

# **APLIKASI KONSEP UNDERSTAND, STATE, EVALUATE, PLAN, DO, STUDY, ACTION**

**DWI IRYANING HANDAYANI**

Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Malang  
Jalan Raya Tlogomas 246 Malang  
dwiiryaning@gmail.com

## **ABSTRACT**

*Tiang pancang is the main product of PT Hume Sakti Indonesia. There were the error product of it, the company must be found the solution which can be used to increase quality of this product itself. The writer wanted to plain the improvement of product quality with using USE-PDS concept (Understand, State, Evaluate, Plan, Do, Study, Act) and FMEA analysis. After the writer have done this concept and FMEA got the result where the first DPMO for this company was 10853 per billion of chance with total of failure was 5.680.000 rupiahs. Than chose alternative which the writer can be recommended based on the FMEA table, where recommendation to choose this alternative based on the highest value. Based on FMEA table was gotten the highest priority was from the last production.*

**Key words:** USE-PDSA, FMEA, DPMO

---

## **PENDAHULUAN**

Semakin majunya ilmu pengetahuan dan teknologi serta semakin pesatnya perkembangan sektor industri, maka akan terjadi persaingan yang sangat ketat dalam berbagai bidang kehidupan. Salah satu bidang tersedia adalah industri dunia usaha. Faktor yang menjadi pertimbangan dalam meraih persaingan adalah kualitas. Sebab pada saat konsumen membeli suatu produk, maka diharapkan bahwa produk tersebut dapat digunakan sebagaimana layaknya dalam jangka waktu tertentu.

Perusahaan industri beton pratekan untuk bangunan gedung dan pembangunan, memproduksi tiga produk utama, yaitu Tiang Pancang, Tiang Telepon, Tiang Listrik. Perusahaan ini terletak di daerah Mojokerto. Kondisi yang terjadi selama bulan Nopember 2005 sampai Februari 2006 perusahaan ini memproduksi 1290 unit tiang pancang. Namun pada kenyataannya pada bulan November 2005 sampai Februari 2006 mengalami beberapa masalah yang berhubungan dengan kualitas hasil proses produksi. Di mana 6.5% dari jumlah produksi ini mengalami cacat yang disebabkan oleh retak, sangkar kerikil, keropos, spiral tampak dan kuat tekan rendah. Oleh karena itu, upaya peningkatan kualitas tiang pancang ini sangat

penting untuk dilaksanakan. Sehingga PT Hume Sakti Indonesia ini mampu menghasilkan produk bebas cacat dan menekan biaya yang timbul karena cacat produk. Namun upaya-upaya untuk mengatasi penyimpangan terhadap hasil produksi ini bukanlah suatu hal yang gampang dikarenakan kompleksnya berbagai faktor yang memengaruhi terhadap kualitas produk yang dihasilkan, seperti faktor mesin, manusia, metode, bahan baku, serta lingkungan yang kerap kali yang menjadi penyebab adanya penyimpangan terhadap hasil produksi (Montgomer, 1990).

Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah pengendalian mutu wajib dilakukan oleh semua perusahaan. Dan usaha meningkatkan mutu pada perusahaan bukanlah tanggung jawab dari satu bagian saja, melainkan merupakan usaha terpadu yang harus melibatkan semua bagian mulai proses produksi sampai penyerahan produk /jasa. Dengan demikian diharapkan timbul kepercayaan diri terhadap keikutsertaan, keterlibatan dan dukungan positif pada tiap bagian untuk bersama – sama meningkatkan hasil produksi.

Usaha untuk merencanakan perbaikan kualitas produk ini dilakukan dengan pendekatan konsep USE-PDSA (*Understand, State, Evaluate, Plan, Do, Study, Act*). Konsep USE-PDSA merupakan langkah-langkah yang sering digunakan dalam

analisis dan solusi masalah kualitas (Gaspersz, 2003).

Pengertian kualitas menurut tiga pakar pada bidang manajemen mutu terpadu yang saling berbeda pendapat, tetapi maksudnya sama, di mana para pakar kualitas ini mengartikan kualitas (Prawirosentono, 2004) sebagai berikut.

Menurut Juran (V. Daniel Hun, 1993), kualitas produk adalah kecocokan penggunaan produk untuk memenuhi kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Di mana kecocokan penggunaan itu didasarkan pada lima ciri utama, yaitu teknologi, psikologi, waktu, kontraktual, etika.

Menurut Crosby (1979), kualitas adalah *conformance to requirement*, yaitu sesuai dengan yang disyaratkan atau distandarkan.

Suatu produk memiliki kualitas apabila sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan. Standarkualitas meliputi bahan baku, proses produksi, dan produk jadi.

Menurut Deming (1982), kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan pasar atau konsumen. Perusahaan harus benar-benar dapat memahami apa yang dibutuhkan konsumen atas suatu produk yang dihasilkan.

Berdasarkan perumusan masalah tersebut, maka tujuan yang ingin dicapai adalah mengidentifikasi cacat yang merupakan *Critical to Quality* dan mengetahui tingkat DPMO yang diakibatkan oleh cacat yang menjadi *Critical to Quality*. Tujuan penelitian ini, yaitu mengaplikasikan konsep *USE-PDSA* (*Understand, State, Evaluate, Plan, Do, Study, Act*) serta menghitung biaya kerugian untuk perbaikan yang diakibatkan oleh cacat yang menjadi *Critical to Quality* dan menentukan rekomendasi perbaikan berdasarkan tabel FMEA.

## METODE

Penelitian ini menggunakan konsep *USE-PDSA* dalam merencanakan perbaikan kualitas tiang pancang, dengan menggunakan data antara lain: identifikasi cacat yang menjadi masalah utama pada proses produksi dengan diagram pareto, mengidentifikasi CTQ (*Critical to Quality*), menghitung DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) awal, menghitung biaya akibat penurunan kualitas.

Tahapan yang dilakukan dalam pendekatan *USE-PDSA* sebagai berikut.

*Understand quality improvement needs* (Memahami kebutuhan peningkatan kualitas). Langkah paling awal dalam peningkatan kualitas dalam menggunakan konsep *USE-PDSA* adalah bahwa manajemen organisasi harus secara jelas memahami kehidupan untuk peningkatan kualitas. Tanpa memahami kebutuhan untuk peningkatan kualitas, peningkatan kualitas tidak akan pernah efektif dan berhasil yang pada akhirnya akan menjadi slogan dan impian belaka untuk mencapai kemajuan perusahaan.

*State the quality problem(s)* (Menyatakan masalah kualitas yang ada). Masalah-masalah utama atau peningkatan yang telah dipilih dalam langkah pertama di atas perlu dinyatakan dalam suatu pernyataan yang spesifik, tegas, jelas dan dapat diukur. Apabila berkaitan dengan masalah kualitas, masalah itu harus dirumuskan dalam bentuk kalimat pernyataan yang berisi informasi-informasi spesifik, jelas, tegas, dan dapat diukur. (Gaspersz, 2003).

Evaluasi *the root cause(s)* (Mengevaluasi akar penyebab masalah). Akar penyebab masalah dapat segera dievaluasi dengan menggunakan diagram sebab-akibat dan bertanya beberapa kali, serta menggunakan teknik diskusi sumbang saran (*braistorming*) dari tim kerja sama peningkatan kualitas total (*total quality improvement team*).

*Plan the solution(s)* (Merencanakan solusi masalah). Seyogianya rencana penyelesaian masalah berfokus pada tindakan-tindakan untuk menghilangkan akar penyebab dari masaah yang ada. Rencana peningkatan untuk menghilangkan akar penyebab masalah yang ada diisi dalam satu formulir daftar rencana tindakan.

Tahap FMEA sendiri adalah 1) Melakukan pengamatan terhadap proses; 2) Mengidentifikasi *potensial failure*/mode kegagalan dari proses yang diamati; 3) Mengidentifikasi akibat (*potential effect*) yang ditimbulkan *potensial failure mode*; 4) Menetapkan nilai *Severity* (S). *Severity* merupakan penilaian seberapa serius efek mode kegagalan/kesalahan terhadap proses local, lanjutan maupun terhadap konsumen. Adapaun nilai yang menjabarkan *Severity* dapat dilihat pada tabel *severity* (Tabel 1) (Rath and Strong's, 2005).

**Tabel 1.** Nilai *Severity*

Degree	Rating	Degree	Rating
None	1	Moderate	6
Very Minor	2	High	7
Minor	3	Very High	8
Very low	4	Hazardous with warning	9
Low	5	Hazardous without warning	10

Mengidentifikasi penyebab (*potential cause*) dari *failure mode* yang terjadi pada proses yang berlangsung. Menetapkan nilai *occurrence* (O). *Occurrence* menunjukkan nilai keseringan/frekuensi suatu masalah terjadi karena potensial *cause*. Adapun nilai yang menjabarkan *Occure* dapat dilihat pada Tabel 2.

Identifikasi kontrol proses saat ini (*current process control*) yang merupakan deskripsi dari control untuk mencegah kemungkinan sesuatu yang menyebabkan mode kegagalan.

Menetapkan nilai *Detection* (D), *Detection* menggambarkan seberapa mampu proses kontrol selama ini untuk mendeteksi atau mencegah terjadinya mode kegagalan. Adapun nilai yang menjabarkan *Detection* dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 2.** Nilai *Occurance*

Degree	Berdasarkan pada frekuensi kejadian	Rating
Remote	≤ 1 per 1.500.000 item	1
Very Low	1 per 150.000 item	2
Low	1 per 15.000 item	3
Moderate	1 per 2.000 item	4
	1 per 400 item	5
High	1 per 80 item	6
	1 per 20 item	7
Very high	1 per 8 item	8
	1 per 3 item	9
	≥ per 2 item	10

**Sumber:** Reference Manual FMEA QS-9000, Edisi Kedua (Februari, 1995).

**Tabel 3.** Nilai *Detection*

Degree	Rating
Certain	1
Very High	2
High	3
Moderately High	4
Moderate	5
Low	6
Very Low	7
Remote	8
Very Remote	9
Almost Impossible	10

Nilai RPN (*Risk Potential Number*) didapatkan dengan jalan mengalikan nilai SOD (*severity, Occurance, Detection*). Nilai RPN menunjukkan keseriusan dari *potential failure*, semakin tinggi nilai RPN maka menunjukkan semakin bermasalah. Tidak ada angka acuan RPN untuk melakukan perbaikan (Prawirosentono, 2004).

Segera berikan usulan perbaikan (*recommended action*) terhadap *potential cause*, alat kontrol dan efek yang diakibatkan. Prioritas perbaikan pada *failure mode* yang memiliki nilai RPN tertinggi dan seterusnya. Buat *implementation action plan*, lalu terapkan. Mode-mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi harus diprioritaskan untuk diperbaiki.

*Recommended action* untuk mode-mode kegagalan tersebut sebaiknya lebih berfokus untuk mengurangi efek yang diakibatkan ataupun frekuensi munculnya mode kegagalan dari pada peningkatan kemampuan deteksi kontrol proses (Ramadhan, 2005).

*Do or implement the solution(s)* (Melakukan atau menerapkan rencana solusi terhadap masalah). Implementasi solusi terhadap masalah mengikuti rencana tindakan peningkatan kualitas seperti telah ditunjukkan pada langkah plan di atas. Dalam tahap pelaksanaan ini sangat dibutuhkan komitmen manajemen dan karyawan serta partisipasi total untuk secara bersama-sama menghilangkan akar penyebab dari masalah kualitas yang telah diidentifikasi.

*Study the solution(s) result* (Mempelajari hasil-hasil solusi terhadap masalah). Setelah melaksanakan peningkatan kualitas selama selang waktu tertentu, perlu dilakukan studi dan evaluasi berdasarkan data yang dikumpulkan selama tahap pelaksanaan itu guna mengetahui apakah jenis permasalahan yang ada telah hilang atau berkurang?

Perbandingan hasil seyogianya menggunakan tolak ukur yang sama agar dapat dievaluasi tentang tingkat efektivitas dari solusi masalah atau peningkatan kualitas yang dilakukan.

*Act to standardize the solution(s)* (bertindak untuk menstandar disasikan solusi terhadap masalah). Hasil-hasil yang memuaskan dari tindakan peningkatan kualitas atau solusi masalah harus distandarisasikan, dan selanjutnya

melakukan peningkatan terus-menerus pada jenis masalah yang lain mengikuti konsep *USE-PDSA*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengendalian mutu secara *total quality* dengan konsep *USE-PDSA* merupakan langkah-langkah peningkatan kualitas terus-menerus yang sering digunakan dalam analisis dan masalah kualitas yang dikembangkan oleh Deming. (Gaspersz, 2003). Data yang dikumpulkan adalah data produk tiang pancang yang cacat pada saat proses inspeksi setelah produksi tiang pancang. Data cacat ditulis pada lembar pengamatan atau *chek sheet*. Diagram pareto seperti pada gambar 1 merupakan jenis cacat yang sering terjadi serta diagram pareto ini untuk memperjelas jumlah cacat pada proses pembuatan tiang pancang mulai bulan November 2005 sampai Desember 2006. Adapun persentase cacat beton tiang pancang yang dituangkan dalam diagram pareto sebagai berikut.

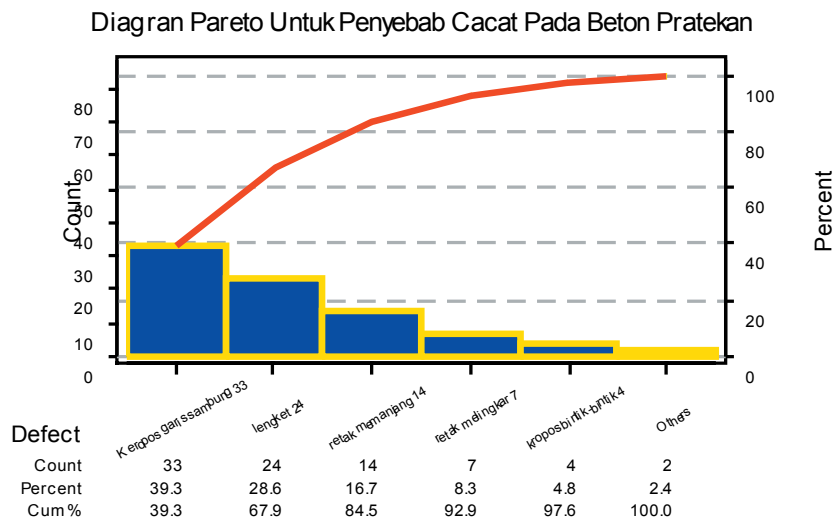
Keropos garis sambung	= 39,3%	= 33 unit
Lengket	= 28,6%	= 24 unit
Retak memanjang	= 16,7%	= 14 unit
Retak melingkar	= 8,3%	= 7 unit
Kropos bintik-bintik	= 4,8%	= 4 unit
Spiral tampak	= 2,4%	= 2 unit

Berdasarkan Gambar 1, ada 4 jenis cacat yang paling sering terjadi dalam proses produksi

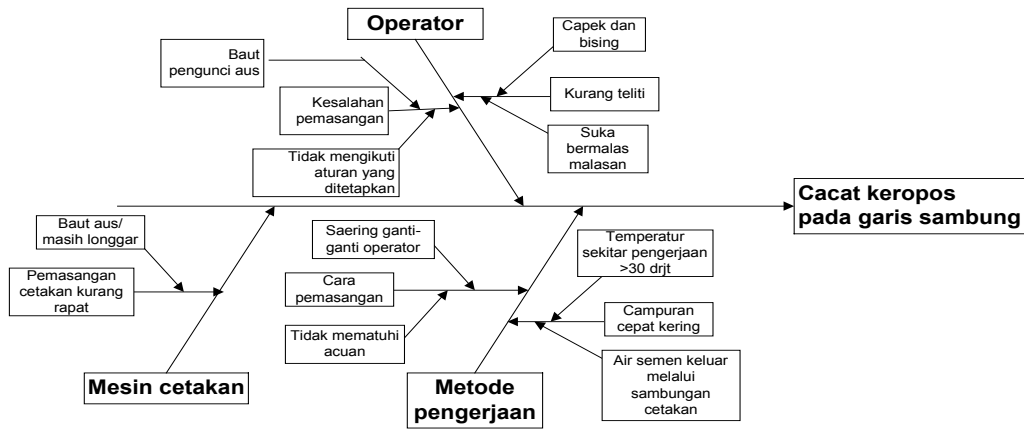
tiang pancang ini yang diasumsikan oleh peneliti menjadi CTQ (*Critical to Quality*), yaitu keropos garis sambung, lengket dan retak (memanjang dan melingkar). Semua jenis cacat ini dapat diidentifikasi secara visual setelah pelepasan cetakan dan dapat di-*repair* yaitu dengan menutupi cacat tersebut dengan menggunakan sebuah bahan yang memiliki kekuatan lebih dari pada bahan dasarnya.

DPO (*Defects Per Opportunity*) merupakan ukuran kegagalan yang menunjukkan banyak cacat atau kegagalan persatu kesempatan diperoleh  $DPO = 0,015116$ . Sedangkan nilai DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) merupakan ukuran kegagalan persatu juta kesempatan =  $DPO \times 1000000 = 15116$  per satu juta kesempatan. Nilai dari DPMO ini seharusnya tidak diinterpretasikan sebagai 18346 unit produk yang cacat dari sejuta unit yang diproduksi, tetapi diinterpretasikan, tetapi diinterpretasikan sebagai dalam satu unit produk tunggal terdapat rata-rata kesempatan untuk gagal dari satu karakteristik (CTQ) adalah hanya 18346 per satu juta kesempatan (Gaspersz; 2002).

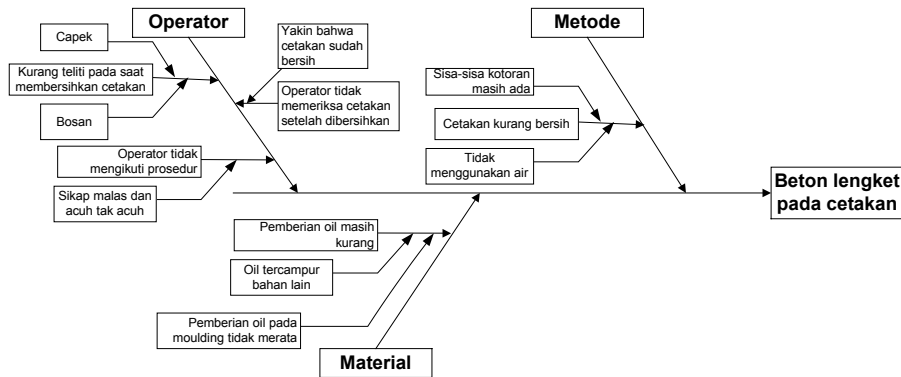
Akibat dari adanya cacat ini perusahaan mengalami kerugian Internal sebesar 6,720. Dimana 6,720 juta digunakan untuk pengerjaan kembali beton yang cacat (Biaya pengerjaan kembali di peroleh dari jumlah produk cacat dikalikan dengan



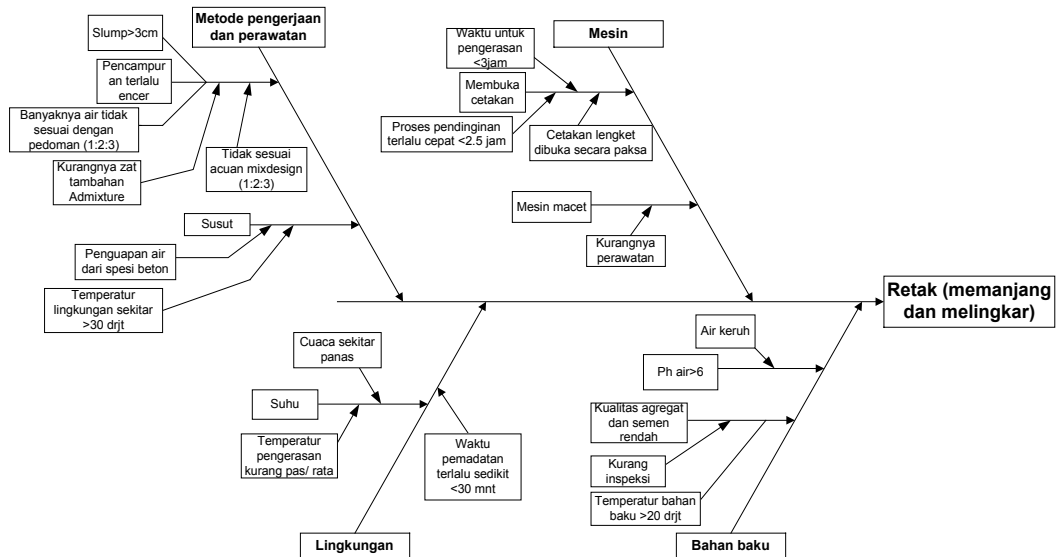
**Gambar 1.** Diagram pareto untuk jenis cacat yang muncul



Gambar 2. Fishbone diagram cacat keropos garis sambung



Gambar 3. Fishbone diagram cacat beton lengket cetakan



Gambar 4. Fishbone diagram cacat retak

**Tabel 4.** Prioritas Rencana Perbaikan

Jenis Cacat yang Merupakan CTQ	Penyebab Utama (Akar Penyebab)	Tindakan untuk Peningkatan (Solusi Masalah)
Cetakan lengket	Cetakan kotor (kurang bersih)	Yang kedua proses pembersihan sebaiknya menggunakan penyemprotan air.
Keropos pada Garis Sambung	Air semen keluar melalui sambungan cetakan	Menutupi lubang yang ada pas pada sambungan cetakan dengan menggunakan bahan-bahan yang elastis (Seal).
Retak	Proses pemberian panas dan pengerasan beton belum rata	Melakukan pengukuran suhu pada setiap sudut ruangan steam dan memberikan kipas angin sebagai alat pemerata suhu

biaya perbaikan perunit =  $(84 \text{ unit} \times 80.000/\text{unit} = \text{Rp } 6.720.000)$ . Sedangkan biaya yang dikeluarkan untuk memperbaiki cacat yang menjadi CTQ adalah  $78 \text{ unit} \times 80.000/\text{unit} = 6.240.000$ . (7 unit berasal dari jumlah cacat yang diakibatkan oleh keropos garis sambung ditambah lengket dan retak memanjang dan melingkar). Bahan baku ini berupa semen portlan yang memiliki kualitas yang tinggi dan biasanya kekuatannya lebih tinggi dari pada bahan bahan pada campuran beton dan admiktur. *Evaluate the root causes* (Mengevaluasi akar penyebab masalah).

*Plan the Solutions* (Merencanakan Solusi Masalah). Berdasarkan bobot penilaian FMEA, RPN tertinggi yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat dilakukan identifikasi prioritas rencana perbaikan. Tabel 4 merupakan rencana perbaikan yang dilakukan dilihat dari nilai CTQ yang paling besar. Rencana perbaikan ini menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Alasan penggunaan FMEA dalam penelitian ini karena FMEA merupakan suatu proses terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure modes*). Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah diterapkan, atau perubahan-perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu.

FMEA dapat diterapkan di semua bidang, baik *manufacturing* maupun jasa, juga pada semua jenis produk. Namun penggunaan FMEA akan paling efektif apabila diterapkan pada produk atau proses-proses baru, atau produk dan proses jasa sekarang yang akan mengalami perubahan-perubahan besar dalam desain sehingga dapat memengaruhi keandalan dari produk dan proses itu (Gaspersz, 2002).

Pada tahap plan ini akan dilakukan pemecahan masalah dalam upaya peningkatan kualitas yang telah dirumuskan dengan menggunakan FMEA (*failure Mode and Effect Analysis*).

Merencanakan solusi masalah berdasarkan fishbone diagram. Sebelum kita melangkah ke tahap pembuatan FMEA terlebih dahulu kita melakukan pengembangan alternative atau ide-ide untuk solusi perbaikan cacat berdasarkan penyebab yang telah diketahui dari diagram pareto diatas, dimana hasil dari pengembangan ide-ide ini akan membantu dalam proses pengisian kolom rekomendasi pada FMEA.

Upaya yang dapat dilakukan untuk cacat cetakan lengket. Untuk metode pembersihan moulding hendaknya dilakukan dengan menggunakan penyemprotan air supaya sisa-sisa beton yang melengket pada bekisting dapat dengan mudah dilepas dan alat pelepas mortal (semen yang mengeras). Setelah bekisting tersebut dibersihkan hendaknya mengecek ulang kembali moulding/ bekisting yang telah dibersihkan dan setelah bekisting tersebut betul-betul dalam keadaan bersih maka dilakukan pemberian oil supaya bekisting terhindar dari pengkaratan dan dapat digunakan kembali. Material atau jenis oli (pelupas) yang akan digunakan betul-betul dalam keadaan baik dan tidak tercampur bahan lain. Sedangkan dari operator dilakukan pengarahan dan pendekatan yang lebih baik supaya memperhatikan apa saja yang telah menjadi prosedur kerja dan pekerja harus lebih teliti lagi dalam melakukan pekerjaan.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi cacat keropos garis sambung.

Solusi yang diusulkan peneliti untuk mengatasi cacat keropos pada garis sambung mencakup tiga hal yaitu: memonitoring kegiatan pemasangan dengan melakukan pengecekan lebih teliti lagi dan memeriksa baut-baut yang akan digunakan,

memberikan pengarahan kepada para pekerja akan pentingnya bekerja sesuai acuan yang ditetapkan, menutupi lubang yang ada tepat pada sambungan cetakan. Disini peneliti mengajurkan bahan yang bersifat elastis seperti seal.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi retak memanjang. Tindakan pencegahan dapat diterapkan terhadap beton yang masih lunak maupun yang sudah mengeras. Salah satu tujuan utamanya ialah untuk mengendalikan semaksimal mungkin penguapan air beton yang dapat sangat berlebihan bila suhunya tinggi. Perlu dicatat bahwa keadaan ini akan semakin kritis bila mana suhu yang tinggi diikuti oleh kelembapan relative yang rendah dan oleh tiupan anginnya kering. Keadaan semacam ini, terutama mempengaruhi retak-retak beton sebelum maupun setelah pengerasan.

Banyak spesifikasi yang menyebutkan batasan maksimum suhu beton ketika sedang dicor, agar dapat dihindari terjadinya pengaruh yang buruk terhadap kualitas dan durabilitas (daya awet) dari bangunan beton yang telah selesai. Suhu beton maksimum 32° C disarankan oleh American Concrete Institute sebagai batasan atas yang dapat dipertanggungjawabkan. Spesifikasi yang ada dari US Bureau of Reclamation mempersyaratkan agar beton ketika dicor harus mempunyai suhu tak lebih dari 27° C untuk beton yang dicor pada daerah yang beriklim panas dan kering serta 32° C untuk beton lainnya.

Bila derajat penguapan mendekati harga 1 kg/m<sup>2</sup>/jam, pencegahan bahaya retak akibat plastic shrinkage perlu ditanggulangi. Bebeapa hal tersebut di bawah ini dapat dilakukan untuk menanggulangi hal tersebut: penyiraman "springling" dengan air pada permukaan beton, menutup permukaan beton dengan plastik, penyemprotan permukaan dengan "curing compound" sesuai dengan ASTM C.309-74. Curing compound ini pada dasarnya sangat berguna untuk konstruksi beton di daerah yang tinggi temperaturnya, karena berfungsi sebagai pemantul panas karena lapisannya berwarna putih dan juga berfungsi sebagai penahan kelembapan. Untuk "curing compound" di daerah yang mempunyai tempertaur tinggi sebaiknya digunakan Antisol E karena lebih efektif dari yang lainnya, untuk pengerasan yang dilakukan dengan menggunakan bantuan mesin penguap sangat

perlu dilakukan pengontrolan suhu ruang-ruang penguapan tersebut dan diusahakan agar suhu-suhu diruang pengerasan tersebut bisa rata sesuai dengan suhu yang telah ditetapkan.

*Do Implement the Solutions.* Prioritas terhadap tindakan-tindakan korektif yang direkomendasikan dengan pertimbangan nilai-nilai RPN dan faktor-faktor lain. Prioritas tertinggi seyogyanya diberikan kepada tindakan korektif yang berkaitan dengan mode kegagalan yang mempunyai pengaruh/akibat buruk tertinggi (Gaspersz, 2002).

*Study the Solution.* Dalam tahap studi dan evaluasi ini kita dapat membandingkan hasil-hasil sebelum dan sesudah peningkatan kualitas. Perbandingan hasil seyogianya menggunakan tolak ukur yang sama agar dapat dievaluasi tentang tingkat efektivitas dari solusi masalah atau peningkatan kualitas yang dilakukan.

*Act to Standardize the Solution.* Standardisasi dimaksudkan untuk mencegah masalah yang sama terulang kembali. Pada tahap ini akan dilakukan pendokumentasian terhadap hasil yang telah diperoleh selama masa trial produksi.

## SIMPULAN

Ada tiga jenis cacat yang paling sering terjadi (CTQ) dalam proses produksi tiang pancang ini, yaitu keropos garis sambung, lengket dan retak (memanjang dan melingkar).

Nilai DPMO = 15116 per satu juta kesempatan, yang disebabkan oleh keropos garis sambung, lengket dan retak memanjang dan melingkar. Nilai dari DPMO ini diinterpretasikan sebagai dalam satu unit produk tunggal terdapat rata-rata kesempatan untuk gagal dari satu karakteristik (CTQ) adalah hanya 18346 persatu juta kesempatan.

Akibat dari adanya produk cacat yang berjumlah 84 unit ini maka pihak perusahaan menderita kerugian sebesar Rp6.720.000. Sedangkan biaya yang dikeluarkan untuk memperbaiki cacat yang menjadi CTQ adalah 78 unit × 80.000/unit = 6.240.000.

## DAFTAR PUSTAKA

Gaspersz, V., 2002. Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, NBNQA, dan HACCP. Edisi pertama. Jakarta: PT Gramedia Pustaka.

- Gaspersz, V., 2003. Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas. Jakarta: PT Gramedia Pustaka.
- Montgomeri, D.C., 1990. Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik. Gajah Mada University Press.
- Prawirosentono, S., 2004. Manajemen Mutu Terpadu. Penerbit Bumi Aksara.
- Ramadhan, G., 2005. Aplikasi Pendekatan Six Sigma Untuk Mereduksi Defect Product Transmission Case MII Yang Muncul Dari Proses Milting Dan Casting (Studi Kasus. PT Astra Otoparts Tbk Devisi Nusametal-Jakarta). Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Surabaya.
- Rath dan Strong's, 2005. Six Sigma Advanced Tools Pocket Guide. Penerbit Andi.
- Tri Mulyono, 2004. Teknologi Beton. Penerbit Andi.