

Peningkatan Kualitas Pada Proses Perakitan Sepatu Dengan *Six Sigma*

Dian F. Hidayat[†]

Jurusan Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Tangerang, Tangerang
Email: dianfriana@gmail.com

Abstract. Six Sigma is a kind of system for increasing quality by using DMAIC method. The improvement step has been implemented from problem assessment until controlling of improvement result. This observation has been implemented in manufacturing industry, which produces sport shoes. This product is distributed in over many different countries across the world. And therefore, requires some efforts to keep implementing the improvement for increasing its quality in order the consumer trustworthy to the quality produced will be steady maintained. The purpose for this observation is for increasing the quality that is implemented within the manufacturing process by using six sigma. By using DMAIC improvement begins by determining the over cement at the define step, which is the main reason for the occurred problem. Then at the measure step, the improvement is using a method of measurement system analysis gage r & r studies and capability analysis, and further more it is analyze the factors which are affecting the reason of the problem. At the final step the improvement applying some trials by using design of experiment for improvement suggestions until controlling at the control step as final step of DMAIC. The result from those improvements has generated percentage increase within the production quality, an increase at sigma level, and reduced of height cement problem as a main problem of improvement.

Keywords: *Six sigma, DMAIC, Measurement System Analysis, Gage R & R Studies, Design of Experiment.*

1. PENDAHULUAN

Peran kualitas pada sebuah produk atau jasa terhadap perkembangan perusahaan begitu besar, karena dengan pengendalian kualitas yang baik akan berakibat terhadap peningkatan hasil produksi, pengurangan biaya, pertumbuhan pangsa pasar, kepuasan pelanggan, pengurangan waktu siklus, dan manfaat lainnya (Goetsch & Davis, 2013). Upaya pengendalian kualitas dapat dilakukan dengan menggunakan *six sigma* (Goetsch & Davis, 2013), selain mampu menganalisa penyebab terjadi masalah akibat faktor manusia, mesin, metode, material, atau lingkungan. Juga mampu memberikan usulan perbaikan agar penyebab terjadinya masalah tidak terulang kembali. Secara umum, pengertian *six sigma* merupakan metode pemecahan masalah yang terorganisasi dan sistematis, untuk perbaikan sistem yang strategis dan pengembangan produk dan layanan yang bergantung pada metode statistik dan metode ilmiah, untuk mengurangi secara dramatis tingkat cacat yang telah ditetapkan untuk perbaikan sebagai variabel kunci (Allen, 2006). Adapun tujuannya yaitu pencapaian terhadap situasi yang diinginkan dimana fraksi produk yang tidak dapat diterima oleh sistem kurang dari 3.4 per sejuta

kesempatan.

Upaya pengendalian kualitas dengan pendekatan *six sigma* sudah banyak dilakukan, seperti yang dilakukan oleh Jirasukprasert *et al.* (2012) pada industri yang memproduksi *rubber gloves* menggunakan *six Sigma* metode DMAIC, hasilnya yaitu berkurangnya cacat produk dari 195,095 unit menjadi 83,750 unit atau dengan pencapaian level sigma dari 2.4 menjadi 2.9 sigma. Berikutnya oleh Valles *et al.* (2009) pada industri semikonduktor yang memproduksi *circuit cartridge* untuk printer *inkjet*, dimana kegagalan aliran listrik pada sirkuit sebagai *critical to quality* (CTQ), dengan *six sigma* metode DMAIC diperoleh hasil yang menunjukkan peningkatan level sigma dari 3.35 menjadi 3.72 sigma atau terjadinya pengurangan cacat sebesar 18,788 unit. Lalu yang dilakukan oleh Junankar *et al.* (2011) pada industri yang memproduksi *belt*. Dengan *six sigma* metode DMAIC menunjukkan berkurangnya jumlah cacat dari 15,832 unit menjadi 5,928 unit *belt* atau meningkatnya level *sigma* 2.7 menjadi 3.2 sigma.

Penelitian ini dilakukan pada industri manufaktur yang memproduksi sepatu olah raga merk terkenal, sebuah produk yang dipasarkan secara global ke berbagai negara.

[†] :Corresponding Author

Hal ini menjadi tanggung jawab besar untuk menjaga kepercayaan konsumen terhadap kualitas produk tersebut. Oleh karena itu, perusahaan memiliki target pencapaian kualitas agar kepuasan konsumen tetap terpelihara. Pada kondisi saat ini, selama Juli hingga September 2013 pencapaian kualitas dibawah target yang ditetapkan perusahaan yaitu rata-rata 91.59% dimana target yang harus dicapai 98%. Merujuk pada konsep *six sigma* dimana toleransi yang diberikan terhadap produk yang tidak dapat diterima sebesar 3.4 unit dari 1 juta unit yang diproduksi untuk mencapai industri kelas dunia (Allen, 2006). Maka perlu dilakukan analisa untuk mengetahui posisi pencapaian level sigma dan proses perbaikan yang harus dilakukan perusahaan untuk menjadi perusahaan kelas dunia. Berdasarkan penelitian sebelumnya, dengan *six sigma* hasil yang diperoleh terhadap pencapaian kualitas dan dapat mengurangi jumlah cacat atau perbaikan (*rework*) cukup signifikan.

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, tujuan penelitian ini yaitu meningkatkan kualitas dengan mengurangi jumlah produk cacat atau perbaikan pada proses perakitan sepatu.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan *six sigma* dengan metode DMAIC sebagai tahapan penyelesaian masalah. Setiap tahapan dilakukan pengumpulan data yang kemudian diolah untuk membantu pengambilan keputusan terhadap tahap berikutnya. Pengumpulan dan pengolahan data yang akan dilakukan pada setiap tahap tersebut, dijelaskan seperti berikut;

1. Tahap Define

Data yang dibutuhkan pada tahap ini yaitu laporan produksi mingguan dan laporan produk cacat atau perbaikan, data dikumpulkan sejak penelitian dimulai yaitu Desember 2013 sampai Februari 2014. Data tersebut diolah sehingga menghasilkan diagram pareto untuk membantu pengambilan keputusan pada variabel yang memiliki peran terhadap terjadinya cacat atau perbaikan produk yang paling sering terjadi. Dengan diagram pareto jenis cacat paling dominan dapat diketahui, sehingga perbaikan dapat diprioritaskan pada masalah yang paling sering terjadi.

2. Tahap Measure

Tujuan tahap ini yaitu menguji kehandalan metode pengukuran yang digunakan oleh perusahaan dan mengukur kemampuan proses sebelum perbaikan, pengolahan menggunakan *measurement system analysis* (MSA) dengan *gage repeatability & reproducibility studies* (Gage R&R) dan *capability process*. Pada metode MSA, jumlah sampel yang digunakan oleh Pyzdek (2003) dengan *gage R&R*, yaitu dilakukan oleh 2 operator pada 5 unit dengan 2 kali pengulangan dalam mengukur oleh setiap

operator, sehingga data yang diperoleh sebanyak 20 data. Berikutnya mengukur kemampuan proses sebelum perbaikan dengan menggunakan *capability analysis*, yaitu dengan peta p kendali proses agar pemetaan terhadap proses dalam periode waktu tertentu dapat diketahui progresnya, perhitungan DPMO untuk memperoleh nilai Sigma dan menggunakan *4 block diagram* untuk mengetahui arah perbaikan yang harus dilakukan.

2.1. Tahap Analyze

Data yang dibutuhkan yaitu data hasil wawancara dan hasil brainstorming dengan karyawan perusahaan yang berperan langsung pada kegiatan produksi. Berdasarkan *4 block diagram* arah perbaikan dapat diketahui, setelah itu menentukan faktor yang berpengaruh. Faktor-faktor ditentukan oleh tim ahli pengendalian kualitas perusahaan untuk menjadi prioritas perbaikan. Kemudian menggunakan uji hipotesa untuk mengetahui besarnya pengaruh terhadap permasalahan kualitas yang terjadi. Untuk mencapai perbaikan yang optimal, dilakukan percobaan untuk memperbaiki faktor-faktor tersebut. Pengujian hipotesa menggunakan *2 sample T-test* dan *2 proportion test* untuk mengetahui pengaruh yang dihasilkan oleh kedua level percobaan terhadap permasalahan kualitas.

3. Tahap Improve

Data yang dihimpun pada tahap ini berupa hasil keputusan pada tahap sebelumnya. Metode statistik yang digunakan untuk melakukan perbaikan dengan *design of experiment full factorial 2ⁿ*. Hasil pada percobaan yaitu kombinasi level yang menghasilkan nilai optimum pada permasalahan kualitas, sehingga proses perbaikan dapat dilakukan. Kemudian, kemampuan proses kembali diukur setelah perbaikan dengan cara yang sama seperti pada tahap measure.

4. Tahap Control

Pada tahap ini data yang dibutuhkan yaitu hasil produksi dan produk cacat setelah perbaikan untuk mengetahui terjadi perubahan sebelum dan sesudah perbaikan. Data yang diolah yaitu data hasil produksi dan data cacat produk setelah perbaikan menggunakan peta kendali dan perhitungan DPMO untuk mengetahui nilai cacat yang dihasilkan setelah perbaikan.

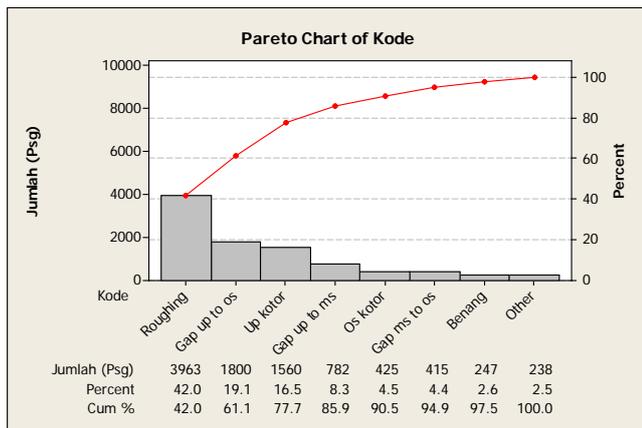
3. HASIL

Penelitian ini dilakukan pada industri yang bergerak dibidang pembuatan sepatu pada proses perakitan. Data yang dihimpun berupa laporan pencapaian hasil produksi, data produk cacat atau perbaikan dan data jenis-jenis terjadinya cacat. Berdasarkan data-data tersebut diolah dan dilanjutkan pada percobaan-percobaan hingga diperoleh standart baru sebagai hasil perbaikan. Proses-proses tersebut dilakukan dengan menggunakan tahapan DMAIC

seperti berikut:

Tahap Define

Penentuan *critical to quality* (CTQ) pada tahap ini berdasarkan data jenis cacat atau perbaikan kemudian diolah menggunakan diagram pareto, berikut hasilnya pada gambar 1. Hasil perhitungan dengan diagram pareto diperoleh bahwa masalah utama yaitu masalah tinggi lem berkontribusi sebesar 42% sebagai penyebab paling dominan yang mengakibatkan rendahnya persentase pencapaian kualitas. Sehingga fokus perbaikan dilakukan pada masalah tersebut.



Gambar 1: Diagram Pareto Presentase Jenis Cacat

Tahap Measure

Untuk menganalisa metode pengukuran dalam menilai hasil kualitas produk menggunakan metode MSA *Gage R&R studies*, percobaan dilakukan oleh 3 operator pada 10 pasang sepatu dengan 2 kali pengulangan dalam mengukur (Pyzdek, 2003).

Tabel 1: Percobaan pengukuran jenis cacat tinggi lem (mm)

Sample	Kiki1	Kiki2	Nur1	Nur2	Lia1	Lia2
1	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8
2	1.1	1	1	0.9	1	1
3	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7
4	1.3	1.2	1.3	1.3	1.2	1.2
5	1	1	0.9	1	0.9	0.9
6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
7	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
8	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7
9	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
10	1	1.1	1.1	1	1	1

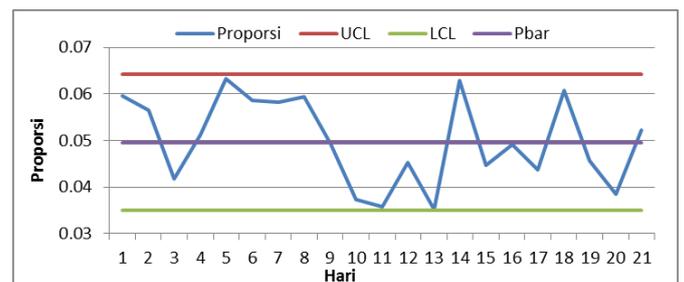
Nilai toleransi yang telah ditetapkan perusahaan untuk tinggi lem yaitu 0 – 1 mm, sehingga nilai diluar toleransi tersebut dikelompokkan pada jenis cacat atau perbaikan. Pengolahan data menggunakan *gage r & r studies* menggunakan bantuan program Minitab dari data seperti pada Tabel 1 maka diperoleh hasil yang ditunjukkan Tabel 2 seperti berikut.

Tabel 2: Hasil pengolahan dengan *Gage R&R Studies*

Source	σ	6σ	% Study Var (%SV)	% Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0.046547	0.27928	18.99	27.93
Repeatability	0.03873	0.23238	15.8	23.24
Reproducibility	0.02582	0.15492	10.54	15.49
Operator	0.006086	0.03651	2.48	3.65
Operator*Sample	0.025092	0.15055	10.24	15.06
Part-To-Part	0.240601	1.44361	98.18	144.36
Total Variation	0.245062	1.47037	100	147.04

Number of Distinct Categories = 7

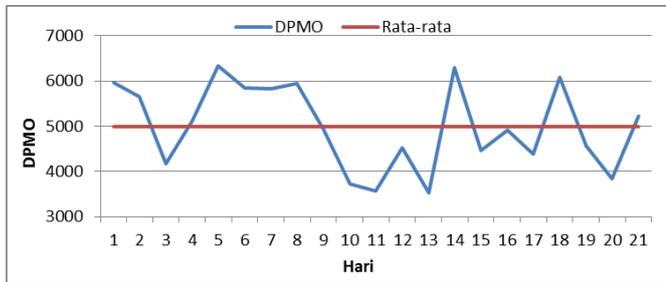
Hasilnya menunjukkan *%study variance* (18.99%) \leq 20%, *%tolerance* (27.93%) $<$ 30%, dan *number of distinch categories* (7) $>$ 4 dimana sebagai syarat kriteria pengukuran terpenuhi sehingga sistem pengukuran yang digunakan perusahaan dapat diterima. Selanjutnya pemetaan performansi proses dengan peta p kendali proses dan pengukuran performa proses kondisi sebelum perbaikan dengan level sigma. Data yang dihimpun selama 21 hari pada Februari 2014 sehingga hasil peta kendali dapat dilihat pada Gambar 2.



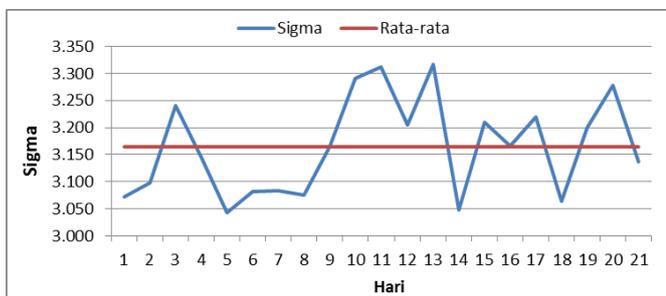
Gambar 2: Peta p selama Februari 2014

Gambar 2 menunjukkan proporsi cacat yang terjadi selama Februari 2014 terkendali dalam batas kendali atas dan bawah yaitu 0.064 dan 0.035 dengan nilai *Pbar* 0.05, sehingga dapat disimpulkan selama pengambilan data proses berjalan normal. Berikutnya yaitu pengukuran

DPMO (*defect per million opportunities*) dan level sigma untuk mengetahui kondisi performa proses selama Februari 2014, adapun hasil ditunjukkan dalam grafik seperti Gambar 3 dan 4.

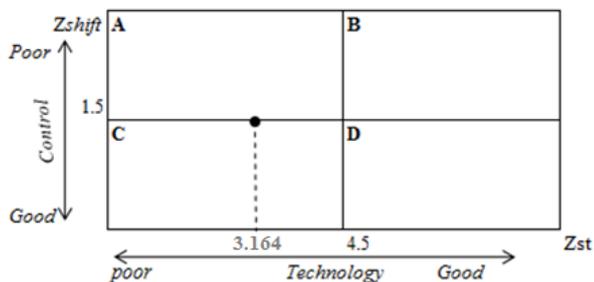


Gambar 3: Progres DPMO Februari 2014



Gambar 4: Progres level sigma Februari 2014

Kemudian untuk mengetahui arah perbaikan yang harus dilakukan digunakan *4 block diagram* dimana dari nilai sigma dipetakan ke dalam grafik sehingga dapat diketahui kondisi sigma berada dalam salah satu blok tersebut. Berdasarkan gambar 5 dapat diketahui nilai Z_{st} rata-rata selama pengamatan pada Februari 2014 adalah 3.164 sigma, nilai tersebut berada di blok C dimana kondisi proses *control* baik dan proses *technology* perlu perbaikan.



Gambar 5: Empat blok diagram

Tahap Analyze

Tahap ini menguji faktor yang telah ditetapkan hasil wawancara dan *brainstorming* dengan pelaku langsung proses produksi, ada tiga faktor pada bidang teknologi yang memiliki peluang besar berpengaruh terhadap

masalah utama sehingga perlu di uji untuk mengetahuinya. Tiga faktor tersebut yaitu waktu pergantian sikat, kecepatan mesin *convayer*, dan tekanan mesin *press universal*. Masing-masing dilakukan pengujian hipotesa menggunakan *2 proportion test* untuk pengujian faktor waktu pergantian sikat dan *2 sample T-test* untuk pengujian faktor lainnya. Berikut hasil pengolahan pada ketiga faktor tersebut dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan hasil pengolahan bahwa hanya dua faktor yang berpengaruh terhadap masalah utama sehingga faktor tersebut fokus untuk dilakukan perbaikan pada tahap selanjutnya.

Tabel 3: Hasil Pengolahan Masing-Masing Faktor

No.	Uji Hipotesa	Kesimpulan
1	<i>Two Proportion Test</i>	H_0 diterima
2	<i>Two Sample T-Test</i>	H_0 ditolak
3	<i>Two Sample T-Test</i>	H_0 ditolak

Tahap Improve

Proses perbaikan pada tahap *improve* fokus pada dua faktor yaitu kecepatan *convayer* dan tekanan *universal press*, level yang digunakan dalam percobaan yaitu 2 pada masing-masing faktor dengan 3 kali pengulangan. Sehingga rencana perbaikan menggunakan metode *design of experiment* dengan rancangan percobaan 2^2 faktorial dengan faktor Kecepatan *conveyer* (A) dan Tekanan *universal press* (B). Untuk mengetahui besarnya pengaruh faktor-faktor terhadap respon kombinasi percobaan digunakan analisa varian. Adapun hasilnya disajikan dalam Tabel 4.

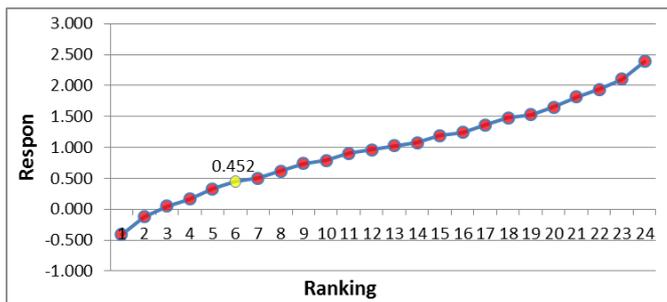
Tabel 4: *Analysis of Variance* untuk respon factor

Source	df	Seq SS	F	P
Main Effects	2	294,167	294,17	0,000
Kecepatan	1	154,083	308,17	0,000
Tekanan	1	140,083	280,17	0,000
2-Way Interactions	1	0,00750	1,50	0,256
Kecepatan*Tekanan	1	0,00750	1,50	0,256
Residual Error	8	0,04000		
Pure Error	8	0,04000		
Total	11	2,98917		

Disimpulkan bahwa faktor kecepatan dan tekanan H_0 ditolak, artinya faktor-faktor tersebut berpengaruh secara signifikan, sedangkan untuk interaksi kedua faktor H_0 diterima, artinya interaksi dari kedua faktor tidak berpengaruh secara signifikan.

Untuk memperoleh nilai optimum yang akan

digunakan sebagai standart baru, persamaan model linier dibuat sehingga nilai level faktor dari kedua faktor dapat disubstitusi ke dalam persamaan. Level yang digunakan kedalam persamaan untuk kecepatan dari level terendah sampai tertinggi pada percobaan yaitu 11, 12, 13, 14, 15, dan 16 detik, untuk tekanan yaitu 15, 20, 25, dan 30 kg. Setelah itu diurutkan untuk mengetahui nilai optimum yang dihasilkan akibat kombinasi tersebut. Adapun persamaan model yang diperoleh yaitu, $y = 6.918 - 0.0287A - 0.091B$. Hasil substitusi dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6: Regresi linier

Berdasarkan gambar 6 nilai optimum pada nomor urut 6 dengan kombinasi kecepatan 13 detik dan tekanan 30 kg sehingga menghasilkan tinggi lem 0.452 mm terhadap batas toleransi 0 – 1 mm. Kombinasi tersebut dipilih mempertimbangkan pengaruh kecepatan terhadap pencapaian hasil produksi, sehingga peningkatan kualitas diharapkan dapat tercapai tanpa mengorbankan pencapaian hasil produksi.

Tahap Control

Usulan perbaikan pada kecepatan *conveyer* sebesar 13 detik dan tekanan mesin *universal press* sebesar 30 kg diharapkan terjadi peningkatan kualitas, oleh karena itu perlu pengukuran kembali agar dapat dibandingkan sebelum dan sesudahnya.

Seperti pada tahap *measure*, *4 block diagram* digunakan untuk mengetahui kondisi proses. Pemetaan nilai sigma kedalam diagram berdasarkan hasil perhitungan dimana nilai sigma $Z_{shift} = 1.5$ maka $Z_{st} = 3.501$.

Hasilnya yaitu nilai *Pbar* atau rata-rata peluang terjadinya cacat berkurang 0.027, artinya terjadinya perbaikan pada proses perakitan pembuatan sepatu. Nilai ini didukung dengan tereduksinya DPMO sebesar 52.84% dengan nilai sigma dari 3.164 menjadi 3.501 sigma. Hasil perbaikan ini ditunjukkan dengan nilai pencapaian persentase kualitas yang mendekati nilai target perusahaan sebesar 97.6% dimana target perusahaan yaitu 98%. Adapun tabel perbandingan sebelum dan sesudah penerapan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Progres sebelum dan sesudah perbaikan

	<i>Pbar</i>	DPMO	Sigma
Sebelum	0.05	4993.047	3.164
Sesudah	0.023	2354.676	3.501
Selisih	0.027	2638.371	0.337
Rate	54.00%	52.84%	10.65%

4. PEMBAHASAN

Temuan utama yang diperoleh yaitu meningkatnya persentase kualitas sebesar 6.01% dari 91.59% menjadi 97.6%. Ini mengakibatkan berkurangnya jumlah cacat yang disebabkan oleh tinggi lem sebesar 52.84% yaitu nilai DPMO dari 4993.047 menjadi 2354.676 DPMO atau meningkatnya level sigma dari 3.164 menjadi 3.501 sigma. Pencapaian ini diperoleh setelah tahapan Six Sigma dengan metode DMAIC dilakukan, hasil yang diperoleh pada setiap tahap tersebut seperti berikut:

1. Ditetapkannya masalah tinggi lem sebagai *CTQ* karena memiliki persentase terbesar dari jenis cacat lainnya yaitu sebesar 42%.
2. Hasil pengujian *measurement system analysis* dengan *gage R&R studies* pada tahap *measure* yaitu terpenuhi sehingga sistem pengukuran yang digunakan perusahaan dapat diterima.
3. Hasil pengolahan peta p menunjukkan proporsi cacat selama penelitian berada pada batas kendali dimana *pbar* 0.05 berada diantara batas kendali atas 0.064 dan batas kendali bawah 0.035. Artinya, tidak ada penyebab khusus pada waktu tertentu selama penelitian yang mengakibatkan ketidaknormalan dalam proses (Pyzdek, 2003).
4. Dengan empat blok diagram nilai sigma pada proses perakitan sepatu berada di kuadran C, dimana fokus perbaikan yang harus dilakukan pada bidang teknologi.
5. Faktor yang ditetapkan sebagai vital faktor untuk kemudian dilakukan perbaikan pada tahap *improve* yaitu kecepatan mesin *conveyer* dan tekanan mesin *press universal*.
6. Dari persamaan linier kombinasi level faktor 13 detik dan 30 kg untuk mencapai nilai optimum.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan penelitian ini yaitu meningkatnya kualitas pada proses perakitan sepatu sebesar 6.01% dari 91.59% menjadi 97.6% dengan target yang ditetapkan perusahaan sebesar 98% atau peningkatan level sigma dari 3.164 menjadi 3.501 sigma. Peningkatan ini berpengaruh pada berkurangnya masalah tinggi lem dari 4993.047

menjadi 2354.676 dpmo. Hasil perbaikan tersebut memberikan dampak pada penghematan biaya karena dengan pencapaian kualitas maka pencapaian hasil produksi dapat diperoleh tanpa melakukan tambahan jam kerja, karena sebelum perbaikan tambahan jam kerja sering dilakukan untuk mencapai target produksi. Manfaat lain yaitu penghematan biaya akibat perbaikan sebesar \$52767.42 karena telah mereduksi cacat dari 4993.047 menjadi 2354.676 dpmo.

Saran untuk penelitian selanjutnya dapat kembali merancang perbaikan untuk meningkatkan kualitas dengan menggunakan metode six sigma dengan penyelesaian masalah pada penyebab terjadinya cacat tidak hanya fokus pada satu masalah, sehingga temuan hasil penelitian lebih baik dari sebelumnya. Namun, tanpa dukungan penuh dari manajemen terhadap rencana perbaikan selanjutnya mungkin hasil perbaikan tidak berbeda signifikan dari penelitian sebelumnya.

REFERENCES

- Allen, T.T. (2006) *Introduction to Engineering Statistics and Six Sigma: Statistical Quality Control and Design of Experiments and Systems*, Springer– Verlag, London
- Goetsch, D.L. dan Davis, S.B. (2013) *Quality Management for Organizational Excellence Introduction to Total Quality 7th Edition*, Pearson Education, Inc., New Jersey, USA.
- Jirasukprasert, P., Reyes, J.A.G., Meier, H. S., dan Lona, L. R. (2012) A Case Study of Defects Reduction in a Rubber Gloves Manufacturing Process by Applying Six Sigma Principles and DMAIC Problem Solving Methodology, *Proceedings of the 2012 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Istanbul, Turkey, 3–6.
- Valles, A., Sanchez, J., Noriega, S., dan Nuñez, B.G. (2009) Implementation of Six Sigma in a Manufacturing Process: A Case Study, *International Journal of Industrial Engineering*, **16(3)**, 171-181.
- Junankar, A.A. dan Shende, P.N. (2011) Minimization Of Rewok In Belt Industry Using Dmaic, *International Journal of Applied Research in Mechanical Engineering*, **1(1)**, 53 – 59.
- Pyzdek, T. (2003) *The Six Sigma Handbook Revised and Expanded: A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Level*, Mc Graw – Hill, USA.