

USULAN RANCANGAN PERBAIKAN UNTUK MEMINIMASI *DEFECT* INKLUSI PASIR (IP) PADA PROSES PENCETAKAN *SHOULDER FOR E-CLIP* DI PT. PINDAD DENGAN METODE DMAIC

IMPROVEMENT TO MINIMIZE SAND INCLUSION DEFECT ON SHOULDER FOR E-CLIP MOLDING PROCESS USING DMAIC METHOD IN PT. PINDAD

Ayu Vita Rastiti¹, Ir. Wiyono, M.T.², Ir. Widia Juliani, M.T.³

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

¹ayuvitarastiti@gmail.com, ²wiyono@telkomuniversity.ac.id,

³widiajuliani@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT. Pindad merupakan salah satu perusahaan dibawah naungan BUMN yang memproduksi produk militer dan komersial di Indonesia, salah satunya memproduksi komponen perkeretaapian seperti produk *shoulder*, *base plate* dan *e-clip*. Berdasarkan data historis pada periode Januari 2017 – Desember 2018, diketahui produk *shoulder* memiliki rata-rata *defect* paling tinggi dan melebihi batas toleransi yang ditetapkan perusahaan. Toleransi produk *defect* yang ditetapkan perusahaan sebesar 2%, sementara produk *shoulder* memiliki rata-rata *defect* sebesar 5,22%. Jenis *defect* inklusi pasir merupakan salah satu jenis *defect* yang sering terjadi. Maka dari itu penelitian akan berfokus terhadap proses yang menyebabkan *defect* inklusi pasir menggunakan metode Six Sigma dengan tahap DMAIC. Terdapat 6 buah CTQ yang diperoleh dari hasil kuesioner *delphi* untuk tahap definisi masalah. Pada tahap *measure* dilakukan perhitungan stabilitas proses menggunakan peta kendali P dengan memastikan data berada di dalam batas kendali, dan perhitungan kapabilitas proses untuk menentukan nilai DPMO dan nilai sigma. Nilai sigma yang diperoleh sebesar 4,35 dan masih perlu dilakukan peningkatan agar mendekati 6 sigma. Tahap *analyze* dilakukan menggunakan *fishbone diagram* dan 5 *why's* yang kemudian didapatkan faktor *man*, *method*, cetakan dan material sebagai akar penyebab masalah. Selanjutnya dilakukan analisis FMEA untuk menentukan prioritas perbaikan melalui nilai RPN yang tertinggi. Usulan perbaikan yang dilakukan pada tahap *improve* yaitu perancangan alarm display dengan Poka-yoke, pembuatan penjadwalan pemeliharaan dan pengecekan pipa air sand mixer dan pembuatan display sebagai pengingat pengecekan *gating system*.

Kata kunci: Kata Kunci: Shoulder, Inklusi Pasir, Six sigma, DMAIC, CTQ, Poka-yoke

Abstract

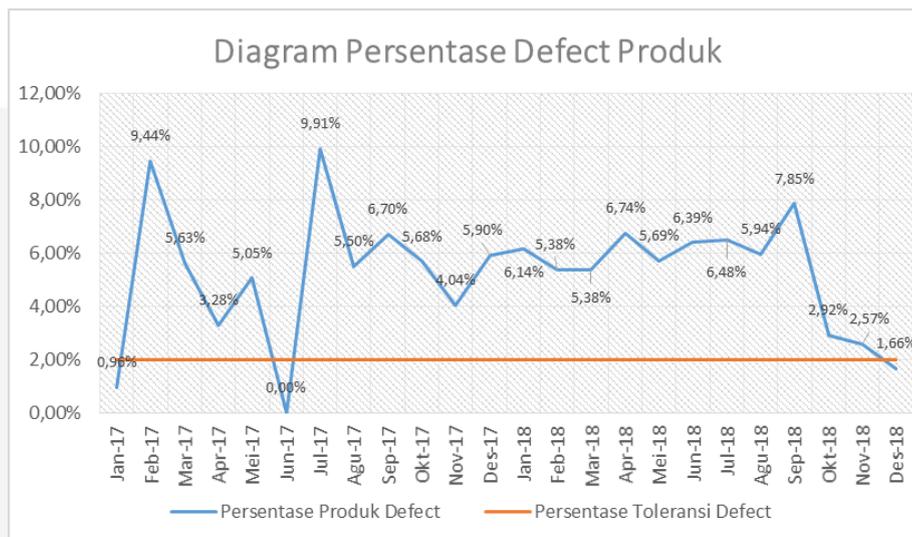
PT. Pindad is one of the companies under the auspices of SOEs that produce military and commercial products in Indonesia, one of which is producing railway components such as shoulder products, base plates and e-clips. Based on historical data period January 2017 - December 2018, it is known that shoulder products have the highest defect average and exceed the tolerance limit set by the company. The defect product tolerance set by the company is 2%, while the shoulder product has an average defect of 5.22%. Based on historical data in the period January 2017 - December 2018, shoulder products have the highest average defect and exceed the tolerance limit set by the company. The defect product tolerance set by the company is 2%, while the shoulder product has an average defect of 5.22%. Defect of sand inclusion is one type of defect that often occurs. Therefore, the research will focus on the process that causes defect of sand inclusion using the Six Sigma method with the DMAIC stage. There are 6 CTQs obtained from the results of the Delphi questionnaire for defining the problem. In the measure stage, calculation of process stability is carried out using p-control chart by ensuring the data is within the control limit, and calculation of process capability to determine the DPMO value and sigma value. Sigma value is 4.35 and still needs to be increased to approach 6 sigma. Analyze phase uses fishbone diagram and 5 why so that there are man, method, machine and material factors as the root cause of the problem. After that, FMEA analysis to determine the priority of improvement through the highest RPN value. Proposed improvements in the phase are designing alarm displays with Poka-yoke, making scheduling maintenance and checking of sand mixer water pipes and making display as a reminder of checking gating systems.

Keywords: Shoulder, Sand Inclusion, Six sigma, DMAIC, CTQ, Poka-yoke

1. Pendahuluan

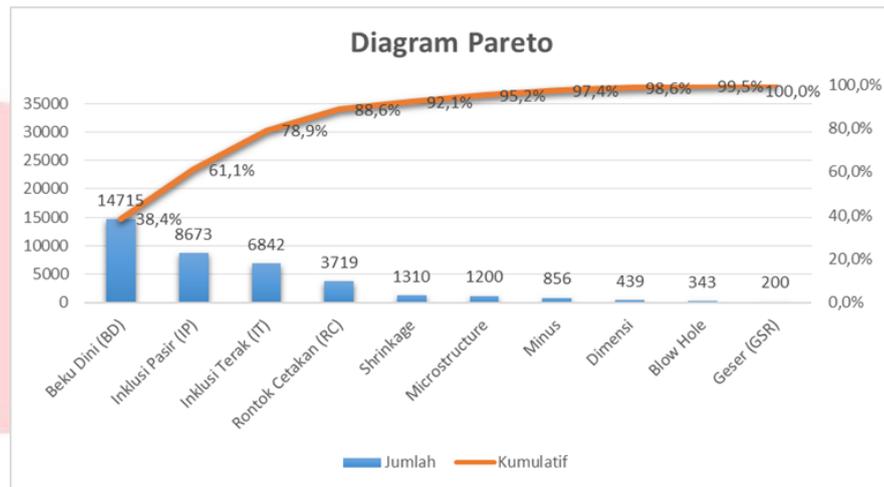
Di era modern ini, perkembangan dan kemajuan teknologi semakin pesat. Hal tersebut ditandai dengan munculnya beranekaragam industri yang menghasilkan berbagai macam jenis produk untuk di pasarkan. Hal tersebut memicu tingkat persaingan yang semakin tinggi antara produsen, ditambah lagi dengan kondisi konsumen yang semakin kritis dalam memilih suatu produk. Konsumen tidak hanya melihat produk dari bentuk fisik, melainkan kualitas atau mutu dari suatu produk. Kualitas merupakan spesifikasi yang harus diperhatikan oleh perusahaan dalam pembuatan sebuah produk atau penyajian jasa karena kualitas mempengaruhi kepuasan konsumen serta menjadi tolak ukur sebuah perusahaan apakah perusahaan tersebut layak untuk bersaing dengan perusahaan lainnya. Kualitas berupa satu atau lebih karakteristik yang diinginkan yang harus dimiliki suatu produk atau jasa [1].

Perusahaan tentunya harus sigap dalam menghadapi kondisi tersebut dan perusahaan telah melakukan penyesuaian sedemikian rupa guna mempertahankan keberadaan perusahaan. PT. Pindad merupakan perusahaan manufaktur yang berkecimpung dalam bidang Alutsista (Alat Utama Sistem Persenjataan) dan produk komersial seperti produk penambat rel kereta api yang terdiri dari *shoulder*, *base plate* dan *e-clip*. Perusahaan ini mampu memproduksi rata-rata 31367 buah *shoulder*, 1257 buah *base plate* dan 71275 *e-clip* per bulan. Produksi dilakukan setiap bulan berdasarkan permintaan dari *customer*. Berdasarkan pengolahan data perusahaan, diketahui produk *shoulder* memiliki persentase *defect* tertinggi yaitu rata-rata sebesar 5,22%. Perusahaan menetapkan batas toleransi *defect* produk sebesar 2%, namun persentase jumlah produk *defect* masih melebihi batas toleransi. Berdasarkan data historis perusahaan pada bulan Januari 2017 – Desember 2018, didapatkan data produk *shoulder* sebagai berikut:



Gambar 1 Data Jumlah Produksi dan Jumlah Produk Defect Shoulder

Berdasarkan tabel 1 produksi pada perusahaan tersebut masih belum mencapai *zero defect* (kecacatan nol), karena masih ditemui adanya *defect* pada proses produksinya. Dapat dilihat rata – rata persentase *defect* perbulan selama bulan januari 2017 – desember 2018 sebesar 5,22% atau dapat dikatakan terdapat rata-rata 1596 produk *defect* untuk setiap bulannya. Untuk mengetahui lebih lanjut terjadinya jenis *defect* yang terjadi pada proses, maka perlu dilakukan penelusuran lebih lanjut. Berikut merupakan gambar diagram pareto jumlah produk cacat berdasarkan jenis *defect* pada *shoulder for e-clip*:



Gambar 2 Diagram Pareto

Berdasarkan gambar 1, dapat dilihat bahwa jenis *defect* beku dini dan inklusi pasir merupakan jenis *defect* yang memiliki cacat paling banyak. Pada penelitian ini, penulis hanya berfokus pada salah satu jenis *defect* yaitu inklusi pasir yang dimana cacat tersebut dipengaruhi oleh proses pencetakan. Berikut merupakan gambar jenis *defect* inklusi pasir:

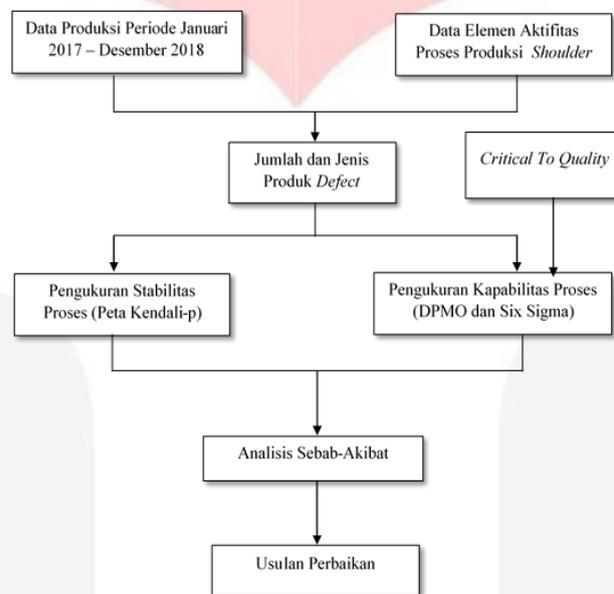
Gambar 3 Produk *Shoulder*

Untuk itu perusahaan melakukan kontrol dan menerapkan toleransi yang sesuai pada setiap tahapan dari proses produksi untuk menjamin kualitas produk dan mengurangi cacat produk. Six Sigma merupakan sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, mempertahankan, dan memaksimalkan kesuksesan perusahaan. Untuk mencapai tujuan serta peningkatan proses, dilakukan analisis menggunakan metode yang disebut DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*).

2. Dasar Teori dan Metodologi

Kualitas merupakan pemahaman konseptual yang berkaitan dengan satu atau lebih karakteristik yang diinginkan yang harus dimiliki suatu produk atau jasa [1]. Six Sigma adalah metodologi peningkatan kualitas dengan hasil ideal untuk mencapai nol cacat. Suatu perusahaan yang memiliki kualitas “*Six Sigma level*”, perusahaan hanya harus memiliki 3,4 cacat per satu juta peluang (DPMO) atau kurang [4]. DMAIC merupakan akronim untuk menentukan, mengukur, menganalisis, meningkatkan, dan mengendalikan [4]. CTQ (*Critical to Quality*) merupakan karakteristik yang terukur dari suatu produk atau proses yang ditetapkan untuk memastikan kepuasan konsumen, dimana dilakukan kegiatan untuk memastikan perbaikan apakah telah sesuai dengan persyaratan konsumen atau tidak [3]. SIPOC (*Suppliers-Inputs-Process-OutputsCustomers*) merupakan alat perbaikan proses yang memberikan ringkasan kunci input dan output dari satu proses atau lebih yang disajikan dalam bentuk tabel [5]. Peta kendali P adalah grafik yang menunjukkan proporsi barang yang rusak dalam sampel berturut – turut dengan ukuran yang sama atau bervariasi serta peta kendali P ini memberikan perkiraan tingkat kualitas yang sedang berlangsung [6]. Diagram pareto merupakan diagram batang yang membantu memprioritaskan tindakan yang berhubungan dengan cacat, kegagalan, perbaikan, keluhan pelanggan, dll [5]. Diagram sebab-akibat dikenal juga sebagai diagram tulang ikan merupakan metode grafis yang dapat digunakan untuk menganalisis akar penyebab masalah. *Fishbone diagram* dimulai dari pernyataan masalah, lalu diikuti dengan menyortir kemungkinan penyebab masalah ke

dalam berapa kategori [7]. *5 Why's* merupakan alat sederhana untuk mengungkapkan akar masalah sehingga masalah tersebut dapat diatasi [5]. FMEA (*Failure modes and effects analysis*) merupakan pendekatan bertahap untuk mengidentifikasi semua kemungkinan kegagalan dalam desain, proses manufaktur atau layanan atau sistem [4]. Pengecoran logam merupakan suatu metode pembuatan geometri komponen dengan melibatkan pembuatan rongga di dalam cetakan pasir dan kemudian menuangkan logam cair langsung ke rongga cetakan dan membiarkan logam tersebut membeku (solidifikasi) dalam cetakan [9]. Poka-Yoke adalah perangkat untuk mencegah atau mendeteksi ketidaknormalan, yang dapat memengaruhi kualitas produk atau kesehatan dan keselamatan karyawan [5]. *Preventive maintenance* merupakan suatu rencana yang melibatkan pemantauan, inspeksi rutin, *service* dan menjaga fasilitas agar tetap baik dengan melakukan perbaikan [8]. *Mean Time to Failure* (MTTF) yaitu waktu rata-rata atau ekspektasi kegagalan dari suatu komponen atau sistem yang beroperasi pada kondisi normal. *Mean Time to Repair* (MTTR) merupakan rata-rata waktu maintenance dari satu kerusakan sampai maintenance selanjutnya terjadi. Display visual merupakan alat penyampaian informasi yang dirancang oleh mata manusia meliputi spanduk, poster, arahan papan pengumuman dan lain-lain [2]. Berikut merupakan model konseptual dari penelitian:



Gambar 4 Model Konseptual

Setelah mendefinisikan model konseptual berupa kerangka berpikir untuk memahami konsep dan mensimulasikan ide-ide untuk pemecahan masalah, maka dibuat langkah-langkah pemecahan masalah yang terstruktur dan sistematis, berupa sistematika pemecahan masalah.

1. Tahap pendahuluan yaitu dengan melakukan studi pendahuluan berupa studi literatur dan studi lapangan.
2. Tahap Pengumpulan Data
Tahap pengumpulan data merupakan penelitian pada perusahaan dengan melakukan tahap pengumpulan data primer dan data sekunder.
3. Tahap Pengolahan Data
Tahap pengolahan data merupakan tahap mengolah data dengan menggunakan pendekatan six sigma dengan menggunakan metode DMAIC.
4. Tahap Analisis dan Usulan
Tahap ini berupa analisis stabilitas dan kapabilitas proses, analisis faktor penyebab masalah, analisis FMEA, analisis prioritas perbaikan dan analisis kelebihan dan kelemahan rancangan usulan terhadap perbaikan yang dilakukan
5. Tahap Kesimpulan dan Saran
Tahap kesimpulan dan saran merupakan tahap penjabaran kesimpulan terhadap tujuan dilakukannya penelitian serta pemberian saran untuk mempermudah penelitian selanjutnya.

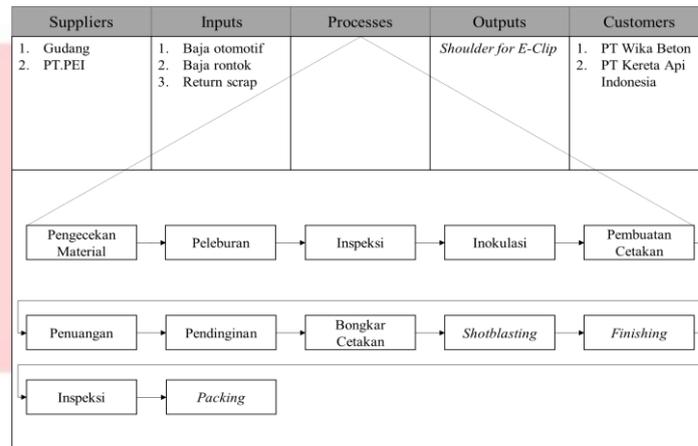
3. Pembahasan

3.1 Define

a. Diagram SIPOC

Diagram SIPOC dibuat untuk mengetahui jalannya proses produksi mulai dari pembelian material hingga

penjualan produk ke *customer*. Berikut merupakan hasil penggambaran diagram SIPOC produk *shoulder*:



Gambar 5 Diagram SIPOC

b. Identifikasi CTQ

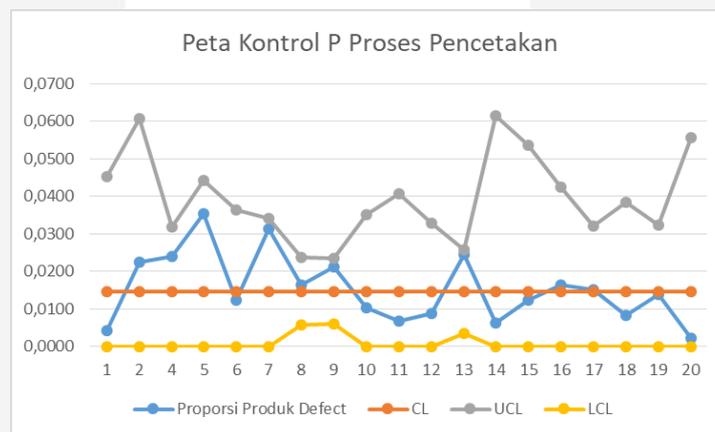
Berikut merupakan CTQ cacat inklusi pasir pada proses pencetakan yang akan ditunjukkan pada tabel 2

Tabel 1 CTQ Proses Pencetakan

Needs	Drivers	CTQ
<i>Defect pada proses pencetakan</i>	Inklusi Pasir (IP)	Komposisi material cetakan
		Kebersihan rongga cetakan
		Kondisi cetakan
		Kondisi <i>gating system</i>
		Volume air pasir cetak
		Teknik Penuangan

3.2 Measure

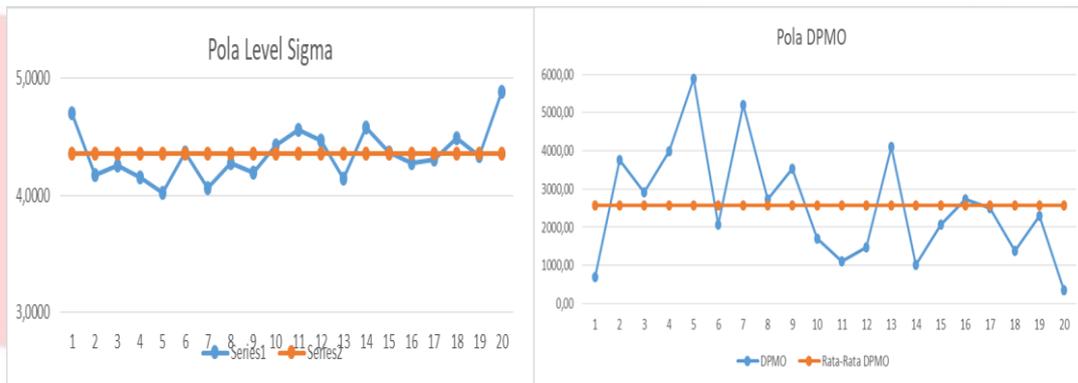
a. Pengukuran Stabilitas Proses



Gambar 6 Peta Kontrol P Proses Pencetakan

Berdasarkan peta kontrol p diatas, diketahui bahwa proses sudah stabil karena semua data berada dalam batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB).

b. Pengukuran Kapabilitas Proses



Gambar 7 Level Sigma

Gambar 8 DPMO

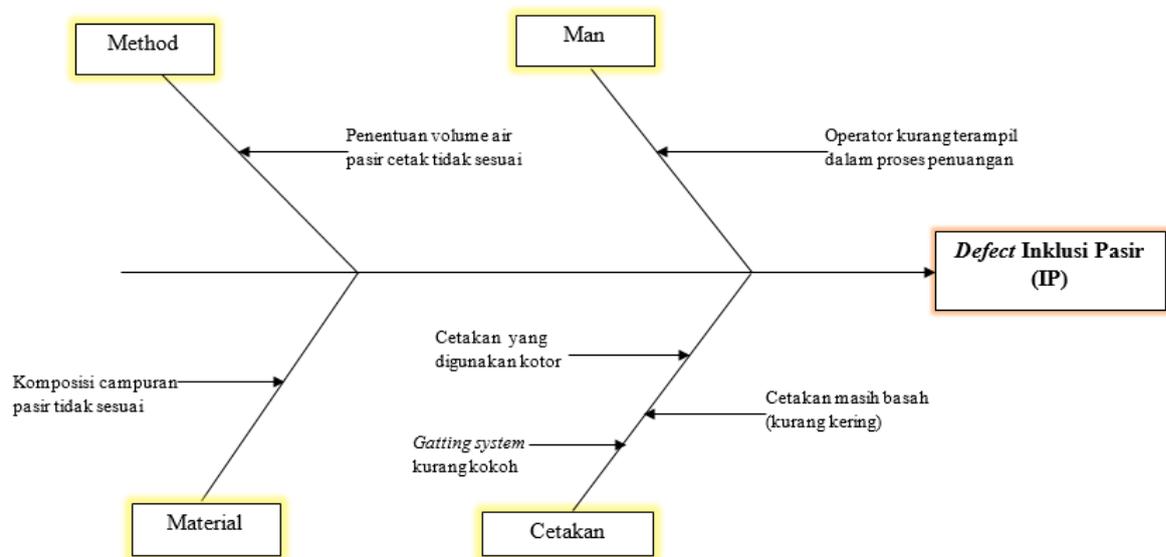
Berdasarkan gambar 8, diketahui nilai DPMO tertinggi terjadi pada bulan Juli 2017 yaitu sebesar 5896,23 dan DPMO terendah terjadi pada bulan Desember 2018 yaitu sebesar 359,38. Berdasarkan gambar 7, nilai sigma tertinggi terjadi pada bulan Desember 2018 yaitu sebesar 4,8823 dan nilai sigma terendah terjadi pada bulan Juli 2017 yaitu sebesar 4,0183. Nilai sigma rata-rata sebesar 4,35 yang mengindikasikan proses produksi *shoulder* masih kurang dari 6-sigma.

3.3 Analyze

a. Pareto Diagram

Pareto diagram sudah dilampirkan pada pendahuluan pada gambar x.

b. Fishbone Diagram



Gambar 9 Fishbone Diagram

c. Analisis 5 Why's

Tabel 2 Analisis 5 Why's

Cause	Sub-cause	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
<i>Man</i>	Operator kurang terampil dalam proses penuangan	Operator lambat dalam menuang	Pengalaman operator kurang	Operator merupakan pekerja outsource	-	-

Cause	Sub-cause	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
<i>Method</i>	Penentuan volume air pasir cetak rendah	Mesin pengisian air tidak berfungsi dengan baik	Mesin difungsikan secara manual	-	-	-
<i>Cetakan</i>	Cetakan masih basah (kurang kering)	Pasir cetak yang digunakan terlalu basah	Kadar air pasir cetak berlebihan	<i>Sand mixer</i> tidak berfungsi dengan baik (macet)	Pipa air <i>sand mixer</i> macet	Pemeliharaan dan perawatan mesin tidak teratur
	<i>Gatting system</i> kurang kokoh	Adanya bagian <i>gatting system</i> yang rusak	<i>Gatting system</i> sudah aus	Penggunaan <i>gatting system</i> terus menerus	-	-
	Cetakan yang digunakan kotor	Benda asing (pasir/debu) masuk kedalam cetakan	Tidak tersedianya peralatan untuk mengurangi bahan pengotor	-	-	-
<i>Material</i>	Komposisi campuran pasir tidak sesuai	Jumlah pasir, coaldust, bentonit tidak sesuai	Tidak dilakukan pengukuran ulang terhadap komposisi material	-	-	-

d. Analisis FMEA

Tabel 3 FMEA

No	Faktor	Mode Kegagalan	Akibat Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan Potensial	O	Metode Deteksi	D	RPN
1	<i>Man</i>	Operator kurang terampil dalam proses penuangan	Proses penuangan menjadi lambat sehingga berpengaruh terhadap hasil produk	4	Operator merupakan pekerja tetap (outsourc	6	Visual	5	120
2	<i>Method</i>	Penentuan volume air pasir cetak rendah	Operator menjalankan mesin secara manual dengan mengira-ngira kadar air yang dibutuhkan	6	Mesin difungsikan secara manual	7	Visual	7	294
	<i>Cetakan</i>	Cetakan masih basah (kurang kering)	Kadar air yang diberikan tidak sesuai komposisi akibat mesin tidak berfungsi baik	5	Pemeliharaan dan perawatan mesin tidak teratur	5	Visual	7	175

Tabel 3 FMEA

No	Faktor	Mode Kegagalan	Akibat Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan Potensial	O	Metode Deteksi	D	RPN
3		<i>Gatting system</i> kurang kokoh	Terjadinya hambatan aliran coran saat penuangan	5	Penggunaan <i>gatting system</i> yang sudah aus	6	Visual	5	150
		Cetakan yang digunakan kotor	Mempengaruhi kualitas hasil coran produk berupa terdapatnya pasir/benda asing lainnya	5	Tidak tersedianya peralatan untuk mengurangi bahan pengotor	5	Visual	5	125
4	<i>Material</i>	Komposisi campuran pasir tidak sesuai	Komposisi yang tidak sesuai akan mempengaruhi kualitas dan ketahanan produk	6	Tidak dilakukan pengukuran ulang terhadap komposisi material	5	Visual	4	120

3.4 Improve

a. Rancangan Usulan *Alarm Display* Terhadap Akar Penyebab *Defect* Inklusi Pasir Prioritas 1

Tabel 4 Rancangan Usulan *Alarm Display*

What	<i>Alarm display</i> yang dibuat berdasarkan waktu dimana waktu yang tentukan menjadi tanda peringatan untuk menentukan volume air yang pas
Where	Pada mesin pengisian air
When	Pada saat produksi
Who	Operator <i>control room</i>
Why	Agar dapat meminimasi terjadinya produk <i>defect</i> karena penyebab kadar air cetakan yang tidak sesuai
How	Pembuatan <i>alarm display</i> menggunakan pendekatann <i>Poka-yoke</i>

b. Rancangan Usulan *Preventive Maintenance* Terhadap Akar Penyebab *Defect* Inklusi Pasir Prioritas 2

Tabel 5 Rancangan Usulan Penjadwalan Pemeliharaan dan Pengecekan Pipa Air Mesin Sand Mixer

What	Penjadwalan pemeliharaan dan pengecekan pipa air mesin <i>sand mixer</i>
Where	Pada mesin <i>sand mixer</i>
When	Pada interval waktu tertentu
Who	Operator <i>maintenance</i>
Why	Agar dapat menghindari penggunaan cetakan yang tidak sempurna akibat mesin <i>sand mixer</i> yang rusak/macet yang dapat menyebabkan terjadinya <i>defect</i>
How	Pembuatan jadwal pemeliharaan dan pengecekan pipa air mesin <i>sand mixer</i> berdasarkan data historis kerusakan pipa air mesin <i>sand mixer</i> . Perhitungan penjadwalan dilakukan dengan menggunakan <i>software</i> Minitab 18 dan AvSim+9.0.

c. Rancangan Usulan Display Visual Terhadap Akar Penyebab *Defect* Inklusi Pasir Prioritas 3

Tabel 6 Rancangan Usulan Display Visual

What	<i>Display visual</i> sebagai informasi melakukan pengecekan <i>gating system</i> sebelum digunakan
Where	Pada stasiun kerja pencetakan
When	Sebelum melakukan <i>setting tools</i>
Who	Operator pencetakan
Why	Agar dapat menghindari penggunaan <i>gating system</i> yang sudah aus/ tidak layak pakai
How	Pembuatan <i>display visual</i> peringatan untuk melakukan pengecekan karena penggunaan <i>gating system</i> yang tidak layak akan berpengaruh terhadap kualitas produk

4. Kesimpulan

Tabel 7 Kesimpulan

Faktor	Penyebab	Usulan
<i>Method</i>	Penentuan volume air rendah	Membuat <i>alarm display</i> perhitungan waktu
Cetakan	Cetakan masih basah (kurang kering)	Pengadaan pemeliharaan dan pengecekan mesin sand mixer
	<i>Gating system</i> kurang kokoh	Membuat display visual sebagai pengingat untuk mengecek <i>gating system</i> sebelum digunakan

Daftar Pustaka

- [1] Montgomery, Douglas C. (2013). *Introduction to Statistical Quality Control 7th Edition*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- [2] Iridiastadi, Hardianto. & Yassierli. (2014). *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya Offset.
- [3] Charron, R., Harrington, H. J., Voehl, F., & Wiggin, H. (2015). *The Lean Management Systems Handbook*. New York: CRC Press.
- [4] Franchetti, Matthew John. (2015). *Lean Six Sigma for Engineers and Managers: With Applied Case Studies*. Boca Raton: CRC Press.
- [5] 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.
- [6] Patel, S. 2016. *The Tactical Guide to Six Sigma Iplementation*. New York: Taylor & Francis Group
- [7] Zhan, Wei, Xuru Ding. 2016. *Engineering Management Collection: Lean Six Sigma and Statistical Tools for Engineers and Engineering Managers*. New Yok: Momentum Press.
- [8] Heizer, Jay, dkk. 2017. *Operation Management Sustainability and Supply Chain Management, Twelfth Edition*. United Statas of America: Pearson Education Inc.
- [9] Suprpto, Wahyono.2017. *Teknologi Pengecoran Logam*. Malang: Universitas Brawijaya Press.