

PENINGKATAN KUALITAS PRODUK KERTAS DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN SIX SIGMA DI PABRIK KERTAS Y

Moses L. Singgih dan Renanda

Email: moses@ie.its.ac.id

Jurusan Teknik Industri FTI, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Abstrak

Kompetisi di pasar global yang semakin ketat menyebabkan sebuah perusahaan ingin menemukan jalan untuk dapat memenuhi kebutuhan pelanggannya. Peningkatan secara terus-menerus pada kualitas produk merupakan suatu kewajiban dan merupakan bagian yang penting dalam suatu strategi bisnis perusahaan. Begitu pula yang terjadi pada PT. Kertas Y yang memiliki tujuan yaitu menghasilkan produk yang bermutu dengan harga yang kompetitif. Six Sigma merupakan suatu pendekatan yang dapat membantu agar lebih fokus pada peningkatan kualitas produk yang mendekati sempurna. Untuk mencapai Six Sigma, suatu proses tidak boleh melebihi dari 3,4 cacat per satu juta kesempatan. Untuk mengukur dan merespon suatu performansi, maka digunakan Six Sigma model, yaitu DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*). Penelitian ini, dilakukan proses DMAIC. Pada tahap *Define*, dilakukan penentuan obyek penelitian beserta tujuannya. Sedangkan pada tahap *Measure*, dilakukan pemilihan CTQ dari obyek yang terpilih dan menghitung nilai sigma beserta nilai DPMOnya. Pada tahap *Analyze*, dilakukan analisa terhadap kapabilitas proses dan mengidentifikasi penyebab terjadinya defect. Pada tahap *Improve*, dilakukan penetapan tindakan perbaikan. Dan yang terakhir, yaitu tahap *Control* dilakukan analisa terhadap perubahan yang terjadi pada nilai sigma dan DPMO. Hasil akhir dari penelitian ini diperoleh bahwa kapabilitas proses untuk dapat memenuhi batas spesifikasi yang ditentukan masih sangat jauh. Tetapi mengalami peningkatan nilai sigma untuk masing-masing parameternya.

Kata kunci: Kualitas, Six Sigma, DPMO, Kapabilitas Proses, FMEA, defect.

1. PENDAHULUAN

Kualitas merupakan salah satu jaminan yang diberikan dan harus dipenuhi oleh perusahaan kepada pelanggan, karena kualitas suatu produk merupakan salah satu kriteria penting yang menjadi pertimbangan pelanggan dalam memilih produk. Kualitas juga merupakan salah satu indikator penting bagi perusahaan untuk dapat eksis di tengah ketatnya persaingan dalam dunia industri, oleh karena itu, diperlukan perbaikan dan peningkatan kualitas secara terus-menerus dari perusahaan sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan pelanggan.

Kondisi diatas berlaku juga pada PT. Y merupakan salah satu perusahaan yang menghasilkan berbagai macam kertas dan berusaha untuk melakukan perbaikan dan peningkatan kualitas, mengingat salah satu tujuannya adalah menghasilkan produk kertas yang bermutu dengan harga yang kompetitif baik dipasar domestik maupun internasional.

Kualitas yang baik adalah kualitas yang mendekati sempurna sesuai yang diinginkan pelanggan (*zero defect*). Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk mengukur dan melakukan perbaikan kualitas agar dapat mengurangi variabilitas *output* terhadap spesifikasi ukuran dengan menggunakan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) pada Six Sigma.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah suatu kerangka penelitian yang memuat langkah-langkah yang ditempuh dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi.

2.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Permasalahan yang dihadapi oleh PT. Y adalah terdapat variabilitas *output* terhadap spesifikasi ukuran yang telah ditentukan sehingga diperlukan upaya peningkatan kualitas untuk mengurangi variabilitas *output* tersebut.

2.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

2.2.1 *Define*

Tahap ini merupakan tahap awal dari siklus DMAIC pada Six Sigma yaitu penentuan produk yang akan diamati. Penentuan obyek penelitian Six Sigma ini dilakukan dengan *brainstorming* dengan pihak perusahaan. jenis kertas HVO 70 gsm merupakan jenis kertas yang paling sering diproduksi oleh *Paper Machine 3*, sehingga penelitian akan lebih difokuskan pada jenis kertas HVO 70 gsm tersebut.

2.2.2 Measure

Pada tahap ini akan dilakukan pemilihan karakteristik CTQ dengan menggunakan diagram pareto, mengidentifikasi standar performansi, pengumpulan data yang dibutuhkan yang nantinya akan dilakukan perhitungan nilai sigma dengan menggunakan *SPC Wizard's Calculator Sigma* yang nantinya akan dijadikan sebagai *baseline performance*.

2.2.3 Analyze

Analyze merupakan tahap ketiga dalam siklus DMAIC. Pada tahap ini dilakukan analisa kapabilitas proses dan pengidentifikasian penyebab terjadinya *defect* pada produk dengan menggunakan *Cause & Effect Diagram*. Diagram ini dibuat dengan jalan secara *brainstorming* dengan pihak perusahaan.

2.2.4 Improve

Setelah akar permasalahan diketahui, maka langkah selanjutnya adalah melakukan perencanaan tindakan perbaikan untuk mengatasi atau mencegah terjadinya *defect*. Dengan menggunakan FMEA, maka dapat diketahui prioritas tindakan perbaikan yang akan dilaksanakan. Hasil yang diharapkan adalah menurunkan DPMO dan meningkatkan *level* Sigmanya.

2.2.5 Control

Pada tahap *control*, kegiatan yang dilakukan adalah melakukan pemantauan proses apakah hasil dari tahap improve terjadi peningkatan kualitas atau tidak, hal ini dapat diketahui dengan melihat perubahan nilai sigmanya.

2.3 Tahap Kesimpulan dan Saran

Setelah tahap persiapan dan tahap pengumpulan dan pengolahan data telah dilaksanakan, maka sebagai penutup, akan dibuat suatu kesimpulan tentang penelitian ini dan memberikan saran-saran yang dapat digunakan untuk perbaikan dan pengembangan selanjutnya.

3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1 Define

3.1.1 Pemilihan Obyek Penelitian

Penelitian ini hanya dilakukan pada unit *Paper Machine 3* yang khusus memproduksi jenis *Printing/Writing Paper*. Berdasarkan informasi yang diberikan oleh pihak Departemen Produksi perusahaan, *Printing/Writing Paper* bertipe HVO 70 gsm merupakan kertas yang paling sering dan paling banyak diproduksi di unit *Paper Machine 3*. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada kertas HVO 70 gsm untuk dilakukan. Perbaikan agar kertas yang diproduksi sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan oleh perusahaan.

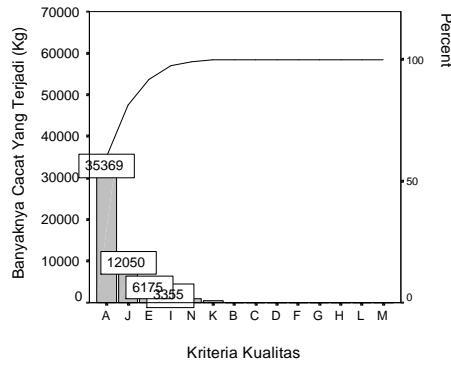
3.1.2 Mengidentifikasi CTQ

Kertas HVO 70 gsm memiliki kriteria kualitas tertentu dalam memenuhi spesifikasi standar. Adapun kriteria kualitas kertas yang telah ditetapkan oleh perusahaan adalah warna, gramatur, kelembaban, nilai optik, kebersihan kertas, *sheet formation*, *cobb test*, kertas berlubang, profil roll, kertas sambungan, roll brojol, *tensile strength*, ketahanan cabut dan lain-lain.

3.2 Measure

3.2.1 Pemilihan Karakteristik CTQ

Berdasarkan data Laporan Kelainan Kualitas yang diperoleh dari Departemen Pengendalian Kualitas selama lima bulan terakhir. Dengan menggunakan Diagram Pareto, maka diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Pareto Kriteria Kualitas Pembentuk HVO 70 gsm

Dari Diagram Pareto diatas, dapat terlihat bahwa kriteria kualitas warna kertas HVO 70 gsm memberikan kontribusi terbesar terhadap total *defect* yang terjadi pada kertas tersebut, sehingga fokus *Improvement*/perbaikan yang akan dilakukan adalah pada kriteria kualitas warna tersebut diatas.

3.2.2 Mengidentifikasi Standar Performansi

Setelah diketahui kriteria kualitas yang akan dilakukan perbaikan, maka selanjutnya adalah menentukan standar performansi yang harus dipenuhi oleh kriteria kualitas tersebut. Pada penelitian ini, kriteria kualitas warna merupakan kriteria kualitas yang akan dilakukan perbaikan.

Pada kriteria kualitas warna, PT. Y menetapkan terdapat empat parameter yang harus diukur yaitu:

1. *Brightness*: menunjukkan kecerahan pada kertas.
2. L*: perbandingan antara derajat putih kertas dengan derajat hitam.
3. a*: perbandingan antara derajat hijau kertas dengan derajat merah.
4. b*: perbandingan antara derajat biru kertas dengan derajat kuning.

Dimana untuk keempat parameter tersebut diatas memiliki spesifikasi-spesifikasi tertentu dalam pembentukan kertas HVO 70 gsm.

Tabel 2. *Customer Requirement* dan Standar Performansi

<i>Customer Requirement</i>	Standar Performansi
<i>Brightness</i> Kertas harus sesuai dengan spesifikasi	Berada pada batas bawah min 94%
L* Kertas harus sesuai dengan spesifikasi	Berada pada batas atas 94% dan batas bawah 92%
a* kertas harus sesuai dengan spesifikasi	Berada pada batas atas 2,7% dan batas bawah 2,0%
b* kertas harus sesuai dengan spesifikasi	Berada pada batas atas -9,0% dan batas bawah -10,0%

3.2.3 Pengukuran *Baseline Performance*

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data historis selama sebulan. Data pengukuran warna telah dilakukan pada 41 *roll* selama 41 periode produksi. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah pengambilan *sample* yang dilakukan dan ditentukan berdasarkan kondisi dari perusahaan. Perhitungan nilai sigma dilakukan dengan menggunakan *SPC Wizard's Sigma Calculator* dan diperoleh hasil sebagai berikut:

1. *Brightness* (kecerahan kertas)

Tabel 3. DPMO dan nilai Sigma pada *Brightness*

USL	Tidak ada
LSL	94%
Nilai Target	Diatas 94%
<i>Mean</i>	94,5441%
DPMO	50.447
Sigma	3,15

Dari hasil perhitungan dalam Tabel 3, diketahui bahwa proses pembuatan kertas memiliki kapabilitas proses untuk *brightness* yang cukup, yaitu 3,15. Tampak bahwa DPMO masih cukup tinggi yaitu 50.447 DPMO yang dapat

diinterpretasikan bahwa dari sejuta kesempatan yang ada akan terdapat 50.447 kemungkinan bahwa proses produksi kertas tidak mampu memenuhi spesifikasi *brightness* diatas 94%.

2. L* (perbandingan antara derajat putih kertas dengan derajat hitam)

Tabel 4. DPMO dan nilai Sigma pada L*

USL	94%
LSL	92%
Nilai Target	93%
Mean	92,2195%
DPMO	73.489
Sigma	2,95

Dari hasil perhitungan dalam Tabel 4, diketahui bahwa proses pembuatan kertas memiliki kapabilitas proses untuk L* yang rendah, yaitu 2,95. Tampak bahwa DPMO masih cukup tinggi yaitu 73.489 DPMO yang dapat diinterpretasikan bahwa dari sejuta kesempatan yang ada akan terdapat 73.489 kemungkinan bahwa proses produksi kertas tidak mampu memenuhi spesifikasi L* 93% ± 1%.

3. a* (perbandingan antara derajat hijau kertas dengan derajat merah)

Tabel 5. DPMO dan nilai Sigma pada a*

USL	2,7%
LSL	2%
Nilai Target	2,40%
Mean	2,6132%
DPMO	211.873
Sigma	2,30

Dari hasil perhitungan dalam Tabel 5, dapat diketahui bahwa proses pembuatan kertas memiliki kapabilitas proses untuk a* yang rendah, yaitu 2,30. Tampak bahwa DPMO masih cukup tinggi yaitu 211.783 DPMO yang dapat diinterpretasikan bahwa dari sejuta kesempatan yang ada akan terdapat 211.783 kemungkinan bahwa proses produksi kertas tidak mampu memenuhi spesifikasi a* 2,40% dengan menggunakan batas atas 2,70% dan batas bawah 2,00%.

4. b* (perbandingan antara derajat biru kertas dengan derajat kuning)

Tabel 6. DPMO dan nilai Sigma pada b*

USL	-9%
LSL	-10%
Nilai Target	-9,5%
Mean	-9,8451%
DPMO	194.358
Sigma	2,36

Dari hasil perhitungan dalam Tabel 6, dapat diketahui bahwa proses pembuatan kertas memiliki kapabilitas proses untuk b* yang rendah, yaitu 2,36. Tampak bahwa DPMO masih cukup tinggi yaitu 194.358 DPMO yang dapat diinterpretasikan bahwa dari sejuta kesempatan yang ada akan terdapat 194.358 kemungkinan bahwa proses produksi kertas tidak mampu memenuhi spesifikasi b* -9.5% ± 0,5%.

4. ANALISA

4.1 Analyze

4.1.1 Mengidentifikasi Sumber-Sumber Penyebab Defect

Dengan menggunakan alat bantu *Cause and Effect Diagram*, maka diperoleh hasil *barinstorming* sebagai berikut:

1. *Man*

Faktor manusia merupakan elemen penting dalam proses produksi. Oleh karena dibutuhkan *skill* yang baik dan pengetahuan yang cukup untuk mengoperasikan suatu prosedur kerja yang telah ada. Karena dengan *skill* dan pengetahuan yang baik, maka dapat mengurangi produk yang cacat. Selain itu pula, dibutuhkan operator yang memiliki pengalaman yang baik. Sehingga pada proses produksi, kesalahan yang terjadi dapat dikurangi seminimal mungkin termasuk dalam hal mengontrol pada proses produksi tersebut. Pada PT. Y, operator seringkali melakukan inspeksi terhadap kualitas warna hanya dengan cara visual. Sedangkan untuk mengetahui kualitas warna kertas tersebut, dibutuhkan ukuran nominal

tersendiri sesuai standarnya. Oleh karena itu, seringkali terjadi ketidakcocokan *teamwork* dengan departemen Pengendalian Kualitas.

2. *Machine*

Proses produksi dapat berjalan dengan lancar apabila didukung oleh kerja mesin yang baik pula. Setiap operator diharuskan mengetahui bagaimana mengoperasikan dan memelihara mesin tersebut agar tidak menimbulkan kerusakan. Kerusakan pada mesin yang terjadi di PT. Y adalah pada pompa air. Dimana pada pompa air tersebut sering mengalami macet karena kebersihan pada mesin tidak terjaga.

3. *Metode*

Dengan metode yang sesuai maka hasil yang diperoleh juga akan semakin baik. Standarisasi dari metode kerja harus benar-benar dipahami oleh operator agar tidak melakukan kesalahan yang dapat berakibat fatal. Hal ini dapat terjadi pada sistem pelarutan material, yang mana pada pelarutan bahan warna (*pergassol blue*, *pergassol violet*) sebaiknya menggunakan air panas, tetapi pada kenyataannya masih terjadi kesalahan dengan menggunakan air dingin.

4. *Material*

Material yang digunakan dalam pembuatan kertas terdiri dari bahan baku dan bahan penunjang. Dimana bahan bakunya adalah berupa serat yaitu *bagasse pulp*, *wood pulp* dan *broke pulp*. Sedangkan pada bahan penunjang terdiri dari bahan warna (*pergassol blue*, *pergassol violet*) dan OBA (*Optical Brightness Agent*). Sebelum digunakan, material tersebut harus dilakukan pengujian terlebih dahulu agar sesuai terhadap spesifikasi komposisi, jenis material yang digunakan dan kuantitas yang telah ditentukan. Dengan kata lain, material yang digunakan harus benar-benar baik dalam kualitasnya dan perlu dilakukan inspeksi yang ketat dalam penerimaan material tersebut.

4.2 *Improve*

Pada penelitian ini terdapat batasan bahwa tidak dilakukannya eksperimen dalam melakukan tindakan perbaikan, sehingga pada tahap *Improve*, *tool* yang digunakan adalah FMEA.

FMEA dilakukan dengan cara *brainstorming* dengan pihak perusahaan yaitu departemen produksi. Pada FMEA, dilakukan pengidentifikasian tindakan perbaikan yang akan dilakukan dalam upaya mencegah atau mengatasi terjadinya *defect*. Dan melakukan perangkaan yang dijadikan prioritas tindakan perbaikan yang akan dilakukan berdasarkan pada penyebab kegagalannya. Perangkaan ini diperoleh dengan menggunakan FMEA berdasarkan pada nilai yang ada yaitu kerumitan (*severity*), probabilitas kejadian (*occurance*) dan detektabilitas (*detectability*).

Berdasarkan FMEA, maka prioritas tindakan perbaikannya adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Prioritas Tindakan Perbaikan

Prioritas ke-	Usulan Tindakan Perbaikan
1	Memberikan peringatan kepada operator agar tidak melakukan kesalahan dalam pengontrolan
2	Menempatkan operator sesuai dengan keahliannya
	Memberikan training kepada operator baru
	Memberikan pengarahan oleh supervisor terhadap operator
	Memperbaiki cara kerja operator dalam pelarutan material agar lebih berhati-hati dan teliti
	Supervisor lebih awas dalam menilai kinerja petugas inspeksi incoming material
3	Dilakukan pengecekan komposisi material sesuai dengan buletin
4	Dilakukan pengecekan pompa sebelum proses produksi, dilakukan jadwal pembersihan setiap setelah proses
	Dilakukan pengecekan level control setiap sebelum proses produksi
5	Melakukan pengecekan terhadap jenis material yang akan digunakan
6	Dilakukan pengecekan material setiap material datang
7	Dilakukan jadwal pembersihan setiap tiga hari sekali
8	Dilakukan pendataan material yang siap pakai sebelum material lama habis

4.3 *Control*

Tahap *Control* merupakan tahap akhir dari siklus DMAIC. Dimana, pada tahap ini dilakukan pemantauan proses untuk mengetahui apakah perbaikan yang telah dilakukan terjadi peningkatan nilai sigma atau tidak.

Berdasarkan pada *improve* yang dilakukan dan selanjutnya dilakukan perhitungan nilai dengan menggunakan *SPC Wizard's Calculator Sigma* dan perhitungan nilai Cpk untuk mengetahui kapabilitas prosesnya, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

1. *Brightness*

Tabel 8. Perbandingan DPMO dan nilai Sigma pada *Brightness*

	<i>Brightness</i>	
	Awal	Setelah perbaikan
USL	Tidak ada	Tidak Ada
LSL	94%	94%
Nilai Target	Diatas 94%	Diatas 94%
Mean	94.5441%	94.8794%
DPMO	50447	22750
Sigma	3.15	3.5
Cpk	0.53	0.68

Dari tabel diatas, diperoleh nilai sigmanya menjadi 3,50 dengan DPMO sebesar 22.750. Peningkatan nilai sigma tersebut, berarti bahwa perbaikan yang dilakukan dapat mengurangi variabilitas *brightness*. Dan terjadi peningkatan kemampuan proses dalam menghasilkan produk yang memenuhi batas toleransi (spesifikasi bawah) yaitu dari 0,53 menjadi 0,68.

2. L^*

Tabel 9. Perbandingan DPMO dan nilai Sigma pada L^*

	L^*	
	Awal	Setelah perbaikan
USL	94%	94%
LSL	92%	92%
Nilai Target	93%	93%
Mean	92.2195%	92.3943%
DPMO	73489	54799
Sigma	2.95	3.1
Cpk	0.47	0.6

Dari tabel diatas, diperoleh nilai sigmanya menjadi 3,10 dengan DPMO sebesar 54.799. Peningkatan nilai sigma tersebut, berarti bahwa perbaikan yang dilakukan dapat mengurangi variabilitas L^* . Dan terjadi peningkatan kemampuan proses dalam menghasilkan produk yang memenuhi batas-batas toleransi (spesifikasi atas dan spesifikasi bawah) yaitu dari 0,47 menjadi 0,60.

3. a^*

Tabel 10. Perbandingan DPMO dan nilai Sigma pada a^*

	a^*	
	Awal	Setelah perbaikan
USL	2,7%	2,7%
LSL	2%	2,0%
Nilai Target	2,40%	2,4%
Mean	2.6132%	2.5283%
DPMO	211873	115070
Sigma	2.3	2.7
Cpk	0.26	0.33

Dari tabel diatas, diperoleh nilai sigmanya menjadi 2,70 dengan DPMO sebesar 115.070. Peningkatan nilai sigma tersebut, berarti bahwa perbaikan yang dilakukan dapat mengurangi variabilitas a^* . Dan terjadi peningkatan kemampuan proses dalam menghasilkan produk yang memenuhi batas-batas toleransi (spesifikasi atas dan spesifikasi bawah) yaitu dari 0,26 menjadi 0,33.

4. b^*

Tabel 11. Perbandingan DPMO dan nilai Sigma pada b^*

	b^*	
	Awal	Setelah perbaikan
USL	-9%	-9%

LSL	-10%	-10%
Nilai Target	-9,5%	-9.50%
Mean	-9.8451%	-9.8718%
DPMO	194358	158655
Sigma	2.36	2.5
Cpk	0.28	0.31

Dari tabel diatas, diperoleh nilai sigmanya menjadi 2,50 dengan DPMO sebesar 158.655. Peningkatan nilai sigma tersebut, berarti bahwa perbaikan yang dilakukan dapat mengurangi variabilitas b*. Dan terjadi peningkatan kemampuan proses dalam menghasilkan produk yang memenuhi batas-batas toleransi (spesifikasi atas dan spesifikasi bawah) yaitu dari 0,28 menjadi 0,31.

5. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah:

1. Dari data historis pada awal penelitian, pada tahap *Measure* diperoleh bahwa terdapat nilai kapabilitas proses untuk masing-masing parameter yaitu:
 - a. *Brightness*: nilai kapabilitas prosesnya sebesar 0,53 dan nilai sigmanya sebesar 3,15 yang memiliki DPMO sebesar 50.447.
 - b. *L**: nilai kapabilitas prosesnya sebesar 0,47 dan nilai sigmanya sebesar 2,95 yang DPMO sebesar 73.489.
 - c. *a**: nilai kapabilitas prosesnya sebesar 0,26 dan nilai sigmanya sebesar 2,30 dan memiliki DPMO sebesar 211.873.
 - d. *b**: nilai kapabilitas prosesnya sebesar 0,28 dan nilai sigmanya sebesar 2,36 dan memiliki DPMO sebesar 194.358.
2. Dari hasil perolehan nilai kapabilitas proses, nilai sigma dan DPMO pada keempat parameter tersebut, bisa dikatakan bahwa proses produksi kertas tersebut belum mampu menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.
3. Berdasarkan pada analisa FMEA, penyebab yang paling berpengaruh terhadap penyimpangan warna adalah dari faktor manusia. Selanjutnya dari faktor *machine*, metode dan material.
4. Prioritas yang utama dalam melakukan tindakan perbaikan berdasarkan pada FMEA adalah memberikan peringatan kepada operator agar tidak melakukan kesalahan dalam pengontrolan.
5. Konfirmasi hasil perhitungan nilai sigma dan kapabilitas proses setelah perbaikan adalah sebagai berikut:
 - a. *Brightness*: nilai sigma meningkat menjadi 3,50 dengan DPMO sebesar 22.750 dan kapabilitas proses juga meningkat menjadi 0,68.
 - b. *L**: nilai sigma meningkat menjadi 3,10 dengan DPMO sebesar 54.799 dan kapabilitas proses juga meningkat menjadi 0,60.
 - c. *a**: nilai sigma meningkat menjadi 2,70 dengan DPMO sebesar 115.070 dan kapabilitas proses juga meningkat menjadi 0,33.
 - d. *b**: nilai sigma meningkat menjadi 2,50 dengan DPMO sebesar 158.655 dan kapabilitas proses juga meningkat menjadi 0,31.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Gaspersz, V., 2002, **Pedoman Implementasi Program Six Sigma**. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- George, M. L., 2002, **Lean Six Sigma**. McGraw-Hill Companies, Inc.
- Montgomery, D.C., 2008, **Introduction to Statistical Quality Control**, Wiley.
- Pande, P.S., R. P. Neuman and R. R. Cavanagh, 2000, **The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing Their Performance**, McGraw-Hill
- Pyzdek, T., 2003, **The Six Sigma Handbook: The Complete Guide for Greenbelts, Blackbelts, and Managers at All Levels**, McGraw-Hill.
- Smith, Gerald M., (2001). **Statistical Process Control And Quality Improvement 4th edition**. Prentice-Hall, New Jersey.