



REDESIGN ALAT TAMBAHAN PADA MESIN PRODUKSI KOMPONEN OTOMOTIF BODY INNER DALAM MENINGKATKAN KUALITAS MELALUI STRATEGI DMAIC

Miftahul Imtihan¹, Revino²

Program Pascasarjana Magister Teknik Industri

Institut Sains Teknologi Nasional - ISTN Jakarta

E-mail : miftahul_imtihan@yahoo.com, Oniver10@yahoo.com

ABSTRACT

Opportunities owned by the company is very open in competing with competitors in the automotive component. This study aims to do Redesign an Additional Tool Machine Production of Components of The Automotive Body Inner In Improving The Quality Through a Strategy of DMAIC. The method used in this research is quantitative method with the analysis of the DMAIC, namely the implementation of Define, Measure, Improve, and Control. The results showed that there are two vital factors that lead to product defects that Clamp Welding Jig is less than perfect with the dimensions of the pin stopper is not functioning as a lock while the detector. Through a strategy of DMAIC on the stages of the improve with the redesign is an additional tool that install clamp welding jig so that the resulting product is able to improve the quality of desired customer with a bunch of indicators of the value of the sigma level increased from 3,14 σ to be 4,32 σ . The effect of the financial of the company towards improving continuous reached about Rp. 1.513.655.000,- that means the average efficiency of the company is Rp. 504.551.666,67 per-year. So with these conditions the company remains eligible to run and developed.

Article history :

Submit 28 Agustus 2017

Received in from 21 August 2018

Accepted 05 April 2019

Available online 30 April 2019

Keyword : Redesign, Four Block Diagram, DMAIC, Sigma Level, Efficiency

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address :

Jl. Urip Sumoharjo Km. 5 (Kampus II UMI)
Makassar Sulawesi Selatan.

Email :

Jiem@umi.ac.id

Phone :

+6281341717729

+6281247526640

Licensed by: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

DOI : <http://dx.doi.org/10.33536/jiem.v4i1.125>



ABSTRAK

Peluang yang dimiliki perusahaan sangat terbuka dalam berkompetisi dengan para pesaing di industri komponen otomotif. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan *redesign* alat tambahan mesin produksi komponen otomotif dalam meningkatkan kualitas produksi komponen *Body Inner* melalui strategi DMAIC. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan analisa strategi DMAIC yaitu implementasi dari *Define, Measure, Improve* dan *Control*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat dua vital faktor yang menyebabkan produk cacat adalah *Clamp Welding Jig* Kurang Sempurna dengan *Dimensi Pin Stopper* tidak berfungsi sebagai pengunci sekaligus *detektor*. Melalui strategi DMAIC pada tahapan *Improve* dengan melakukan *Redesign* alat tambahan yaitu *Install Clamp Welding Jig*, maka produk yang dihasilkan mampu meningkatkan kualitas yang diinginkan pelanggan dengan indikator nilai sigma level meningkat dari 3,14 σ menjadi 4,32 σ . Efek finansial perusahaan terhadap *improving continuous* yang telah dilakukan mencapai sekitar Rp. 1.513.655.000,- artinya rata-rata efisiensi perusahaan adalah Rp. 504.551.666,67 per-tahun. Sehingga dengan kondisi tersebut perusahaan tetap layak untuk dijalankan dan dikembangkan.

Kata Kunci : *Redesign, Four Block Diagram, DMAIC, Sigma Level, Efisiensi.*

1. Pendahuluan

Sembilan sektor industri yang ada maka industri otomotif berada di sektor kedua yaitu sub sektor aneka industri pada industri pengolahan. Pada tahun 2015 pertumbuhan industri pengolahan yang di dalamnya industri otomotif adalah mencapai angka 4.35%. Terkait dengan pertumbuhan serta perkembangan industri otomotif dunia, asia dan nasional yang semakin diminati maka PT. NTCC hadir dalam rangka melakukan proses industrialisasi di bidang manufaktur produk komponen otomotif *Body Inner* dengan sistem pemasaran produk melalui order dari pelanggannya.

Hal krusial terkait dengan kualitas produk komponen otomotif *Body Inner* adalah melakukan inovasi dan pengembangan pemeliharaan kualitas produk agar dalam memproduksi komponen otomotif *Body Inner* memenuhi standar kualitas yang diinginkan pelanggan, artinya pertama jumlah kerusakan produk (*Product No Good*) dapat diminimalisir, kedua menjaga keunggulan produk, ketiga melakukan perbaikan kualitas produk secara terus menerus (*improving continuous*), dan keempat melakukan pengiriman produk komponen otomotif *Body Inner* menurut jadwal pemesanan yang disepakati berdasarkan waktu yang telah ditetapkan.

Dalam hal meminimalisir atau menurunkan produk *No Good* komponen otomotif *Body Inner*, diperlukan metode untuk melakukan perbaikan secara terus menerus (*improving continuous*) melalui tahapan-tahapan proses yang terintegrasi berupa material, metode, *manpower*, dan lain-lain dalam sistem produksi atau yang lebih dikenal dengan

penerapan metode six sigma dengan strategi DMAIC, sehingga hasil produksinya memenuhi spesifikasi standar kualitas yang diharapkan.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan Strategi DMAIC dengan desain Pendekatan Startegi DMAIC ;

A. Define ; Menemukan masalah

1. Data produk & data cacat - No Good
2. Diagram Pareto

B. Measure ; Elaborasi masalah

1. Mengukur Data Diskrit
2. Diagram Pareto
3. Pengukuran proses kapabilitas (Sigma Level)
4. Four Block Diagram

C. Analyze ; Menganalisis masalah

1. Diagram Fishbone
2. Uji Hipotesis (Hypothesis Test of Vital Factor) Statistics Test with Uji Z ; 2 proportion test

D. Improve ; Melakukan perbaikan

1. Design of experiment
2. Pengukuran kembali kapabilitas
3. Sigma Level After Improve
4. Four Block Diagram After Improve

E. Control ; Penilaian dan pengendalian SPC (Statistical Process Control)

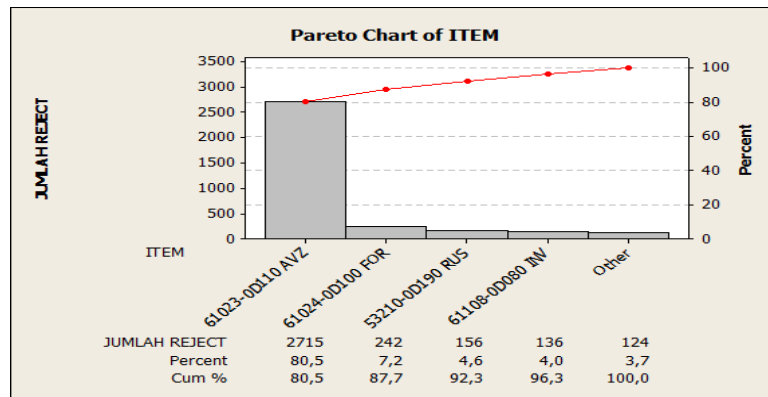
3. Hasil dan Pembahasan

A. Tahap Define

Dengan berpegang pada data daily report produksi terhadap kelima varian produk pada

produksi *Body Inner*, maka Produk *Body Inner* 61023-0D110 AVZ merupakan keluaran produksi dengan kriteria kualitas paling rendah atau dengan istilah lain bahwa produk cacat-No

Good paling tinggi diantara produk yang ada mencapai angka 2715 pcs dari total produksi 40800 pcs. Lihat gambar di bawah :

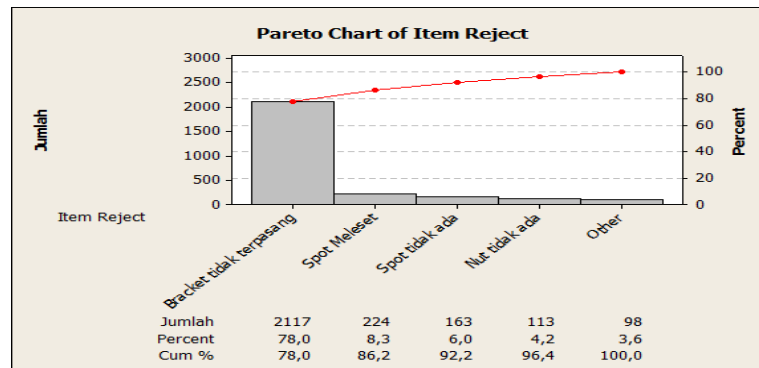


Gambar 1. Diagram Pareto Lima Varian Produk

B. Tahap Measure

Setelah dilakukan pengukuran dari kelima varian produk (gambar 3. Diagram Pareto) maka terjadi persoalan produk cacat-No *Good* tertinggi pada komponen *Body Inner* 61023-0D110 AVZ

dengan angka 2117 pcs yang berarti bahwa 78,00% produk cacat disebabkan oleh adanya faktor *Bracket* tidak terpasang dengan sempurna, dan faktor lainnya adalah 598 pcs atau 22,00% dari total produk cacat-No *Good* 2715 pcs. Lihat gambar di bawah :

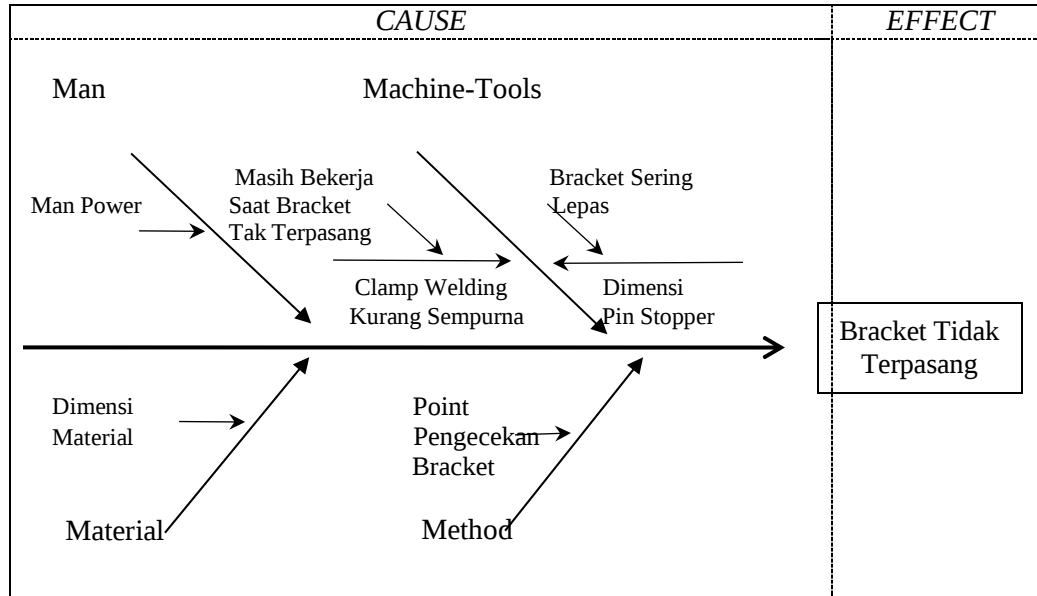


Gambar 2. Diagram Pareto produk cacat-No *Good*

Dengan gambar di atas kemudian mencari faktor-faktor penyebab terjadinya *Bracket* tidak terpasang sehingga produk *Body Inner* mengalami penurunan kualitas dengan indikator bahwa ditemukan produk cacat-No *Good* dengan jumlah yang cukup besar.

C. Tahap Analyze

Dengan tahap Analyze ini dilakukan analisa *fishbone diagram* sehingga diketahui faktor-faktor yang dapat dijadikan pengukuran terhadap *Bracket* Tidak Terpasang.



Gambar 3. Fishbone Diagram

Dan selanjutnya untuk lebih meyakinkan terhadap hasil analisa *fishbone diagram* juga dilakukan analisa *Vital Factor* terhadap faktor-faktor penyebabnya serta dilanjutkan dengan melakukan pengujian hipotesis agar terlihat hasil

analisa *vital factor* untuk dijadikan langkah-langkah strategi dalam perbaikan (*Improving Continuous*) pada tahap proses berikutnya. Lihat tabel berikut :

Tabel 1. Resume Vital Factor

Possible X's		Statistic Test	P-Value	α	Conclusion
X1	Point Pengecekan Bracket (Pengecekan 2 Sisi Atas-Bawah)	Two Proportion Test	0.198	0.05	NOT Vital Factor
X2	Clamp Welding Kurang Sempurna (Install Alat Clamp Welding atau Tidak)	Two Proportion Test	0.000	0.05	Vital Factor
X3	Dimensi Pin Stopper-Pengunci (Ukuran P=45 mm vs 30 mm)	Two Proportion Test	0.000	0.05	Vital Factor
X4	Man Power (Terlatih vs Tidak Terlatih)	Two Proportion Test	0.734	0.05	NOT Vital Factor
X5	Dimensi Material (Diameter 9.8 mm vs 10.1 mm)	Two Proportion Test	0.456	0.05	NOT Vital Factor

Dari hasil pengamatan table 1, Resume Vital Faktor di atas terlihat bahwa yang menjadi Vital faktor terhadap penyebab permasalahan yang terjadi adalah :

1. *Clamp Welding* Kurang Sempurna
Clamp Welding adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mendeteksi *bracket* terpasang atau tidak saat dilakukan proses *spot weld*. Jadi ketika proses *Clamp Welding* tidak berjalan dengan sempurna maka

berakibat bahwa *Bracket* Tidak Terpasang dan jika hal ini terjadi maka dilakukan *scrab* pada *Bracket* tersebut dan ini menjadi pekerjaan tambahan sehingga waktu operasi proses bertambah yang menjadikan tidak efisien dan efektif. Faktor possible X yang nilai P nya masih di bawah 0,05 (taraf signifikansi 95%) yaitu nilai P sebesar 0,000 berarti secara statistik *Clamp Welding* Kurang Sempurna menyebabkan *Bracket* Tidak Terpasang pada produk *Body Inner* sehingga

mengakibatkan kualitas menjadi menurun dengan indikasi produk dengan produk *No Good* yang besar mencapai 2117 pcs.

2. Dimensi *Pin Stopper* - sebagai Pengunci
Dimensi *Pin Stopper* adalah alat yang berfungsi sebagai pengunci *bracket* agar tidak mudah terlepas saat proses operasi produksi berjalan. Pada saat *setting bracket* akan mudah jatuh karena tidak adanya dimensi *Pin Stopper* dengan panjang yang tepat. Faktor possible X dengan nilai P nya masih di bawah 0,05 (taraf signifikansi 95%) yaitu nilai P sebesar 0,000 yang berarti secara statistik bahwa Dimensi *Pin Stopper* sangat mempengaruhi *Bracket Tidak Terpasang* pada produk *Body Inner* sehingga mengakibatkan kualitas menjadi menurun dengan indikasi produk cacat-*No Good* yang besar mencapai 2117 pcs.

D. Tahap Improve

Pengukuran *Y Capability Sigma Level* pada *Y = Bracket Tidak Terpasang*.

Defect = 2117 pcs

Unit = 40800 (using data in 2013-2015)

DPU = Defect/Unit Product

DPU = 2117/40800

= 0,051887

$Y_{RT} = e^{-DPU}$

$Y_{RT} = 2.7183^{-0.051887}$

= 0.949436

$Y_{NA} = Y_{RT}^1$

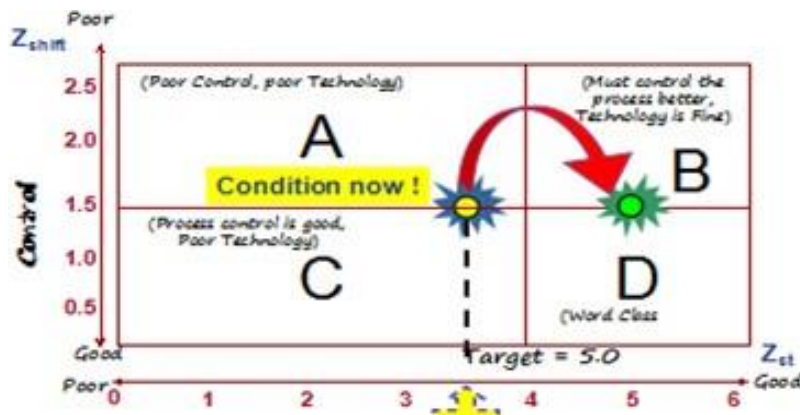
= 0,949436¹

= 0,949436

Dengan menggunakan minitab diperoleh :

Inverse Cumulative Distribution Function
Normal with mean 0 and standard deviation = 1
 $P(X \leq x) = 0,949436$
 $x = 1,63941$
Sigma Level (Z_{ST}) = $Z_{lt} + 1,5 \text{ shift}$
 $Z_{ST} = 1,63941 + 1,5 \text{ shift}$
 $= 3,139$

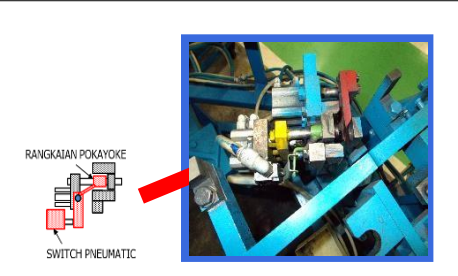
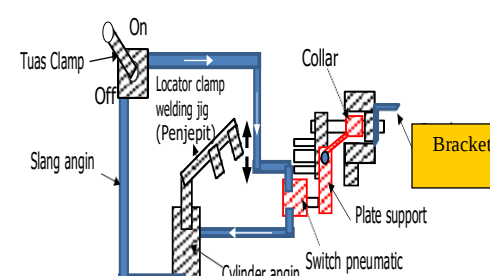
Dengan diperolehnya nilai *sigma level 3,14 σ* selanjutnya dibuat *Four Block Diagram*-nya :



Gambar 4. *Four Block Diagram Technology*

Dari gambar *four block diagram* diatas menunjukkan bahwa dengan nilai Sigma Level 3.14 masuk pada kuadran C hal ini berarti bahwa secara proses kontrol sudah baik, namun disini secara teknologi masih terdapat kekurangan atau kelemahan (*process control is good, poor*

technology). Dengan demikian perlu dilakukan *Improve* pada teknologi yaitu Alat-Mesin dengan melakukan *Redesign* Alat Tambahan Mesin Produksi komponen otomotif.

Faktor	Problem	How	Why	When	Who
Alat-Mesin	Bracket Tidak Terpasang	Pasang Clamp Welding Jig Sebagai Detektor	Agar Clamp Welding Jig Dapat mendeteksi Bracket Tidak Terpasang	Januar 2016	Operator Produksi
Redesign Alat Tambahan :			Prinsip Kerja :		
					

Gambar 5. Skema Pelaksanaan Improve Alat Tambahan

Pengukuran Y Capability Sigma Level After Improve pada $Y = \text{Bracket Tidak Terpasang}$.

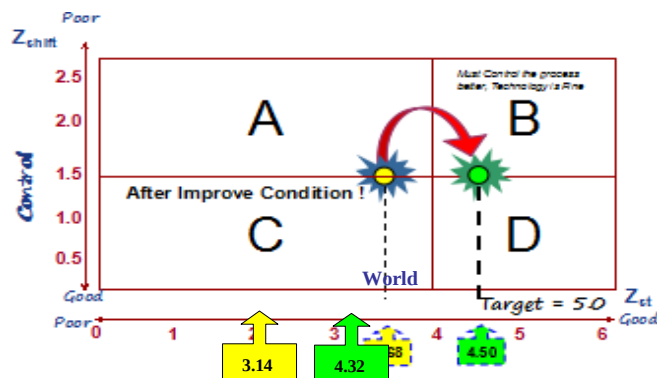
Defect = 19 pcs
Unit = 7800 (using data in Jan-Des 2016 After Improve)
DPU = Defect/Unit Product
DPU = 19/7800
= 0,0024359

$$\begin{aligned}
 Y_{RT} &= e^{-DPU} \\
 Y_{RT} &= 2.7183 - 0.0024359 \\
 &= 0.99757 \\
 Y_{NA} &= Y_{RT}^1 \\
 &= 0.99757^1 \\
 &= 0.99757
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan minitab diperoleh :

Inverse Cumulative Distribution Function
Normal with mean 0 and standard deviation = 1
 $P(X \leq x) = 0.99757$
Sigma Level (Z_{ST}) = $Z_{1t} + 1.5 \text{ shift}$
 $Z_{ST} = 2.81617 + 1.5$
 $= 4.316$
 $\approx 4.32 \sigma$

Dari hasil perhitungan di atas dengan nilai 4.32σ , maka selanjutnya masukkan ke dalam *four block diagram* di bawah :



Gambar 6. Four Block Diagram After Improve

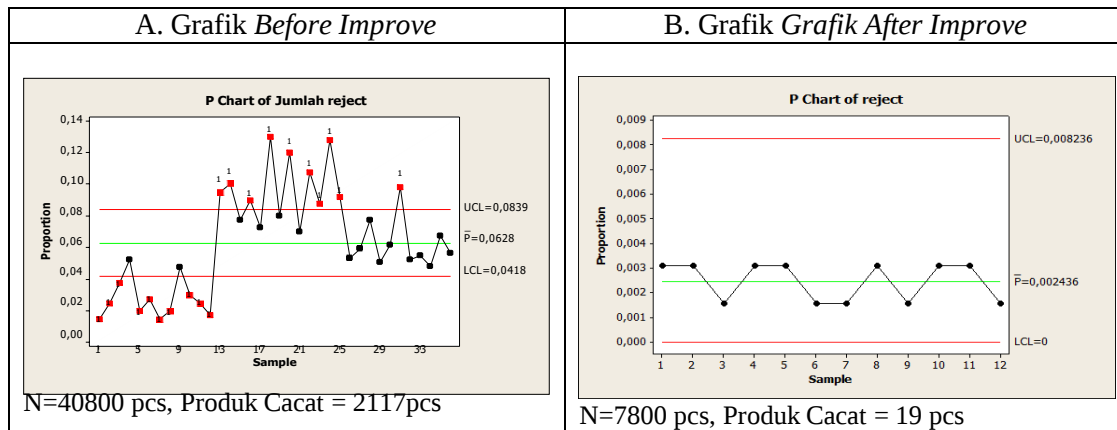
Dari gambar *four block diagram* diatas menunjukkan bahwa dengan nilai Sigma Level 4.32σ masuk pada kuadran D sehingga dapat

diterjemahkan bahwa pada proses kontrol dan secara teknologi sudah masuk dalam kuadran *World Class*.

E. Tahap Control

Tahap *Control* ini dilakukan pengendalian proses produksi setelah *Redesign* alat tambahan

melalui *Install Clamp Welding Jig* sebagai *Detektor* dengan memperhatikan pengukuran proses yang telah dibuat standarisasi dengan menggunakan metode SPC (*Statistical Process Control*).



Gambar 7. Peta Kendali *Before-After Improve*

Dari gambar peta kendali di atas dapat dilihat bahwa grafik sebelum dilakukan *Improve* banyak produk di luar batas kontrol (*UCL* dan *LCL*), sedangkan grafik setelah dilakukan *Improve* terlihat bahwa produk masuk dalam batas kontrol produksi (*UCL* dan *LCL*) dan ini berarti produksi mengalami peningkatan kualitas secara nyata dengan indikator produk cacat dapat diminimalisir sampai optimal.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian melalui strategi DMAIC, maka terdapat dua vital faktor penyebab produk cacat sebagai indikator kualitas produk berkurang. Untuk itu dilakukan *improve* dengan *Redesign* alat tambahan melalui *Install Clamp Welding Jig* sebagai *Protektor* pada mesin produksi komponen otomotif untuk langkah antisipasi *Bracket* tidak terpasang dengan sempurna. *Improve* tersebut berhasil meningkatkan kualitas produksi *Body Inner 61023-0D110 AVZ* dengan indikator nilai sigma level meningkat dari 3,14 σ menjadi 4,32 σ serta dengan analisa *four block diagram* persoalan dalam perusahaan ini berada pada Kuadran C (*process control is good, poor technology*) menuju Kuadran D (*World Class*) yang berarti produk cacat-No Good menjadi menurun. Adapun efek finansial dengan melakukan *improve* melalui Strategi DMAIC perusahaan pada saat ini mencapai sekitar Rp. 1.513.655.000,- artinya rata-rata efisiensi perusahaan adalah Rp. 504.551.666,67 per-tahun.

4.2 Saran

- 1) PT. NTCC merupakan perusahaan yang mempunyai peluang sangat besar untuk tetap *sustainable* dalam industri komponen otomotif di Indonesia. Untuk itu sangat diperlukan inovasi produk dan perbaikan secara berkelanjutan dalam memenuhi kualitas produk sesuai keinginan *stakeholder*.
- 2) Perlunya peningkatan kualitas Sumber Daya Manusia melalui pelatihan terkait dengan kompetensinya, sehingga perbaikan secara berkesinambungan dapat menunjang proses operasi terutama produksi agar target dan tujuan perusahaan tercapai dengan baik.

Referensi

- Bass, I. (2007). *Six Sigma Statistic With Excel and Minitab*. New York : McGraw Hill Publishing.
- Besterfield, D.H. (2013). *Quality Improvement*. New York : Pearson Education, Publishing Prentice Hall.
- Burr, I, W. (1976). *Statistical Quality Control Methods, Statistics Texbooks and Monographs*, Vol. 16, New York: Marcell-Decker, Inc.
- Breyfogle, Forrest W., (2003). *Implementing Six Sigma*. Mc. Graw-Hill.
- Dorothea W., Ariani. (2004). *Pengendalian Kualitas Statistik ; Pendekatan Kuantitatif Dalam Manajemen Kualitas Statistik*. Yogyakarta, Andi.

- Dale, Barrie G. et al. (2007). *Managing Quality 5th ed*; [ISBN 978-1-4051-4279-3](#) [OCLC 288977828](#)
- De Feo, Joseph A.; Barnard, William (2005). JURAN Institute's Six Sigma Breakthrough and Beyond – Quality Performance Breakthrough Methods. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited.
- Evans, J.R., Lindsay, W.M. (2002). *The Management and Control of Quality*. McGraw-Hill Publishing.
- Evans, James R., Lindsay, William M., (2007). *An Introduction to Six Sigma and Process Improvement*, Salemba Empat, Jakarta.
- Garvin, David. (1998). *Managing Quality : The Strategy and Competitive Edge*. USA. John Wiley & Sons, Inc.
- Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Goetchs, David L., Stanley B. Davis. (2000). *The Total Quality Approach Management*, 3rd ad., New Jersey, Prentice Hall.
- Ghiffari, Ibrahim,. H, Ambar,. Bakar, A,. (2013). *Analisis Six Sigma Untuk Mengurangi Jumlah Cacat Di Stasiun Kerja Sablon (Studi Kasus: CV. Miracle)*. Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, No.1 Vol.1.
- Herjanto, Eddy. (2015). *Manajemen Operasi, Edisi ketiga*. Jakarta : PT. Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Hart, K. M., & Hart, R. F. (1989). *Quantitative methods for quality improvement*. Milwaukee, WI: ASQC Quality Press. Santosh: Pre Press
- Houston, Archester (1988). [A Total Quality Management Process Improvement Model \(PDF\)](#), [San Diego, California](#): Navy Personnel Research and Development Center.
- Hidayatno, A,. Afriansyah,B. (2004). *Peningkatan Kualitas Potong Mesin Eye Tracer di PT. United Tractors Pandu Engineering dengan Metode Six Sigma*. JURNAL TEKNOLOGI, Edisi Khusus No.2 : Teknik Industri, ISSN 0215-1685
- Hoyle, David (2007). [Quality Management Essentials](#), Oxford, United Kingdom: Butterworth-Heinemann.
- Harrington, H.J. (1992). *Probability and Statistics*, in Pyzdek, T. And Berger, R.W. , Editors, *Quality Engineering Handbook*, Milwaukee, WI : ASQ Quality Press.
- Houston, Archester; Dockstader, Steven L. (1997). [Total Quality Leadership: A Primer \(PDF\)](#), [Washington, D.C.:](#) [United States Navy](#).
- Hartoyo, F., Yudhistira, Y. Chandra, A,. Chie, H, Hwi,. (2013). *Penerapan Metode DMAIC dalam meningkatkan Accpetance Rate untuk ukuran panjang produk bushing*. Industrial Engineering Department, Faculty of Engineering, Binus University, ComTech Vol.4 No. 1 : 381-393
- Ishikawa, Kaoru, (1985). *What Is Total Quality Control? The Japanese Way* (1 ed.), [Englewood Cliffs, New Jersey](#): [Prentice-Hall](#).
- Ishikawa, Kaoru (1976). *Guide to Quality Control*. Asian Productivity Organization. [ISBN 92-833-1036-5](#).
- Johnson, R.S. (1993). *TQM: The Mechanics of Quality Processes*, Milwaukee, WI; ASQ Quality Press.
- Juran, J.M. (1992). *Juran on Quality by Design. The New Steps for Planning quality into Goods and Service*. Maxwl Macmillan Canada.
- Juran, J.M. And Gryna, F.M. (1988). *Juran's Quality Control Handbook*, 4th Edition. New York: McGraw Hill.
- Juran, J.M. (1995), [A History of Managing for Quality: The Evolution, Trends, and Future Directions of Managing for Quality](#), Milwaukee, Wisconsin: [ASQC Quality Press](#).
- Jauhary & Triwilaswandio, (2013). *Studi Impelentasi Six Sigma Pada Tahap Fabrikasi Dalam Proses Pembangunan Kapal Baru*. JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 1, 2301-9271.
- Montgomery, D. C. (2005). *Introduction to Statistical Quality Control*. 5th. John Wiley & Sons, Inc: New York.

- Miftachul A, H. Hari, S. (2012). *Aplikasi Metode Lean Six Sigma Untuk Usulan Improvisasi Lini Produksi Dengan Mempertimbangkan Faktor Lingkungan. Studi Kasus: Departemen GLS (General Lighting Services) PT. Philips Lighting Surabaya*. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 1, 2301-9271.
- Nancy R. Tague (2004). [*Seven Basic Quality Tools*](#). The Quality Toolbox. [*Milwaukee, Wisconsin: American Society for Quality*](#).
- Nugroho, S. (2014). *Aplikasi Metode Six Sigma dalam Menurunkan Tingkat Reject Berat Ice Cream pada Proses Pembuatan Ice Cream*. Tesis, Universitas Mercubuana, Jakarta.
- Pyzdek, Thomas, (1992). *Turn-key SPC Instructor's Manual*, Tuscan, AZ: Quality Publishing.
- Pyzdek, Thomas, (2000). *The Six Sigma Handbook revised and expanded*, McGraw-Hill.
- Pande, Peter S.; Cavanagh, Roland R, ; Neuman, Robert P. (2000). *The Six Sigma Way*. McGraw-Hill Publishing.
- Pyzdek, Thomas, (2014). *Project Planner*. Mc. Graw-Hill.
- Pyzdek, Thomas, (2003). *The Six Sigma Handbook*. Mc. Graw-Hill.
- P. Wisnubroto, T. Anggoro, (2012). *Analisa Kualitas Pelayanan Dengan Metode Six Sigma Pada Hotel Malioboro Yogyakarta*. JURNAL Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III.
- Schroeder, R., Harry, Mikel. (2000). *The Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's, Top Corporations*.
- Shanker, Rama. (2009). *Process Improvement Using Six Sigma a DMAIC Guide*. ASQ Quality Press.
- Samadhi, Ari, T.M.A., Prudensy F.O, Yudelen M.I.S (2008). *Penerapan Six Sigma Untuk Peningkatan Kualitas Produk Bimoli Classic (Studi Kasus PT. Salim Ivomas Pratama Bitung)*. **J@TI Undip**, Vol III, No 1.
- Satrijo,. Yenny S,. M.A. Hidayat. (2013). *Perbaikan Kualitas Proses Produksi Dengan Metode Six Sigma di PT. Catur Pilar Sejahtera Sidoharjo*. JURNAL CALYPTRA Vol. 2 No. 1.
- Tennant, Geoff. (2001). *Six Sigma; SPC and TQM in Manufacturing and Service - Quality Return To America*. Gower Publishing, Ltd.
- Vaughn, R. C. (1974). *Quality control*. Ames, IA: Iowa State Press.
- Wibowo, H,. Khikmawati, E. (2014). *Analisis Kecacatan Produk Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) Sebagai Upaya Perbaikan Kualitas Dengan Metode Six Sigma - DMAIC*. JURNAL SPEKTRUM INDUSTRI, Vol. 12, No. 2, 113 – 247.
- Williams, T.N. (2011). *Modified Six Sigma Aproach to Improving The Quality of Hardwoor Flooring*. University of Tennessee, Knoxville.
- Yogi Y.W,. Theresa S. (2013). *Implementasi Metode DMAIC - Six Sigma Dalam Perbaikan Mutu di Industri Kecil Menengah (Studi Kasus Perbaikan Mutu Produk Spring Adjuster di PT. STL)*. Seminar Nasional IENACO.