
PENINGKATAN KUALITAS PRODUK KERAMIK DENGAN PENDEKATAN *SIX SIGMA* PADA INDUSTRI KERAMIK DINOYO – MALANG

Annisa Kesy Garside

Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang

email : annisa@umm.ac.id

ABSTRAKSI

Penelitian ini bertujuan menerapkan konsep Six Sigma untuk mengurangi terjadinya cacat dan menekan adanya variabilitas yang terjadi pada proses pembuatan keramik. Proses perbaikan dilakukan secara sistematis dan kontinyu dengan menggunakan siklus DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control).

Dengan menggunakan diagram Pareto diperoleh dua jenis cacat kritis yang menjadi permasalahan utama yaitu retak dan bintik melepuh. Selanjutnya alternatif-alternatif perbaikan pada proses diperoleh dengan FMEA. Berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN) yang tertinggi diambil 3 alternatif perbaikan dan selanjutnya dipilih satu alternatif terbaik dengan menggunakan metode AHP. Implementasi perbaikan dilakukan dengan menggunakan timer dan menugaskan operator khusus pada saat pembakaran untuk mengurangi cacat retak dan membersihkan kotoran bodi dengan menggunakan kompresor untuk mengurangi bintik melepuh.

Setelah dilakukan evaluasi hasil implementasi alternatif perbaikan pada proses pembuatan keramik diperoleh kenaikan level sigma dari 2,8 menjadi 3 yang diikuti penurunan DPMO dari 104.167 menjadi 65.625. Sedangkan prosentase biaya akibat kualitas keramik yang jelek (COPQ) terhadap total penjualan mengalami penurunan dari 16,48% menjadi 9,93%.

Kata Kunci : siklus DMAIC, six sigma, AHP, FMEA, RPN.

Pendahuluan

Sentra industri keramik Dinoyo adalah salah satu daerah yang terkenal akan produksi keramik di kota Malang. Sebagian besar hasil produksi sentra industri keramik Dinoyo adalah berupa aneka souvenir keramik dengan berbagai bentuk dan ukuran mulai dari vas bunga, guci, pot dan produk lain, diantaranya gerabah, perlengkapan listrik, mangkuk, serta piring. Penjualan keramik tersebut tidak hanya dipasarkan ke dalam negeri bahkan sudah diekspor ke luar negeri, sehingga dapat dikatakan sentra industri keramik Dinoyo mempunyai peran yang besar dalam menunjang industri pariwisata dalam perolehan pendapatan daerah Malang.

Namun akhir-akhir ini dapat dilihat persaingan produk keramik Dinoyo semakin ketat dengan masuknya keramik Cina yang memiliki kualitas baik dengan harga murah sehingga menuntut pengusaha-pengusaha pada sentra industri keramik Dinoyo berusaha secara terus menerus menghasilkan keramik dengan kualitas yang baik dan mampu memuaskan keinginan konsumen. Dari pengamatan pada beberapa pengrajin keramik dengan pembakaran menggunakan tungku berbahan bakar minyak tanah, ternyata proses produksi yang dilaksanakan saat ini masih sering ditemukan masalah-masalah teknis dan non teknis yang menyebabkan produk keramik yang dihasilkan cacat diantaranya timbul retak, pecah, adanya bintik pada permukaan keramik, keramik tidak matang, dan susut.

Berdasarkan kondisi tersebut maka usaha secara terus menerus untuk mengurangi dan mengendalikan variasi yang terjadi pada proses harus dilakukan. Dari penelitian yang dilakukan oleh Sucahyo [14] diperoleh kemampuan proses di beberapa industri keramik Dinoyo masih di bawah satu sehingga produk tidak sesuai spesifikasi masih cukup banyak terutama dari dimensi panjang, tebal, diameter atas dan bawah dari vas. Dalam penelitian tersebut diusulkan *monitoring* proses dengan membuat peta control \bar{X} dan R . Namun penggunaan peta kontrol tersebut tentunya masih kurang, selama penyebab dari cacat-cacat tersebut tidak dihilangkan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan menerapkan konsep Six Sigma untuk mengurangi terjadinya cacat dan menekan adanya variabilitas yang terjadi pada proses pembuatan keramik.

Metode Penelitian

Tahap *Define* (D)

Langkah-langkah *define* terdiri dari

1. Menentukan produk yang menjadi obyek penelitian.
2. Pembentukan tim six sigma.
3. Penggambaran seluruh proses produksi.

Tahap *Measure* (M)

Mengumpulkan data-data untuk mengukur performansi proses saat ini.

Langkah-langkah yang dilakukan meliputi :

1. Mengidentifikasi jenis-jenis cacat yang menjadi masalah utama kualitas keramik.
2. Mengidentifikasi cacat yang merupakan Critical To Quality (CTQ) berdasarkan diagram Pareto.
3. Menghitung DPMO dan level sigma dari sistem produksi keramik yang ada saat ini sebagai baseline kinerja awal.
4. Menghitung *Cost Of Poor Quality* (COPQ) sebagai akibat munculnya cacat produk saat ini.

Tahap *Analyze* (A)

Mendefinisikan sumber-sumber dan akar penyebab masalah, dengan menggunakan :

1. **Diagram sebab akibat (Fish Bone Diagram)**, mengidentifikasi faktor-faktor penyebab munculnya cacat yang tergolong pada CTQ.
2. **FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)**, mengidentifikasi mode kegagalan yang merupakan faktor penyebab terjadinya cacat utama. Penyusunan FMEA dipandu dengan menggunakan diagram sebab akibat. Nilai *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* ditentukan dengan *brainstorming* antara anggota-anggota tim six sigma.

Tahap *Improve* (I)

Langkah-langkah yang dilakukan adalah :

1. Mengembangkan alternatif-alternatif perbaikan yang bertujuan untuk mereduksi mode kegagalan berdasarkan nilai RPN tertinggi pada FMEA. Penentuan alternatif ini ditentukan dengan *brainstorming* antara anggota-anggota tim six sigma.
2. Memilih satu alternatif perbaikan dengan menggunakan teknik AHP.

Tahap Control (C)

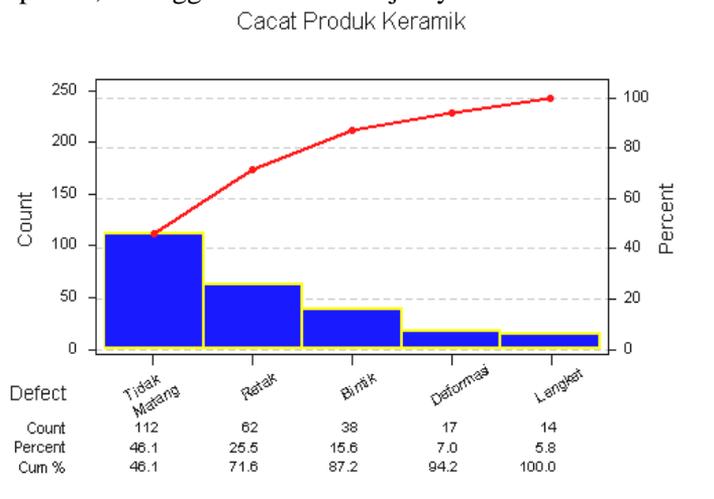
Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap nilai DPMO, level sigma dan COPQ setelah *improvement* dilakukan. Bila terjadi kenaikan sigma level, maka langkah selanjutnya adalah menyusun dan mengimplementasikan sebuah mekanisme kontrol.

Hasil Penelitian

Identifikasi Critical To Quality

CTQ (*Critical To Quality*) adalah atribut pada produk yang kritis terhadap kepuasan konsumen. Berdasarkan diagram pareto pada gambar 1 dan konsep 80%-20%, maka ada 3 jenis cacat yang menyebabkan 80% total cacat yang terjadi yaitu keramik tidak matang, retak dan bintik melepuh.

Dalam penelitian ini sebagian besar keramik tidak matang terjadi pada souvenir pernikahan dikarenakan produk ini yang dibakar pertama kali dan temperatur tungku belum optimal, sehingga cacat ini selanjutnya tidak dibahas dalam penelitian.



Gambar 1. Diagram Pareto Cacat Produk Keramik

Nilai DPMO, Level Sigma dan COPQ Sebelum Perbaikan

Perhitungan nilai DPMO dan *Level Sigma* proses produksi keramik dilakukan pada tingkat output. Pengukuran pada tingkat proses tidak dilakukan karena cacat sulit diidentifikasi pada saat proses. Sebagai contoh cacat retak sulit diidentifikasi pada saat pembentukan karena keretakan akan nampak setelah di proses pembakaran. Perhitungan DPMO dan Level sigma menggunakan bantuan kalkulator sigma.

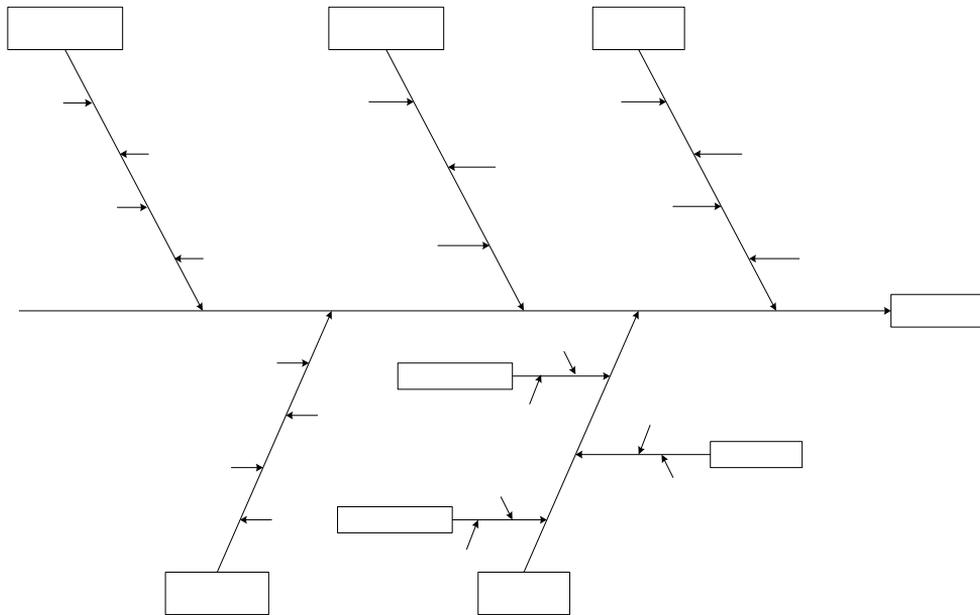
Perhitungan biaya dengan kualitas keramik yang jelek (COPQ) menggunakan rumus $(NJ \times H) - (60\% \times NJ \times H)$ dimana NJ dan H masing-masing menyatakan jumlah produk cacat dan harga jual normal.

Tabel 1. Perhitungan DPMO, Level Sigma dan COPQ Sebelum Perbaikan

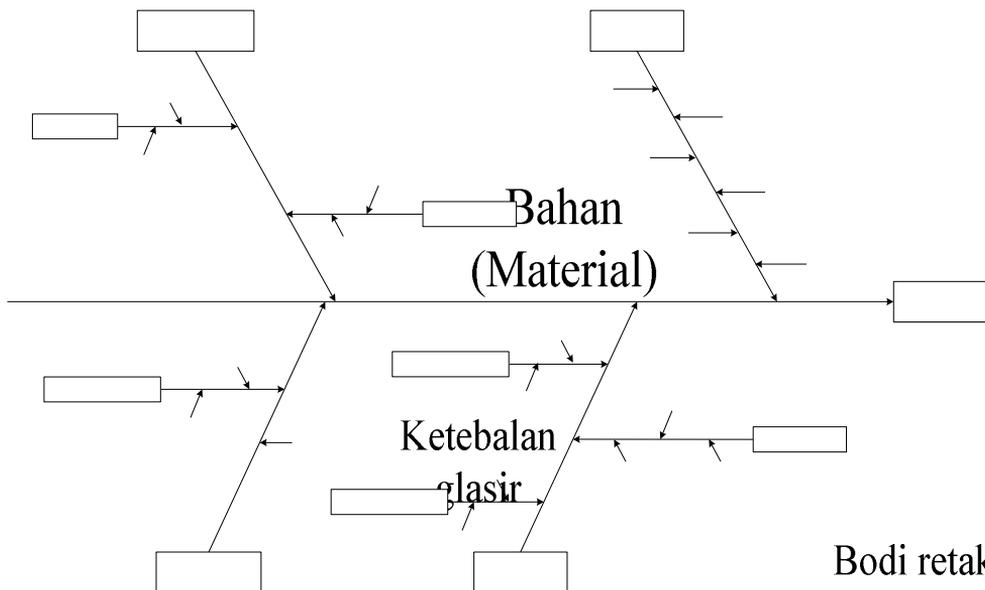
	Prapen	Souvenir	Tempat Arak	Keseluruhan Produk
Level Sigma	1,8	3,1	2,8	2,8
DPMO	396.040	50.000	105.263	104.167
COPQ (Rp)	288.000	8.640	9000	305.640

Identifikasi Faktor-faktor Penyebab Cacat

Diagram sebab akibat disusun dan dibentuk melalui pengamatan dan diskusi diantara tim *Sig Sigma*. Faktor-faktor penyebab munculnya cacat akan dianalisa dari empat faktor yaitu : manusia, peralatan, sistem, metode, bahan material. Gambar 2 dan 3 menunjukkan penyebab cacat untuk retak dan bintik melepuh.



Gambar 2. Diagram Sebab Akibat untuk Penyebab Cacat Retak



Gambar 3. Diagram Sebab Akibat untuk Penyebab Cacat Bintik Melepuh sebelum di gelasir

Langkah selanjutnya adalah memberikan penilaian secara kuantitatif terhadap seberapa besar efek yang ditimbulkan dari penyebab kegagalan/cacat (*severity*), seberapa sering penyebab kegagalan tersebut berlangsung dalam proses (*occurrence*) dan seberapa baik metode pengendalian proses yang ada saat ini (*detection*). Demikian pula tindakan perbaikan/*recommended action* yang dirumuskan untuk menekan ranking *severity* dan *occurrence* adalah hasil brainstorming tim six sigma. Tabel FMEA untuk identifikasi mode kegagalan pada kedua cacat dapat dilihat pada Tabel 2.

Pengembangan Alternatif Perbaikan berdasarkan FMEA

Berdasarkan nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* pada tabel FMEA maka dapat dihitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) dengan menggunakan rumus $severity \times occurrence \times detection$. Berdasarkan nilai RPN terbesar dalam tabel FMEA maka dapat diketahui mode-mode kegagalan yang menjadi penyebab utama kecacatan produk

a. Cacat Retak

1. Lama waktu pembakaran.
2. Bodi keramik yang terlalu lama diambil dari cetakan.
3. Kehomogenan slip bodi.

b. Cacat Bintik Melepuh

1. Masih adanya butiran-butiran kasar pada slip bodi.
2. Kotoran menempel pada bodi yang akan diglasir.
3. Kotoran menempel pada dinding.

Berdasarkan tabel FMEA tersebut maka Tim *Six sigma* mengembangkan beberapa alternatif perbaikan untuk meningkatkan kualitas keramik.

Alternatif-alternatif perbaikan untuk mengurangi terjadinya cacat retak adalah :

1. Alternatif ke-1 : menggunakan timer dan menugaskan operator khusus pada saat pembakaran.
2. Alternatif ke-2 : menggunakan timer dan menetapkan waktu baku untuk lama pembentukan.
3. Alternatif ke-3 : menambah frekuensi pengadukan dan menambahkan mixer ke tempat adonan sehingga adonan tidak mengendap.

Alternatif-alternatif perbaikan untuk mengurangi cacat bintik melepuh adalah :

1. Alternatif ke-1 : memodifikasi alat tuang adonan dengan menambah alat penyaring dan memperketat proses penyaringan.
2. Alternatif ke-2 : membersihkan kotoran pada bodi dengan menggunakan kompresor.
3. Alternatif ke-3 : memperketat pembersihan mal dan menggunakan kompresor.

Pemilihan Alternatif Perbaikan dengan Metode AHP

Berdasarkan alternatif-alternatif perbaikan yang telah dikembangkan untuk meningkatkan kualitas keramik, dipilih alternatif perbaikan terbaik dengan memanfaatkan metode pengambilan keputusan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Tim *Sig Sigma* memilih empat macam kriteria yang menjadi pertimbangan dalam memilih alternatif perbaikan kualitas keramik yaitu biaya, waktu, ketersediaan teknologi dan resiko.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai bobot alternatif maka alternatif yang dipilih untuk jenis cacat Retak adalah Alternatif ke-1 dengan nilai 0,483. Sedangkan

alternatif yang dipilih untuk mengurangi cacat bintik melepuh adalah Alternatif ke-2 dengan nilai sebesar 0,381.

Perhitungan nilai DPMO, Level Sigma dan COPQ Setelah Perbaikan

Implementasi alternatif perbaikan dilaksanakan pada minggu ke-1 dan 2 bulan Juni 2007. Dari implementasi tersebut, diperoleh perhitungan DPMO untuk keseluruhan produk sebesar 65625 dan level sigma sebesar 3. Sedangkan total COPQ untuk ketiga produk sesudah implementasi perbaikan program Six Sigma menjadi Rp 184.260.

Pembahasan

Sesuai dengan tahapan siklus DMAIC, pada tahap *Measure* dilakukan perhitungan DPMO, level sigma dan COPQ sebagai ukuran kinerja awal (baseline) untuk perbaikan. Dari perhitungan dengan menggunakan kalkulator sigma diperoleh DPMO sebesar 104.167, artinya dalam satu unit produk keramik terdapat rata-rata kesempatan untuk gagal dari suatu CTQ sebanyak 104.167 kegagalan per satu juta kesempatan atau terdapat sekitar 50 keramik cacat dalam proses pembakaran sebanyak 480 produk. Ditinjau dari level sigma maka kemampuan proses keramik Dinoyo Malang sudah diatas rata-rata industri Indonesia karena Gaspersz (2002) menyatakan bahwa level sigma rata-rata industri Indonesia sama dengan dua.

Melalui pengembangan tindakan perbaikan dengan menggunakan FMEA diperoleh 3 alternatif perbaikan yang akan diimplementasikan. Selanjutnya dengan menggunakan metode AHP, diperoleh alternatif yang diimplementasikan untuk meningkatkan kualitas produk keramik adalah sebagai berikut :

1. Untuk jenis cacat Retak, alternatif yang direkomendasikan adalah Alternatif ke-1 yaitu menggunakan timer dan menugaskan operator khusus pada saat pembakaran dengan nilai bobot sebesar 0,483.
2. Untuk jenis cacat Bintik Melepuh, alternatif yang direkomendasikan adalah Alternatif ke-2 yaitu membersihkan kotoran pada bodi dengan cara ditiup menggunakan udara bertekanan (kompresor) dengan nilai bobot sebesar 0,396.

Setelah terpilih alternatif perbaikan maka dilakukan implementasi pada lantai produksi selama minggu ke-1 dan ke-2 bulan Juni 2007. Dari hasil implementasi tersebut selanjutnya dilakukan perhitungan level sigma, DPMO dan COPQ, untuk mengetahui apakah perbaikan yang dilakukan telah berhasil atau tidak dalam menurunkan cacat keramik yang tergolong dalam cacat kritis (CTQ). Dengan menggunakan kalkulator sigma diperoleh level sigma sama dengan 3 dan DPMO sebesar 65.625 setelah dilakukan implementasi perbaikan. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi perbaikan telah berhasil menurunkan DPMO dari 104.167 menjadi 65.625 atau sebesar 37% dan sebaliknya menaikkan level sigma dari 2,8 menjadi 3 atau sebesar 7,14%. Selain itu implementasi alternatif perbaikan telah berhasil menurunkan COPQ dari Rp 305.640,- menjadi 184.260,-. Jika COPQ tersebut diprosentasekan relatif terhadap total penjualan maka terjadi penurunan dari 16,48% menjadi 9,93% atau sebesar 6,55%.

Dari hasil perbandingan tersebut menunjukkan implementasi alternatif perbaikan telah berhasil, sehingga pada tahap akhir dari penelitian ini adalah membuat mekanisme kontrol untuk meyakinkan bahwa perbaikan dan peningkatan kualitas berjalan sesuai dengan target yang diharapkan (Tahap *Control*). Mekanisme kontrol

dilakukan dengan membuat *process map* dan tabel monitoring proses yang akan menjadi panduan operator dalam menjalankan tugasnya.

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian adalah :

1. Dua jenis cacat yang dikategorikan sebagai *Critical To Quality* (CTQ) adalah retak dan bintik melepuh.
2. Alternatif perbaikan yang diimplementasikan adalah :
 - a. Menggunakan timer dan menugaskan operator khusus pada saat pembakaran untuk mengurangi cacat retak.
 - b. Membersihkan kotoran pada bodi dengan menggunakan udara bertekanan (kompresor) untuk mengurangi cacat bintik melepuh.
3. DPMO mengalami penurunan sebesar 37% dan sebaliknya terjadi kenaikan level sigma dari 2,8 menjadi 3 atau sebesar 7,14%. Sedangkan prosentase COPQ relatif terhadap total penjualan mengalami penurunan dari 16,48% menjadi 9,93%.

Daftar Pustaka

- Adrianda Dian, 2004, *Teori Pembakaran dan Pengerinan*, Kumpulan materi pelaksanaan pendidikan dan pelatihan keramik dasar bagi pengusaha dan sektor industri komoditi keramik, Malang.
- Amar Kifayah and Zuraidah Mohd Z. 2003. **Six Sigma Initiative : A Short Overview**, Jurnal Matrik, vol. 1 no. 1 pp. 1-7, Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Besterfield, Dale H., 1999, *Total Quality Management*, edisi kedua, Prentice Hall, New Jersey.
- Chrysler Corporation, Ford Motor Company and General Motors Corporation, 2001.
- Herawati Ida Siti, 2004, *Pengembangan Desain Kerajinan Keramik Dinoyo*, Kumpulan materi pelaksanaan pendidikan dan pelatihan keramik dasar bagi pengusaha dan sektor industri komoditi keramik, Malang.
- Indriyo Gitosudarmo, 2000, *Sistem Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, edisi kelima, BPFE, Yogyakarta.
- Lucas, J. M., 2002, *The Essential Six Sigma – How Successful Six sigma Implementation Can Improve The Bottom Line*, Quality Progress, Vol. 35 No.1, pp 27-31., The American Society for Quality (ASQ), Wisconsin.
- Montgomery, Douglas C., 1996, *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*, terjemahan, edisi 4, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Nugroho Yanto, 2004, *Identifikasi Masalah dan Tindakan Perbaikan*, Kumpulan materi pelaksanaan pendidikan dan pelatihan keramik dasar bagi pengusaha dan sektor industri komoditi keramik, Malang.
- Nugroho Yanto, 2004, *Pengolahan dan Penyiapan Bahan Baku*, Kumpulan materi pelaksanaan pendidikan dan pelatihan keramik dasar bagi pengusaha dan sektor industri komoditi keramik, Malang.
- Pande, Peter S., Neuman, Robert P., Roland R. 2000, *The Six Sigma Way*, McGraw Hill, New York.
- Roger, Hoerl, 2001, *Six Sigma Black Belts : What do they Need To Know*, Journal Of Quality Technology, Vol. 33 no.4, The American Society for Quality (ASQ), Wisconsin.
- Saaty, Thomas L., 1993, *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin : Proses Hirarki Analitik Untuk Pengambilan Keputusan dalam Situasi yang Kompleks*, cetakan kedua, PT Pustaka Binaman Pressindo.

Kesy – Peningkatan kualitas produk keramik dengan pendekatan *six sigma* ...

-
- Sucahyo Febriyanto, 2004, *Identifikasi Kualitas Keramik di Sentra Industri Kecil Keramik Dinoyo dan Betek dengan Metode Pengendalian Kualitas*, Tugas akhir, Jurusan Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Vincent Gaspersz, 2002, *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA dan HACCP*, edisi pertama, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Tabel 2. Identifikasi Mode Kegagalan dan Tindakan Perbaikan dengan FMEA

No	Proses	Mode Kegagalan Potensial	Efek Potensial	Sev	Penyebab Potensial	Occ	Tindakan Saat Ini		Det	RPN	Tindakan
							Pencegahan	Pendeteksian			
1	Desain	Produk dengan tingkat kesulitan bakar tinggi	Timbulnya retak dan cacat-cacat lain	7	Produk tidak mempertimbangkan konsep desain	6	Modifikasi desain produk berkali-kali		4	168	Memperket kriteria terima/tolak dengan Pertimbangan desain, biaya
			Setelah dibakar terjadi deformasi ukuran	8						192	
2	Pengolahan bahan baku	Butiran slip bodi tidak homogen	Kekuatan keramik tidak sama	7	pengendapan pada adonan yang telah disaring	6		Belum ada	8	336	Menambah frekuensi penyaringan Menambah ke tempat a
		Butiran slip masih ada yang kasar	Timbul bintik melepuh pada bodi setelah proses pembakaran	8	Tergesa-gesa dalam proses penyaringan	7		Belum ada	9	504	Memodifikasi alat tuang adonan Melakukan monitoring proses penyaringan
3	Pembentukan	Retak pada bodi	Retak yang nampak setelah dibakar	7	Terlalu kuat memegang bodi	4		Belum ada			Inspeksi bodi saat akan di
			Terlalu lama diambil dari mal		7		Cek visual dengan menekan bodi	8	392	Membuat v baku Menggunakan timer	
		Bodi terlalu berpori (porous)	Rentan retak pada saat dibakar	7	Ukuran kehalusan tidak standard	3		Cek visual	9	189	Lebih teliti penyaringan

Lanjutan

No	Proses	Mode Kegagalan Potensial	Efek Potensial	Sev	Penyebab Potensial	Occ	Tindakan Saat Ini		Det	RPN	Tindakan
							Pencegahan	Pendeteksian			
3	Pembentukan	Kotoran menempel pada mal	bintik melepuh pada saat dibakar	8	Kurang perhatian terhadap kondisi mal / cetakan	5		Belum ada	9	360	Memperke proses pembersihan Menggunakan kompresor
		Ketebalan bodi tidak sama pada tiap sisi cetakan	Kekuatan bodi tidak merata	2	Daya resap dari mal / cetakan kurang sempurna	6		Belum ada	9	108	Melakukan pengeringan dengan dijemur
		Serpihan mal jatuh ke adonan keramik	Timbul bintik pada permukaan	8	Cetakan sudah aus	4		Cek visual dimensi bodi	7	224	Membuat cetakan baru
4	Pengglasiran	Kotoran menempel pada bodi	Cacat permukaan glasir : glasir menggulung dan glasir melepuh (blistering)	5	Tergesa-gesa dalam membersihkan	5		Belum ada	9	225	Membersihkan bodi dengan hati dan teliti
					Alat untuk membersihkan masih sederhana	8		Pembersihan ditiup menggunakan mulut	10	400	Membersihkan kotoran menggunakan kompresor
		Lapisan glasir terlalu tebal	Warna glasir tidak mengkilat setelah dibakar	7	Pencelupan ke dalam glasir terlalu lama	5		Belum ada	8	280	Meningkatkan keahlian operator pengglasiran
Timbul retak	6	240									

Lanjutan

No	Proses	Mode Kegagalan	Efek Potensial	Sev	Penyebab Potensial	Occ	Tindakan Saat Ini		Det	RPN	Tindakan Potensial
							Pencegahan	Pendeteksian			
4	Pengglasiran	Lapisan glasir terlalu tebal	Warna glasir akan menjadi kusam / tidak mengkilat setelah dibakar	7	Glasir terlalu kental	4		Pengukuran kekentalan menggunakan tangan	8	224	Pengukuran kekentalan g dengan alat pengukur
			Timbul retak	6						192	Pengadukan berkala untuk menghindari pengendapan
5	Pembakaran	Temperatur terlalu tinggi	Retak bodi dan lapisan glasir karena tekanan api tinggi	7	Pengontrolan tekanan udara pada kompresor yang kurang teliti	4	Pengontrolan dilakukan Pemilik		7	196	Pengontrolan tekanan udara keluar dari kompresor dan ketat
			Timbul bintik melepuh	7						196	
		Lama pembakaran	bodi keramik mleot atau timbul retak	8	Operator kurang perhatian dan teliti terhadap waktu pembakaran	8		Menggunakan jam dinding	8	512	Menggunakan timer Menetapkan operator khusus untuk pembakaran