

USULAN PENERAPAN METODOLOGI SIX SIGMA UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PRODUK KABEL NYY 4X 16 MM² (STUDI KASUS PT SUCACO TBK, JAKARTA)

Cahya Farradita Sulistya^{*)}, Ratna Purwaningsih

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

ABSTRAK

Kualitas merupakan hal yang mutlak dimiliki oleh suatu produk, dimana kualitas yang baik akan menunjukkan semakin kompetitifnya perusahaan di pasar global maupun Internasional. Kualitas produk ditentukan oleh seberapa baik karakteristik kualitasnya sesuai dengan apa yang dibutuhkan konsumen. PT Sucaco merupakan perusahaan yang bergerak di industri kabel. Sebagai perusahaan multinasional, PT Sucaco dituntut untuk menghasilkan kabel yang berkualitas dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Namun pada kenyataannya dalam proses produksi seringkali terdapat masalah pada hasil bending kabel yang tipis. Untuk itu perlu dilakukan suatu pengendalian kualitas dengan menggunakan alat kendali kualitas statistik (Statistical Process Control), yang mana salah satu metode yang menerapkan SPC adalah metode Six Sigma. Pada metode ini penelitian dilakukan melalui 5 tahapan DMAIC yaitu: *define, measure, analyze, improve, dan control*. Adapun variabel yang digunakan adalah *thick inner sheat* kabel NYY 4x16 mm². Hasil analisis data menyimpulkan bahwa proses bending kabel di PT Sucaco mencapai tingkat kapabilitas sigma 2,08 -Sigma, sedangkan kapabilitas proses bending tersebut masih kurang dari 1.

Kata kunci : Kualitas, Statistical Process Control, Six Sigma, DMAIC.

ABSTRACT

[*Title : Proposed Application Of Six Sigma Methodology To Improve Quality Products Cables NYY 4x 16 mm² (Case Study at Pt . Sucaco Tbk Jakarta)*] Quality is an absolute owned by a product, where a good quality will show increasingly competitive in the global market as well as globally. The quality of products is determined by how well the characteristics of quality in accordance with what consumers need. PT Sucaco is a company engaged in the cable industry. As a multinational company, PT Sucaco required to produce quality cables and in accordance with established specifications. But in fact in the production process there is often a problem on the results of bending a thin cable. It is necessary for a quality control by using statistical quality control (Statistical Process Control), which is where one of the methods that implement Six Sigma SPC is a method. In this method of research conducted through five stages, namely DMAIC: *define, measure, analyze, improve, and control*. The variables used were *thick inner sheat NYY cable 4x16 mm²* .. The results of the data analysis concludes that the cable bending process in PT Sucaco reached a level of 2,08 sigma-Sigma capability, while the bending process capability is still less than 1.

Keywords : Quality, Statistical Process Control, Six Sigma, DMAIC.

1. Pendahuluan

Perkembangan dunia industri membawa perubahan yang besar bagi semua pihak yang terkait di dalamnya. Kebutuhan dan pengetahuan konsumen selalu bertambah setiap waktu. Konsumen selalu menginginkan hal yang terbaik dan hal utama yang diperhatikan adalah kualitas.

*) cahya.fs@gmail.com

Kualitas produk akan menentukan apakah konsumen menerima produk tersebut atau tidak. Adanya persaingan industri yang semakin ketat ini juga menuntut perusahaan harus dapat bertahan dan bersaing dengan perusahaan sejenis. Oleh sebab itu, perusahaan harus dapat memenuhi keinginan pelanggan dan berusaha untuk dapat mempertahankan

pelanggan. Komitmen dari perusahaan untuk terus mempertahankan kualitas dan keinginan pelanggan adalah dengan diterapkannya berbagai sistem manajemen mutu ISO dalam perusahaan sehingga perusahaan telah mengalami perubahan dalam bidang kualitas. Namun perusahaan tidak dapat berhenti begitu saja karena pada kenyataannya masih terdapat produk yang belum sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan atau produk cacat (Dewi, 2012).

PT Sucaco merupakan perusahaan nasional penghasil berbagai jenis kabel dimana sistem produksinya berdasarkan pesanan pelanggan. Adapun berbagai jenis kabel tersebut antara lain *power cable & bare conductor, instrument cable, enamel wire, dan telecommunication cable*. Adanya berbagai proyek pengembangan broadband system membuat tingginya pertumbuhan kebutuhan kabel dalam negeri yang selaras dengan permintaan kabel dan kawat dunia. Tentu saja hal ini menjadi tantangan bagi PT Sucaco untuk terus meningkatkan kualitas produk agar dapat bersaing dengan perusahaan sejenis dalam rangka pembangunan infrastruktur kelistrikan dan telekomunikasi untuk dalam negeri maupun luar negeri.

Saat ini PT Sucaco memiliki berbagai divisi produksi dimana salah satunya divisi *Low Voltage* yang menghasilkan kabel bertegangan rendah. Adapun karakteristik kualitas dari kabel tersebut dapat diterjemahkan seperti diameter minimal, diameter maksimal, dan diameter nominal. Oleh karena itu, proses pengerjaan kabel ini harus dilakukan dengan teliti agar kualitasnya tetap terjaga dan hasil yang diperoleh sesuai dengan spesifikasi pelanggan. Namun pada kenyataannya masih saja terdapat produk kabel yang tidak sesuai spesifikasi. Salah satu kabel yang masih bermasalah adalah kabel NYY 4x16 yaitu ketebalan kabel yang kurang dari spesifikasi. Masalah tersebut dapat berdampak pada keselamatan dalam penggunaan kabel, perlunya *rework* yang tentu saja membutuhkan biaya, dan penurunan kepuasan konsumen. Meskipun saat ini PT Sucaco telah meraih sertifikasi dalam hal penjaminan mutu yaitu ISO 9001:2000. Namun selama ini perusahaan belum pernah menerapkan metode *Six Sigma* untuk mengamati proses produksi yang berlangsung. Di sisi lain, metode ini sangat penting untuk mengetahui seberapa baik proses manufaktur yang telah dilakukan selama ini (Rahardjo dkk, 2003). Artinya, apabila perusahaan telah berada pada tingkat kualitas *Six Sigma*, maka dapat dipastikan bahwa produk yang dihasilkan oleh PT Sucaco cukup dapat diandalkan. Hal ini akan berimbas kepada meningkatnya citra perusahaan dan mendapatkan kepercayaan dari konsumen sehingga diharapkan perusahaan dapat

menjadi lebih kompetitif bahkan mampu bersaing dalam pasar Internasional.

Metode *Six Sigma* berawal dari konsep Motorola yang memiliki suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO – *Defects Per Million Opportunities*) untuk setiap transaksi produk (barang/jasa). Ide sentral di belakang *Six Sigma* adalah jika dapat mengukur berapa banyak cacat yang ada dalam suatu proses, maka secara sistematis dapat mengatasi bagaimana menekan dan menempatkan diri dekat dengan *zero-defect*. *Six Sigma* merupakan pendekatan menyeluruh untuk menyelesaikan masalah dengan berfokus kepada pengendalian produk/proses sehingga sepanjang waktu dapat memenuhi persyaratan dari produk/ proses tersebut. Metode ini diterapkan melalui beberapa tahapan, yaitu: *define, measure, analyze, improve* serta *control* (DMAIC) (Samadhi dkk, 2008). Tahap *define* adalah fase menentukan masalah dan menetapkan kebutuhan spesifik dari pelanggan yang dalam hal ini sering disebut dengan “suara pelanggan” (VOC – *Voice of Customer*). Setelah karakteristik kualitas yang terdefinisi dalam bahasa konsumen tersebut diketahui, maka langkah selanjutnya dalam tahap ini adalah menerjemahkan ke dalam bahasa produsen yaitu dalam parameter teknis. Tahap *Measure* dilakukan dengan mengukur kinerja saat ini (*current performance*) pada tingkat *output* untuk ditetapkan sebagai tolak ukur kinerja (*performance baseline*) pada awal proyek *Six Sigma*. Pada tahap *analyze* merupakan fase mencari dan menentukan akar permasalahan. Pada tahap ini perlu dilakukan beberapa hal seperti menganalisis stabilitas dan kapabilitas proses, serta mengidentifikasi sumber-sumber penyebab kecacatan atau kegagalan. Tahap *Improve* adalah fase meningkatkan proses dan menghilangkan sebab-sebab timbulnya cacat. Setelah sumber-sumber penyebab masalah kualitas dapat diidentifikasi, maka dapat dilakukan penetapan rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Selanjutnya pada tahap *control* hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan. Hasil-hasil yang memuaskan dari proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* harus distandarisasikan, dan selanjutnya dilakukan peningkatan terus-menerus pada jenis masalah yang lain mengikuti konsep DMAIC.

2. Bahan dan Metode

Bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini diperoleh dari hasil studi lapangan dan studi pustaka. Adapun studi lapangan dilakukan dengan pengamatan proses produksi kabel NYY 4x16 mm² di PT Sucaco. Sedangkan studi pustaka yang dilakukan untuk didapatkannya metode yang tepat dan menunjang pembahasan serta analisa dalam laporan ini.

Jenis penelitian yang dilakukan adalah deskriptif yaitu sebuah studi untuk mengadakan perbaikan terhadap suatu keadaan terdahulu. Teknik yang digunakan dalam metode penelitian ini adalah:

1. Pengamatan

Penelitian dilakukan dengan melakukan pengamatan di lapangan untuk memperoleh data variabel yaitu diameter kabel NYY 4x16 m² di PT Sucaco.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan terhadap Manager *Quality and Assurance*, Supervisor Produksi Departemen *Low Voltage* dan pembimbing di lapangan serta operator mesin produksi untuk didapatkan masalah dan penyebab-penyebabnya. Adapun metode yang dilakukan mula-mula yaitu studi literature, menetapkan *Voice of Customer*. melakukan pengukuran karakteristik kualitas seperti rata-rata proses, melakukan analisa dengan peta kendali variabel, analisa stabilitas proses, analisa kapabilitas proses, mengidentifikasi penyebab kegagalan, lalu pada akhirnya melakukan standardisasi dan dokumentasi.

3. Pengolahan Data Dan Pembahasan

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui jumlah sampel yang data yang diambil telah cukup untuk pengolahan data pada proses selanjutnya. Menurut Gasperz (2003) Dalam pengujian ini digunakan rumus:

$$N' = \left[\frac{k/s \cdot \sqrt{i \cdot \sum n^2 - (\sum n)^2}}{\sum n} \right] \quad (1)$$

Dengan jumlah data sebanyak 126 data, tingkat kepercayaan sebesar 95% dan tingkat ketelitian 15% diperoleh N' sebesar 1,68 . Dikarenakan N > N' (126 > 1,68) maka data yang diambil dapat dianggap cukup untuk keperluan pengolahan data.

Tahap DMAIC

Tahap Define

Beberapa variabel yang merupakan karakteristik kualitas dan dapat dinyatakan dalam ukuran diantaranya adalah:

- Diameter Minimum (Dmin) [mm]
- Diameter Nominal (Dn) [mm]
- Diameter Maximum (Dmax) [mm]

Thick Inner Sheath

- Diameter Minimum : 0,98 mm
- Diameter Nominal : 1 mm
- Diameter Maximum : 1,03 mm

Sumber : Data Standar Nilai Produk dan Proses (SNPP) PT Sucaco)

Tahap Measure

Pada tahap ini, dilakukan pengukuran terhadap kinerja proses yang berlangsung pada saat ini. Tahap *measure* merupakan tahap yang sangat penting peranannya dalam usaha perbaikan. Hal ini dikarenakan kita dapat mengetahui sebaik apa proses yang ada dalam menghasilkan produk yang bebas dari cacat. Menurut Gasperz (2005) pada tahap ini dilakukan beberapa tahap sebagai berikut :

Pembuatan Peta Kendali

➤ **Peta Kendali R**

Tabel 1. Rata-rata ketebalan kabel NYY 4 x 16

No	Thick Inner Sheath (mm)				Ave Thick.	R
	1	2	3	4		
TOTAL					124.42	67.92

$$R_i = X_{maks_i} - X_{min_i} \quad (2)$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{g} \quad (3)$$

$$UCL_R = D_4 \cdot \bar{R} \quad (4)$$

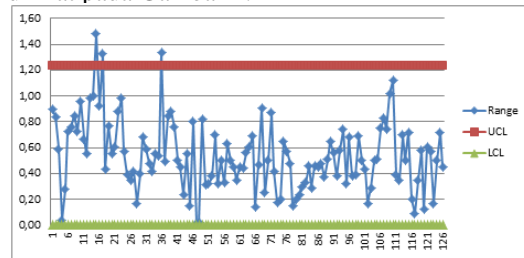
$$LCL_R = D_3 \cdot \bar{R} \quad (5)$$

$$\bar{R} = \frac{67,92}{126} = 0,54$$

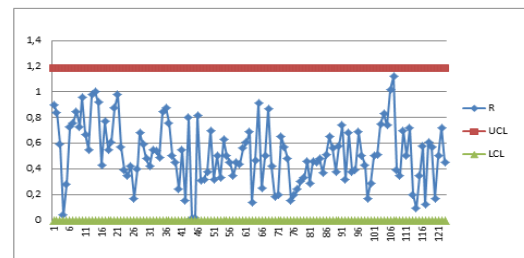
$$UCL_R = 2,282 \times 0,54 = 1,23$$

$$LCL_R = 0 \times 0,54 = 0$$

Peta kendali R iterasi 0 dapat dilihat pada Gambar 1. Dari Gambar 1 didapatkan data yang keluar dari batas kontrol, untuk itu dilakukan refisi hingga semua data ke dalam batas kontrol dimana perhitungan tidak mengikutsertakan data yang keluar. Adapun peta kendali R iterasi 1 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1 Peta Kendali R Iterasi 0



Gambar 2 Peta Kendali R Iterasi 1

➤ **Peta Kendali X**

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{g} \quad (6)$$

$$UCL_R = \bar{X} + A_2 \bar{R} \quad (7)$$

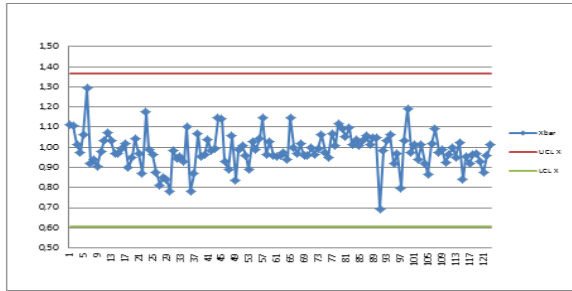
$$LCL_R = \bar{X} - A_2 \bar{R} \quad (8)$$

$$\bar{X} = \frac{121,31}{123} = 0,98$$

$$UCL_R = 0,98 + 0,729 \times 0,5185 = 1,364$$

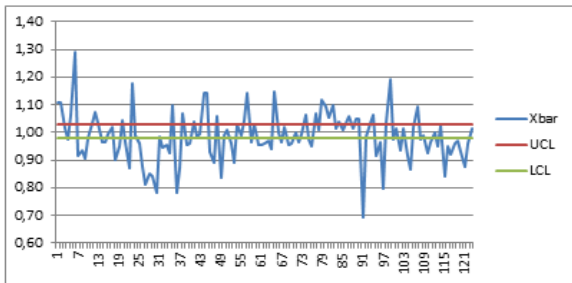
$$LCL_R = 0,98 - 0,729 \times 0,5185 = 0,608$$

Peta kendali X kabel NYY 4x16 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Peta Kendali X Kabel NYY 4x16

Dari hasil peta kendali diatas didapatkan bahwa rata-rata keseluruhan proses dari kabel NYY 4x16 sudah cukup baik yang dilihat dari sedikitnya data yang keluar dari batas kendali proses, namun apabila dilihat ketentuan batas spesifikasi yang telah ditentukan perusahaan dapat terlihat bahwa banyaknya produk yang tidak memenuhi spesifikasi yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Peta Kendali X Kabel NYY 4x16 Spesifikasi Perusahaan

• Perhitungan :

- Rata-rata proses :

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{124,23}{126} \\ &= 0,98 \end{aligned}$$

- Standar Deviasi

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,97}{125}} \\ &= 0,087 \end{aligned}$$

- DPMO :

Nilai DPMO untuk satu batas spesifikasi

$$\begin{aligned} &= P \left\{ z \geq \frac{(USL - \bar{X})}{s} \right\} \times 1.000.000 \\ &= P \left\{ z \geq \frac{(1,03 - 0,98)}{0,087} \right\} \times 1.000.000 \\ &= P \{ z \geq 0,55 \} \times 1.000.000 \\ &= \{ 1 - P (z \leq 0,55) \} \times 1.000.000 \\ &= (1 - 0,711) \times 1.000.000 \\ &= 289.257 \end{aligned}$$

Nilai DPMO berada pada 2-sigma dan 3-sigma, untuk itu dilakukan interpolasi agar didapatkan nilai sigma untuk 289.257

$$\begin{aligned} \frac{(308.538 - 289.257)}{(289.257 - 66.807)} &= \frac{(2 - x)}{(x - 3)} \\ 19281x - 57842 &= 444900 - 222.450x \\ x &= 2,08 \end{aligned}$$

Level sigma dari perhitungan diatas adalah 2,08 σ . Dimana, makin besar nilai sigma maka makin bagus proses dari perusahaan tersebut. Jika dilihat dari nilai sigmanya, proses PT Sucaco sudah cukup baik, mengingat industri di Indonesia memiliki nilai sigma rata-rata 2-3 sigma. Namun demi dapat bersaing di industri internasional, PT Sucaco harus meningkatkan kualitas produknya agar mencapai nilai sigma yang lebih tinggi.

Tahap Analyze

Perhitungan Stabilitas Proses

$$\begin{aligned} Smaks &= 0,481 \times \text{Absolut} (S - T) \\ &= 0,481 \times (1,03 - 1) \\ &= 0,0241 \end{aligned}$$

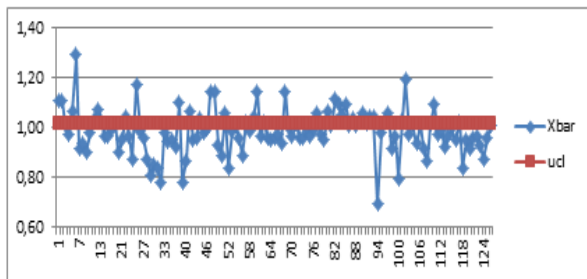
$$\begin{aligned} UCL &= T + 1,5 (Smaks) \\ &= 1 + (1,5 \times 0,0241) \\ &= 1,02 \end{aligned}$$

SL = Batas Spesifikasi CTQ yang diinginkan Pelanggan

T = Target spesifikasi CTQ yang diinginkan Pelanggan

Dari perhitungan stabilitas proses untuk satu batas spesifikasi diatas, nilai 0,481 diperoleh dari Tabel

lampiran 7 untuk nilai Smaks dengan target sigma yang telah didapatkan, sedangkan untuk nilai T digunakan nilai diameter nominal dari data Standar Nilai Produk dan Proses (SNPP) PT Sucaco. Perbandingan antara nilai UCL dengan rata-rata tiap proses dapat dilihat pada Gambar 5. Dari Gambar 5 dapat diketahui bahwa proses bending kabel NYY 4x16 belum stabil yang dikarenakan masih banyaknya *thickness* kabel yang melampaui nilai UCL.



Gambar 5 Rata-rata *thickness* Kabel NYY 4x16 Spesifikasi Perusahaan

Perhitungan Kapabilitas Proses

$$Cpm = \text{absolut} \frac{(SL - \bar{X})}{3s}$$

$$= \text{absolut} \left(\frac{(1.03 - 0.98)}{3.0,087} \right)$$

$$= 0,572$$

$$Cpk = \text{absolut} \frac{(SL - T)}{3\sqrt{(\bar{x} - T)^2 + S^2}}$$

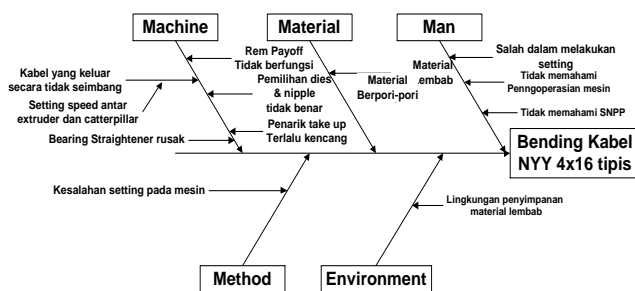
$$= \text{absolut} \left(\frac{(1.03 - 1)}{3\sqrt{(0.98 - 1)^2 + 0.087^2}} \right)$$

$$= 0.2$$

Dikarenakan nilai Cpk dan Cpm yang didapatkan kurang dari 1, maka proses dianggap tidak kompetitif sehingga diperlukan adanya peningkatan.

Tahap Improve

Identifikasi Sumber - Sumber Penyebab Variabilitas



Gambar 6 Fishbone diagram penyebab variabilitas *thickness* kabel 4x16

Fishbone diagram berfungsi untuk mengetahui penyebab dari suatu masalah dimana dalam hal ini adalah penyebab dari tipisnya bending untuk kabel NYY 4x16. Penyebab dari masalah tersebut dikelompokkan menjadi lima bagian yaitu *machine*, *material*, *man*, *method*, dan *environment*.

- **Machine**

Dalam melakukan proses produksi tentu tidak terlepas kaitannya dengan mesin. Penyebab tipisnya bending kabel dari segi mesin yaitu dikarenakan keluarnya kabel yang tidak seimbang yang disebabkan oleh *setting speed* antar *extruder* dan *caterpillar* yang salah, *bearing straightener* rusak, *rem payoff* tidak berfungsi dengan baik, pemilihan *dies* dan *nipple* yang tidak benar, dan penarik *take up* yang terlalu kencang. Perbaikan yang dapat dilakukan dalam segi mesin adalah adanya SOP pengaturan mesin untuk setiap jenis kabel sehingga tidak terjadi kesalahan pengaturan apabila adanya pergantian operator mesin tertentu, dilaksanakannya *maintenance* mesin yang sudah terjadwal dan pastikan operator memahami secara mendalam mengenai mesin sehingga kesalahan-kesalahan seperti pemilihan *dies* yang tidak benar atau penarik *take up* dapat diminimalisir.

- **Material**

Dalam proses produksi, pasti membutuhkan material untuk diproses menjadi produk jadi sehingga material juga menentukan kualitas dari produk yang dihasilkan. Adapun penyebab tipisnya bending kabel dari segi material adalah material yang lembab sehingga menyebabkan kabel menjadi berpori. Perbaikan yang dapat dilakukan dari segi material yaitu disediakannya tempat untuk menyimpan material yang kelembabannya dapat terjaga.

- **Man**

Dalam melaksanakan proses produksi, keberadaan operator juga sangatlah penting, Adapun penyebab tipisnya bending kabel dari segi manusia yaitu kesalahan dalam melakukan *setting*, tidak memahami pengoperasian mesin secara mendalam, dan tidak memahami SNPP (Standar Nilai Produk dan Proses). Perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan *training* dan pengawasan untuk operator, pengujian lapangan, dan pemberian pengetahuan mengenai pengoperasian mesin secara mendalam agar kesalahan dapat diminimalisir.

- **Method**
Pada saat proses produksi, metode dalam pengoperasian mesin juga perlu diperhatikan. Penyebab tipisnya bending kabel dari segi metode adalah kesalahan setting mesin sehingga kabel yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi. Perbaikan yang dapat dilakukan adalah dilakukannya *briefing* dan pengawasan operator agar kesalahan setting mesin dapat diminimalisir.
- **Environment**
Lingkungan juga merupakan salah satu komponen penting dalam proses produksi karena akan menentukan kualitas dari produk yang dihasilkan. Penyebab tipisnya bending kabel dari segi lingkungan adalah lingkungan kerja dan tempat penyimpanan material yang lembab. Oleh karena itu, perbaikannya adalah mengatur kelembaban tempat penyimpanan material dan lingkungan kerja.

Tahap Control

Prosedur-prosedur yang dapat didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar sesuai analisa-analisa yang telah dilakukan sebelumnya yaitu:

- Melakukan uji coba terlebih dahulu untuk radius bending yang sama agar didapatkan rata-rata ketebalan bending yang sama.
- Menandai mesin extruder yang sering membuat terjadinya masalah pada hasil bending produk
- Membuat dokumentasi cara dan urutan pengoperasian mesin sehingga operator memahami dan tidak melakukan kesalahan dalam melakukan proses bending kabel.
- Bearing, dies, rem payoff dan nipple sering diperiksa keausannya supaya kabel yang keluar dapat seimbang ketebalannya.

4. Kesimpulan

PT Sucaco berada pada tingkat kualitas sigma rata-rata 2,08-sigma dengan DPMO sebesar 289.257. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan sudah berada pada tingkat kualitas rata-rata perusahaan di Indonesia, namun masih belum cukup baik dan memerlukan adanya perbaikan dan peningkatan agar produk yang dihasilkan lebih kompetitif. Berdasarkan penelitian, proses belum stabil karena dari semua sampel yang diamati masih banyak yang melebihi control limit yang diharuskan. Begitupun kapabilitas proses perlu ditingkatkan karena dari hasil analisis menunjukkan nilai Cpk yang tidak lebih dari 1. Perbaikan yang sebaiknya dilakukan perusahaan salah satunya adalah melebarkan

rentang batas spesifikasi untuk diameter kabel NYY 4x16 mm² karena masih belum tercapainya hasil diameter yang sesuai dengan Standar Nilai Produk dan Proses (SNPP) yang telah ditentukan yaitu 0,98 mm untuk diameter minimal dan 1,03 mm untuk diameter maksimal. Selain itu dengan mengadakan *training* yang baik dan benar untuk operator, pengawasan terhadap proses produksi, melakukan *maintenance* mesin yang terjadwal, dan menjaga lingkungan penyimpanan material yang sesuai.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis untuk Pak Satria selaku Manajer Bagian *Quality Assurance* PT Sucaco Plant Daan Mogot, Pak Marzuki sebagai Supervisor Produksi PT Sucaco Plant Daan Mogot, Bu Ratna Purwaningsih sebagai dosen pembimbing pembuatan jurnal ini, serta seluruh pihak yang telah membantu dalam pembuatan jurnal sebagai hasil penelitian kuliah kerja industri ini.

Daftar Pustaka

- Dewi, Shanty K., 2012. Minimasi Defect Produk dengan Konsep *Six Sigma*. Jurnal Teknik Industri Vol. 13 No. 1.
- Gasperz, V., 2003. Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gasperz, V., 2005. Total Quality Management, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. Pustaka Utama, 2002.
- Rahardjo, J., Aysia, D. A. Y., & Anitasari, S. (2003). Peningkatan kualitas melalui implementasi filosofi *Six Sigma*: Studi kasus di sebuah perusahaan speaker. *Jurnal Teknik Industri*, 5 (2): 101-110.
- Samadhi, A., F, Opit Prudensy., Singal, Y. (2008) Penerapan *Six Sigma* Untuk Peningkatan Kualitas Produksi Bimoli Classic (Studi Kasus: PT Salim Ivomas Pratama-Bitung), *Jurnal Teknik Industri*, Vol.3, No.1. 17-19.
- PT Sucaco.(2005): Data Standar Nilai Produk dan Proses (SNPP)