

Penerapan *Six Sigma* pada Perbaikan Kualitas Produk Batako Menggunakan *Design of Experiment Response Surface Methodology (RSM)* dengan *Control SOP*

David Nasrun^{1,*}, Fuad Achmadi², Julianus Hutabarat³

¹ Universitas Islam Malang, Malang 65144, Indonesia

^{2,3} Program Studi Teknik Industri, Program Pascasarjana Institut Teknologi Nasional, Malang, 65145, Indonesia

* E-mail : nasrundavid@gmail.com

Abstrak

CV. Souru Blok adalah perusahaan manufaktur (Bahan Konstruksi) yang bergerak dalam bidang pembuatan batako (berbahan dasar pasir). Perusahaan berkeinginan untuk terus melakukan inovasi dan perbaikan untuk menciptakan masa depan perusahaan yang lebih baik. Namun dalam kenyataan yang dialami perusahaan, terdapat berbagai kasus terjadinya cacat pada proses produksi. Untuk dapat mencapai target kualitas yang diinginkan oleh perusahaan, serta untuk menjaga kepercayaan pasar terhadap produk Perusahaan, maka dibutuhkan perbaikan terhadap proses produksi batako dengan menggunakan pendekatan *six sigma* agar dapat memenuhi kriteria standar yang diinginkan oleh konsumen. Pada penelitian ini akan menggunakan metode *Define Measure Analyze Improve Control (DMAIC)* yang diintegrasikan dengan *Response Surface Metodology (RSM)* dan *Kontrol Standard Operational Prosedure (SOP)*. Dari ketiga faktor, yaitu Komposisi Pasir Laut (PL), Komposisi Pasir Sungai (PS), dan komposisi Semen: Pasir yang berpengaruh terhadap terhadap jumlah produk, yaitu komposisi PS dan komposisi S:P saja yang mempunyai pengaruh paling besar atau berpengaruh nyata terhadap produksi batako tersebut. Titik optimum yang diprediksi dari komposisi PS dan komposisi S:P yang menghasilkan produk yang paling maksimum yaitu, untuk komposisi PS = 1 (100%) dan komposisi S:P = 0,10 (1:10) mampu menurunkan jumlah cacat produk dari 9,96 % menjadi 0,003% dan meningkatkan nilai sigma dari 2,97 menjadi 4,25. Dari hasil eksperimen maka menghasilkan SOP dengan instruksi kerja 100 % bahan baku pasir menggunakan pasir sungai dan perbandingan material 1:10 (Semen:Pasir).

Kata Kunci : *DMAIC, RSM, SOP*

Pendahuluan

Metode *six sigma* merupakan suatu metode atau aktivitas untuk dapat mencapai kinerja operasi yang baik, yaitu hanya 3,4 cacat untuk setiap satu juta peluang atau sebesar 99,99966 persen produk yang diproduksi tanpa mengalami cacat. Penggunaan prinsip *design of experiment* dapat membantu perusahaan untuk menyelesaikan permasalahan di CV. Souru Blok. Dibutuhkannya kombinasi faktor optimal agar kinerja produksi yang juga optimal, dengan kata lain meminimalisir jumlah cacat yang terjadi. Pada penelitian sebelumnya sudah banyak penelitian yang menggunakan RSM untuk tujuan optimasi dengan berbagai objek dan kombinasi metode untuk mencari nilai optimasi demi perbaikan. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari nilai sigma sebelum dan sesudah penelitian. Mencari kombinasi dan komposisi optimal untuk meningkatkan kualitas dengan menggunakan metode *Design of Experiment (DOE) RSM* dan menentukan SOP untuk *standart operational* di CV. Souru Blok.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan instrumen yang terdiri atas data yang disediakan perusahaan, hasil observasi, dan data hasil *experiment*. Data ini nantinya digunakan untuk mengetahui perbaikan yang

harus dilakukan pada produksi batako untuk mengurangi cacat produk. Data sekunder pada penelitian ini adalah data yang disediakan oleh pihak perusahaan, baik berupa tabel maupun laporan pembukuan, ataupun data produksi selama ini. Data primer adalah data yang didapatkan dari pengamatan, serta melakukan eksperimen yang menjadi objek untuk perbaikan kualitas di CV. Souru blok.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berdasarkan data perusahaan, data produksi batako pada CV. Souru Blok dapat dilihat pada tabel berikut:
 Tabel 1. Data Produksi Patako CV. Souru Blok

No	Hari/Tgl	Jumlah Produksi	Produk (%)		Produk Cacat (%)	
1	11/11/2019	2880	2709	93,12	171	6,88
2	12/11/2019	2880	2679	91,22	201	8,78
3	13/11/2019	2880	2662	90,73	218	9,27
4	14/11/2019	2880	2682	89,24	198	10,76
5	15/11/2019	2880	2667	89,59	213	10,41
6	16/11/2019	2880	2663	89,27	217	10,73
7	18/11/2019	2880	2670	89,51	210	10,49
8	19/11/2019	2880	2663	89,58	217	10,42
9	20/11/2019	2880	2671	89,34	209	10,66
10	21/11/2019	2880	2678	89,27	202	10,73
11	22/11/2019	2880	2680	89,51	200	10,49
12	23/11/2019	2880	2673	89,58	207	10,42
13	25/11/2019	2880	2671	89,55	209	10,45
14	26/11/2019	2880	2678	89,27	202	10,73
15	27/11/2019	2880	2680	89,51	200	10,49
16	28/11/2019	2880	2679	89,53	201	10,47
17	29/11/2019	2880	2671	89,55	209	10,45
18	30/11/2019	2880	2678	89,65	202	10,35
19	1/12/2019	2880	2680	89,79	200	10,21
20	2/12/2019	2880	2679	89,9	201	10,10
21	3/12/2019	2880	2662	89,13	218	10,87
22	4/12/2019	2880	2666	93,12	214	6,88
23	5/12/2019	2880	2669	91,22	211	8,78
24	6/12/2019	2880	2667	90,73	213	9,27
	Rata-Rata	2880	2674.04	90.04	205.71	9.96

Tabel 2. Nilai Sigma Sebelum Dilakukan Optimasi

No	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	DPU	DPMO	Nilai Sigma
1	2880	205,95	0,071	71.000	2,97

Pada penelitian ini menggunakan metode DMAIC dimana masing- masing langkah terdiri atas aktivitas *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*.

Tahap Define

Define merupakan langkah awal dalam *Six Sigma*. Penelitian ini mengambil langkah-langkah yang dilakukan dalam tahap *define* adalah sebagai berikut:

- a. Mendefinisikan kriteria pemilihan proyek *Six Sigma*

Dalam penelitian ini objek penelitiannya adalah produk batako dengan jumlah cacat rata-rata 9,96 %.

Tahap Measure

Tahap *Measure* yang harus dilaksanakan dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma* yaitu:

a. Memilih atau menentukan karakteristik kritis terkait kualitas, beberapa karakter kritis terkait kualitas dalam memproduksi batako diatas adalah :

1. Kualitas bahan baku
2. Komposisi Bahan Baku

Tahap Analyze

Dalam tahap *Analyze* akan diintegrasikan dengan metode RSM Orde 1 yang bertujuan untuk mencari akar penyebab, dampak yang ditimbulkan dari permasalahan, diperoleh persamaan model dan analisis varian sebagai berikut :

$$Y = -6,71 + 8,997X_1 - 0,36X_2 + 169,89X_3 + \epsilon \dots \dots \dots (1)$$

Pengkodean :

- Y = Respon (Total Produk)
- X₁ = Komposisi Pasir Laut
- X₂ = Komposisi Pasir Sungai
- X₃ = Perbandingan Pasir dan Semen
- ε = Error

P-value pada uji *lack of fit* bernilai 0,948 atau lebih besar dari nilai α (0,05), maka keputusannya berupa H₀ diterima, yang artinya model yang dibuat telah sesuai dengan data. *P-value* untuk *curvature* adalah 0,872 atau lebih dari α (0,05), menyatakan bahwa kelengkungan tidak berpengaruh signifikan. Dari hasil analisis terhadap uji regresi uji *lack of fit*, dan uji *curvature* di atas, maka disimpulkan bahwa model orde I dikatakan tidak sesuai, karena salah satu parameter tidak memenuhi. Karena model pada orde I dikatakan tidak sesuai, maka analisis kemudian dilanjutkan pada pendugaan model orde yang lebih tinggi yaitu Orde II.

Tahap Improve

Dalam rancangan orde II, pendugaan model dilakukan dengan menggunakan model kuadratik. Karena orde I tidak dapat memberikan informasi mengenai faktor- faktor yang paling berpengaruh terhadap respon, maka dalam orde II rancangan yang digunakan adalah *Central Composite Design (CCD)* dengan faktorial 2³ + 6 (*center point*) + 6 (*axial point*).

Persamaan model untuk orde II adalah :

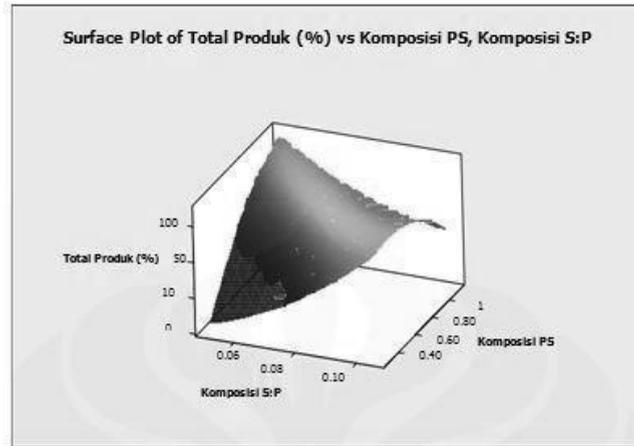
$$Y = -45,81 + 50,45X_1 + 22,44X_2 + 231,46X_3 - 57,39X_1^2 - 3,26X_2^2 + 29X_3^2 + 3,83X_1X_2 + 5,70X_1X_3 + 121,13X_2X_3 + \epsilon \dots \dots \dots (2)$$

Pengujian hasil analisis varian orde II diatas dapat diketahui bahwa *p-value* regresi secara serentak adalah 0,02 atau kurang dari nilai α (0,05). Hal ini berarti faktor-faktor mempunyai pengaruh terhadap respon. Jika dilihat dari *p-value* masing-masing faktor, maka faktor yang paling kurang dari α (0,05). Untuk pengujian interaksi antar respon dapat dilihat *p-value* pada X₂*X₃ adalah 0,04 atau kurang dari nilai α (0,05), hal ini berarti faktor X₂ dan X₃ yang mempunyai pengaruh yang paling besar terhadap respon. Setelah dilakukan semua uji secara statistik terhadap orde II, maka kesimpulan yang diperoleh adalah model orde II telah cukup dan sesuai untuk mewakili model. Sebelum dilakukan pencarian titik optimum, maka akan dilakukan perbaikan model sesuai dengan hasil uji pada orde II, yaitu untuk faktor-faktor yang berpengaruh nyata terhadap respon yang akan digunakan selanjutnya hanya X₂ (komposisi PS) dan X₃ (komposisi S:P).

$$Y'' = 4,55 + 1,27X_2 + 1,23X_3 + 1,55X_2^2 - 0,68X_3^2 + 1,32X_2X_3 + \epsilon \dots \dots \dots (3)$$

Dari persamaan yang baru, maka akan diperoleh nilai respon yang baru (Y').

Dari plot kurva 3D dalam diperoleh tidak berbentuk parabola sempurna, melainkan kurva berbentuk pelana (*saddle point*), sehingga sulit untuk menentukan titik optimum dari kurva. Penentuan titik optimum dapat dilakukan dengan menganalisis tingkat pengaruh komposisi PS dan komposisi S:P terhadap permukaan respon total produk berdasarkan kontur permukaan respon bahwa total Produk semakin meningkat seiring dengan meningkatnya komposisi PS dan menurunnya komposisi S:P yang tersaji pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Plot Kontur 3D untuk Total Produk

Produk yang tinggi yaitu mendekati 100% diperoleh pada rentang komposisi PS yang tinggi yaitu 0,8 – 1 dan rentang komposisi P:S 0,08 – 0,10. Titik stasioner terjadi pada titik tengah yaitu berada pada komposisi PS = 1 dan komposisi S:P = 0,10, dimana total produk yang diperoleh mencapai 99,9 % yang artinya titik stasioner berada di dalam daerah rentang total produk yang diprediksi maksimum.

Tahap Kontrol

Selain *action* perbaikan di proses produksi yang dilakukan, akan dibuat *Standart Operational Procedure* (SOP) untuk menjamin perbaikan ini akan menghasilkan produk yang konsisten, sesuai dengan keinginan produksi. Pembuatan SOP dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. SOP Hasil Control

No	Jenis Dokumen	Tanggal Pengesahan	Revisi	Judul	Instruksi Kerja	Keterangan
1	Instruksi Kerja	April 2020	-	Komposisi PS	1	IK ini pada bahan baku 100 % menggunakan pasir sungai.
2	Instruksi Kerja	April 2020	-	Komposisi S:P	0,10	IK ini pada perbandingan semen:pasir menggunakan 1:10

Perbandingan Sebelum dan Sesudah Dilakukan Perbaikan

Setelah dilakukan *action* (standarisasi) dilakukan kembali perbandingan data terhadap produk batako, sehingga diketahui efektifitas dari aktifitas eksperimen metode RSM.

Tabel 4. Data Sebelum dan Sesudah Dilakukan Optimasi.

No	Hari/Tgl	Jumlah Produksi	Sebelum				Sesudah			
			Produk (%)		Produk Cacat		Produk (%)		Produk Cacat (%)	
1	11/11/2019	2880	2709	93,12	171	6,88	2856	99,991	24	0,009
2	12/11/2019	2880	2679	91,22	201	8,78	2864	99,994	16	0,005
3	13/11/2019	2880	2662	90,73	218	9,27	2866	99,995	14	0,0048
4	14/11/2019	2880	2682	89,24	198	10,76	2865	99,994	15	0,005
5	15/11/2019	2880	2627	89,59	253	10,41	2871	99,996	9	0,003
6	16/11/2019	2880	2613	89,27	267	10,73	2876	99,998	4	0,001
7	18/11/2019	2880	2570	89,51	210	10,49	2875	99,998	5	0,001
8	19/11/2019	2880	2563	89,58	217	10,42	2877	99,998	3	0,001
9	20/11/2019	2880	2571	89,34	209	10,66	2872	99,997	8	0,002
10	21/11/2019	2880	2578	89,27	202	10,73	2874	99,997	6	0,002
11	22/11/2019	2880	2580	89,51	200	10,49	2876	99,998	4	0,001
12	23/11/2019	2880	2573	89,58	207	10,42	2875	99,998	5	0,001
13	25/11/2019	2880	2571	89,55	209	10,45	2877	99,998	3	0,001
14	26/11/2019	2880	2578	89,27	202	10,73	2874	99,997	6	0,002
15	27/11/2019	2880	2580	89,51	200	10,49	2874	99,997	6	0,002
16	28/11/2019	2880	2579	89,53	201	10,47	2872	99,997	8	0,002
17	29/11/2019	2880	2571	89,55	209	10,45	2874	99,997	6	0,002
18	30/11/2019	2880	2578	89,65	202	10,35	2876	99,998	4	0,001
19	1/12/2019	2880	2580	89,79	200	10,21	2875	99,998	5	0,001
20	2/12/2019	2880	2579	89,9	201	10,10	2872	99,997	8	0,002
21	3/12/2019	2880	2582	89,13	298	10,87	2874	99,997	6	0,002
22	4/12/2019	2880	2586	93,12	294	6,88	2874	99,997	6	0,002
23	5/12/2019	2880	2589	91,22	291	8,78	2876	99,998	4	0,001
24	6/12/2019	2880	2567	90,73	213	9,27	2875	99,998	5	0,001
	Rata-rata	2880	2597.79	90.04	205.95	9.96	2872.5	0.997	7.5	0.003

Tabel 5. Nilai Sigma Sebelum dan Sesudah Dilakukan Optimasi

No	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat		DPU		DPMO		Nilai Sigma	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	2880	205,95	7,5	0,071	0,003	71.000	3.000	2,97	4,25

Dari kedua tabel sebelum dan setelah proses perbaikan, terdapat perbedaan yang signifikan. Sebelum dilakukan perbaikan cacat produk batako rata rata 9,960 % dan sesudah perbaikan hanya 0,003 % terdapat selisih 9,957 % dengan nilai sigma 2,97 sebelum perbaikan dan 4,25 setelah perbaikan, artinya proses pada menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi. Sehingga dapat disimpulkan *control* yang diambil sudah efektif untuk permasalahan ini.

Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dilakukan metode DMAIC yang diintegrasikan dengan metode RSM dan Kontrol SOP mampu menurunkan jumlah cacat produk dari 9,96 % menjadi 0,003% dan meningkatkan nilai *sigma* dari 2,97 menjadi 4,25. Dari ketiga faktor-faktor, yaitu komposisi Pasir Laut (PL), komposisi

Pasir Sungai (PS), dan komposisi Semen: Pasir yang berpengaruh terhadap jumlah produk, yaitu komposisi PS dan komposisi S:P saja yang mempunyai pengaruh paling besar atau berpengaruh nyata terhadap produksi batako tersebut. Titik optimum yang diprediksi dari komposisi PS dan komposisi S:P yang menghasilkan produk yang paling maksimum yaitu, untuk komposisi PS= 1 (100%) dan komposisi S:P = 0,10 (1:10). Dari hasil eksperimen maka menghasilkan SOP dengan instruksi kerja 100 % bahan baku pasir menggunakan pasir sungai dan perbandingan material 1:10 (Semen:Pasir).

Daftar Pustaka

- [1] Harianto, S., Nursanti, E., Laksmiana, D. I. 2020. Aplikasi Metode Six Sigma untuk Peningkatan Kualitas dan Penjualan Kerajinan Cor Kuningan Tradisional Majapahit Mojokerto Yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Pascasarjana Institut Teknologi Nasional Malang*. Vol. 6, No. 1, Hal. 21-26.
- [2] Anastasiadou, S. D. 2015. The Roadmaps of Total Quality Management in The Greek Education System According to Deming, Juran and Crosby in Light of The EFQM Model. *Elselver*. Vol. 33, No. 1, Hal. 562-572.
- [3] Nursanti, E., Purnama, R. I., Suardika, I. B. 2015. Optimasi Kapasitas Produksi untuk Mendapatkan Keuntungan Maksimum dengan Linear Programming. *Performa*. Vol. 14, No. 1, Hal. 61-68.
- [4] Malik, A. L., Akbar, M., Irianto, D. 2016. Improving Quality of Seal Leak Test Product using Six Sigma. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 114, No 1, Hal. 1-5.
- [5] Vinodh, S. 2016. Application of design for Six Sigma methodology to an automotive component. *Inderscience*. Vol. 10, No. 1. Hal. 21-27
- [6] Kartika, H., Bakti, S. C., Purwanti, S. 2018. Quality Improvement of Herbal Sachet in Filling Powder Machine Using Six Sigma Method. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 453, No. 1, Hal. 1-10.
- [7] Ridwan, A., Ekawati, R., Novitasari, A. 2018. Quality Control of the Steel Wire Rod Product by Integration Lean Six Sigma and Taguchi Method. *ICIEE* Vol. 218, No. 1, Hal. 1-7.
- [8] Tshibangu, W. A. 2018. Taguchi Loss Function to Minimize Variance and Optimize a Flexible Manufacturing System (FMS): A Six Sigma Approach Framework. *SCITEPRESS – Science and Technology*. Vol. 2, No. 1, Hal. 592-599.
- [9] Ratnawati, S. E. 2018. The Application of Response Surface Methodology (RSM) on the Optimization of Catfish Bone Calcium Extraction. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*. Vol. 20, No. 1, Hal. 41-48.
- [10] Trihaditia, R. 2018. Penentuan Formulasi Optimum Pembuatan Cookies Dari Bekatul Padi Pandanwangi Dengan Penambahan Tepung Terigu Menggunakan Metode RSM (Response Surface Method). *Agroscience*. Vol. 8, No. 2. Hal. 212-230.
- [11] Harianto, S., Nursanti, E. 2020. Green Quality Improvement Using Six Sigma Method. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. Vol. 5, No. 8, Hal. 583-588.
- [12] Hutabarat, J., Nursanti, E. 2007. *Meningkatkan Kualitas Produk Melalui Konsep DMAIC pada Six Sigma*. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi V.
- [13] Verdika, P., Nursanti, E., Priyasmanu, T. 2020. Pengembangan Desain Produk Teh Gelas Dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment Untuk Meningkatkan Penjualan Di CV. Tirta Indo Megah. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Pascasarjana Institut Teknologi Nasional Malang*. Vol. 2, No. 1. Hal. 10-14.
- [14] Waluyo, M. R., Handoko, F., Vitasari, P. 2017. Kontruksi Model Continuous Improvement Pada Pengelolaan Koperasi XYZ Berbasis Green Management Dengan Perspektif Balance Scorecard (Studi Kasus Departemen Ekspansi Angkutan Limbah). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Pascasarjana Institut Teknologi Nasional Malang*. Vol. 3, No. 1, Hal. 21-26.