

Aplikasi Six Sigma dan Full Factorial Pada Proses Curing di PT X

Johnson Saragih¹⁾, Riawati²⁾

^{1),2)}Jurusan Teknik Industri, Universitas Trisakti
Jln:Kyai Tapa Grogol No:1 Jakarta Barat Jakarta
E-mail:johnson_saragih@trisakti.ac.id

Abstrak. *Six Sigma* adalah suatu metoda yang secara dramatis dapat meningkatkan kualitas produk atau jasa. Menurut Joseph M Juran kualitas didefinisikan sebagai *fitness for use* yang berarti hal ini sebanding dengan pengertian bahwa kualitas adalah berbanding terbalik dengan variasinya, jika variasinya semakin kecil maka kualitasnya meningkat atau sebaliknya bila semakin besar maka kualitasnya menurun. Pada penelitian ini *Six Sigma* digunakan untuk meningkatkan kualitas Ban Radial M050, dimana berdasarkan data masa lalu, bahwa tingkat persentase cacatnya adalah sebesar 6.1 % padahal yang diharapkan perusahaan adalah mendekati zero defect. Sedangkan tahapan yang dilakukan adalah tahapan Define, Measure, Analysis, Improve dan Control (DMAIC). Berdasarkan hasil pengolahan data maka defect permillion opportunity (DPMO) sebelum implementasi adalah sebesar 150.750 dan sesudah implementasi adalah sebesar 12.000, menurun sebesar 92.05 %. Sedangkan tingkat sigma sebelum implementasi adalah sebesar 2.54 dan sesudah implementasi sebesar 3.74, meningkat sebesar 47.24 %

Kata kunci : *Six Sigma, DMAIC, DPMO*

1. Pendahuluan

Ban adalah piranti yang menutupi velg suatu roda, yang berfungsi untuk mengurangi getaran yang disebabkan ketidakrataan jalan yang dilewati. Produksi ban setiap tahunnya terus meningkat hal ini seiring dengan meningkatnya produksi mobil maupun kendaraan bermotor di Indonesia. Menurut Ketua Asosiasi Produsen Ban (APBI) Azis Pane, mengatakan korelasi antara tingginya pertumbuhan ekonomi dengan kenaikan produksi ban dan penjualan ban di Indonesia dapat menjadi acuan potensi industri ban. Pada tahun 2005 produksi ban Indonesia meningkat sebesar 16 % ketika pertumbuhan ekonomi Indonesia mencapai 7.16 %, dan pada tahun 2010 produksi ban melonjak sebesar 27 % pada saat pertumbuhan ekonomi mencapai 5.83 %. Produksi ban dunia pada tahun 2011 lebih kurang mencapai 1.151.836 unit meningkat sebesar 7.7 % dibanding tahun 2010. Dengan semakin meningkatnya produksi ban secara otomatis mengakibatkan persaingan di dunia Industri Ban juga semakin meningkat, untuk mempertahankan eksistensi perusahaan tersebut maka perlu peningkatan kualitas yang secara terus menerus dilakukan. PT X adalah suatu perusahaan yang bergerak di Industri Ban, perusahaan ini memproduksi Ban bias atau EPCO series yang biasa digunakan pada angkutan alat berat seperti truk adapun jenisnya adalah light truck, medium commercial truck, disamping itu perusahaan juga memproduksi Ban radial yang digunakan pada mobil penumpang ataupun pribadi, adapun jenisnya adalah Accelera, Forceum dan Tornado series. Pada bulan agustus 2007, perusahaan memproduksi ban radial dengan type M050, M051, M055, M060, M066, M067, M079 dan M083, dengan tingkat persentase cacat adalah 6.10 %, 5.95 %, 5.40 %, 5.90 %, 5.79 %, 6.04 %, 5.78 %, 5.41 %, 5.17 % dan 5.95 %, seperti yang terlihat pada tabel 1

Tabel 1: Persentase jumlah cacat

No	Type ban	Jumlah Produksi	Jumlah cacat	Persentase cacat
1	M050	16.987	1.036	6.10 %
2	M051	5.263	313	5.95 %
3	M052	4.776	258	5.4 %
4	M055	5.575	329	5.90 %
5	MO60	5.509	313	5.79 %
6	MO61	5.152	311	6.04 %
7	M066	4.582	265	5.78 %
8	M067	6.567	355	5.41 %
9	M079	4.969	257	5.17 %
10	M083	4.522	269	5.95 %

Sumber: PT X

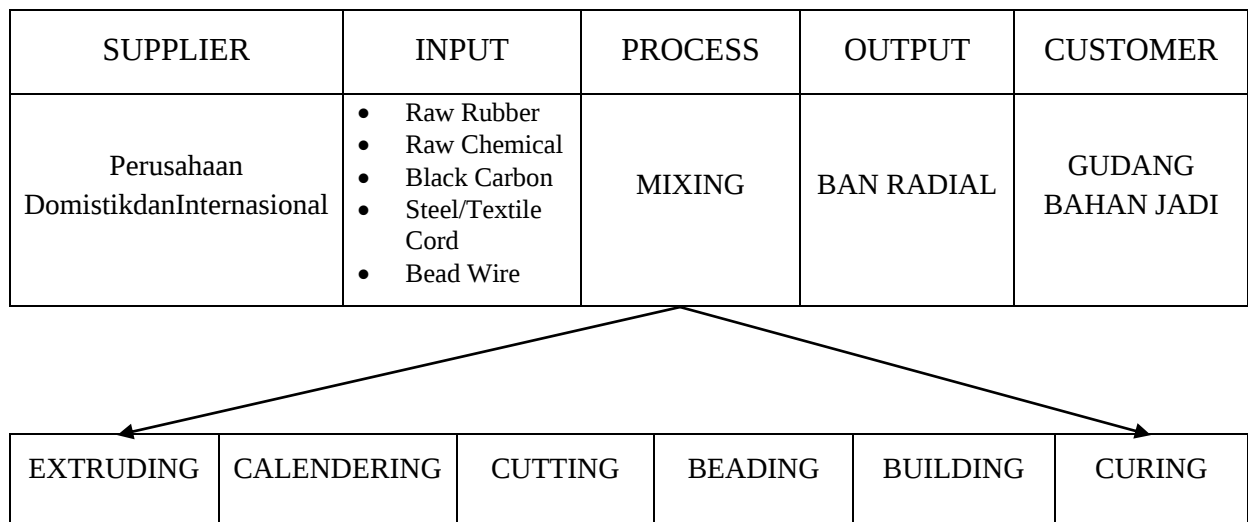
Jika ditinjau dari sepuluh type ban yang diproduksi ternyata cacat yang paling tinggi adalah sebesar 6.1 % untuk produksi Ban type M050, padahal tingkat cacat yang diharapkan perusahaan adalah sebesar 5 % .Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan kualitas dengan cara menurunkan tingkat cacat dengan Metoda Six Sigma.

2. Pembahasan

Pada penelitian ini tahapan yang digunakan adalah Define, Measure, Analysis, Improve dan Control (DMAIC), adapun tahapannya adalah sebagai berikut:

2.1 Define:

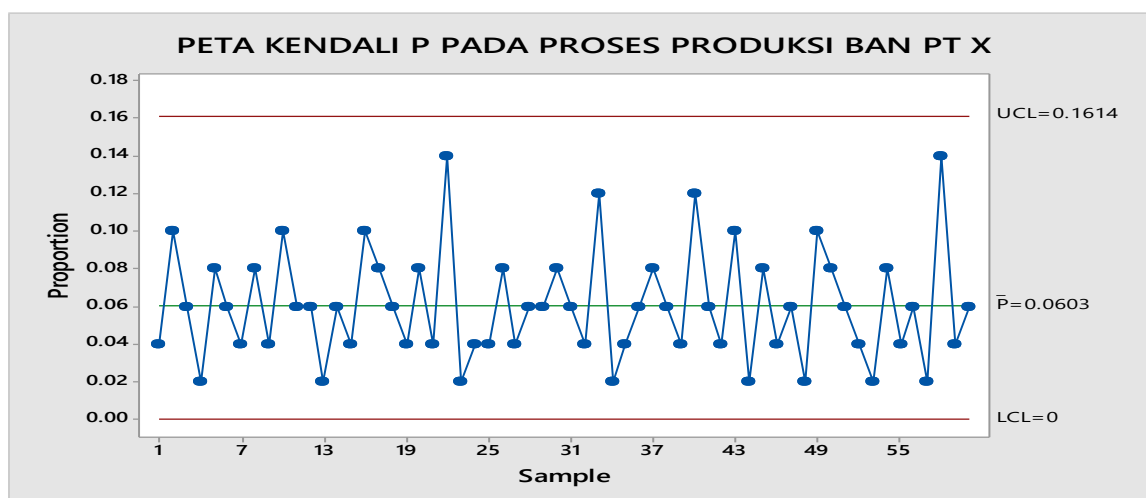
Padatahap define dilakukan pemetaan proses untuk mengetahui aliran bahan baku sampai produk jadi, maka pada penelitian ini digunakan Diagram Supplier, Input, Process, Output, Customer (SIPOC), adapun diagram SIPOCnya adalah sebagai berikut:



Proses yang dilakukan dalam pembuatan ban adalah proses **Mixing, Extruder, Calendering, Cutting, Beading, Building** dan **Curing**, pada proses **Mixing** dilakukan pencampuran antara **Black Carbon, Raw Rubber, Raw Chemical** yang telah ditimbang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Kemudian dimasukkan kedalam mesin Banbury dan berubah menjadi lapisan lapisan compound. Setelah itu hasil dari Mixing tadi dibuat menjadi tread dan sidewall dengan mesin extruder dengan proses injeksi dan **extruding** hingga terbentuk profil. Selanjutnya adalah **proses calendaring** yang bertujuan untuk melapisi (coating) benang baja (steel cord) dan benang textile (textile cord) dengan compound karet, yang menghasilkan coated textile cord, coated steel cord. Kemudian dilanjutkan dengan **proses cutting** yang bertujuan untuk memotong compound menjadi lembaran lembaran kecil yang berupa ply cord, steel cord dan cap ply. Kemudian dilakukan pembuatan cincin (bead ring) yang berfungsi menempelkan ban pada velg pada **proses beading**. Pada **proses building** dilakukan perakitan ban yang hasilnya berupa ban setengah jadi yang disebut dengan green tyre. Dan terakhir pada proses curing, green tyre yang berupa bahan setengah jadi diberi pola atau motif yang menunjukkan tipe ban dengan menggunakan mould. **Green Tyre** yang akan dicetak pada **proses curing**, dengan suhu tertentu dan tekanan tertentu pada mesin curing, yang nantinya akan tercetak pada ban. Setelah itu dilakukan proses Inspeksi yang menyatakan apakah ban yang telah tercetak sesuai atau tidak dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

2.2 Measure

Untuk mengetahui apakah proses produksi berjalan dengan stabil atau tidak maka pada tahap Measure dilakukan perhitungan/pengukuran dengan peta kendali, adapun jenis cacat yang ditemukan pada penelitian ini yang pertama adalah **Leaky Bladder** yang berupa cacat permukaan ban yang cekung kedalam (inner liner), yang kedua adalah cacat **Abnormal Cure** yaitu suatu jenis cacat yang tidak sesuai dengan motif ban yang telah ditentukan, hal ini diduga disebabkan oleh suhu dan waktu serta tekanan yang tidak sesuai dengan yang telah ditentukan pada mesin curing. Yang ketiga adalah **Trapped Bladder** yang suatu jenis cacat terdapatnya bladder atau lipatan bagian dalam pada ban. Sedangkan yang keempat adalah **Bladder Puncture** yakni jenis cacat berupa pecahnya bagian ban sehingga pananganannya terpaksa dilakukan dengan daur ulang kembali. Setelah mengamati proses inspeksi yang dilakukan ternyata peta yang sesuai pada pengukuran untuk penelitian ini adalah peta kendali p, oleh karena itu dilakukan pengamatan sebanyak lima belas hari kerja, dari tanggal 7 September 2007 s/d 25 Oktober 2007, dengan waktu pengamatan setiap harinya adalah diantara, Jam 8-10, 10-12, 12-14 dan jam 14-16 wib, dimana sampel setiap kali pengamatan diambil sebanyak 50 dari 3000 unit yang diproduksi [3]. Adapun peta kendali yang adalah peta p dan perolehannya adalah sebagai berikut:



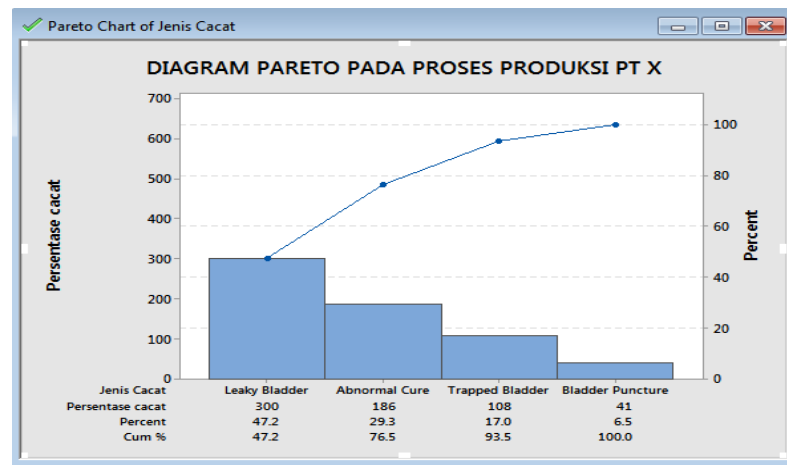
Gambar 1: Peta Kendali P

2.2.1 Perhitungan Defect per Million Opportunity

Menurut hasil perhitungan pada peta kendali p, ternyata rata rata proporsi cacat adalah sebesar $\bar{p} = 0.0603$, maka $DPO = \frac{0.0603}{4} = 0.015075$, sehingga $DPMO = DPO \times 1.000.000 = 150.750$ dengan demikian tingkat sigmanya adalah sebesar 2.53σ , masih rendah, oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan.

2.2.2 Perhitungan Digram Pareto

Total unit cacat pada proses produksi diperoleh sebesar 232 unit dengan jumlah cacat Leaky Bladder sebesar 75 unit atau 47.2 %, Abnormal Cure sebesar 62 unit atau 29.3 %, Trapped Blader sebesar 54 unit atau 17,0 % dan Bladder Puncture sebesar 41 unit atau 6.8 %, sehingga jika digambarkan pada diagram pareto, dapat dilihat seperti gambar dibawah ini:

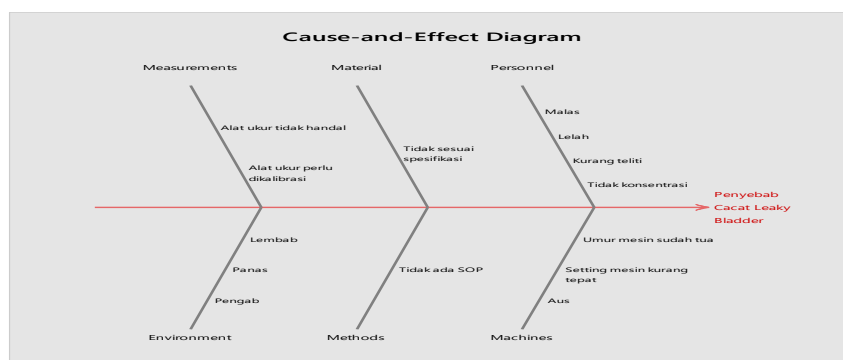


Gambar 2. Diagram Pareto Jenis Cacat

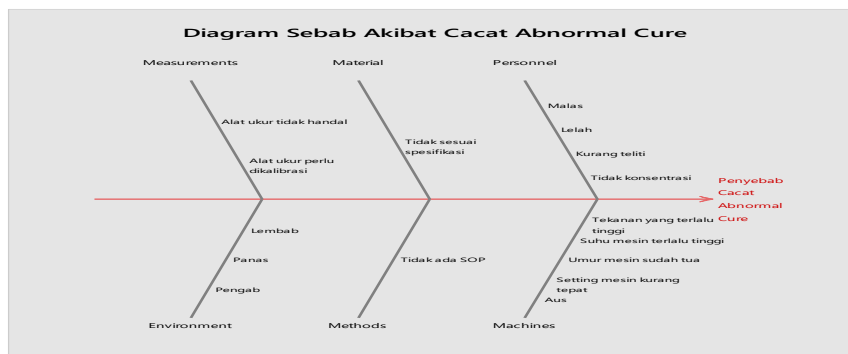
Ternyata jenis cacat yang terbesar adalah pada cacat Leaky Bladder dan Abnormal Cure mencapai 76,5 %, oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan.

2.3 Analysis

Pada tahap ini perlu dilakukan analisa terhadap jenis cacat yang terbesar yakni yang terbesar adalah jenis cacat Leaky Bladder dan Abnormal Cure, oleh karena into perlu dilakukan analisa terhadap jenis cacat tersebut. Adapun faktor faktor yang mempengaruhi adalah manusia, Mesin, Metoda, Material Pengukuran, serta Lingkungan. Dan yang digunakan untuk menganalisa penyebab cacat Leaky Bladder dan Abnormal Cure adalah diagram Ishikawa, pada gambar 3 dan 4



Gambar 3: Diagram Penyebab cacat Leaky Bladder



Gambar 4: Diagram Penyebab cacat Abnormal Cure

Seperti yang telah dijelaskan pada sebelumnya bahwa cacat Abnormal Cure adalah jenis cacat yang menyatakan ketidaksesuaian pola atau motif dari yang telah ditentukan. Kecacatan ini terjadi pada proses curing di mesin curing akibat adanya suhu, tekanan yang terlalu tinggi dan waktu curing yang terlalu lama, sehingga ada sebahagian karet ban yang tersisa pada mouldnya. Sedangkan cacat Leaky Bladder adalah cacat permukaan ban yang cekung kedalam, hal ini diduga karena tingginya tempratur curing yang disetting pada mesin curing.

2.4 Improve

Jika diperhatikan lebih seksama pada diagram Ishikawa pada gambar 3 dan 4, maka penyebab yang paling dominan adalah terjadi pada mesin, hal ini disebabkan karena adanya setting mesin yang kurang optimal, sedangkan faktor faktor yang mempengaruhi adalah tempratur, tekanan dan waktu pengoperasian mesin. Oleh karena itu usulan perbaikan pada penelitian ini, adalah dengan merancang percobaan factorial 2^3 , dua level dan 3 faktor [2], secara umum perumusan matematisnya adalah $y = f(\text{tempratur, tekanan, waktu})$, dimana y menyatakan proporsi cacat. Rancangan percobaan dilakukan dengan mengambil sampel dari lima puluh ban, kemudian dihitung proporsi cacatnya yang berfungsi sebagai respon, dengan pengulangan sebanyak tiga kali, sehingga diperoleh 24 titik percobaan, dari hasil perhitungan diperoleh pada tabel anova sebagai berikut:

Factorial Regression: Proporsi Cacat versus Tempratur, Waktu, Tekanan

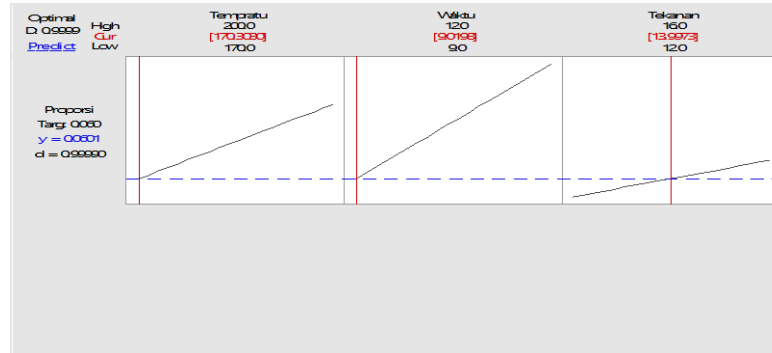
Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	0.748396	0.106914	8.23	0.000
Linear	3	0.404246	0.134749	10.37	0.000
Tempratur	1	0.097537	0.097537	7.51	0.015
Waktu	1	0.182004	0.182004	14.01	0.002
Tekanan	1	0.124704	0.124704	9.60	0.007
2-Way Interactions	3	0.261312	0.087104	6.70	0.004
Tempratur*Waktu	1	0.010004	0.010004	0.77	0.393
Tempratur*Tekanan	1	0.001204	0.001204	0.09	0.765
Waktu*Tekanan	1	0.250104	0.250104	19.25	0.000

Dan Persamaan regressinya adalah sebagai berikut :

$$y = -29.8 + 0.1833x_1 + 2x_2 + 2.17x_3 - 0.01737x_1.x_2 - 0.01347x_1.x_3 - 0.2075x_2.x_3 + 0.001306x_1.x_2.x_3$$

Dimana y menyatakan proporsi cacat, x_1 :Tempratur, x_2 :Waktu, x_3 =Tekanan

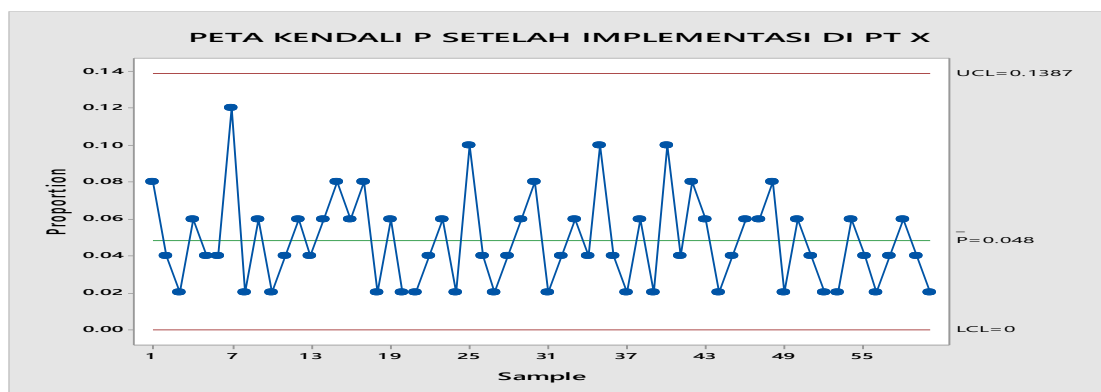


Gambar 5: Kondisi Setting Mesin Optimal

Dari gambar 5, maka kondisi optimal setting mesin curing untuk Tempratur adalah 170.30 °C, waktu curing adalah 9.013 menit dan tekanan adalah 13.99 kg/cm²

2.5 Control

Setelah diperoleh setting optimum, kemudian di implementasikan pada mesin curing, lalu dilakukan kembali pengamatan pada proses produksi dari tanggal 27 November 2007 s/d 26 desember 2007 [3], sebanyak enam puluh kali pengamatan dan jumlah sampel yang diamati sebanyak 50 unit per pengamatan, kemudian setelah dipetakan dengan peta kendali p hasilnya adalah seperti terlihat pada gambar 6.



2.5.1 Defect Perhitungan per Million Opportunity

Dari hasil perhitungan pada peta kendali p, ternyata rata rata proporsi cacat adalah sebesar $\bar{p} = 0.048$, maka $DPO = \frac{0.048}{4} = 0.012$, sehingga $DPMO = DPO \times 1.000.000 = 12.000$ dengan demikian tingkat sigmanya adalah sebesar 3.76 σ , ternyata diperoleh penurunan DPMO sebesar, Jika dibandingkan antara perhitungan DPMO dan tingkat sigma sebelum dan sesudah implementasi adalah sebagai berikut:

Tabel 2: Perubahan DPMO dan Tingkat Sigma

No	Pengukuran	Implementasi		Persentase (%)
		Sebelum	Sesudah	
1	DPMO	150.750	12.000	Menurun 92.05 %
2	Tingkat Sigma	2.54	3.74	Miningkat 47.24 %

3. Simpulan

Dari hasil penelitian ini, maka dapat disimpulkan

1. Terdapat empat jenis cacat yang bersifat atribut yaitu Leaky Bladder, Abnorma Cure, Trapped Bladder dan Bladder Puncture.
2. Tingkat cacat yang tertinggi adalah pada Cacat Leaky Bladder sebesar 47.2 % dan yang terendah pada cacat Bladder Puncture sebesar 6.5 %
3. Setting mesin optimal pada mesin curing temperatur adalah 170.30°C , waktu 9.03 menit dan tekanan 13.99 kg/cm^2
4. Nilai DPMO sebelum Implementasi adalah sebesar 150.750 dan sesudah implementasi sebesar 12.000, berarti diperoleh penurunan sebesar 92.05%
5. Tingkat sigma sebelum implementasi sebesar 2.54 sigma dan sesudah implementasi sebesar 3.74 sigma, yang berarti diperoleh peningkatan kenaikan sebesar 47.24 %

Daftar Pustaka

- [1]. Douglas C Montgomery, 2009. Statistical Quality Control, John Wiley & Sons, Inc. Arizona
- [2]. Douglas C Montgomery, 2005. Design and Analysis of Experiments, John Wiley & Sons, Inc. Arizona
- [3]. Riawati, 2008. Perbaikan Kualitas Ban Radial M050 Pada Proses Curing Dengan Metoda Six Sigma dan Multi Respon Permukaan di PT. ELANG PERDANA TYRE INDONESIA, Jurusan Teknik Industri Universitas Trisakti. Jakarta.