

## Penerapan Metode *Six Sigma* dalam Perbaikan Kualitas Produk (Studi kasus: PT. Krakatau Wajatama)

Applying Six Sigma Method in Improvement of Product Quality  
(Case Study: PT. Krakatau Wajatama)

<sup>1</sup>Mia Sumiati, <sup>2</sup>Dewi Shofi M, <sup>3</sup>Asep Nana R.

<sup>1,2,3</sup>Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,  
Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116  
email: <sup>1</sup>miasumiati25@gmail.com

**Abstract.** The sense of problems which PT.Krakatau Wajatama are quality problems on plain & fin bar mill. The companies today is not currently using a particular method to solve the quality problems plain & fin bar mill. Before the repair was did obtainable sigma value as big as 3,06 and DPMO value 59859,98 for plain bar mill and then for fin bar mill obtainable sigma value 3,09 and DPMO value 56918,43. Therefore, in this reserach using six sigma method with the step are using DMAIC, to be intended can repair plain & fin bar mill quality at PT.Krakatau Wajatama. On the Define (D) step was did manufacture description of the production process, charting SIPOC. On the Measre (M) step was did perfomance calculation before the repaired DPMO average. On the analyze (A) step was did repair prioritization Critical To Quality (CTQ) and looking for the cause of disablement on plain & fin bar mill with using fishbone diagram. The result of this research was show the transformation on sigma value as big as 0,24 every 2 months on the period 2 years for raise sigma value 6,00. On the Improve (I) step was using (Failure Mode and Effect Analisis) FMEA, with the purpose for identification required every needs and recomemended action who gives after can be directly fixed on every part or division at PT.Krakatau Wajatama. The last repired was Control (C) with the function for control every step in the proposal suitable with SOP. Tha transformation number in this research show the step DMAIC can gives the proposal which better on the repair plain & fin bar mill quality.

**Keywords:** fishbone, FMEA, six sigma, DPMO and quality.

**Abstrak.** Permasalahan yang dihadapi oleh PT. Krakatau Wajatama adalah masalah kualitas pada Baja Tulangan (*Bar Mill*) Polos dan Sirip. Perusahaan saat ini belum menggunakan metode tertentu untuk menyelesaikan permasalahan kualitas Baja Tulangan (*Bar Mill*) polos dan sirip. Sebelum dilakukan perbaikan diperoleh nilai sigma sebesar 3,06 dan nilai DPMO 59859.98 untuk baja tulangan polos sedangkan untuk baja tulangan sirip didapat nilai sigma sebesar 3,09 dan nilai DPMO 56918.43. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan metode *Six Sigma* dengan tahapan yang digunakan yaitu DMAIC, dimaksudkan dapat memperbaiki kualitas Baja Tulangan (*Bar Mill*) Polos dan Sirip di PT. Krakatau Wajatama. Pada tahap *Define* (D) dilakukan pembuatan deskripsi proses produksi, pembuatan diagram SIPOC. Tahap *Measure* (M) dilakukan perhitungan performansi sebelum dilakukan perbaikan berupa rata-rata DPMO. Pada tahap *Analyze* (A) dilakukan penentuan prioritas perbaikan *Critical To Quality* (CTQ) dan mencari penyebab terjadinya kecacatan pada Baja Tulangan (*Bar Mill*) polos dan Sirip dengan membuat digram sebab-akibat. Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya perubahan pada nilai *sigma* sebesar 0,24 setiap 2 bulan sekali dalam jangka waktu 2 tahun untuk mencapai 6,00 *sigma*. Tahap *Improve* (I) tindakan perbaikan yang dilakukan adalah penggunaan (*Failure Mode and Effect Analisis*) FMEA, dengan tujuan agar dapat teridentifikasi setiap kebutuhan yang diperlukan dan *Recommended Actions* yang diberikan dapat langsung tertuju pada setiap bagian atau divisi di perusahaan PT. Krakatau Wajatama. Setelah dilakukan perbaikan dilakukan tahapan terakhir yaitu *Control* (C) yang berfungsi untuk mengontrol setiap tahapan dalam usulan dilaksanakan sesuai dengan SOP. Perubahan angka pada penelitian ini menunjukkan tahapan DMAIC mampu memberikan usulan yang lebih baik dalam perbaikan kualitas Baja Tulangan (*Bar Mill*) Polos dan Sirip.

**Kata Kunci:** *Fishbone*, FMEA, six sigma, DPMO and quality.

### A. Pendahuluan

PT. Krakatau Wajatama merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur, salah satu produk yang diproduksi adalah Baja Tulangan. Produk tersebut merupakan salah satu bahan material dalam pembuatan rangka bangunan. Bahan baku

yang digunakan yaitu berupa *Billet* dan campuran komposisi kimia. Tahap pembuatan baja di PT. Krakatau Wajatama yaitu bahan baku dilebur menggunakan mesin peleburan pada suhu 1200°C, kemudian disetiap tahapannya akan ada pergantian mesin yang didalamnya terdapat penurunan suhu sampai pada tahap *finishing product*. Beberapa faktor yang menjadi penentu mutu baja tulangan yaitu kadar Karbon, kadar Mangan, kadar Silikon, kadar Fosfor, kadar Sulfur, kadar Nikel, kadar Tembaga, dan kadar Krom. Perusahaan sudah menjalani berbagai macam Program Pengendalian Kualitas untuk menghasilkan produk sesuai dengan standar yang ditetapkan namun dari data hasil uji di laboratorium pengendalian kualitas, produk yang dihasilkan dari proses produksi tidak selalu menghasilkan kualitas yang seragam dan terkadang keluar dari spesifikasi.

Berdasarkan objek penelitian khususnya di PT. Krakatau Wajatama. Fokus utama dalam permasalahan ini agar perusahaan dapat terus melakukan perbaikan produk sehingga dapat bersaing di pasar luar negeri. Masalah kualitas pada produk yang gagal dapat menimbulkan kerugian bagi pihak perusahaan, sehingga diperlukan suatu metode pengendalian kualitas yang dapat mengatasi hal tersebut. Salah satunya dengan menerapkan metode *Six Sigma*. Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Faktor-faktor apa saja yang berpengaruh pada kualitas produk?
2. Bagaimana cara untuk mengurangi kecacatan (kegagalan) produk?
3. Bagaimana usulan perbaikan untuk mencapai target dengan spesifikasi yang diinginkan konsumen maupun yang telah ditentukan perusahaan?

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai yaitu :

1. Menentukan faktor penyebab kecacatan produk pada Pabrik Baja Tulangan (*Bar Mill*) di PT. Krakatau Wajatama.
2. Memberikan solusi dalam mengatasi kecacatan produk Baja Tulangan (*Bar Mill*) di PT. Krakatau Wajatama.

## B. Landasan Teori

Metode *Six Sigma* adalah sebuah visi menuju kesempurnaan akan kualitas produk, yang diwujudkan dengan jumlah cacat produk sebesar 3,4 *part per million*. *Six Sigma* juga merupakan metode yang terstruktur dan *fact-based* yang merupakan penerapan metode statistik dalam proses bisnis untuk meningkatkan efisiensi operasional yang berakibat pada peningkatan nilai (*value*) organisasi. Fokus dari *Six Sigma* adalah :

- Pengurangan *Cycle time*
- Pengurangan jumlah produk cacat
- Kepuasan pelanggan

### Define (D)

*Define* merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini perlu mendefinisikan beberapa hal yang terkait dengan: (1) kriteria pemilihan proyek *Six Sigma*, (2) Mendefinisikan Proses, Urutan dan Interaksi dari Proses Perbaikan Kualitas, (3) Mendefinisikan pernyataan tujuan proyek *Six Sigma*.

Terdapat beberapa orang atau kelompok orang dengan peran generik beserta gelar-gelar yang umum dipakai dalam program *Six Sigma* terutama digunakan pada tahapan *define* sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Contoh dari Beberapa Peran Generik dengan Gelar atau “*Belt*” dalam Program *Six Sigma*

No.	Peran Generik dengan Berbagai Gelar atau “ <i>Belt</i> ”
1.	Dewan Kepemimpinan ( <i>Leadership council</i> ), Dewan Kualitas ( <i>Quality council</i> ), Komite Pengarah ( <i>Steering committee</i> ) <i>Six Sigma</i> , <i>Senior Champions</i>
2.	<i>Champions</i>
3.	<i>Master Black Belts</i>
4.	<i>Black Belts</i>
5.	<i>Green Belts</i>
6.	Anggota Tim ( <i>Team Members</i> )

**Measure (M)**

*Measure* merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap *Measure* (M), yaitu: (1) memilih atau menentukan karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan, (2) mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses, *output*, dan/atau *outcome*, dan (3) mengukur kinerja sekarang (*current performance*) pada tingkat proses, *output*, dan/atau *outcome* untuk ditetapkan sebagai *baseline* kinerja (*performance baseline*) pada awal proyek *Six Sigma*.

**Analyze (A)**

*Analyze* merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini perlu melakukan beberapa hal berikut: (1) menentukan stabilitas (*stability*) dan kapabilitas/kemampuan (*capability*) dari proses, (2) menetapkan target-target kinerja dari karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek *Six Sigma*, (3) mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kecacatan atau kegagalan.

**Improve (I)**

*Improve* Pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang berarti bahwa dalam tahap ini tim peningkatan kualitas *Six Sigma* harus memutuskan apa yang harus dicapai (berkaitan dengan target yang ditetapkan), alasan kegunaan (mengapa) rencana tindakan itu harus dilakukan, di mana rencana tindakan itu akan diterapkan atau dilakukan, bilamana rencana tindakan itu akan dilakukan, siapa yang akan menjadi penanggung jawab dari rencana tindakan itu, bagaimana melaksanakan rencana tindakan itu, dan berapa besar biaya untuk melaksanakan rencana tindakan itu serta manfaat positif yang diterima dari implementasi rencana tindakan itu.

**Control (C)**

*Control* merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktek-praktek terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses distandardisasikan dan disebarluaskan, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar, serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari tim *Six Sigma* kepada pemilik atau penanggung jawab proses, yang berarti proyek *Six Sigma* berakhir pada tahap ini

### C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Dalam perbaikan kualitas produk menggunakan metode *Six Sigma* terdapat tahapan DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*) yang harus dilalui. Adapun langkah-langkah tahapan yang harus dilalui sebagai berikut :

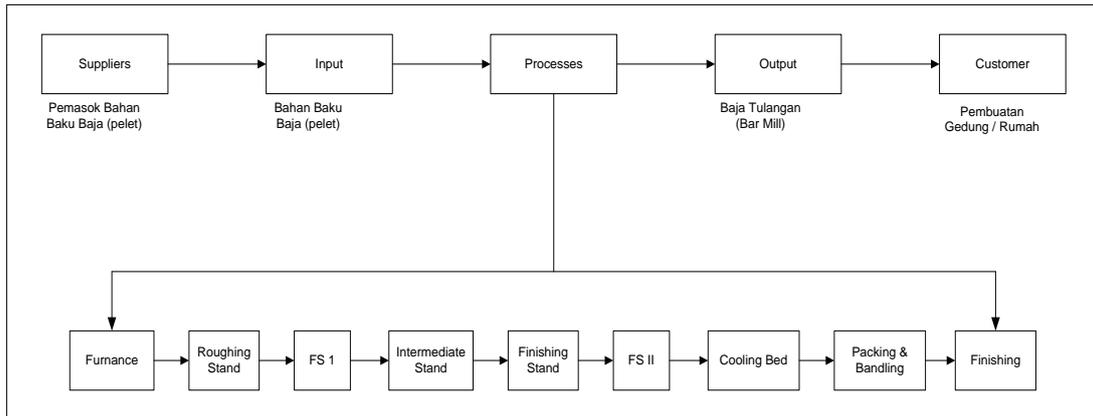
#### 1. Langkah *Define* (D)

*Define* (D) merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini perlu mendefinisikan beberapa hal yang terkait, yaitu : 1) Kriteria pemilihan proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* terhadap proses perbaikan cacat pada proses pembuatan Baja Tulangan (*Bar Mill*), 2) Peran individu-individu yang akan terlibat dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* terhadap proses pembuatan Baja Tulangan (*Bar Mill*), 3) Kebutuhan pelatihan untuk individu-individu yang terlibat dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* terhadap proses pembuatan Baja Tulangan (*Bar Mill*), 4) Proses urutan dan interaksi dari proses perbaikan cacat pada proses pembuatan Baja Tulangan (*Bar Mill*), 5) Kebutuhan spesifik dari pelanggan proses perbaikan cacat pada proses pembuatan Baja Tulangan (*Bar Mill*), 6) Pernyataan-pernyataan tujuan proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* terhadap proses perbaikan cacat pada proses pembuatan Baja Tulangan (*Bar Mill*).

Untuk mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan dalam proyek peningkatan kualitas terhadap perbaikan kecacatan pada proses pembuatan Baja Tulangan (*Bar Mill*) perlu diketahui model proses “SIPOC (*Suppliers-Inputs-Processes-Outputs-Customers*)”. Proses peningkatan kualitas *Six Sigma* yang dipilih adalah pada proses perbaikan kecacatan pembuatan Baja Tulangan (*Bar Mill*). Identifikasi langkah-langkah aktivitas beserta deskripsinya dalam setiap proses yang terkait dengan proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* pada peningkatan kualitas terhadap perbaikan kecacatan pada proses pembuatan Baja Tulangan (*Bar Mill*) dapat diuraikan sebagai berikut :

- a. **Supplier** : Pemasok bahan baku Baja (*Billet*).
- b. **Inputs** : bahan baku utama *Billet* untuk Baja Tulangan (*Bar Mill*).
- c. **Processes** : menyelesaikan permintaan proses pembuatan Baja Tulangan (*Bar Mill*) dengan hasil yang baik (good/memenuhi standar yang telah ditetapkan).
- d. **Outputs** : produk selesai dibuat tanpa cacat.
- e. **Customers** : pelanggan Baja Tulangan (*Bar Mill*) adalah industri-industri pembuatan gedung atau perumahan.

Urutan model proses SIPOC (*Suppliers-Inputs-Processes-Outputs-Customers*) untuk Baja Tulangan (*Bar Mill*) dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram SIPOC Baja Tulangan (*Bar Mill*)

## 2. Tahapan *Measure*

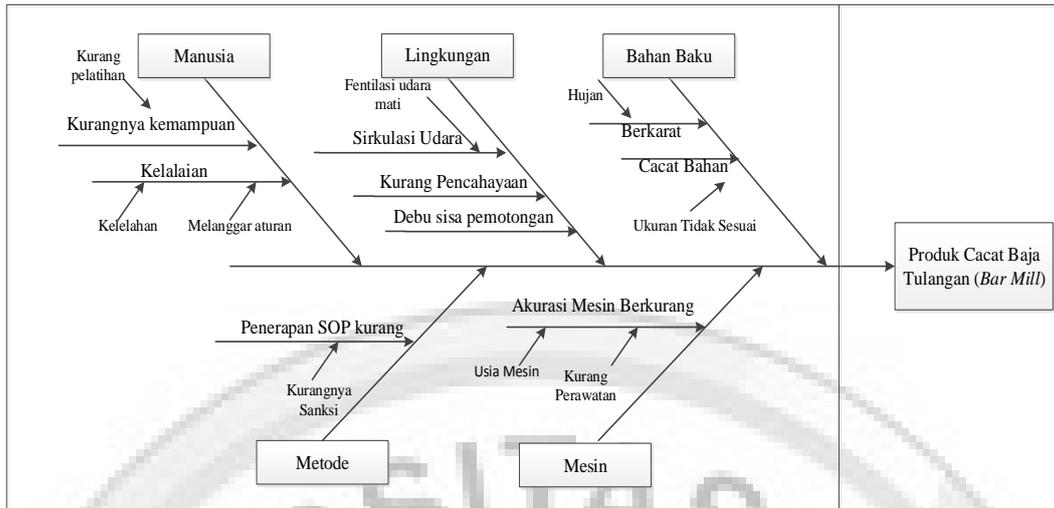
*Measure* (M) merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap MEASURE (M), yaitu : 1) memilih atau menentukan karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan, 2) mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran, 3) mengukur kinerja sekarang (*current performance*) untuk ditetapkan sebagai *baseLine* kinerja (*performance baseLine*) pada awal proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* terhadap perbaikan kecacatan pada proses pembuatan Baja Tulangan (*Bar Mill*) di PT. Krakatau Wajatama.

Untuk dapat mengetahui performansi kinerja perusahaan saat ini dihitung DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dan Nilai Sigma. Pada penelitian ini diketahui bahwa rata-rata DPMO dan nilai sigma saat ini diperusahaan adalah 59859,98 dan 3,06 sigma untuk Baja Tulangan Polos sedangkan Baja Tulangan Sirip memiliki nilai DPMO dan sigma sebesar 56918,43 dan 3,09 sigma. Perhitungan DPMO dan Nilai Sigma dengan menggunakan data pada Bulan November, Desember 2015 dan Januari 2016.

## 3. Tahapan *Analyze*

*Analyze* (A) merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini dilakukan beberapa hal sebagai berikut: 1) Identifikasi perbedaan antara kinerja/kapabilitas yang sekarang dan kinerja yang menjadi tujuan (*target*) dari perbaikan kecacatan pada proses pembuatan Baja Tulangan (*Bar Mill*), 2) mengidentifikasi sumber dan akar penyebab masalah kualitas, 3) menetapkan *target* kinerja dengan mempertimbangkan kemampuan proses dan kesiapan sumber daya yang ada.

Diagram sebab akibat dapat menunjukkan sumber-sumber dan akar penyebab permasalahan. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan terdapat beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya cacat pada Baja Tulangan (*Bar Mill*) Polos dan Sirip. Faktor-faktor tersebut berhubungan dengan manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan kerja yang digambarkan secara visual dengan bentuk *fishbone diagram* (diagram tulang ikan) pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Diagram Sebab Akibat Terjadinya Cacat Produk Baja Tulangan (*Bar Mill*)

#### 4. Tahapan *Improve*

*Improve* (I) merupakan langkah operasional yang ke-empat dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini dilakukan beberapa hal yaitu : 1) Menetapkan Suatu Rencana Tindakan (*Action Plan*) untuk Melaksanakan Peningkatan Kualitas Kecacatan Baja Tulangan (*Bar Mill*) Polos dan Sirip. 2) Perancangan Perbaikan pada Proses Baja Tulangan (*Bar Mill*) dengan Menggunakan Metode FMEA.

Dalam mengidentifikasi sumber-sumber dan akar masalah, FMEA menggunakan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dari masing-masing cacat yang terjadi. Cacat yang memiliki RPN tertinggi akan menjadi fokus utama dari perbaikan yang akan dilakukan. Cara menempatkan prioritas terhadap tindakan perbaikan, dapat dilakukan melalui daftar FMEA dengan melihat nilai RPN yang paling besar. Nilai RPN ini diperoleh dari perkalian antara *occurrence*, *severity*, dan *detection* ( $RPN = Occ \times Sev \times Det$ ). Ketiga faktor tersebut diperoleh dari penilaian subjektif yang diberikan oleh pihak perusahaan terhadap proses yang terjadi. Berdasarkan diagram *fishbone* terdapat beberapa hal yang menjadi faktor terjadinya kecacatan pada Baja Tulangan (*Bar Mill*) diantaranya : kurangnya kemampuan pada operator, kelalaian operator, sirkulasi udara, kurang pencahayaan, debu sisa pemotongan, berkarat, cacat bahan baku, kurangnya penerapan SOP, dan akurasi mesin berkurang.

#### 5. Tahapan *Control*

*Control* (C) merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* dan penurunan DPMO, kemudian hasilnya didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar. Selanjutnya, peningkatan kualitas *Six Sigma* pada area lain dalam proses atau organisasi bisnis diterapkan sebagai peningkatan kualitas baru yang harus mengikuti siklus DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*). Melalui cara ini, maka akan terjadi peningkatan integrasi, pembelajaran, dan sharing atau transfer pengetahuan-pengetahuan baru dalam organisasi *Six Sigma*.

Langkah pertama adalah standarisasi dan langkah ke dua adalah melakukan dokumentasi. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah masalah yang sama atau praktek-praktek lama terulang kembali.

#### D. Kesimpulan

Perbaikan yang dilakukan di Pabrik Baja Tulangan (*Bar Mill*) Polos dan Sirip di PT. Krakatau Wajatama dilaksanakan dalam rangka untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Perbaikan dilakukan dengan menggunakan metode *Six Sigma* yang terdiri dari *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian dapat diketahui stasiun kerja kritis, dimana stasiun kerja kritis atau stasiun yang berpengaruh menimbulkan kecacatan produk Baja Tulangan (*Bar Mill*) terdapat di Pabrik Baja Tulangan (*Bar Mill*). Setelah menentukan stasiun kerja kritis selanjutnya menentukan karakteristik kualitas (CTQ) potensial penyebab kegagalan dalam proses pembuatan Baja Tulangan (*Bar Mill*). Berikut merupakan faktor yang menyebabkan kecacatan pada proses pembuatan Baja Tulangan (*Bar Mill*) yaitu :
  - a. Kualitas Bahan Baku
  - b. Pemotongan Produk dan Bahan Baku
  - c. Menghasilkan *Slag*
  - d. *Setting* Mesin yang Salah
  - e. Akurasi Mesin Berkurang

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan dan data yang didapat dari pihak perusahaan, dapat disimpulkan beberapa faktor penyebab yang mempengaruhi timbulnya kecacatan pada produk Baja Tulangan (*Bar Mill*) sebagai berikut :

- a. Manusia (*Man*)
  - Kurangnya Kemampuan
  - Kelalaian
- b. Metode (*Method*)
  - Penerapan SOP Kurang
- c. Mesin (*Machine*) atau Peralatan
  - Akurasi Mesin Berkurang
- d. Faktor Bahan Baku (*Material*)
  - Berkarat
  - Cacat Bahan
- e. Lingkungan
  - Sirkulasi Udara
  - Kurang Pencahayaan
  - Debu Sisa Pemotongan

Setelah dilakukan program peningkatan kualitas diharapkan dalam kurun waktu 2 Tahun dengan target kenaikan kinerja setiap dwiwulan (2 bulan) sebesar 0.24 *sigma* untuk Baja Tulangan (*Bar Mill*) Polos dan Sirip dengan memperhatikan berbagai faktor-faktor yang mempengaruhi peningkatan kualitas dengan penerapan metode *Six Sigma*.

2. Dapat menggunakan metode FMEA berdasarkan nilai RPN yang telah didapat dari produk Baja Tulangan (*Bar Mill*) Polos dan Sirip sebelumnya dapat disusun suatu *recommended Action* yang berupa solusi ke depannya bagi pabrik Baja Tulangan (*Bar Mill*) untuk mengurangi dampak kecacatan pada Baja Tulangan (*Bar Mill*) polos dan Sirip.

## E. Saran

### Saran Teoritis

1. Penelitian ini dapat dijadikan dasar dalam proses perbaikan kualitas di PT. Krakatau Wajatama khususnya untuk produk Baja Tulangan (*Bar Mill*) Polos dan Sirip sehingga proses perbaikan kualitas dapat dilakukan secara terus menerus dan target kapabilitas *sigma* sebesar 6-*sigma* dapat tercapai.

### Saran Praktis

1. Perusahaan dapat melakukan penjadwalan perawatan mesin agar mesin tetap terawat dan tidak mudah rusak serta mengurangi kerugian akibat adanya kerusakan mesin.
2. Diperlukan standar operasional pencetakan yang lebih spesifik (mendetail), sehingga operator dapat melakukan aktivitas produksi dengan standarisasi yang jelas.

### Daftar Pustaka

- Assauri, Sofjan. 1998. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta : Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Buffa, E. dan Sarin, R. 1996. *Manajemen Operasi dan Produksi Modern*, Jilid 1. Edisi ke- 8. Jakarta : Binarupa Aksara.
- Garvin & Davis. 2005. *Manajemen Mutu Terpadu*. Terjemahan M.N. Nasution. Erlangga.
- Gaspersz, Vincent, 2005. *Total Quality Management*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Harry M and Schroeder R (2000). *Six Sigma-The Break-through Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*. Doubleday. New York, USA.
- Jay Heizer, Barry Render, 2005, *Operation Management*, 7<sup>th</sup> ed, Prentice Hall, New Jersey.
- Pande, Peter S. and Larry Holpp. 2003. *Berfikir Cepat Six Sigma*. Terjemahan. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Sukanto ReksHADIPRODJO. 2000. *Kasus Manajemen Perusahaan*. Yogyakarta : BPFE.
- Suyadi Prawirosentono, 2001. *Manajemen Operasi : Analisis dan Studi Kasus*, edisi ke 3 cetakan ke 1, Jakarta ; PT Bumi Aksara.