



Pengurangan Waktu Proses Pembuatan Produk Support Idler Dengan Mengurangi Defect Menggunakan Metode Quality Control Cycle Di PT. Metal Castindo Industritama

Reducing Production Process Time for Support Idler Products by Reducing Defects Using the Quality Control Cycle Method at PT. Metal Castindo Industritama

P. D. Setyawan^{1*}, I. M. Mara², A. A. Permadi³

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Manasaja, Jl. Majapahit no. 62, Mataram, NTB, 83125, Indonesia. HP. 082339163863

E-mail: achmarief231@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received 7 Juni 2023

Accepted 11 Juli 2023

Available online 01 October 2023

Keywords:

Sand casting

Supplier

Defect

Quality control cycle

SOP

ABSTRACT

PT. Metal Castindo Industritama is a manufacturing company that was founded in 2002 which is engaged in foundry or casting and is one of the suppliers of PT. Komatsu Indonesia. PT. Metal Castindo Industritama supplies 6 component products from excavators and bulldozers, one of which is the RH/LH Support idler. It was recorded that demand support idler RH/LH from June to July 2022 had increased from 200 pcs to 420 pcs (110%) but in July the demand was only fulfilled around 372 pcs or 88% of the specified demand. The results of the identification are one of the causes of this happening because there is a defect in the casting results which makes the process time for making RH/LH idler support products increase and makes product supply late. This research is expected to provide benefits in the production sector by reducing defects in casting results so that the production process time of RH/LH support idler products can be reduced. The method used is the quality control cycle method to find out the root of the problems that occur and produce corrective steps. This method also produces a standard or Standard Operating Procedure (SOP) for working on RH/LH support idler products with the aim of preventing the same problem from happening again. The result of this improvement is knowing that the main factor for the occurrence of defects is that the coating used is not suitable, so it is necessary to replace the coating used so that the casting results get better. This good casting result reduces the repair-welding or pre-finishing process time by 33% from 45 minutes to 15 minutes processing time.



1. PENDAHULUAN

PT. Metal Castindo Industritama merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang berdiri sejak tahun 2002 yang bergerak di bidang pengecoran atau *casting*, mempunyai visi misi untuk menciptakan produk yang inovatif dan berkualitas tinggi. PT. MCI menjadi salah satu supplier dari PT. Komatsu dimana setiap bulannya PT. MCI harus memenuhi permintaan atau *demand* dari PT. Komatsu yang telah disepakati. *Support idler RH/LH* merupakan salah satu komponen dari bulldozer yang menjadi *demand* dari PT. Komatsu kepada PT. MCI. Tercatat *demand support idler RH/LH* pada bulan juni ke juli 2022 mengalami kenaikan dari 200 pcs menjadi 420 pcs (110 %) tetapi pada bulan juli *demand* hanya terpenuhi sekitar 372 pcs atau 88 % dari *demand* yang ditentukan. Berdasarkan hasil identifikasi awal oleh PT. MCI, salah satu penyebab terjadinya hal ini dikarenakan terdapat *defect* pada hasil *casting* yang membuat waktu proses pembuatan produk *support idler RH/LH* bertambah dan membuat *supply* produk terlambat sehingga *demand* yang telah disepakati tidak tercapai.

Untuk menjaga kepercayaan *customer* terhadap perusahaan, maka PT. MCI perlu melakukan perbaikan supaya *demand* yang telah disepakati dengan PT. Komatsu bisa terpenuhi dengan mengurangi waktu proses produksi salah satunya dengan menghilangkan *defect* yang terjadi. Untuk menyelesaikan masalah ini perusahaan menggunakan metode *Quality Control Circle (QCC)*. Metode *QCC* atau Pengendalian kualitas bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mencari solusi atas masalah yang timbul seperti ketidaksesuaian atau penyimpangan dari standar kualitas produk yang telah ditetapkan. Metode ini sangat efektif untuk mengurangi jumlah produk cacat atau *defect*, karena fokus pada perbaikan, pengurangan kesalahan, dan meminimalkan produk cacat. Dengan metode diatas, perusahaan dapat melakukan upaya untuk mengurangi waktu proses pembuatan produk *support idler RH/LH* dengan mengurangi *defect* terhadap produk sehingga *demand* yang telah ditentukan dari PT. Komatsu bisa dipenuhi oleh PT. MCI selaku *supplier*.

1.2 Metode *quality control circle*

Quality Control Circle merupakan kegiatan untuk meningkatkan mutu dan produktivitas serta kinerja suatu satuan kerja baik di dunia usaha sehingga dapat mencapai tujuan secara optimal. *Quality Control Circle* disebut juga gugus kendali mutu dimana sekelompok kecil staf bekerjasama untuk berkontribusi pada peningkatan perusahaan, untuk menghormati kemanusiaan dan membangun kelompok kerja ceria melalui pengembangan potensi staf yang tak terbatas (Wahyu, 2017; Haryadi, 2018)

Quality Control Circle merupakan suatu pendekatan yang sering dipakai oleh perusahaan-perusahaan dalam melakukan perbaikan kualitas produk dengan siklus PDCA yang merupakan kepanjangan dari *Plan-Do-Check-Action*. Diperkenalkan oleh W.E Deming dan W.A Shewhart, seorang pakar kualitas ternama yang berasal dari Amerika Serikat, sehingga PDCA dikenal juga dengan siklus *Deming* atau pengendalian. Siklus PDCA ini pada dasarnya digunakan untuk mengetes dan mengimplementasikan perubahan-perubahan untuk memperbaiki kinerja produk, proses atau sistem dimasa yang akan datang (Haryadi, 2018).

PDCA sendiri memiliki pengertian sebagai berikut:

1. Mengembangkan rencana (*Plan*)
Melakukan perencanaan spesifikasi, menetapkan spesifikasi atau standar kualitas yang baik, memberi pengertian terhadap staf akan pentingnya menjaga suatu kualitas produk. Pengendalian produk dilakukan secara terus-menerus dan berkaitan satu sama lain.
2. Melaksanakan rencana (*Do*)
Rencana yang telah disusun dengan baik diimplementasikan secara bertahap, mulai dari skala kecil dan pembagian tugas secara merata sesuai dengan kapasitas dan kemampuan dari masing-masing personil. Pelaksanaan pengendalian mutu dilaksanakan sesuai rencana agar tepat sasaran.
3. Memeriksa atau meneliti hasil yang dicapai (*Check*)
Melakukan pemeriksaan dan meneliti merujuk pada penetapan yang dilakukan apakah perbaikan yang dilakukan tepat sasaran dan dijalur yang sesuai dengan rencana serta memantau kemajuan perbaikan yang telah direncanakan. Melakukan perbandingan terhadap hasil produk dengan standar yang telah ditetapkan. Melakukan analisa terhadap kegagalan apabila diperoleh data kegagalan dari hasil penelitian.
4. Melakukan tindakan penyesuaian bila diperlukan (*Action*)
Melakukan tindakan penyesuaian apabila dirasa perlu berdasarkan hasil analisis yang dilakukan. Penyesuaian ini terkait dengan standarisasi prosedur baru yang berguna menghindari masalah yang sama terjadi kembali serta menetapkan sasaran baru untuk perbaikan selanjutnya (Haryadi, 2018).

Dalam mengimplementasikan perancangan, pengendalian dan pengembangan kualitas perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mendefinisikan karakteristik (atribut) kualitas.
2. Menentukan bagaimana cara mengukur setiap karakteristik.
3. Menetapkan standar kualitas.
4. Menetapkan program inspeksi.
5. Mencari dan memperbaiki penyebab kualitas yang rendah.

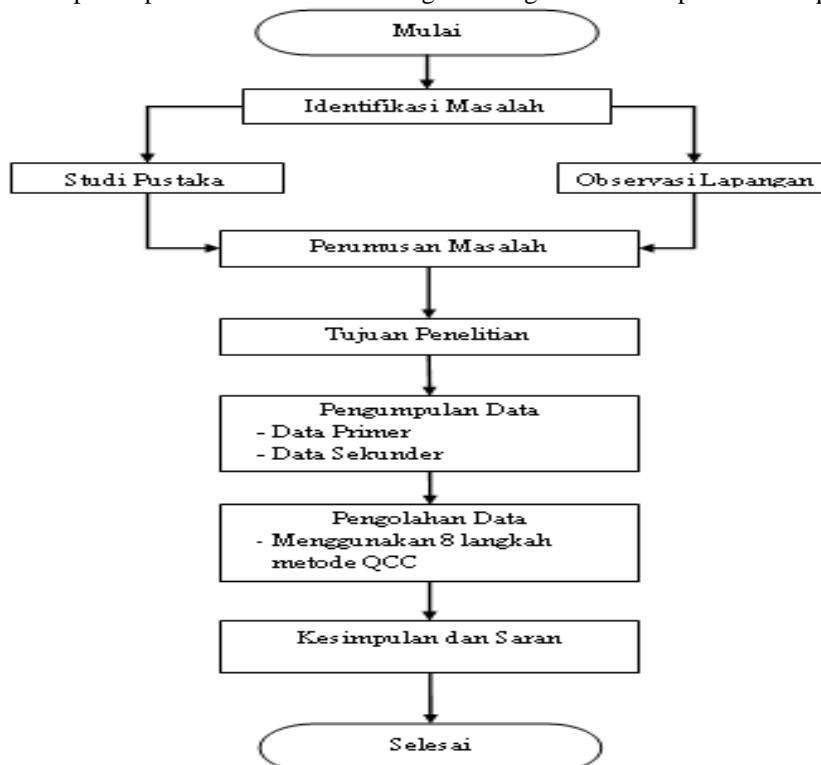
6. Terus-menerus melakukan perbaikan.

Yang kemudian dalam perkembangannya dikenal dengan delapan langkah perbaikan kualitas. Adapun delapan langkah perbaikan kualitas adalah sebagai berikut:

1. Menentukan tema masalah.
2. Menyajikan data dan fakta.
3. Menentukan penyebab
4. Merencanakan perbaikan.
5. Melaksanakan perbaikan.
6. Memeriksa hasil perbaikan.
7. Standarisasi.
8. Merencanakan langkah berikutnya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian studi kasus dengan kerangka berfikir seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir Penelitian

2.1 Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan di PT. Metal Castindo Industritama yang merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang pengecoran. PT. MCI merupakan salah satu *supplier* dari PT. Komatsu dengan produk yang dihasilkan adalah *support idler RH/LH*. Penelitian ini dilakukan di bagian produksi sehingga dapat mengetahui proses dari awal sampai produk siap dikirim. Penelitian ini dilakukan pada Agustus 2022 sampai dengan November 2022.

2.2 Tahapan identifikasi awal

Penelitian ini dilakukan dilatarbelakangi dengan masalah yang terjadi di lapangan. Tahapan identifikasi awal ini bertujuan untuk mengenal terlebih dahulu gambaran dari masalah yang terjadi dengan tepat dan benar dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan yang ada. Dengan tahap ini, penulis dapat merumuskan masalah yang kemudian dituangkan ke dalam pokok pikiran penulisan laporan penelitian ini.

2.3 Metode pengumpulan data

Pada metode pengumpulan data menjelaskan terkait teknik pengumpulan data yang digunakan dan jenis data yang diperoleh.

2.3.1 Teknik pengumpulan data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Observasi atau pengamatan
Metode observasi atau pengamatan merupakan pengumpulan data secara langsung terhadap objek penelitian dilapangan. Metode ini digunakan dengan tujuan dapat memahami permasalahan yang terjadi secara langsung serta dapat mengetahui titik-titik kritis dalam proses produksi yang dilakukan di lapangan.
2. Wawancara
Wawancara adalah pengumpulan data yang dilakukan dengan berinteraksi langsung dengan pihak-pihak yang terkait dengan objek penelitian seperti operator, kepala regu dan manajer produksi.

2.3.2 Jenis data

Jenis data yang diperoleh baik secara langsung ataupun tidak langsung yang menunjang dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data primer
Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari pihak-pihak terkait di bagian produksi. Data tersebut antara lain data produksi dan *check sheet*.
2. Data sekunder
Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung dari pihak lain. Data tersebut antara lain data yang diperoleh dari dokumen-dokumen atau berupa literatur dari jurnal yang menunjang penelitian.

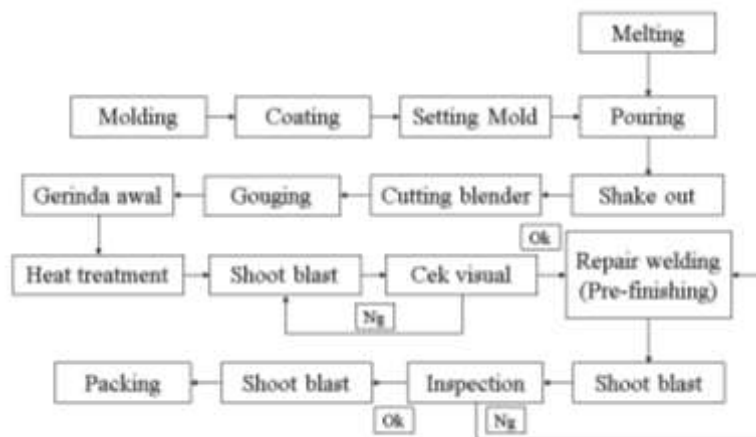
2.4 Pengolahan data

Dalam pengolahan data, peneliti menggunakan metode QCC (*Quality Control Circle*) sehingga untuk pengolahan data berdasarkan 8 langkah sebagai berikut:

1. Menentukan tema masalah.
2. Menyajikan data dan fakta.
3. Menentukan penyebab
4. Merencanakan perbaikan.
5. Melaksanakan perbaikan.
6. Memeriksa hasil perbaikan.
7. Standarisasi.
8. Merencanakan langkah berikutnya.

2.5 Proses produksi *support idler RH/LH*

Support idler RH/LH merupakan salah satu produk utama dari PT. Metal Castindo Industritama yang disuplai ke PT. Komatsu Indonesia. Untuk pembuatan produk ini memiliki alur yang panjang sebagai berikut :

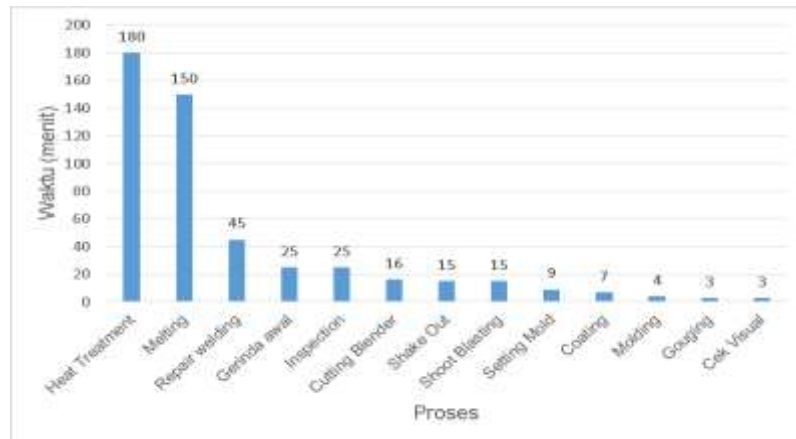


Gambar 3.2 Proses produksi *support RH/LH*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

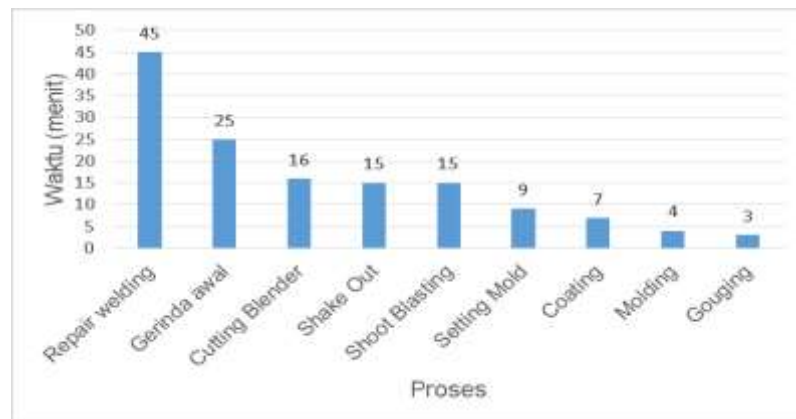
3.1 Menentukan tema

Berdasarkan waktu proses pembuatan produk, tema yang ditentukan adalah mengurangi waktu proses produksi pembuatan produk *support idler RH/LH*.



Gambar 3.1 Grafik waktu proses produksi *support idler RH/LH*

Berdasarkan gambar 3.1 grafik waktu proses produksi *support idler RH/LH* dan hasil dari diskusi dengan perusahaan, langkah perbaikan dapat dilakukan pada proses dibawah ini:



Gambar 3.2 Grafik waktu proses produksi *support idler RH/LH*

Berdasarkan gambar 3.2 grafik waktu proses produksi *support idler RH/LH* maka dapat dilihat bahwa proses *repair-welding* atau *pre-finishing* merupakan proses yang membutuhkan waktu paling lama yaitu 45 menit sehingga hal ini perlu dilakukan perbaikan dengan tujuan mengurangi waktu proses produksi dari pembuatan produk *support idler RH/LH* sehingga waktu proses produksi dapat menurun.

3.2 Menyajikan data dan fakta

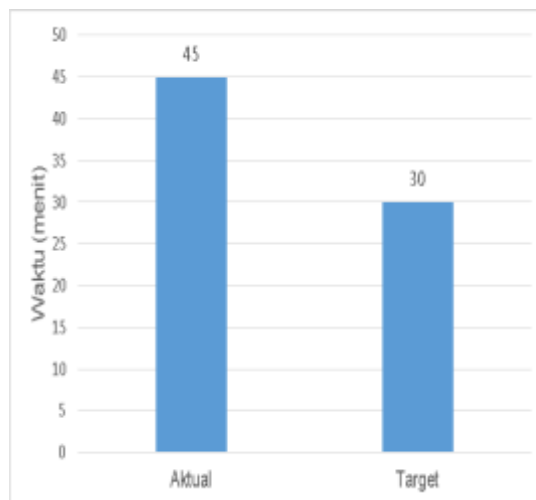
Berdasarkan hasil analisa kondisi di lapangan, ditemukan pada proses *repair-welding* atau proses *pre-finishing* ditemukan *defect sintering* atau *fusion* pada produk yang dihasilkan seperti gambar dibawah ini :



Gambar 3.3 *Sintering / fusion*

Dengan *defect* tersebut membuat proses *repair-welding* menjadi lebih lama yaitu 45 menit. Setelah mengetahui hal tersebut maka selanjutnya kita dapat menentukan target yang harus dicapai untuk mengurangi waktu

proses pembuatan atau *cycle time* produk *support idler RH/LH* pada proses *repair-welding* ini. Target yang ditetapkan yaitu:





Gambar 3.4 Grafik target *improvement*

3.3 Menentukan penyebab

Berdasarkan proses pembuatan pada item Support RH/LH maka perlu dilakukan analisis dibagian *sand*, *molding*, *coating* dan *pouring* dimana ke empat hal ini merupakan faktor yang mempengaruhi hasil *casting* pada pembuatan item *Support RH/LH*.

Hasil pengesanan bisa dilihat dalam *Fault-Tree Analysis* sebagai berikut :

	<u>Factor</u>	<u>Standard</u>	<u>Actual</u>	<u>Judgement</u>	
 Sand and Molding	L.O.I	2.5 % Max	2.1 %	✓	
	Water Content	0.5 % Max	0.1 %	✓	
	Grain Size of Sand	38 - 45 AFS	41 AFS	✓	
	Sand Comp. Strength	2 - 25 Kg/cm ²	13 - 21 Kg/cm ²	✓	
	Mold Making	Good Compaction	Good Compaction	✓	
	Core Making	Good Compaction	Good Compaction	✓	
	Coating Layer	Double coating	Double coating	⚠ 1	
	Setting Mold	No Friction	No Friction	✓	
	 Pouring	Pouring Temperature	1600 - 1620 °C	1618 °C	✓
		Pouring Time	15 second	15 second	✓
Pouring Method		1 x Pouring	1 x Pouring	✓	

Gambar 3.5 *Fault-tree analysis*

Untuk *coating* disini ditandai dengan segitiga merah yang berarti sebagai indikasi atau masalah yang terjadi pada *molding support idler RH/LH* dikarenakan hasil dari *coatingan* menggunakan Isomol 330-Fb mengalami *sintering*, hal ini dikarenakan *coating* yang digunakan tidak mampu menahan panas dari cairan coran yang membuat pasir pada *mold* rontok dan menempel pada hasil *casting*. Berdasarkan situasi tersebut di PT. Metal Castindo Industritama sendiri mempunyai *coating* lain yang digunakan pada produk lain yaitu Isomol 330-Be dimana

mempunyai kualitas yang lebih baik dari pada Isomol 330-Fb karena berdasarkan data produk Isomol 330-Be memiliki kandungan Zirconium silicate yang mempunyai sifat tahan terhadap temperature tinggi dan korosi lebih banyak dibandingkan Isomol 330-Fb.

3.4 Merencanakan perbaikan

Berdasarkan hasil analisis, langkah untuk perbaikan adalah mengganti *coating* yang digunakan dengan *coating* yang lebih sesuai. Di PT. Metal Castindo Industritama *coating* yang tersedia selain Isomol 330-Fb adalah Isomol 330-Be, maka dari itu proses *coating* akan dilakukan menggunakan Isomol 330-BE dengan harapan bisa lebih sesuai dengan produk *support idler RH/LH*.



Gambar 3.6 Isomol 330-Fb dan Isomol 330-Be

3.5 Melaksanakan perbaikan

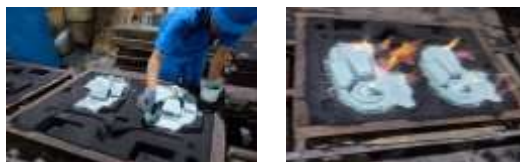
Langkah perbaikan atau penanggulangan yaitu menggunakan *coating* Isomol 330-Be dengan metode dua kali *coating*. Perbaikan ini diharapkan dapat menghasilkan *coating* yang lebih baik. Berikut prosedur untuk langkah *coating* yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Bersihkan *mold* dari pasir dan debu yang berada diatas *mold* .



Gambar 3.7 Molding support idler RH

2. Lakukan *coating* menggunakan isomol 330-Be pada *mold* atas dan bawah secara menyeluruh dan kemudian bakar cairan *coating* yang digunakan..



Gambar 3.8 Proses *coating*

3. Setelah hasil *coating* pertama kering , lakukan *coating* kedua menggunakan Isomol 330-BE kemudian bakar coatingan yang kedua.



Gambar 3.9 Proses *coating* kedua

4. Perhatikan ketebalan dan kerataan *coating* di area yang dilingkari merah dan pastikan hasil *coating* kering menyeluruh.



Gambar 3.10 Hasil *coating*

3.6 Memeriksa hasil perbaikan

Dari langkah perbaikan dilakukan pemeriksaan terhadap hasil *casting* dari *support idler RH/LH*. Hasil pemeriksaan dilakukan setelah proses *shootblast* guna menghilangkan kerak - kerak yang menempel dipermukaan hasil *casting* setelah keluar dari proses *heat treatment*. Adapaun hasil *casting* dapat dilihat digambar dibawah ini :



Gambar 3.11 Hasil *casting* setelah langkah perbaikan

Dari hasil *casting* pada gambar 3.11 didapat permukaan memiliki kehalusan yang baik dan tidak ada pasir yang menempel pada permukaan hasil *casting*. Berikut adalah tabel hasil perhitungan waktu pengerjaan pada proses *repair-welding* setelah dilakukannya perbaikan:

Tabel 3.1 Waktu pengerjaan setelah perbaikan

No.	Produk	Waktu (menit)
1	<i>Support idler 1</i>	28.14
2	<i>Support idler 2</i>	31.09
3	<i>Support idler 3</i>	30.21
4	<i>Support idler 4</i>	30.11
5	<i>Support idler 5</i>	32.37
Rata – rata		30.38

Berdasarkan tabel 3.1 waktu pengerjaan pada proses *repair-welding* setelah perbaikan mempunyai rata-rata 30.38 menit. Berdasarkan hasil ini, waktu pengerjaan turun 33 % dari waktu awal yaitu 45 menit. Hasil ini sesuai dengan target yang telah ditentukan.

3.7 Standarisasi

Langkah perbaikan yang telah dilakukan mendapatkan hasil yang baik, maka selanjutnya perlu dilakukan pembuatan standar. Untuk kasus ini dibuatkan *work instruction* mengenai *procedure coating* untuk item *support idler RH/LH* yang diharapkan bisa membantu dalam mencegah terjadinya *sintering / fusion* kembali pada item *Support idler RH/LH*. Adapun *work instruction* yang telah dibuat dan disetujui oleh *General Manager* dari PT. Metal Castindo Industritama sebagai berikut:



Gambar 3.12 *Work instruction coating support RH/LH*

3.8 Merencanakan langkah berikutnya

Berdasarkan gambar 3.2 grafik waktu proses produkis *support idler RH/LH*, rencana yang akan datang bisa melakukan pengurangan waktu pada proses *grinding* awal. Langkah selanjutnya juga dapat dilakukan dengan mempertimbangkan produk lain yang perlu dilakukan perbaikan seperti produk *shoe, bracket, yoke* dan *cap yoke*.

Perbaikan pada produk harus tetap memperhatikan aspek *safety, law, quality, delivery, cost* dan *environment* agar perbaikan yang dilakukan tepat sasaran.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya, maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis yang dilakukan diketahui bahwa defect yang terjadi adalah sintering / fusion. Faktor utama terjadinya defect ini yaitu pemakaian coating yang digunakan pada mold tidak sesuai, coating yang digunakan memiliki kandungan Zirconium silicate yang tidak cukup untuk menahan panas pada mold support idler. Hal ini menyebabkan hasil casting mengalami defect dan dibutuhkan waktu lebih untuk membersihkan pasir yang menempel pada proses repair-welding.
2. Langkah perbaikan yang dilakukan adalah mengganti coating yang digunakan, dimana awalnya menggunakan Isomol 330-Fb diganti menjadi Isomol 330-Be. Dengan hasil casting yang lebih baik maka waktu yang dibutuhkan pada proses repair-welding atau pre-finishing berkurang 33 %. Langkah perbaikan ini dibuatkan Work Instructure agar bisa menjadi standar pengerjaan coating pada mold support idler dan menjadi langkah pencegahan supaya masalah yang sama tidak terjadi kembali.
3. Dengan metode quality control circle, PT. Metal Castindo Industritama dapat mengetahui masalah yang terjadi, faktor utama penyebab terjadinya masalah dan langkah perbaikan yang dilakukan serta langkah pencegahan supaya masalah yang sama tidak terjadi kembali.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan. Yang kedua penulis mengucapkan terimakasih kepada Dosen Pembimbing yang membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian dan paper ini. Yang ke tiga penulis mengapresiasi PT. Metal Castindo Industritama di Jawa Barat atas fasilitas yang dipergunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfauzan, M. I. (2021). *Analisa Proses Pengecoran Motor Short menggunakan Aplikasi Procast*. [Skripsi, Institut Teknologi Nasional Bandung]. Repositori Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Bhirawa, W., T. (2015). Proses Pengecoran Logam Dengan Menggunakan Sand Casting. *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 4 No. 1.
- Dieter, G. E. (1987). *Metallurgi Mekanik: Jilid 1*. Erlangga.
- Haryadi. (2018). *Analisa Pengendalian Kualitas untuk Mengurangi Jumlah Cacat Produk Dari Proses Cutting dengan Metode Quality Control Circle (QCC) Pada PT. Toyota Boshoku Indonesia (TBINA)*. [Skripsi, Universitas Mercu Buana]. Repositori Universitas Mercu Buana.
- Jordi, M., Yudo, H., & Jokosiswono, S. (2017). Analisa Pengaruh *Quenching* Dengan Media Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja ST 36 Dengan Pengelasan SMAW. *Jurnal Teknik Perkapalan*, Vol. 5 No. 1.
- Kusuma, D. A., Talitha, T., & Setyaningrum, R. (2015). Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Jumlah Cacat Produk Dengan Metode Quality Control Circle (QCC) Pada PT. Restomart Cipta Usaha Semarang. *Jurnal Online Teknik Industri Universitas Dian Nuswantoro*, Vol. 1 No. 1. <https://core.ac.uk/download/pdf/35382963.pdf>
- Nasution, A. Y., Yulianto, S., & Ikhsan, N. (2018). Implementasi Metode Quality Control Circle Untuk Peningkatan Kapasitas Produksi Propeller Shaft Di PT. XYZ. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. ISSN: 2088-9038, e-ISSN: 2549-9645
- PT. Metal Catindo Industritama. (2018). Profil PT. Metinca Prima Industrial Works. <https://www.metinca-prima.com/profile> [diakses pada 5 maret, 2023].
- Rawabdeh, H. (2005). A model for the assessment of waste in job shop environments. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol.25 No. 8, Hal. 800-822.
- Schroeder, R. G. (2007). *Operations Management: Contemporary Concepts and Cases, 3rd ed.* Singapore: McGraw Hill.
- SteelJIS: Japanese Steels and Alloys (2018). SC450. http://steeljis.com/jis_steel_datasheet.php?name_id=199 [diakses pada 6 Maret, 2023].
- Sulaeman. (2018). Analisa Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Produk Cacat Speedometer Mobil Dengan Menggunakan Metode QCC Di PT. INS. *Jurnal PASTI*, Vol. 8 No. 1, Hal.71-95.
- Vietnam Cast Iron. (2020). 5 types of sand casting defects and how to prevent. <https://vietnamcastiron.com/sand-casting-defects/> [diakses pada 12 Mei, 2023].

Dinamika Teknik Mesin. Setyawan dkk.: *Pengurangan Waktu Proses Pembuatan Produk Support Idler Dengan Mengurangi Defect Menggunakan Metode Quality Control Cycle Di PT. Metal Castindo Industritama*

Vietnam Cast Iron. (2020). 5 types of sand casting defects and how to prevent. <https://vietnamcastiron.com/sand-casting-defects/> [diakses pada 12 Mei, 2023].

Wahyu, W. (2017). Penerapan Quality Control Circle Pada Proses Produksi Wafer Guna Mengurangi Cacat Produksi. *JURNAL FATEKSA: Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, Vol. 2 No.1

Yulianto, A. T. (2018). *Meminimalkan Return Customer Dengan Metode Quality Control Circle Dan Quality Loss Funtion*. [Skripsi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo]. Repositori Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.