$

$$TOP = 10,676,301$$

- 3) DPO (*Defect Per Opportunity*).

$$DPO = \frac{126,050}{10,676,301}$$

$$DPO = 0.011806$$

- 4) DPMO (*Defect Per Million Opportunity*).

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,011806 \times 1.000.000$$

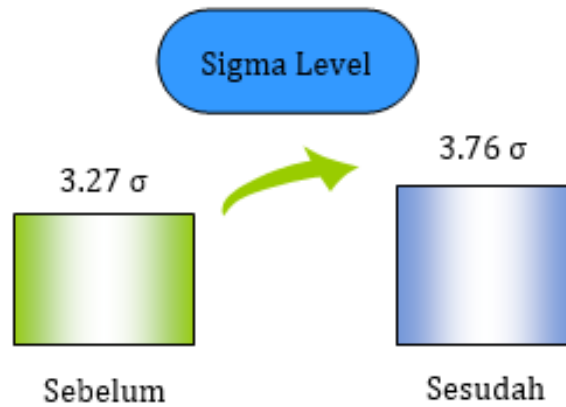
$$DPMO = 11,806$$

- 5) Menghitung nilai *Six Sigma*

$$NORM.S.INV((1.000.000 - DPMO) / 1.000.000) + 1.5$$

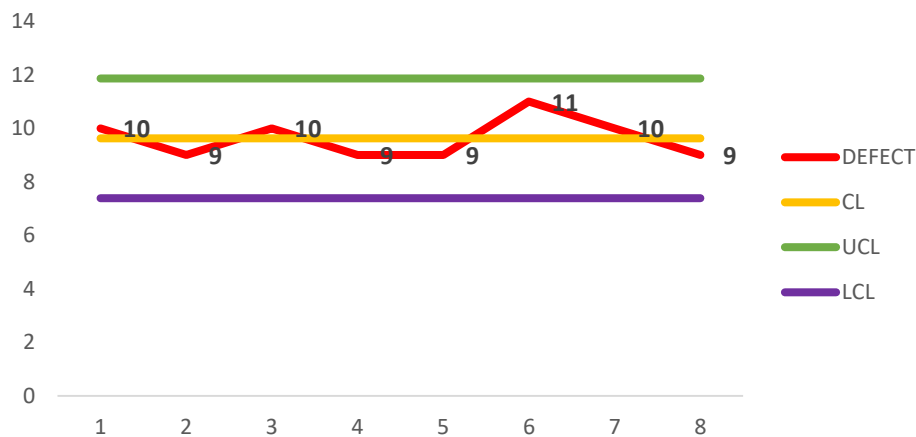
$$NORM.S.INV((1.000.000 - 11,806) / 1.000.000) + 1.5$$

$$\text{Sigma} = 3.76 \sigma$$



Gambar 5. Sigma level sebelum-sesudah *improve*

Dengan melakukan *improve* yang menerapkan metode memasang keramik penghalang *Filler* dan *Dies CSM*, terlihat pada gambar 5 menunjukkan indikator peningkatan level sigma dari nilai 3.27σ menjadi 3.76σ . Hal ini menunjukkan bahwa *defect* pada proses *stranding* dengan metode DMAIC menurun secara signifikan dari 625,034 meter (11.63 %) menjadi 126,050 meter (3.54 %).



Gambar 6. SPC *defect* setelah *improve*

Hal ini juga dapat diperlihatkan pada gambar 6 SPC setelah *improve* menunjukkan bahwa produk fiber optik masuk pada area *Upper Control Limit (UCL)* dan *Low Control Limit (LCL)*.

4. Simpulan

Berdasarkan pengolahan data dengan metode *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*, maka terdapat peningkatan level sigma dari 3.27σ menjadi 3.76σ sehingga terjadi penurunan *defect* pada proses *Stranding* secara signifikan dari 625,034 meter (11.63 %) menjadi 126,050 meter (3.54 %).

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan Terima Kasih tak terhingga kepada seluruh kolega yang telah mendukung dalam proses pengambilan data, penyusunan hasil penelitian sampai dengan publikasi jurnal. Semoga jurnal ini bermanfaat bagi seluruh pihak yang membutuhkannya.

6. Reference

[1] R. Godina, J. C. O. Matias, dan S. G. Azevedo, "Quality improvement with statistical process

- control in the automotive industry," *Int. J. Ind. Eng. Manag.*, 2016.
- [2] P. A. Wicaksono, D. P. Sari, N. U. Handayani, dan H. Prastawa, "PENINGKATAN PENGENDALIAN KUALITAS MELALUI METODE LEAN SIX SIGMA," *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, 2017, doi: 10.14710/jati.12.3.205-212.
- [3] M. Imtihan dan R. Revino, "REDESIGN ALAT TAMBAHAN PADA MESIN PRODUKSI KOMPONEN OTOMOTIF BODY INNER DALAM MENINGKATKAN KUALITAS MELALUI STRATEGI DMAIC," *J. Ind. Eng. Manag.*, 2017, doi: 10.33536/jiem.v2i2.153.
- [4] S. Supriyadi, G. Ramayanti, dan A. Chandra Roberto, "Analisis Kualitas Produk dengan Pendekatan Six Sigma," in *Prosiding SNTI dan SATELIT 2017 1 (Teknik Industri Universitas Brawijaya)*, 2017, doi: DOI 10.17605/OSF.IO/UVPEZ.
- [5] H. Jiang dan Y. Cao, "Research on enterprise quality innovation of VE and DMAIC tool integrated application," in *Proceedings - 2020 International Conference on E-Commerce and Internet Technology, ECIT 2020*, 2020, doi: 10.1109/ECIT50008.2020.00092.
- [6] W. Ariani, "Manajemen Kualitas," *J. Manag.*, 2016.
- [7] M. A. Fauzi, "Manajemen kualitas," *J. Manag.*, 2013.
- [8] V. Gasperz, "ISO 9001: 2000 and Contunial Quality Improvement, PT," *Gramedia Pustaka Utama, Jakarta*, 2002.
- [9] H. Tannady, "Pengendalian Kualitas," *Sleman: Graha Ilmu*. 2015.
- [10] V. Gupta, R. Jain, M. L. Meena, dan G. S. Dangayach, "Six-sigma application in tire-manufacturing company: a case study," *J. Ind. Eng. Int.*, 2018, doi: 10.1007/s40092-017-0234-6.
- [11] Y. Iriani, "Usulan Peningkatan Kualitas Pelayanan Pelanggan dengan Menggunakan Integrasi Metode Servqual, Lean dan Six Sigma (Studi Kasus di PT ." X " Bandung)," *Pros. Semin. Nas. Tek. Dan Manaj. Ind.*, 2011.
- [12] A. M. Dewi dan N. B. Puspitasari, "Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma pada Produk AMDK 240 MI PT. Tirta Investama Klaten," *Ind. Eng. Online J.*, 2019.
- [13] F. Tsung, "Six Sigma," in *Springer Handbooks*, 2006.
- [14] R. G. Schroeder, K. Linderman, C. Liedtke, dan A. S. Choo, "Six Sigma: Definition and underlying theory," *J. Oper. Manag.*, 2008, doi: 10.1016/j.jom.2007.06.007.
- [15] E. Drohomerecki, S. E. Gouvea Da Costa, E. Pinheiro De Lima, dan P. A. D. R. Garbuio, "Lean, six sigma and lean six sigma: An analysis based on operations strategy," *Int. J. Prod. Res.*, 2014, doi: 10.1080/00207543.2013.842015.
- [16] T. Pyzdek, *The Six Sigma Project Planner*. 2003.