

## USULAN PERBAIKAN PROSES PENUANGAN PADA SHOULDER E-CLIP UNTUK MEMINIMASI DEFECT BEKU DINI DENGAN MENGGUNAKAN METODE DMAIC DI PT PINDAD

### PROPOSED IMPROVEMENT OF THE POURING PROCESS IN SHOULDER E-CLIP TO MINIMIZE COLD SHUT DEFECT USING THE SIX DMAIC METHOD IN PT PINDAD

Janu Prasetyo<sup>1</sup>, Wiyono<sup>2</sup>, Widia Juliani<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

<sup>1</sup>janu.prasetyo97@gmail.com, <sup>2</sup>wiyono@telkomuniversity.ac.id,

<sup>3</sup>widiajuliani@telkomuniversity.com

#### Abstrak

PT Pindad merupakan perusahaan industri dan manufaktur yang bergerak dalam pembuatan produk militer dan komersil diantaranya yaitu divisi tempa & cor. Terdapat 3 jenis produk sarana dan prasarana kereta api yang di produksi, salah satunya adalah *shoulder for e-clip*. Berdasarkan data historis bulan Januari 2017 sampai dengan Desember 2018 produk ini mengalami rata-rata defect sebesar 5.22% per bulannya sedangkan toleransi *defect* yang ditetapkan perusahaan sebesar 2%. Jenis cacat yang paling banyak menghasilkan *defect* adalah beku dini yang terjadi pada saat proses penuangan. Penelitian ini akan difokuskan untuk mengurangi cacat beku dini pada proses penuangan dengan menggunakan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Pada tahap *define* dilakukan pengidentifikasian CTQ menggunakan metode *delphi* dan pembuatan diagram SIPOC. Pada tahap *measure* dilakukan perhitungan stabilitas proses menggunakan peta kontrol p dan perhitungan kapabilitas proses sehingga diketahui rata-rata DPMO sebesar 3739 sedangkan untuk rata-rata *level sigma* sebesar 4.22. Pada tahap *analyze* digunakan *tools fishbone diagram* sehingga didapatkan faktor penyebab masalah adalah *man, method, material, tools, dan environment*. Setelah itu digunakan pendekatan FMEA untuk menentukan mode kegagalan yang akan diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan sehingga didapatkan faktor *method* dan *man* yang memiliki nilai RPN tertinggi. Maka dari itu pada tahap *improve* usulan perbaikan di prioritaskan terhadap faktor *man* dan *method* untuk mengurangi cacat beku dini yaitu dengan pemasangan pirometer dan pembuatan *checksheet*.

**Kata kunci:** Shoulder for e-clip, defect, DMAIC, beku dini, penuangan, CTQ, DPMO, FMEA

#### Abstract

PT Pindad is an industrial and manufacturing company engaged in manufacturing military and commercial products including the forging & cast division. There are 3 types of railway facilities and pre-production products produced, one of which is the shoulder for e-clip. Based on historical data from January 2017 to December 2018 this product experienced an average defect of 5.22% per month while the defect tolerance set by the company was 2%. The type of defect that produces the most defects is cold shut that occurs during the pouring process. This research will be focused on reducing cold shut defects in the pouring process using the DMAIC approach (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). At the *define* stage CTQ is identified using the *delphi* method and SIPOC diagram making. In the *measure* phase, the calculation of process stability using p control chart and process capability calculations are calculated so that the average DPMO is 3739 while the average sigma level is 4.22. In the *analyze* stage, a fishbone diagram tool is used so that the causes of the problem are obtained which is by *man, method, material, tools, and environment*. After that, the FMEA approach is used to determine the failure mode that will be prioritized for improvement in which the *method* and *man* factors have the highest RPN values. Therefore, in the *improve* stage proposed improvements prioritize the *man* and *method* to reduce cold shut defects, namely by installing pyrometers and making *checksheet*s.

**Keywords:** cold shut, defect, DMAIC, premature freezing, pouring, CTQ, DPMO, FMEA

## 1. Pendahuluan

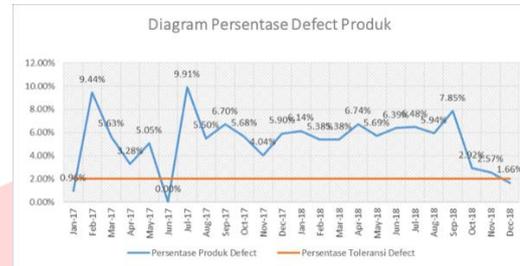
Kemajuan teknologi dalam era modern ini berkembang semakin pesat. Hal tersebut semakin mempermudah para pebisnis industri dalam membangun dan menciptakan produk-produk terbaru yang multi fungsi dan memiliki nilai guna yang tinggi untuk semua kalangan masyarakat. Industri manufaktur di Indonesia yang merupakan industri yang berkembang cukup pesat. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), Pertumbuhan industri manufaktur besar dan sedang tahun 2018 naik sebesar 4,07 persen terhadap tahun 2017 [1]. Hal tersebut memicu tingkat persaingan yang semakin tinggi antara produsen, maka dari itu para pebisnis industri akan terus memperbaiki kualitas produk mereka agar dipercaya oleh konsumen. Kualitas produk menjadi prioritas utama bagi industri pada umumnya.

PT Pindad adalah perusahaan industri dan manufaktur yang bergerak dalam pembuatan produk militer dan komersial di Indonesia. Salah satu produk komersial yang dibuat PT Pindad adalah penambat rel kereta api yang ada di divisi tempa cor dan alat perkeretaapian. Terdapat tiga produk yang diproduksi PT Pindad untuk penambat rel kereta api, yaitu *shoulder for e-clip*, *base plate*, dan *e-clip*. Dari tiga produk tersebut perusahaan ini menghadapi suatu permasalahan mengenai kualitas yaitu *defect*. Dalam penelitian ini penulis mencoba untuk memecahkan permasalahan tersebut dengan menggunakan metode *six sigma*.

Dari tiga jenis produk yang di produksi PT Pindad, produk *shoulder for e-clip* memiliki persentase cacat yang tertinggi dengan rata-rata nilai cacat sebesar 5.22%. Sedangkan untuk produk *base plate* dan *e-clip* masing masing sebesar 0.92% dan 0.02%. Maka dari itu objek penelitian ini difokuskan pada produk *shoulder for e-clip*. Setiap bulan PT Pindad memproduksi *shoulder for e-clip* rata-rata sebanyak 31367 unit. *shoulder for e-clip* merupakan salah satu produk penambat rel, yaitu pengikat rel ke bantalan rel kereta api yang berbahan besi cor nodular. PT Pindad menggunakan bahan dasar FCD 500 yang didapat dari baja otomotif, baja rontok dan *return scrap* yang di suplai dari PT. PEI Customer dari PT Pindad adalah PT Wika Beton dan PT Kereta Api Indonesia.

Perusahaan menetapkan bahwa toleransi *defect* sebesar 2% dari jumlah produksi per bulannya. Namun kenyataannya pada rantai produksi persentase produk *defect* seringkali melebihi batas yang sudah ditentukan, yaitu 5.22%. Sejauh ini, perusahaan menangani masalah ini dengan cara melakukan *rework* pada produk

yang cacat, namun ada beberapa kondisi cacat yang tidak bisa di *rework* sehingga menghasilkan produk *reject*.



Gambar 1 Persentase Defect Produk

perusahaan melakukan produksi rata-rata sebanyak 31367 produk *shoulder for e-clip* per bulannya pada tahun 2017-2018 dimana 5.22% atau 1595 unit mengalami *defect*. Ini masih di atas batas toleransi *defect* yang ditetapkan perusahaan yaitu sebesar 2%, maka dari itu perlu adanya upaya untuk meminimasi selisih yang cukup besar diantara keduanya dengan mencari akar penyebab masalah. Berikut adalah jumlah produk cacat berdasarkan jenis cacat pada *shoulder for e-clip*.

Tabel 1 Data Produk Defect Per Jenis Cacat

Cacat	Jumlah	Persentase	Kumulatif
Beku Dini (BD)	14715	38.4%	38.4%
Inklusi Pasir (IP)	8673	22.6%	61.1%
Inklusi Terak (IT)	6842	17.9%	78.9%
Rontok Cetakan (RC)	3719	9.7%	88.6%
Shrinkage	1310	3.4%	92.1%
Microstructure	1200	3.1%	95.2%
Minus	856	2.2%	97.4%
Dimensi	439	1.1%	98.6%
Blow Hole	343	0.9%	99.5%
Geser (GSR)	200	0.5%	100.0%

Tabel 3 diatas menunjukkan jenis cacat mana yang paling banyak menghasilkan produk defect. Terdapat tiga jenis cacat yang menghasilkan *defect* paling banyak yaitu beku dini, inklusi pasir, dan inklusi terak. Penulis akan berfokus kepada salah satu jenis cacat yaitu cacat beku dini dimana cacat beku dini tersebut berada di proses penuangan. Maka dari itu penulis akan melakukan perbaikan pada proses penuangan. Berdasarkan permasalahan yang terjadi di PT Pindad, maka akan dilakukan penelitian dengan menggunakan metode *six*

*sigma*.

## 2. Dasar Teori dan Metodologi

Dalam perusahaan manufaktur kualitas bisa dikatakan sebagai ukuran keunggulan atau keadaan bebas dari cacat, kekurangan dan variasi yang signifikan. Hal ini disebabkan oleh komitmen yang tinggi dan konsisten terhadap standar tertentu yang mencapai keseragaman produk untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Kualitas telah menjadi salah satu faktor terpenting bagi konsumen untuk menentukan keputusan dalam pemilihan antara persaingan produk dan jasa. Akibatnya, pemahaman dan peningkatan kualitas adalah faktor kunci yang akan mengarahkan perusahaan pada keberhasilan bisnis, pertumbuhan, dan meningkatkan daya saing. Dimensi kualitas terbagi dalam 8 dimensi, yaitu *performance*, *reliability*, *conformance*, *durability*, *serviceability*, *features*, *aesthetics*, dan *perceived quality* [2]

*Six Sigma* merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengganti *Total Quality Management* (TQM) yang berfokus terhadap pengendalian kualitas dengan mendalami sistem produksi perusahaan secara keseluruhan. Sebagai metodologi, *Six Sigma* merupakan pemecahan masalah untuk mencari dan menghilangkan penyebab cacat atau kesalahan dalam proses yang berfokus pada output proses yang kritis di mata pelanggan. *Six Sigma* menggunakan metodologi yang berbasis data dengan lima tahap untuk meningkatkan proses yaitu DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) [3]

DMAIC (*define, measure, analyze, improve, control*) adalah metodologi pemecahan masalah di balik *Six Sigma*. Metode ini digunakan untuk memperbaiki proses yang ada dengan memahami dan mengevaluasi akar penyebab masalah yang diberikan. DMAIC adalah proses berulang yang memberikan struktur dan panduan untuk meningkatkan proses di tempat kerja apa pun. Metodologi DMAIC sangat berguna dalam dua scenario yaitu masalah kompleks dan risiko solusi tinggi [3]. Berikut merupakan tools yang digunakan dalam tahapan DMAIC

*Critical To Quality* dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Kepuasan pelanggan merupakan faktor utama dalam pengembangan parameter CTQ. CTQ menganalisis karakteristik layanan atau produk yang diistilahkan oleh pelanggan internal dan eksternal [3].

SIPOC (*suppliers, inputs, process, outputs and customers*) adalah metode untuk menggambarkan proses transformasi dalam perusahaan yang menawarkan produk atau jasa dengan mengidentifikasi proses di mana persyaratan untuk *supplier*, *input*, langkah-langkah proses, *output*, dan pelanggan didefinisikan.

Diagram sebab-akibat, juga dikenal sebagai *fishbone diagram*, adalah metode grafis yang dapat digunakan untuk menganalisis akar penyebab masalah. Ini dimulai dari mengidentifikasi pernyataan masalah, diikuti dengan menyortir kemungkinan penyebab masalah ke dalam beberapa kategori seperti mesin, material, pengukuran, metode, tenaga kerja, dan lingkungan [4].

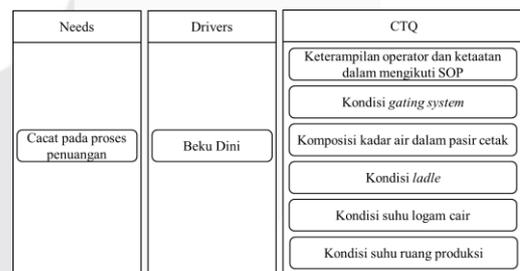
*Failure Mode Effect Analysis* adalah pendekatan *step by step* untuk mengidentifikasi semua kemungkinan kegagalan dalam desain, proses manufaktur atau perakitan, atau produk atau jasa. Ini digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana suatu kegagalan mungkin terjadi, efek potensial dari kegagalan, tingkat keparahan konsekuensi dari kegagalan (*severity*), probabilitas kegagalan yang terjadi (*occurrence*), dan probabilitas mendeteksi kegagalan (*detectability*)

## 3. Pembahasan

### 3.1 Define

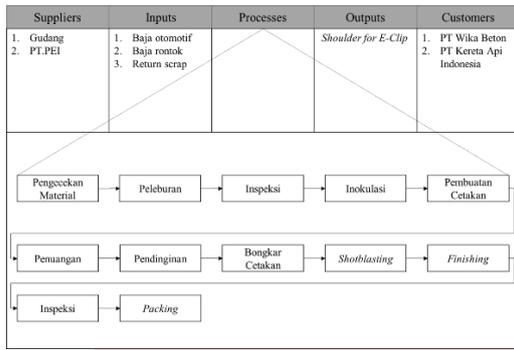
Pada tahap *define* dilakukan pengidentifikasian CTQ untuk membantu mengukur dampak permasalahan terhadap pelanggan dan pembuatan diagram SIPOC.

#### a. CTQ



Gambar 2 CTQ

b. SIPOC

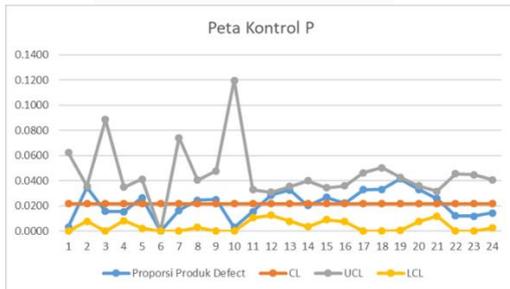


Gambar 3 Diagram Sipoc

3.2 Measure

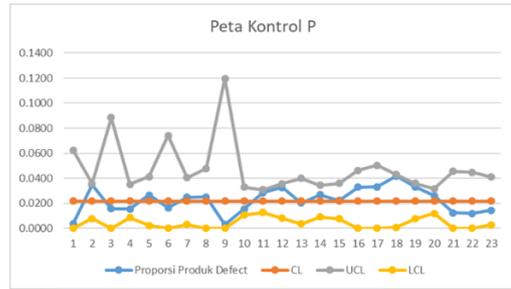
a. Pengukuran Stabilitas Proses

Perhitungan stabilitas proses dilakukan untuk mengetahui apakah proses produksi yang terjadi dalam keadaan stabil dan terkontrol atau tidak. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan peta kontrol p. Peta kontrol p mengukur proporsi *defective* (kegagalan/cacat) dengan menggunakan data yang tidak konstan setiap periodenya. Berikut merupakan hasil perhitungan stabilitas proses.



Gambar 4 Peta Kontrol P Perhitungan Pertama

Pada gambar dapat diketahui bahwa proses penuangan belum terkendali karena terdapat 1 dari 24 data yang diluar batas kendali. Maka dari itu akan dilakukan perhitungan ulang dengan menghilangkan data yang diluar batas kendali. Berikut merupakan perhitungan stabilitas proses iterasi kedua dengan data *in control*.

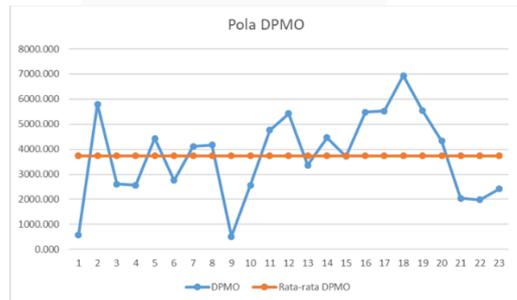


Gambar 5 Peta Kontrol P Perhitungan Kedua

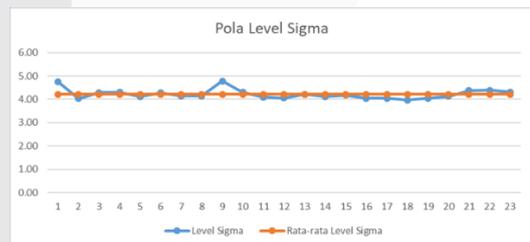
Gambar menunjukkan bahwa sudah tidak ada data yang diluar batas kontrol, maka dapat dikatakan bahwa proses penuangan sudah stabil. Selanjutnya data yang sudah stabil akan digunakan untuk melakukan perhitungan kapabilitas proses

b. Pengukuran Kapabilitas Proses

Perhitungan kapabilitas dilakukan untuk mengukur kemampuan sebuah perusahaan dalam melakukan proses produk dan menghasilkan produk yang memenuhi kebutuhan pelanggan. Langkah yang dilakukan pada tahap ini yaitu menghitung *Defect per Million Opportunities* (DPMO) sehingga mendapatkan *sigma level*. Berikut merupakan hasil pengukuran kapabilitas proses.



Gambar 6 Pola DPMO



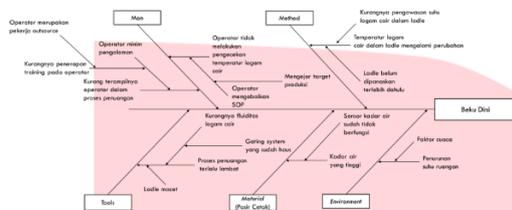
Gambar 7 Pola Level Sigma

Berdasarkan penggambaran grafis perhitungan DPMO dan *level sigma*, dapat diketahui bahwa pada period ke-18 nilai DPMO merupakan yang tertinggi sebesar 6935 dari rata-rata 3739, sehingga mendapat *level sigma* yang paling rendah sebesar 3.96 dari rata-rata 4.22

3.3 Analyze

a. Fishbone Diagram

Berikut merupakan analisis akar penyebab masalah untuk defect beku dini pada proses penuangan yang digambarkan dalam fishbone diagram.



Gambar 8 Fishbone Diagram

b. FMEA

Berikut Tabel merupakan analisis penentuan prioritas kegagalan untuk cacat beku dini dengan menggunakan FMEA

Tabel 2 Perhitungan FMEA

Faktor	Mode Kegagalan	RPN
Man	Operator yang kurang terampil	120
	Operator mengabaikan SOP	240
Material	Kadar air yang berlebih dalam pasir cetak	140
Tools	Ladle macet	50
	Gating sistem yang aus	100
Method	Tidak dilakukan ladle treatment	24
	Penurunan suhu logam cair di dalam ladle	288
Environment	Penurunan suhu lingkungan	40

3.4 Improve

a. Rancangan Usulan Pemasangan Pirometer

Tabel 3 Usulan Pemasangan Pirometer

What	Pemasangan pyrometer
Where	Workstation penuangan
When	Sebelum proses penuangan
Who	Perusahaan
Why	Untuk menghindari terjadinya penuangan dengan temperatur logam cair terlalu rendah, pyrometer diharapkan dapat membantu operator untuk mengetahui suhu logam cair sebelum melakukan penuangan.
How	Pemasangan pyrometer, yaitu merupakan alat ukur yang dapat mengukur suhu tanpa melakukan kontak dengan objek yang akan diukur.

Tabel 4 Usulan Pemasangan Pirometer

What	Pemasangan pyrometer
Where	Workstation penuangan
When	Sebelum proses penuangan
Who	Perusahaan
Why	Untuk menghindari terjadinya penuangan dengan temperatur logam cair terlalu rendah, pyrometer diharapkan dapat membantu operator untuk mengetahui suhu logam cair sebelum melakukan penuangan.
How	Pemasangan pyrometer, yaitu merupakan alat ukur yang dapat mengukur suhu tanpa melakukan kontak dengan objek yang akan diukur.

b. Rancangan Usulan Pembuatan Checksheet

Tabel 5 Usulan Pembuatan Checksheet

What	Pembuatan checksheet untuk operator
Where	Inspeksi
When	Setelah melakukan proses peleburan
Who	Operator peleburan & inspeksi
Why	Untuk melakukan pengawasan rutin terhadap temperatur logam cair
How	Pembuatan checksheet inspeksi suhu logam cair oleh divisi mutu tc & ap untuk operator agar selalu mengawasi suhu logam cair setelah proses peleburan

4. Kesimpulan

Tabel 6 Kesimpulan

Faktor	Penyebab	Usulan
Method	Penurunan suhu logam cair di dalam ladle	Memasang pyrometer pada ladle
Man	Operator mengabaikan SOP dengan tidak melakukan pengecekan suhu	Membuat checksheet untuk melakukan pengawasan rutin terhadap temperatur logam cair

**Daftar Pustaka**

- [1] Badan Pusat Statistik, 2019. Pertumbuhan Produksi IBS Tahun 2018 Naik 4,07 Persen dibandingkan tahun 2017. <https://www.bps.go.id/pressrelease/2019/02/01/1623/pertumbuhan-produksi-ibs-tahun-2018-naik-4-07-persen-dibandingkan-tahun-2017.html>
- [2] Montgomery, Douglas C. 2013. *Introduction to Statistical Quality Control 7<sup>th</sup> Edition*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- [3] Antony, Jiju, Vinodh, S., & Gijo, E., V. 2016. *Lean Six sigma for Small and Medium Sized Enterprises: A Practical Guide*. New York: Taylor & Francis Group.
- [4] Zhan, Wei, Xuru Ding. 2016. *Engineering Managemen Collection: Lean Six Sigma and Statistical Tools for Engineers and Engineering Managers*. New York: Momentum Press.

