

ANALISIS PENINGKATAN MUTU SIKAT JENIS 0716 DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DI PT. COMMOTRADE

Atik Kurnianto¹

¹Dosen Teknik Industri, Universitas Darma Persada

Abstrak

PT. COMMOTRADE, Tbk. merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur yang memproduksi perlengkapan rumah tangga, dimana untuk tetap bertahan pada persaingan yang sangat ketat diantara industri sejenis, perusahaan harus melakukan pengendalian kualitas, meningkatkan efektifitas dan meningkatkan efisiensi. Permasalahan perusahaan adalah di bidang kualitas dan efektifitas proses pengisian filament dimana terjadi variasi waktu proses pengisian yang mempunyai rentang waktu yang sangat tinggi yang menyebabkan bulu sikat mudah rontok.

Untuk mengatasi permasalahan diatas, dalam penelitian ini dilakukan pemetaan proses operasi, peta control UCL, diagram fishbone, penerapan metode Six Sigma untuk menentukan tingkat sigma dan tingkat kapabilitas waktu proses, serta Design of Eksperiment guna menentukan faktor-faktor dan tingkat perlakuan faktor yang signifikan berpengaruh terhadap variasi waktu proses.

Langkah awal dalam pemecahan masalah diatas dimulai dengan menentukan prioritas masalah yang akan diperbaiki dan dilakukan pengukuran sigma. Waktu proses berada pada level sigma 2,25, menunjukkan proses pengisian berada pada rata-rata industri Indonesia. Nilai batas penerimaan atas waktu pengisian (UCL) sebesar 55,33 detik, dengan nilai kapabilitas proses pengisian (C_{pm}) 0,38, yang menunjukkan proses pengisian tidak mampu untuk memenuhi spesifikasi target yang ingin dicapai dengan banyaknya cacat produk sebesar 53 produk/hari.

Kata Kunci : Six Sigma, DMAIC

I. PENDAHULUAN

Pada era pasar global industri manufaktur dihadapkan pada persaingan yang sangat ketat dengan semakin dinamisnya perubahan lingkungan. Adanya keterbatasan dari berbagai sumber daya yang ada pada perusahaan diantaranya keterbatasan ketelitian mesin sebagai alat untuk melakukan proses dan manusia sebagai operatornya akan menyebabkan variasi waktu proses dalam menyelesaikan proses pembuatan produk, artinya waktu proses pembuatan produk tidak sama persis dengan target ukuran waktu yang sesungguhnya, sehingga diberlakukan adanya toleransi waktu proses sebagai batas spesifikasi ukuran waktu.

II. PERUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana cara menentukan tingkat kapabilitas proses pengisian filament.
2. Bagaimana melakukan *design of eksperimen* pada proses pengisian filament.
3. Bagaimana cara menentukan nilai sigma pada proses pengisian filament.

III. METOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang diambil dalam penyusunan penelitian ini ada 5 tahap yaitu : **Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC)**.

1. *Define* (Definisi), Membuat peta proses oprasi dan menentukan definisi masalah (CTQ).
2. *Measure* (Pengukuran), Menghitung nilai *Range Bergerak* (MR) Perhitungan nilai MR ini dapat dilakukan dengan cara $(X_2 - X_1)$, dimana nilai MR selalu positif dan Menghitung nilai *standard deviasi* (S), Nilai *standard deviasi* ini didapat dari $S = R/d_2$ serta Menghitung nilai *Defect Per Million Oppourtunities* (DPMO). Adapun Nilai DPMO didapat dari $P[z \geq Absolut(USL - Xbar) / S] \times 1.000.000$
3. *Analyze* (Analisis), yaitu dengan Menentukan nilai dari *Upper Control Limit* (UCL), Pengujian variasi proses dengan menggunakan hipotesis penerimaan dan penolakan berdasarkan nilai S_{maks} dan *Upper Control Limit* (UCL), Menentukan kapabilitas proses, serta membuat diagram *Fish Bon*, diagram ini dibuat untuk mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah dan diharapkan dapat ditemukan solusi didalam memperbaiki mutu produk.
4. *Improvement* (Perbaikan), yaitu dengan membuat *Design of Eksperimen* (DoE)
5. *Control* (Kontrol) dilakukan dengan pengukuran X dan MR hasil penerapan *Design of Eksperimen*, Pengukuran Standar Deviasi (S), Pengukuran *Defect Per Million Opportunities* (DPMO), dan Pengukuran Kapabilitas Proses

IV. PENERAPAN METODE SIX SIGMA

Penelitian ini menerapkan tahapan – tahapan *Six Sigma* (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) yang didalamnya terkandung beberapa teknik – teknik untuk proses perbaikan kualitas, seperti penentuan kalibrasi dimensi tubuh manusia (*Anthropometri*) dan *Design of Eksperimen* (DoE).

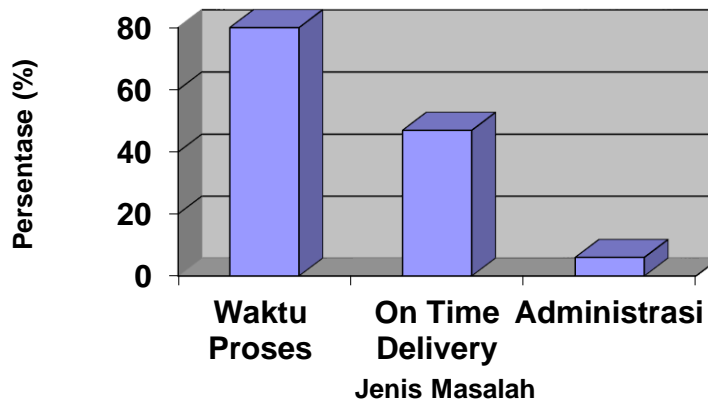
4.1. Definie (Definisi)

Mendefinisikan jenis kesalahan yang ditemukan berdasarkan data dari perusahaan yaitu waktu pengisian *Filament* tidak Efektif, keterlambatan dalam pengiriman produk dan kesalahan administrasi sebelum Pengiriman Produk. Jenis masalah berdasarkan data perusahaan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Persentase Masalah Produksi

Jenis Kesalahan	Keterangan	Persentase
Waktu Proses (Pengisian Filament)	27000 detik	80%
<i>On Time Delivery</i>	150 produk	47%
Administrasi (Barcode)	250 bundle	6%

Berdasarkan data pada tabel 1 diketahui terdapat tiga jenis masalah yang potensial yang sering terjadi berulang – ulang. Gambar 1 merupakan diagram pareto jenis masalah produksi.



Gambar 1 Diagram Pareto Persentase Kesalahan

4.2. Measure (Pengukuran)

b. Peta X dan MR

Dari hasil pengukuran dan pengolahan data sebelum dilakukan perbaikan maka didapatkan nilai rata – rata dari waktu proses = 55,12 detik dan nilai rata – rata *range* (*R*) = 1,32 detik .

c. Pengukuran *Standard Deviasi*

Nilai d_2 yang dipergunakan untuk sampel $n = 2$, adalah 1,128 (lampiran 9 pendugaan *standar deviasi*). Pada pengukuran waktu proses pengisian, maka didapatkan nilai *standar deviasi* (*S*) = 0,170202.

d. Pengukuran DPMO

DPMO adalah ukuran kegagalan dalam peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang menunjukkan kegagalan persejuta kesempatan. Target dari pengendalian kualitas *Six Sigma* sebesar 3,4 DPMO. Pengukuran waktu proses pengisian filament mempunyai nilai DPMO = 226.627 dengan nilai *sigma* = 2,25.

4.3. Analyze (Analisa)

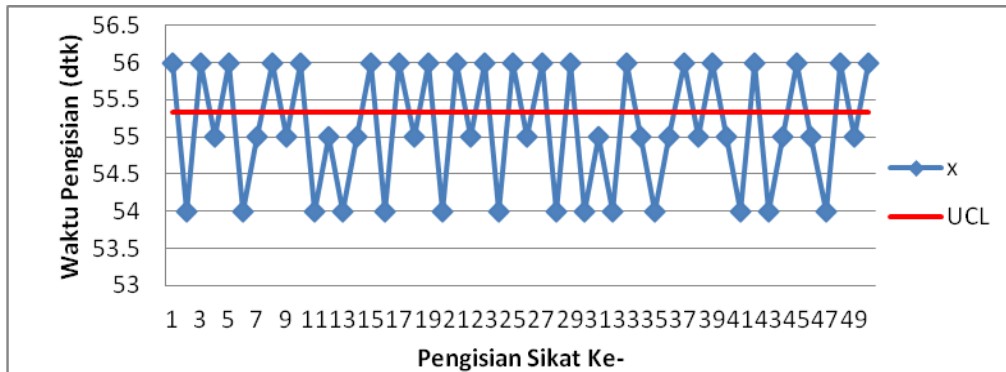
a. Penentuan UCL

Peta kontrol *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* LCL adalah alat yang digunakan sebagai pendefinisian batas penerimaan atas (UCL) dan batas penerimaan bawah (LCL) dari suatu pengukuran. Waktu proses pengisian dengan menggunakan *standard deviasi maksimum* (S_{maks}) = 0,8889, maka didapatkan nilai *Upper Control Limit* (UCL) = 55,33 detik.

b. Pengujian Variasi Proses

Pengujian variasi proses dilakukan untuk mengetahui apakah variasi proses telah mampu memenuhi batas toleransi *standard deviasi* maksimum, S_{maks} , pada tingkat kapabilitas 2,25 *sigma*.

Untuk n = ukuran contoh yang dipergunakan untuk menghitung nilai S^2 , yaitu 1 unit per pengamatan di kali 50 kali pengamatan = 50 produk, didapatkan hasil pengujian hipotesis Nilai $[(n-1) S^2 / (S_{maks})^2] = 84,93 >$ dari $\chi^2 (\alpha; n - 1) = 67,50$, maka H_0 ditolak, dengan menggunakan tingkat signifikan $\alpha = 0,05$ atau tingkat kepercayaan $1 - 0,05\% = 95\%$, variasi waktu proses pengisian filament sikat jenis 0716 pada tingkat 2,25 *sigma*, lebih besar dari pada batas toleransi maksimum *standard deviasi* yang diharuskan pada tingkat kapabilitas 2,25 *sigma*.



Gambar 2. Grafik UCL Untuk Waktu Proses Pengisian

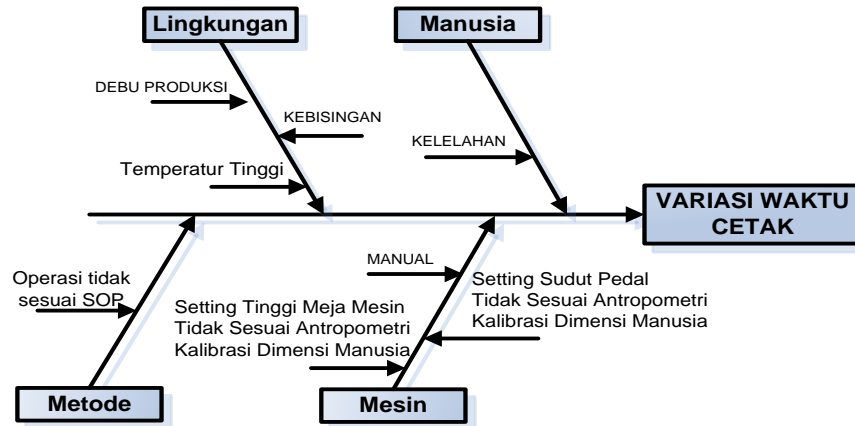
c. Proses Kapabilitas

Pada pengukuran proses kapabilitas didapat nilai kapabilitas (C_{pm}) = 0,38. Hasil pengujian hipotesis, ($C_{pm} = 0,38$) < 1,00 berarti kapabilitas proses sangat rendah dan tidak mampu untuk memenuhi spesifikasi target waktu pengisian filament sikat jenis 0716 yang mempunyai batas maksimum USL = 56. Hal ini tampak dari nilai DPMO = 226.627 dan kapabilitas *sigma* = 2,25.

d. Diagram Fish Bone (Tulang Ikan)

Diagram *fishbone* digunakan untuk mengetahui penyebab dari masalah untuk diambil tindakan perbaikan. Penyebab masalah dapat dari berbagai sumber utama, yaitu

manusia, mesin, matrial, metode kerja dan lingkungan. Diagram *fishbone* variasi waktu pengisian dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram Fishbone Variasi Waktu Pengisian.

4.4. Improvement (Perbaikan)

a. Design of Eksperiment

Design of Eksperiment adalah perancangan percobaan dengan tiap langkah yang teridentifikasi sedemikian rupa, sehingga informasi yang diperlukan dapat dianalisis secara objektif dan dapat ditarik kesimpulan.

1. Identifikasi faktor – faktor yang akan dievaluasi (Variabel Bebas)

Dari analisa diagram *fishbone*, faktor waktu proses yang akan dilakukan pengendalian adalah mesin, yang merupakan suatu fase dalam *design of eksperiment*, dengan melakukan parameter disain menentukan *setting* parameter faktor – faktor.

2. Menentukan level faktor yang akan di uji.

Pemberian jumlah level dan nilai level hanya diberikan pada faktor yang dapat dikontrol, yaitu:

Tabel 2. Penentuan Level dari Faktor *Design of Eksperiment*

Faktor	Level		Satuan
	1	2	
Tinggi Meja	711	766	Milimeter (mm)
Sudut Pedal	20	45	Derajat (°)

Berikut ini adalah penguraian jenis faktor beserta level penentuan dalam melakukan *design of eksperiment* waktu proses pengisian.

Faktor Tinggi Meja, pada kondisi awal, tinggi meja berada pada jarak = 766 mm dan usulan sebesar = 711 mm.

Faktor Sudut Pedal, Pada kondisi awal, besar sudut posisi kaki saat menginjak pedal sebesar 45°. Tinggi tersebut sering mengakibatkan sakit pada pergelangan kaki pekerja. Maka akan dilakukan perbaikan sudut posisi kaki saat menginjak pedal menjadi sebesar 20°. Maka didapatkan : Level 1 (usulan) = Sudut 20° dan Level 2 (awal) = Sudut 45°.

Tabel 3. Hasil Pengacakan *Design of Eksperiment*

Tinggi Meja (mm)	Sudut Pedal (°)
766	45
711	20
711	45
766	20
766	45
711	20
711	45
766	20
766	20
711	20

4.5. Control

a. Analisis Hasil *Design of Eksperiment*

Design of Eksperiment menggunakan 2 faktorial dan 2 level dengan menggunakan 4 perlakuan menghasilkan kombinasi yang terdapat pada tabel 4. sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil *Design of Eksperiment*

Tinggi Meja (mm)	Sudut Pedal (°)	Hasil (detik)
766	45	56
711	20	54
711	45	54
766	20	55
766	45	56
711	20	54
711	45	55
766	20	55
766	20	55
711	20	54

Dengan adanya perbaikan tersebut variasi waktu proses pengisian filament dapat berkurang, sehingga jumlah cacat produk sikat juga berkurang.

b. Peta X dan MR

Dari hasil pengukuran dan pengolahan data setelah dilakukan perbaikan maka didapatkan nilai rata – rata dari waktu proses = 54,81 detik dan nilai rata – rata *range* (MR) = 0,93 detik .

c. *Standard Deviasi*

Standard deviasi adalah rata – rata perbedaan antara setiap nilai dalam serangkaian nilai dan *mean* (rata – rata) semua nilai dalam seri – seri pengukuran. Nilai d_2 yang dipergunakan untuk sampel $n = 2$, adalah 1,128

Pada pengukuran waktu proses pengisian setelah perbaikan, maka didapatkan nilai *standard deviasi* (S) = 0,831117.

d. *Defects Per Million Opportunities (DPMO)*

DPMO adalah ukuran kegagalan dalam peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang menunjukkan kegagalan persejuta kesempatan. Target dari pengendalian kualitas *Six Sigma* sebesar 3,4 DPMO. Pengukuran waktu proses pengisian filament setelah dilakukan perbaikan mempunyai nilai DPMO = 77.804 dengan nilai *sigma* = 2,92.

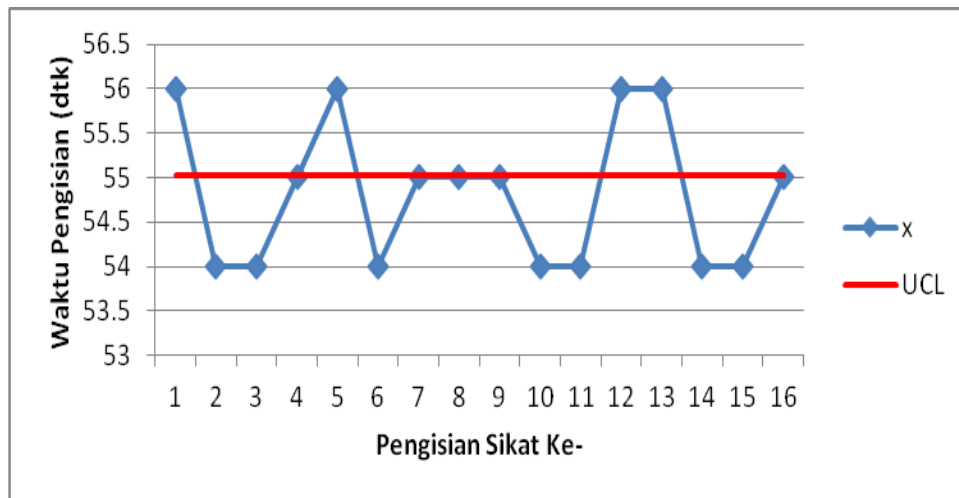
e. Penentuan UCL

Peta kontrol *Upper Control Limit* (UCL) adalah alat yang digunakan sebagai pendefinisian batas penerimaan atas (UCL) dari suatu pengukuran. Waktu proses pengisian dengan menggunakan *standard deviasi* maksimum (S_{maks}) = 0,6849 maka didapatkan nilai *Upper Control Limit* (UCL) = 55,03detik.

f. Pengujian Variasi Proses

Pengujian variasi proses dilakukan untuk mengetahui apakah variasi proses telah mampu memenuhi batas toleransi *standard deviasi* maksimum, S_{maks} , pada tingkat kapabilitas 2,92 *sigma*.

Untuk $n =$ ukuran contoh yang dipergunakan untuk menghitung nilai S^2 , yaitu 1 unit per pengamatan di kali 16 kali pengamatan = 16 produk, didapatkan hasil pengujian hipotesis, Nilai $[(n-1) S^2 / (S_{maks})^2] = 22,09 <$ dari $\chi^2 (\alpha; n-1) = 24,99$ maka H_0 diterima, dan disimpulkan bahwa dengan menggunakan tingkat *signifikan* $\alpha = 0,05$ atau tingkat kepercayaan $1 - 0,05\% = 95\%$, variasi waktu proses pengisian filament sikat jenis 0716 pada tingkat 2,92 *sigma*, lebih kecil dari pada batas toleransi maksimum *standard deviasi* yang diharuskan pada tingkat kapabilitas 2,92 *sigma*.



Gambar 4. Peta Control UCL

Terlihat bahwa waktu proses berada dalam batas kontrol yang ditetapkan pada tingkat 2,92 *sigma*. Nilai rata-rata dari proses = 54,81 detik. Nilai rata – rata proses dikatakan stabil berada di antara UCL = 55,03 detik.

g. Proses Kapabilitas

Pada pengukuran proses kapabilitas didapat nilai kapabilitas (C_{pm}) = 0,41. Karena nilai ($C_{pm} = 0,41$), maka proses masih dianggap tidak mampu mencapai target kualitas pada tingkat kegagalan nol (*zero defects oriented*).

Dari nilai *% Off Target* diketahui bahwa interval toleransi spesifikasi bagi nilai rata – rata (*mean*) proses telah bergeser atau menyimpang dari target (T) sebesar 1,45 %, dimana semakin besar nilai *% Off Target* menunjukkan bahwa kemampuan proses semakin rendah untuk mencapai nilai target (T) yang ditetapkan sehingga peningkatan proses harus dilakukan.

Berdasarkan nilai indeks $C_{pmk} = 0,80$, menunjukkan bahwa proses waktu pengisian tidak mampu memenuhi batas spesifikasi yang di tetapkan ± 2 dari nitai target (T) = 56 detik.

V. PEMBAHASAN METODE SIX SIGMA

5.1. Define (Pendefinisian)

Jenis kesalahan yang ditemukan berdasarkan data dari perusahaan adalah waktu proses pengisian filament (80 %), keterlambatan dalam pengiriman produk (47%), dan administrasi (6%). Waktu proses mempunyai persentase yang tertinggi dan akan dilakukan perbaikan.

5.2. Measure (Pengukuran)

Setelah dilakukan pendefinisian masalah, karakteristik kualitas waktu proses pengisian berdasarkan kebijakan pihak manajemen perusahaan ditentukan target (T) = 54

detik dengan toleransi \pm detik (USL = 56 detik). Berdasarkan pengamatan waktu proses pengisian sebanyak 50 kali pengamatan dengan menggunakan 1 sampel, hasil pengolahan data didapat nilai rata – rata sub grup = 55,12 detik, *standard deviasi* = 1,170212766. Nilai rata – rata sub grup lebih tinggi 1,12 detik dari nilai target. Pada tahapan *measure* ini juga didapat nilai *Defect Per Million Oportunities* = 226.627 dengan pencapaian 2,25 *sigma*.

5.3. Analyze (Analisa)

Tahap analisis adalah tahap menentukan *standar deviasi* maksimum, batas penerimaan (UCL), pengujian variasi proses, dan menentukan tingkat kapabilitas proses yang dicapai. Dari hasil analisis didapat nilai *standard deviasi* maksimum (S_{maks}) = 0,8889, nilai batas penerimaan UCL = 55,33 detik. Hasil dari pengujian variasi proses didapat ($84,93 > 67,50$), dimana variasi proses melebihi *standard deviasi* maksimum yang diizinkan pada tingkat 2,25 *sigma*. Hasil hipotesis ini menunjukkan bahwa nilai individual waktu proses pengisian ada yang masih berada diluar batas penerimaan UCL, tetapi nilai rata – rata waktu pengisian berada dalam batas penerimaan UCL.

Nilai kapabilitas proses pada tahap analisis didapat $C_{pm} = 0,38$. Hasil hipotesis yang telah dilakukan adalah ($C_{pm} = 0,38 < 1,00$), berarti kapabilitas proses sangat rendah dan tidak mampu untuk memenuhi spesifikasi target waktu pengisian filament sikat jenis 0716. Nilai % *OffTarget* adalah 2 %, berarti rata – rata proses telah bergeser sebesar 2 %. Kemudian menentukan nilai C_{pmk} (pada tingkat mana waktu proses pengisian itu berada dalam batas – batas toleransi (USL) yang diinginkan oleh pihak manajemen). Nilai $C_{pmk} = 0,57$ (sangat rendah) hal ini terlihat dari nilai rata – rata waktu proses pengisian (rata – rata = 55,12 detik) tidak mendekati nilai target yang diinginkan ($T = 54$ detik). Nilai $L_{C_{pmk}} = 0,445$ menunjukkan waktu proses pengisian perlu dilakukan perbaikan ($L_{C_{pmk}} < 1,0$).

5.4. Improvement (Perbaikan)

a. Design of Eksperiment

Pada *Design of Eksperiment* dilakukan *desain* faktor. *Design* faktor menggunakan 2 faktor dengan dua level, dimana faktor pertama adalah tinggi meja mesin dari lantai produksi dengan level (level 1 = 711 mm ; level 2 = 766 mm), faktor kedua adalah sudut pedal dengan level (level 1 = 20° ; level 2 = 45°) dengan 4 perlakuan. Kemudian dilakukan analisis *design of eksperiment* yang menunjukkan bahwa faktor tinggi meja berpengaruh secara *signifikan* terhadap waktu proses. Hal ini terlihat bahwa *main effect* mempunyai nilai ($p\text{-value} = 0,000 < \text{dari } \alpha = 0,05$).

5.5. Control

Dari hasil *design of eksperiment* dengan menggunakan 4 perlakuan (16 kali pengamatan dan 1 sampel), didapat nilai rata - rata = 54,81 detik, *standard deviasi* = 0,83111702. Nilai rata – rata sub grup lebih tinggi 0,81 detik dari nilai target. Pada tahapan *measure* ini juga didapat nilai *Defect Per Million Oportunities* = 77804 dengan

pencapaian 2,92 sigma. Nilai *sigma* yang dicapai meningkat sebesar 0,67 dari *sigma* awal 2,25 *sigma*.

Nilai kapabilitas proses pada tahap analisis didapat $C_{pm} = 0,41$. Hasil hipotesis yang telah dilakukan adalah ($C_{pm} = 0,41 < 1,0$), berarti proses tidak mampu untuk memenuhi spesifikasi target waktu pengisian filament sikat jenis 0716. Nilai % *Off Target* adalah 1,45 %, berarti rata – rata proses telah bergeser sebesar 1,45 %. Kemudian menentukan nilai C_{pmk} pada tingkat mana waktu proses pengisian itu berada dalam batas – batas toleransi (*USL*) yang diinginkan oleh pihak manajemen.

VI. KESIMPULAN

1. Nilai variasi proses hasil pengujian hipotesis awal ($84,93 > 67,50$) menunjukkan ketidak stabilan proses, sedangkan nilai kapabilitas proses awal (0,38) menunjukkan kemampuan proses berada pada tingkat tidak mampu untuk memenuhi target spesifikasi waktu proses.
2. Berdasarkan hasil penelitian, *setting* terbaik untuk tinggi meja mesin adalah 711 mm. Hal ini ditunjukkan oleh *respons factor* pada diagram pareto hasil analisis faktor *design of eksperiment* bahwa nilai effect *p-value* (0,000) < koefisien signifikan (0,05) yang menunjukkan faktor *setting* tinggi meja mesin berpengaruh signifikan terhadap variasi waktu pengisian.
3. Hasil pengujian hipotesis variasi waktu pengisian setelah perbaikan (22,09 < 24,99) menunjukkan waktu proses pengisian cukup stabil, sedangkan hasil kapabilitas proses setelah perbaikan (0,41) yang menunjukkan kemampuan proses tidak mampu memenuhi spesifikasi target waktu proses pengisian.

VII. DAFTAR PUSTAKA

1. Gaspersz, Vincent; “ *Lean Six Sigma*”, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2006.
2. Gaspersz Vincent ; “*Pedoman Implementasi Program Six Sigma*”, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2002.
3. Hendradi, Andi; *Statistik Six Sigma Dengan MINITAB*, Edisi Pertama, CV. ANDI OFFSET, Yogyakarta, 2006.
4. Nurmianto, Eko; “*Ergonomi*”, Edisi Pertama, PT.Guna Widya, Surabaya, 2004.