

USULAN PERBAIKAN UNTUK MEMINIMASI PENYEBAB DEFECT PIN HOLE PADA PROSES CASTING PRODUK BILLET KS1006E1 DI PABRIK BILLET STEEL PLANT PT. KRAKATAU STEEL (PERSERO) TBK. DENGAN METODE SIX SIGMA

PROPOSAL FOR IMPROVEMENT TO MINIMIZE CAUSE DEFECT PINHOLE IN CASTING PROCESS KS1006E1 PRODUCT IN BILLET STEEL PLANT PT. KRAKATAU STEEL (PERSERO) TBK. WITH SIX SIGMA METHOD

Muhamad Galih Raka Permana¹, Agus Alex Yanuar, S.T., M.T.², Meldi Rendra, S.T., M.Eng.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹muhamadgalihbaka@gmail.com, ²gusaleksa@yahoo.co.id, ³meldirendra@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT. Krakatau Steel merupakan perusahaan BUMN yang bergerak di bidang perindustrian baja. Penelitian dilakukan pada pabrik Billet Steel Plant yang memproduksi baja billet. Berdasarkan data historis produksi pabrik BSP, menghasilkan jumlah produksi billet 57015,714 ton. Jumlah produk yang mengalami defect 439,586 ton. KS1006E1 merupakan jenis grade billet yang diproduksi oleh pabrik BSP yang digunakan sebagai kawat las. Billet KS1006E1 merupakan grade billet yang memiliki angka jumlah produk defect yang tinggi dengan defect rate sebesar 1,73%, melebihi toleransi defect yang sudah ditentukan perusahaan sebesar 0,82%. Fokus penelitian menangani defect pin hole dengan persentase tertinggi yang terjadi pada proses casting.

Penelitian menggunakan metode Six Sigma dengan menerapkan metodologi DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Define menetapkan jumlah CTQ berjumlah 13 dan menjelaskan ringkasan proses produksi billet menggunakan diagram SIPOC. Tahap measure melakukan perhitungan stabilitas proses (peta kontrol p) menghasilkan 3 periode proses produksi yang stabil dan perhitungan kapabilitas proses (DPMO dan level sigma) menghasilkan rata-rata level sigma sebesar 4,533. Tahap analyze melakukan analisis faktor penyebab terjadinya defect pin hole menggunakan fishbone diagram, kemudian menentukan prioritas perbaikan defect menggunakan FMEA. Tahap improve memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi defect pin hole.

Usulan perbaikan diberikan pada faktor machine. Usulan perbaikan yang diberikan adalah melakukan pemeliharaan rutin, membuat lembaran pemeliharaan, dan melakukan pemasangan sensor.

Kata kunci : *Billet KS1006E1, defect pinhole, Six Sigma, proses casting, DMAIC, level sigma.*

Abstract

PT. Krakatau Steel is a state-owned company engaged in the field of steel industry. The research was conducted at Billet Steel Plant factory producing billet steel. Based on the historical data of BSP factory production, produces billet production amount 57015,714 tons. Number of defective products 439,586 tons. KS1006E1 is a kind of billet grade manufactured by BSP factory which is used as welding wire. Billet KS1006E1 is a billet grade which has a high defect product number with a defect rate of 1.73%, exceeding the defect tolerance the company has set by 0.82%. The research focuses on pin hole defects with the highest percentage occurring in the casting process.

Research using Six Sigma method by applying DMAIC methodology (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Define specifies the number of CTQs totaling 13 and explains the summary of the billet production process using the SIPOC diagram. The measure stage performs process stability calculation (control chart p) yields 3 periods of stable production process and process capability calculation (DPMO and sigma level) yields average sigma level of 4.533. The analyze stage analyzes the factors causing the defect pin hole using the fishbone diagram, then determines the defect repair priority using FMEA. The improve stage provides suggestions for improvements to reduce pin hole defects.

Proposed improvements are given to machine factors. Proposed improvements include routine maintenance, maintenance of sheets, and sensor installation.

Keywords : *Billet KS1006E1, pinhole defect, Six Sigma, casting process, DMAIC, sigma level*

1. Pendahuluan

Dalam era globalisasi ini, pertumbuhan dunia industri mengalami kenaikan yang signifikan baik dari segi infrastruktur maupun segi finansial. Pertumbuhan industri bukan hanya terjadi di Indonesia, tapi merata diseluruh belahan dunia. Tujuan utama dari suatu perusahaan pada dasarnya sama, yaitu memperoleh keuntungan atau profit yang tinggi. Dalam memenuhi tujuan tersebut, sebuah perusahaan harus sanggup untuk bertahan dalam persaingan produk dengan perusahaan-perusahaan lainnya. Untuk mendapatkan keuntungan dalam persaingan di dunia industri yang sangat ketat ini, faktor kepuasan pelanggan merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi profit sebuah perusahaan. Produk yang memiliki kualitas dapat meningkatkan kepuasan pelanggan yang dampaknya dapat dirasakan terhadap profitabilitas suatu perusahaan. Kualitas adalah kecocokan untuk digunakan, dimana produk dan layanan harus memenuhi persyaratan dari konsumen [13].

Kualitas produk merupakan kunci utama dalam pemenuhan kepuasan pelanggan. Tercapainya suatu kualitas produk yang baik tentunya harus melewati proses *quality control* yang ketat dalam suatu sistem produksi. Banyak ditemukan suatu kasus dimana perusahaan mengalami *defect* pada produknya, dan tidak dapat mencapai kualitas produk yang sesuai dengan kebutuhan konsumen. Untuk meminimasi terjadinya *defect* pada produk, perusahaan dapat menerapkan konsep *Six Sigma* terhadap sistem produksi sehingga perusahaan terkait dapat melakukan *continuous improvement*. Konsep *Six Sigma* menggunakan metode DMAIC digunakan sebagai solusi meningkatkan kualitas produk sebuah perusahaan dengan target *zero defect*, dengan kata lain produk yang dihasilkan tanpa kecacatan atau kesesuaian 100% dengan spesifikasi produk. Dengan menggunakan konsep *Six Sigma*, diharapkan mampu meningkatkan kinerja proses dengan mengurangi variasi proses pada sistem produksi dan tercapainya target *Six Sigma* yaitu *zero defect*. *Six Sigma* merupakan konsep dan praktik yang berfokus pada penurunan variasi proses dan penurunan kegagalan atau kecacatan produk [4].

PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk. merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang perindustrian baja di Indonesia. Penelitian ini akan dilakukan pada pabrik *Billet Steel Plant* (BSP). Pabrik BSP adalah pabrik yang membuat baja dalam bentuk batangan yang digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan baja profil, baja tulang beton, dan baja kawat. Bahan baku pabrik ini adalah besi spons, besi tua (scrap), dan paduan ferro yang dilebur dan diolah dalam dapur listrik untuk dicairkan, kemudian dicetak menjadi baja billet. Pabrik BSP menghasilkan satu buah produk yaitu *billet* yang terbagi kedalam bermacam-macam *grade*.

Tabel 1 Data Jumlah Hasil Produksi dan Jumlah *Defect*

Tahun	Bulan	Jumlah Produksi	By Produk	Jumlah Produk Defect	Presentase Produk Defect Aktual	Jumlah Toleransi Produk Defect
2017	Oktober	1,378.169	1.159	3.884	0.28%	11.301
	November	2,924.118	3.481	68.733	2.35%	23.978
	Desember	1,651.182	0.000	14.756	0.89%	13.540
2018	Januari	3,777.524	0.000	68.344	1.81%	30.976
	Februari	678.415	0.000	24.465	3.61%	5.563
Total		10,409.408	4.640	180.182	1.73%	85.357
Rata - rata		2,081.882	0.928	36.036	1.79%	17.071

Tabel 2 Data Jenis *Defect*

No	Jenis Defect	Jumlah Produk Defect	Persentase Jumlah Defect
1	Pin Hole	160.375	89.01%
2	Slag Tidak Merata	8.546	4.74%
3	Blow Hole	7.766	4.31%
4	Retak	1.165	0.65%
5	Pipe (Lubang Axial)	0.776	0.43%
6	Billet Pendek (Panjang < 6m)	0.776	0.43%
7	Slag Merata di Permukaan	0.389	0.22%
8	Billet Sambungan	0.389	0.22%

Diketahui terdapat 5 bulan produksi yaitu Oktober 2017-Februari 2018 dengan total jumlah produksi sebesar 10409,408 ton dan rata-rata produksi setiap bulannya adalah 2081,882 ton. Rata-rata produk yang mengalami *defect* sebesar 36,036 ton. Jumlah *defect* tertinggi yaitu pada *defect pinhole* dengan presentase *defect* sebesar 89,01%. Dapat disimpulkan dengan menggunakan diagram pareto, jenis *defect* yang akan dikaji dengan menggunakan metode six sigma adalah jenis *defect pinhole*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor penyebab terjadinya *defect pinhole* pada proses produksi billet dan memberikan usulan perbaikan untuk meminimasi terjadinya *defect pinhole*. Objek penelitian yaitu *billet* KS1006E. Terjadinya *defect pinhole* pada proses *casting* produk *billet* KS1006E1 disebabkan oleh terjebaknya udara luar seperti oksigen, hydrogen, dan nitrogen kedalam baja cair. Oleh karena itu penelitian akan menggunakan metode Six Sigma untuk mengidentifikasi dan memberikan usulan perbaikan untuk meminimasi terjadinya *defect pinhole* dan meningkatkan tingkat kualitas produk billet KS1006E1 PT.Krakatau Steel dengan harapan dapat meningkatkan profitabilitas perusahaan.

2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

2.1 Six Sigma

Fokus dari *Six Sigma* adalah mengurangi variabilitas dari karakteristik kunci produk sampai dengan level dimana kesalahan pada proses produksi kemungkinan akan terjadi [8]. *Six Sigma* juga dapat dianggap sebagai terobosan baru yang memungkinkan suatu perusahaan untuk melakukan peningkatan yang luar biasa di tingkat bawah dan sebagai pengendalian proses industri yang berfokus pada pelanggan dengan memperhatikan kemampuan proses [5].

2.2 DMAIC

DMAIC adalah prosedur pemecahan masalah yang terstruktur yang secara garis besar digunakan dalam kualitas dan proses perbaikan [8]. Hal ini sering dikaitkan dengan kegiatan *Six sigma*, dan hampir seluruh implementasi *Six sigma* menggunakan proses DMAIC untuk manajemen proyek dan penyelesaiannya.

2.3 CTQ

Critical to Quality adalah suatu kriteria yang menjadi batasan suatu perusahaan dalam menentukan kualitas produk yang dihasilkan. Kriteria yang telah ditentukan oleh perusahaan harus diperhatikan agar produk yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan konsumen.

2.4 FMEA

Failure Modes and Effects Analysis adalah suatu pendekatan tahap demi tahap untuk mengidentifikasi seluruh kemungkinan kegagalan dalam sebuah sistem. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah *tools* yang efektif dalam melakukan penilaian terhadap suatu risiko.

2.5 Diagram SIPOC

Diagram SIPOC merupakan suatu *tools* perbaikan proses yang memberikan ringkasan kunci dari input dan output dari satu atau lebih proses dalam bentuk tabel [1].

2.6 Diagram Pareto

Diagram pareto adalah diagram batang yang berfungsi untuk membantu dalam memprioritaskan suatu bentuk tindakan menanggulangi cacat, kegagalan, perbaikan, keluhan pelanggan, dan lainnya

2.7 Diagram Fishbone

Diagram *fishbone* atau juga dikenal dengan *cause and effect diagram* adalah metode grafis yang dapat digunakan untuk melakukan analisis terhadap akar penyebab terjadinya masalah dalam suatu penelitian [10].

2.8 Preventive Maintenance

Preventive maintenance merupakan suatu bentuk perawatan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan, atau suatu cara perawatan yang direncanakan sebelumnya sebagai usaha pencegahan kerusakan suatu mesin

2.9 MTTF

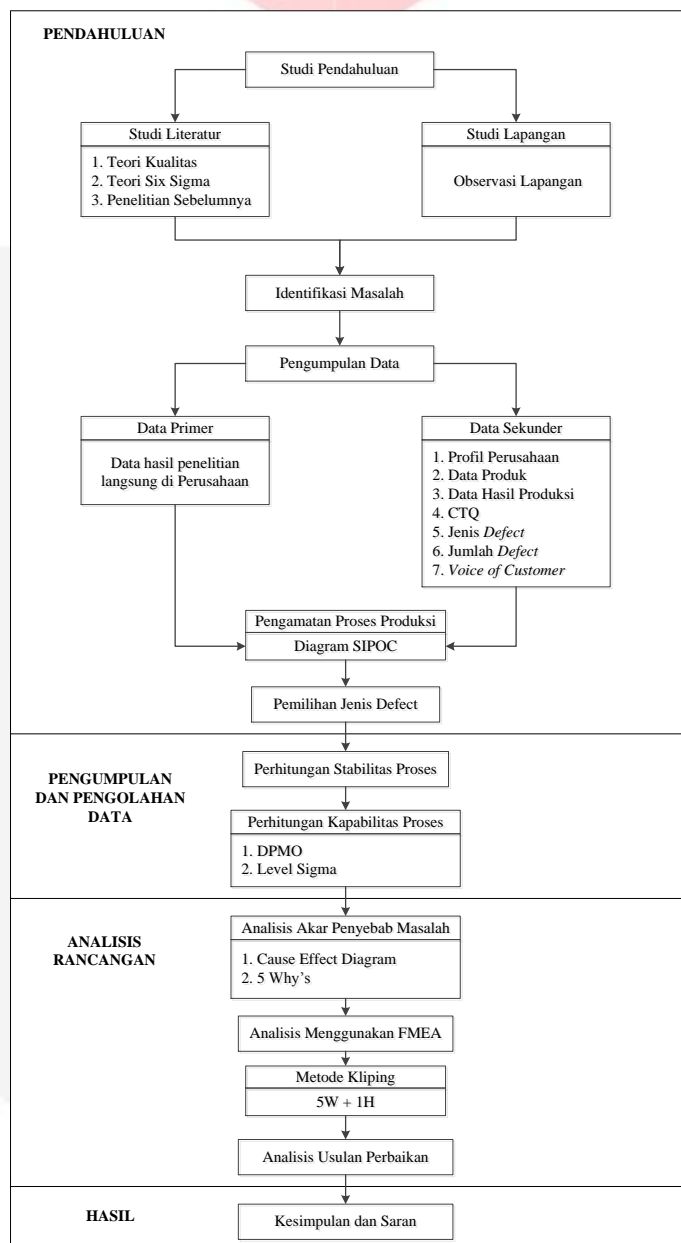
Mean Time to Failure adalah waktu rata – rata kegagalan dari suatu komponen atau sistem yang beroperasi pada kondisi normal.

2.10 MTTR

Mean Time to Repair adalah waktu rata – rata yang dibutuhkan oleh sebuah perusahaan untuk melakukan proses perbaikan terhadap suatu mesin atau komponen yang mengalami kerusakan.

2.11 Sistematika Pemecahan Masalah

Sistematika pemecahan masalah dapat terlihat seperti pada Gambar 1.

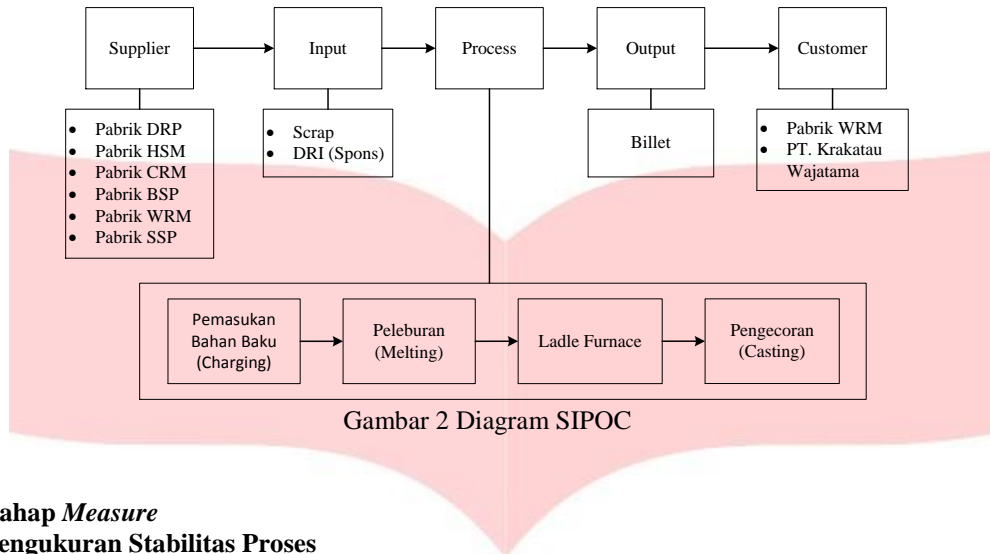


Gambar 1 Sistematika Pemecahan Masalah

3. Pembahasan

3.1 Tahap Define

Tahap *define* dilakukan dengan memahami alur proses produksi *billet* KS1006E1 seperti pada Gambar 2.

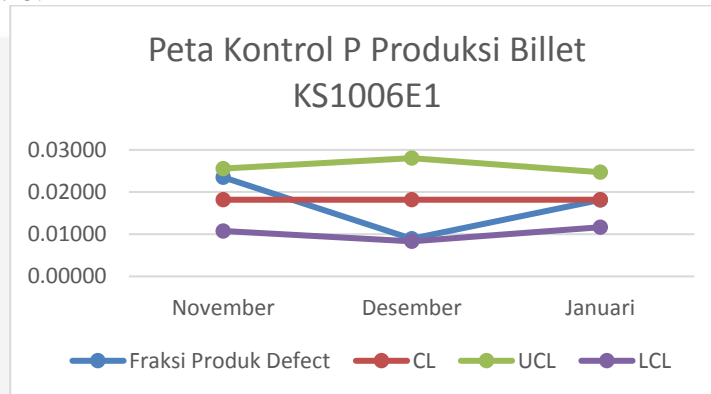


Gambar 2 Diagram SIPOC

3.2 Tahap Measure

a. Pengukuran Stabilitas Proses

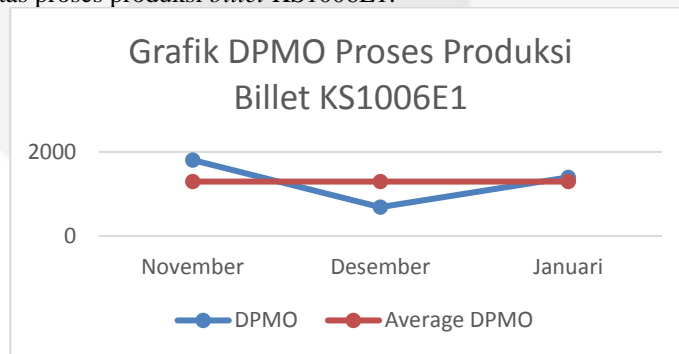
Pengukuran stabilitas proses dilakukan untuk mengetahui tingkat performansi proses produksi yang dilakukan perusahaan berada dalam batas kontrol atau tidak terkendali. Untuk melakukan pengukuran stabilitas proses, akan digunakan alat bantu peta kendali P. Perhitungan stabilitas proses produk *billet* KS1006E1 akan ditampilkan pada Gambar 3.



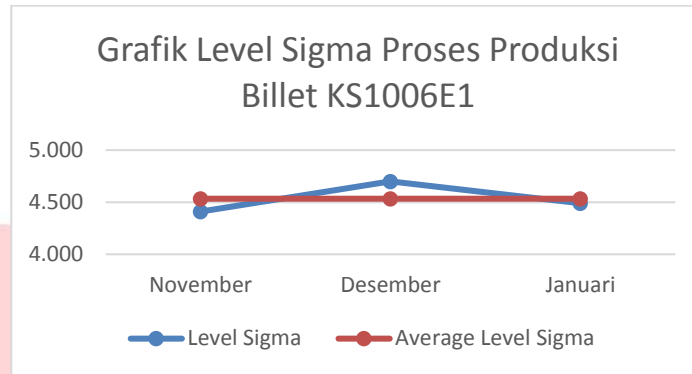
Gambar 3 Peta Kontrol P

b. Perhitungan Kapabilitas Proses

Pengukuran kapabilitas dilakukan untuk mengukur kemampuan perusahaan dalam membuat produk *billet* KS1006E1 sesuai dengan kriteria yang diinginkan oleh *customer*. Pengukuran kapabilitas proses dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap *Defects per Million Opportunities* (DPMO) dan *level sigma*. Pengukuran kapabilitas proses terhadap produksi *billet* KS1006E1 dilakukan dengan menggunakan data proses produksi dimana periode yang digunakan merupakan periode yang termasuk stabil dalam proses pengukuran stabilitas proses, yaitu bulan November 2017 sampai dengan Januari 2018. Berikut merupakan hasil pengukuran kapabilitas proses produksi *billet* KS1006E1:



Gambar 4 Grafik DPMO Proses Produksi Billet KS1006E1



Gambar 5 Grafik Level Sigma Proses Produksi Billet KS1006E1

3.3 Analyze

Analisis akar penyebab masalah dilakukan menggunakan *tools fishbone diagram* dengan melakukan pemetaan terhadap akar penyebab masalah terjadinya *defect*. Faktor-faktor penyebab terjadinya *defect pinhole* diatas akan digambarkan dalam bentuk diagram fishbone sesuai dengan Gambar 6 berikut.



Gambar 6 Diagram Fishbone Defect Pinhole

Setelah mengetahui akar penyebab terjadinya *defect pinhole* dengan menggunakan diagram *fishbone*, akan dilakukan penentuan prioritas perbaikan terhadap perbaikan yang akan dilakukan untuk mengatasi akar permasalahan yang didapat dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* atau disingkat dengan FMEA. Dalam melakukan analisis penentuan prioritas perbaikan *defect* menggunakan FMEA, akan dilakukan perhitungan RPN atau *Risk Priority Number*.

Tabel 3 FMEA

No	Faktor	Mode Kegagalan	Akibat Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan Potensial	O	Metode Deteksi	D	RPN
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Machine	Tube shrouding yang dipakai dalam proses produksi patah	Baja cair yang keluar dari nozzle ladle akan turun bebas tanpa cover masuk kedalam <i>tundish</i>	7	Tekanan udara pada sistem <i>pneumatic</i> pada <i>stang shrouding</i> sering mengalami drop	7	Visual	6	294

Pemilihan akar penyebab *defect* yang akan diperbaiki dilakukan berdasarkan hasil pemeringkatan nilai RPN yang dilakukan pada perhitungan FMEA sesuai dengan Tabel IV.6. Nilai RPN yang dijadikan *ranking* dalam urutan prioritas perbaikan merupakan hasil kesepakatan antara peneliti dengan pihak perusahaan melalui wawancara langsung dan pengamatan lapangan secara langsung. Analisis usulan perbaikan akan dijelaskan pada Tabel 4.

Tabel 4 Alternatif Usulan Perbaikan

Faktor	Penyebab Kegagalan Potensial	Alternatif Usulan Perbaikan	Penjelasan
1	2	3	4
Machine	Tekanan udara pada sistem <i>pneumatic</i> pada <i>stang shrouding</i> sering mengalami drop	Melakukan perawatan rutin terhadap <i>stang shrouding</i> secara konsisten	Melakukan preventive maintenance untuk menentukan interval waktu pemeliharaan dan perawatan rutin <i>stang shrouding</i>
		Membuat lembar pemeliharaan dan perawatan mesin	Pembuatan lembaran <i>maintenance</i> supaya pelaksanaan <i>maintenance</i> dapat berjalan dengan teratur
		Melakukan pemasangan sensor pada komponen <i>stang shrouding</i>	Pemasangan sensor dengan jenis <i>capacitive proximity sensor</i> pada <i>stang shrouding</i> yang disambungkan pada sistem <i>pneumatic</i>

3.4 Improve

3.4.1 Usulan Perbaikan Akar Penyebab Defect Pinhole terhadap Faktor Mesin

Faktor yang akan diperbaiki sesuai perhitungan FMEA adalah faktor *machine*, yaitu melakukan *preventive maintenance* untuk menentukan interval waktu pemeliharaan dan perawatan rutin terhadap *stang shrouding*. Akar penyebab terjadinya *defect pinhole* pada faktor *machine* adalah karena *tundish* yang dipasang mengalami kepatahan pada saat proses casting berlangsung, yang mengakibatkan baja cair turun dari ladle kedalam *tundish* tanpa perlindungan *tube shrouding*. Jika baja cair turun kedalam *tundish* tanpa perlindungan dari *tube shrouding*, mengakibatkan udara luar mudah masuk dan larut dalam baja cair yang disimpan sementara pada *tundish*.

Bentuk usulan perbaikan yang akan dilakukan untuk menanggulangi faktor penyebab terjadinya defect pinhole pada faktor *machine* ini adalah dengan melakukan tindak preventive maintenance terhadap *stang shrouding* untuk menentukan interval waktu pemeliharaan dan perawatan rutin agar jadwal pemeliharaan dan perawatan terhadap *stang shrouding* menjadi konsisten dan menghindari tekanan udara pada sistem *pneumatic* mengalami drop.

Perhitungan MTTF dan MTTR pada komponen *stang shrouding* adalah sebagai berikut:

Komponen = Stang shrouding

Distribusi = Normal

MTTF = $\mu = 191,674$

MTTR = $\mu = 1,67278$

Interval waktu tersebut akan digunakan oleh divisi *maintenance* untuk melakukan tindakan pemeliharaan dan perawatan terhadap *stang shrouding*, bahwa *maintenance* harus melakukan kegiatan pemeliharaan atau perawatan sebelum atau tepat pada 8 hari dengan waktu untuk melakukan kegiatan *maintenance* mencapai 1.67278 jam.

Untuk mendukung penjadwalan pemeliharaan dan perawatan dapat dilaksanakan sesuai interval waktu yang sudah ditentukan berdasarkan perhitungan *maintenance*, penulis memberikan usulan lembar pemeliharaan dan perawatan terhadap mesin yang akan dilakukan proses *maintenance*. Lembar ini berfungsi agar pemeliharaan dan perawatan dilakukan sesuai dengan jadwal dan berjalan secara konsisten. Jika aktivitas *maintenance* tercatat secara teratur dalam lembar pemeliharaan dan perawatan, maka mudah bagi operator divisi *maintenance* untuk melakukan kegiatan *maintenance* selanjutnya, juga meminimasi operator yang mungkin lupa akan penjadwalan *maintenance* yang dilakukan.

Setelah usulan perbaikan pemeliharaan dan perawatan rutin, peneliti juga memberikan usulan tambahan yaitu pemasangan sensor jenis *proximity sensor* pada komponen *tube shrouding*. Pemasangan sensor ini berfungsi untuk membantu operator *stang shrouding* dalam mengoperasikan *stang shrouding*. *Proximity sensor* adalah suatu alat pendeteksi yang bekerja berdasarkan jarak obyek terhadap sensor.

4. Kesimpulan

1. Faktor yang menjadi penyebab terjadinya *defect pinhole* pada proses produksi baja *billet* KS1006E1 di pabrik *Billet Steel Plant* (BSP) PT. Krakatau Steel antara lain:
 - a. Faktor *machine*, yaitu *tube shrouding* yang digunakan dalam proses produksi mengalami patah.
2. Usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk menghilangkan atau meminimasi penyebab terjadinya *defect pinhole* pada proses produksi baja *billet* KS1006E1 di pabrik *Billet Steel Plant* (BSP) PT. Krakatau Steel adalah:
 - a. Usulan yang diberikan untuk mengatasi penyebab faktor *machine*, antara lain:
 - Melakukan pemeliharaan dan perawatan rutin terhadap komponen *stang shrouding* sesuai dengan interval waktu yang sudah ditentukan menggunakan *preventive maintenance*.
 - Membuat lembar pemeliharaan dan perawatan mesin.
 - Melakukan pemasangan *capacitive proximity* sensor pada komponen *stang shrouding*.

Daftar Pustaka:

- [1] Antony, J., Vinodh, S., & Gijo, E. V. (2016). *Lean Six Sigma For Small and Medium Sized Enterprises*. London: CRC Press.
- [2] Charron, R., Harrington, H. J., Voehl, F., & Wiggin, H. (2015). *The Lean Management System Handbook*. Boca Raton: CRC Press.
- [3] Fanchetti, M. J. (2015). *Lean Six Sigma for Engineers and Managers*. CRC Press.
- [4] Gasperz, V. (2002). *Pedoman Implementasi Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2008, MBNQA dan HCCP*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Umum.
- [5] Gaspersz, V. (2011). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: Vinchrsto Publication.
- [6] Keprofesian Maintenance Management, 2017, *Pelatihan Perhitungan MTTR dan MTTF*, Fakultas Rekayasa Industri Universitas Telkom, Bandung.
- [7] Montgomery, D. (2009). *Introduction of Statistical Process Control*. Arizona: John Wiley & Sons, Inc.
- [8] Montgomery, D. C. (2013). *Introduction to Statistical Quality Control* (6th ed.). United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- [9] Stamatis, D. H. (2015). *The ASQ Pocket Guide to Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Milwaukee: ASQ Quality Press.
- [10] Zhan, W., & Ding, X. (2015). *Lean Six Sigma and Statistical Tools for Engineers and Engineering Managers* (Vol. 16). New York: Momentum Press Engineering.