

**ANALISIS PROSES PENGECORAN LOGAM
MENGUNAKAN METODE *SIX SIGMA* DAN *FAILURE
MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)* UNTUK
MENGURANGI *DEFFECT* PADA PT. ANEKA ADHILOGAM
KARYA**

LAPORAN TUGAS AKHIR

LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT
MEMPEROLEH GELAR SARJANA STATA SATU (S1) PADA PROGRAM
STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNOLOHI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG



DISUSUN OLEH :

FAJAR ADIAR PUTRA

31601601276

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

**ANALYSIS OF THE METAL CASTING PROCESS USING SIX
SIGMA AND FAILURE MODE AND ANALYSIS (FMEA)
METHODS TO REDUCE DEFFECT AT PT. ANEKA
ADHILOGAM KARYA**

FINAL REPORT

*Proposed to completed the requirement to obtain a bachelor's degree (S1) at
Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Technology, Universitas
Islam Sultan Agung*



Arranged By:

FAJAR ADIAR PUTRA

31601601276

**DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**ANALISIS PROSES PENGECORAN LOGAM MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) UNTUK MENGURANGI DEFFECT PADA PT. ANEKA ADHILOGAM KARYA**” ini disusun oleh:

Nama : Fajar Adiar Putra

NIM :31601601276

Program Studi : Teknik Industri

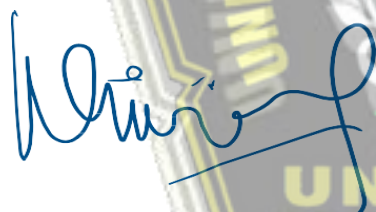
Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada:

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II



Wiwiek Fatmawati, S.T., M.Eng

Irwan Sukendar, ST, MT, IPM, ASEAN.Eng

NIDN: 0622107401

NIDN: 0005036501

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri



Nuzulia Khoiriyah
2021.08.20

14:18:24 +07'00'

Nuzulia Khoiriyah, ST, MT

NIDN: 0624057901

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**ANALISIS PROSES PENGECORAN LOGAM MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA* DAN *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) UNTUK MENGURANGI *DEFFECT* PADA PT. ANEKA ADHILOGAM KARYA**” ini telah dipertahankan didepan dosen penguji Tugas Akhir pada:

Hari :

Tanggal :

TIM PENGUJI

Anggota I

Akhmad Syakhroni, ST, M.Eng

NIDN: 0616037601

Anggota II

Rieska Ernawati, ST, MT

NIDN: 0606099201

Ketua Penguji,

Digitally signed
by Brav Deva
Bernadhi
Date: 2021.08.05
11:41:12 +07'00'

Brav Deva Bernadhi, ST, MT

NIDN: 0630128601

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fajar Adiar Putra
NIM : 31601601276
Judul Tugas Akhir : ANALISIS PROSES PENGECORAN LOGAM
MENGUNAKAN METODE *SIX SIGMA* DAN
FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS
(FMEA) UNTUK MENGURANGI *DEFFECT*
PADA PT. ANEKA ADHILOGAM KARYA

Dengan bahwa ini saya menyatakan bahwa judul dan isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) Teknik Industri tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa judul tugas akhir tersebut pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar penuh tanggung jawab.

Semarang, 15 Agustus 2021



Fajar Adiar Putra

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN UNGGAH KARYA ILMIAH	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	i
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Landasan Teori	14
2.2.1 Sistem Manajemen Pengendalian Kualitas	14
2.2.2 Six Sigma.....	15
2.2.2.1 Perhitungan Dengan Metode DMAIC	25
2.2.3 Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	27
2.3 Hipotesa dan Kerangka Teoritis.....	36
2.3.1 Hipotesa	36
2.3.2 Kerangka Teoritis	37
BAB III.....	39
3.1 Obyek Penelitian	39

3.2	Teknik Pengumpulan Data	39
3.3	Pengujian Hipotesa	40
3.4	Metode Analisis	43
3.5	Pembahasan.....	44
3.6	Penarikan Kesimpulan	44
3.7	Diagram Alir.....	44
BAB IV		46
4.1	Gambaran Umum Perusahaan PT. Aneka Adhilogam Karya	46
4.2	Pengolahan Data	47
4.2.1	Mendefinisikan (<i>Define</i>)	47
4.2.2	Mengukur (<i>Measure</i>)	52
4.2.3	Menganalisis (<i>Analyze</i>)	56
4.2.4	Perbaikan (<i>Improve</i>)	60
4.2.5	Mengendalikan (<i>Control</i>).....	72
4.3	Analisa dan Interpretasi.....	72
4.4	Pembuktian Hipotesa.....	76
BAB V		77
5.1	Kesimpulan.....	77
5.2	Saran	78
DAFTAR PUSTAKA.....		79
F.PROD.QC.07.REV.00.T.03.01.12.....		88

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Kecacatan Produk	2
Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka	9
Tabel 3. 1 Analisis Tingkat Sigma dan DPMO	41
Tabel 4. 1 Tabel SIPOC	48
Tabel 4. 2 Tabel Rekapitulasi Defect	53
Tabel 4. 3 Perhitungan Nilai Sigma	55
Tabel 4. 4 Analisis Jenis Defect	56
Tabel 4. 5 Tabel Penguraian Kecacatan	61
Tabel 4. 6 Tabel Produksi Bulan Juli-Desember	63
Tabel 4. 7 Tabel Perhitungan Sesudah Perbaikan	63
Tabel 4. 8 Proses Kapabilitas	64
Tabel 4. 9 Analisa FMEA	69



DAFTAR GAMBAR

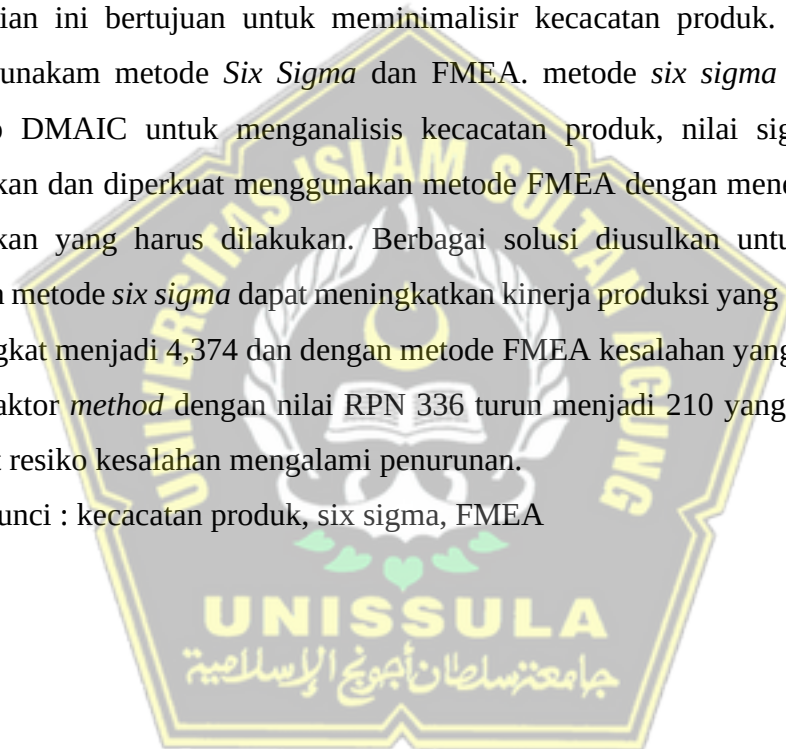
Gambar 2. 1 Gambar six sigma	16
Gambar 2. 2 Gambar six sigma kualitas.....	16
Gambar 2. 3 Diagram sebab akibat	22
Gambar 2. 4 Sigma Kalkulator.....	27
Gambar 2. 5 Cacat Ekor Tikus	30
Gambar 2. 6 Cacat rongga udara	31
Gambar 2. 7 Cacat lubang jarum.....	31
Gambar 2. 8 Penyusutan dalam	31
Gambar 2. 9 Penyusutan luar.....	31
Gambar 2. 10 Rongga penyusutan.....	32
Gambar 2. 11 Rongga gas karena cil.....	32
Gambar 2. 12 Retakan.....	32
Gambar 2. 13 Permukaan kasar.....	33
Gambar 2. 14 Kup terdorong keatas.....	33
Gambar 2. 15 Pelekat	33
Gambar 2. 16 Penyinteran	33
Gambar 2. 17 Penetrasi logam.....	33
Gambar 2. 18 Salah alir.....	34
Gambar 2. 19 Inklusi terak.....	34
Gambar 2. 20 Inklusi pasir	34
Gambar 2. 21 Cil	34
Gambar 2. 22 Cil retak	34
Gambar 2. 23 Membengkak	35
Gambar 2. 24 Pergeseran.....	35
Gambar 2. 25 Perpindahan inti.....	35
Gambar 2. 26 pelenturan	35
Gambar 2. 27 cacat tak nampak	36
Gambar 2. 28 Kerangka Teoritis	38
 Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	 45

Gambar 4. 1 Diagram Presentase Defect.....	48
Gambar 4. 2 Cacat Ekor Tikus	30
Gambar 4. 3 Cacat rongga udara	31
Gambar 4. 4 Cacat lubang jarum	31
Gambar 4. 5 Penyusutan dalam	31
Gambar 4. 6 Penyusutan luar.....	31
Gambar 4. 7 Rongga penyusutan.....	32
Gambar 4. 8 Rongga gas karena cil.....	32
Gambar 4. 9 Retakan	32
Gambar 4. 10 Permukaan kasar.....	33
Gambar 4. 11 Kup terdorong keatas.....	33
Gambar 4. 12 Pelekat.....	33
Gambar 4. 13 Penyinteran	33
Gambar 4. 14 Penetrasi logam.....	33
Gambar 4. 15 Salah alir	34
Gambar 4. 16 Inklusi terak	34
Gambar 4. 17 Inklusi pasir	34
Gambar 4. 18 Cil	34
Gambar 4. 19 Cil retak	34
Gambar 4. 20 Membengkak	35
Gambar 4. 21 Pergeseran.....	35
Gambar 4. 22 Perpindahan inti.....	35
Gambar 4. 23 pelenturan	35
Gambar 4. 24 cacat tak nampak	36
Gambar 4. 25 Fishbone Diagram.....	58

ABSTRAK

Proses pengecoran logam sering terjadi kecacatan produk sehingga perusahaan banyak mengalami kerugian karena mengalami pemborosan, membuang waktu yang menghambat banyak proses produksi. PT. Aneka Adhilogam Karya memiliki berbagai macam kecacatan produk yang menyebabkan turunnya standar kualitas produk, perusahaan menetapkan standar kualitas maksimal produk cacat sebesar 2,5% namun masih banyak melampaui batas maka penelitian ini bertujuan untuk meminimalisir kecacatan produk. Penelitian ini menggunakan metode *Six Sigma* dan FMEA. metode *six sigma* menggunakan konsep DMAIC untuk menganalisis kecacatan produk, nilai sigma, Langkah perbaikan dan diperkuat menggunakan metode FMEA dengan menentukan tindakan perbaikan yang harus dilakukan. Berbagai solusi diusulkan untuk perusahaan dengan metode *six sigma* dapat meningkatkan kinerja produksi yang awalnya 4,246 meningkat menjadi 4,374 dan dengan metode FMEA kesalahan yang sering terjadi pada faktor *method* dengan nilai RPN 336 turun menjadi 210 yang menunjukkan tingkat resiko kesalahan mengalami penurunan.

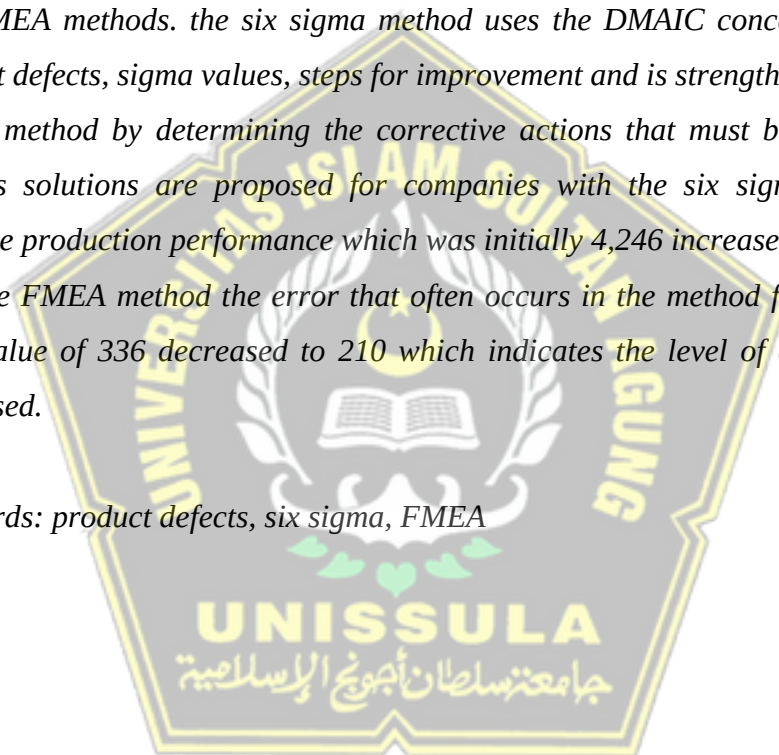
Kata kunci : kecacatan produk, *six sigma*, FMEA



ABSTRACT

The metal casting process often occurs with product defects so that the company suffers a lot of losses due to waste, wasting time which hampers many production processes. PT. Aneka Adhilogam Karya has various kinds of product defects that cause a decrease in product quality standards, the company sets a maximum quality standard for defective products of 2.5% but many still exceed the limit, so this study aims to minimize product defects. This research uses Six Sigma and FMEA methods. the six sigma method uses the DMAIC concept to analyze product defects, sigma values, steps for improvement and is strengthened using the FMEA method by determining the corrective actions that must be carried out. Various solutions are proposed for companies with the six sigma method to increase production performance which was initially 4,246 increased to 4,374 and with the FMEA method the error that often occurs in the method factor with the RPN value of 336 decreased to 210 which indicates the level of error risk has decreased.

Keywords: product defects, six sigma, FMEA



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini dunia industri manufaktur memegang peran penting dalam era pembangunan di Indonesia. Hal tersebut menyebabkan timbulnya berbagai macam persaingan dalam bisnis oleh perusahaan manufaktur yang semakin ketat dan kreatif demi meraih keuntungan dan menjadi tonggak dalam memajukan bangsa.

Kegiatan produksi merupakan hal yang penting dilakukan oleh perusahaan karena yang dapat memproses menjadi barang jadi siap di pasaran. Kualitas atau mutu suatu produk dan suatu produktivitas merupakan kunci keberhasilan bagi sistem produksi dalam industri. Pada saat ini berbagai industri merancang dan meimplementasi sistem pengendalian kualitas untuk mengantisipasi tuntutan persaingan lebih kompetitif serta dapat mengurangi kerugian dari biaya kualitas yang disebabkan oleh ketidak suaian produk. Tujuan dari pengendalian kualitas adalah untuk menghasilkan produk yang seragam dengan melakukan identifikasi terhadap faktor penyebab kecacatan produk, meningkatkan hubungan dengan pelanggan, kenaikan profit serta mengurangi biaya pengendalian kualitas.

PT. Aneka Adhilogam Karya adalah sebuah perusahaan yang bergerak pada bidang pengecoran logam yang memproduksi berbagai perlengkapan sambungan pipa air dengan spesifikasi besi tuang kelabu (*Cast Iron*) dan besi cor bergrafit bulat (*Ductile*). Perusahaan ini menerapkan metode yaitu *Make To Order* (MTO) dan *Engineering To Order* (ETO) yang saat periode sekarang sedang memproduksi *streetbox*, *giboult joint*, dan *manhole*. Perusahaan ini terletak di Desa Batur, Kecamatan Ceper, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah, Indonesia. PT. Aneka Adhilogam Karya memiliki komitmen yaitu selalu mengutamakan kualitas dan kepuasan dari pelanggan, maka dari itu mengharuskan perusahaan meminimasi kecacatan produk yang telah diproduksi. Sebelum diubah menjadi produk akhir logam ini melewati berbagai proses dan dimulai dari pembuatan cetakan (*casting*). Pembuatan cetakan ini dibagi menjadi tiga jenis yaitu tapel (*loam moulding*) yang terbuat dari tanah liat, pasir dan air, kemudian terdapat cetakan semen yang

menggunakan tetes tebu, semen dan 85% pasir silika, kemudian terdapat cetakan dari pasir hitam yang hanya dicampur dengan air, proses ini akan menghasilkan beberapa limbah karena penggunaan pasir yang tidak seluruhnya dapat dipakai berulang. Proses selanjutnya adalah pengecoran (moulding) yang menggunakan bahan dasar baja cor yang terbentuk dari besi bekas (Fe), dengan karbon (C) dan silikon (SI), bahan ini akan dilebur dengan tungku berdaya 550 kVA selama 1,5 jam dengan temperatur mencapai 15.700°C . Kemudian adalah proses *machining*, produk akan diproses dan dibubut atau digerinda berdasarkan bentuknya, diperhalus serta difokuskan ukuranya. Terakhir adalah proses finishing yang merupakan proses inspeksi produk, apabila terdapat produk yang cacat nantinya akan dilas atau didempul dan kemudian dicat kemudian di rakit. (muh. fahmi, 2020)

Pada Proses produksi pengecoran logam sering terjadi kecacatan produk sehingga perusahaan banyak mengalami kerugian karena mengalami pemborosan, membuang waktu yang harusnya digunakan untuk proses produksi menjadi proses perbaikan produk cacat dan itu juga akan menghambat untuk mencapai jumlah produksi yang di pesan oleh konsumen. Kecacatan yang dimaksud adalah seperti gempil pada bagian ujung produk, permukaan produk yang kasar, dan ada bagian produk pipa yang bocor. Standar kecacatan rata-rata maksimal pada PT. Aneka Adhilogam Karya adalah 2,5%. Pada bulan januari 2020 hingga bulan juni 2020 PT. Aneka Adhilogam Karya memproduksi barang dengan data kecacatan sebagai berikut:

Tabel 1. 1 Data Kecacatan Produk

No	Bulan	Jumlah Barang Produksi (Pcs)	Jumlah Barang Reject (Pcs)	Total Hasil Produksi	Presentase Reject (%)
1.	JANUARI	6,512	234	6,278	3,59
2.	FEBRUARI	12,998	429	12,569	3.30
1.	MARET	7,692	183	7,509	2.38
2.	APRIL	11,543	333	11,210	2.88
3.	MEI	5,823	167	5,656	2.87
4.	JUNI	9,004	114	8,890	1.27

Sumber : PT. Aneka Adhiloham Karya

Faktor kecacatan produk tersebut disebabkan oleh desain dari cetakan, komposisi logam yang menjadi bahan baku, proses peleburan dan penuangan, suhu penuangan, sistem saluran masuk dari cairan logam, dan pasir cetak yang digunakan. Perusahaan ini banyak menghasilkan produk gagal yang banyak yang mengakibatkan banyaknya biaya bagi perusahaan. Pengecekan kualitas produk yang dilakukan manager perusahaan saat ini adalah mengecek produk dengan cara manual. Dengan metode manual tersebut memerlukan banyak waktu dan tenaga yang digunakan, belum lagi banyaknya produk cacat yang dihasilkan banyak maka akan mengulang dari awal proses produksi yang mengakibatkan muncul biaya tambahan. Cara perusahaan menangani produk cacat yaitu dengan cara di dempul dan di las pada bagian produk yang cacat, bila mana produk dengan kecacatan tinggi, maka produk akan dilebur kembali untuk menjadi bahan baku.

Kerugian yang dihasilkan oleh produk cacat mengganggu proses produksi, kecacatan produk disebabkan oleh beberapa faktor yaitu karena desain cetakan, komposisi bahan, proses peleburan, proses penuangan, temperatur coran, sistem saluran masuk cetakan, dan juga bahan cetakan. Dari faktor yang ada maka dapat di klasifikasikan jenis kecacatan yang dihasilkan. Pada kasus ini maka perusahaan diharuskan untuk meminimalisir kecacatan produk untuk menaikkan keuntungan. PT. Aneka Adhilogam Karya perlu memperhatikan faktor faktor penyebab kecacatan yang dialami oleh perusahaan tersebut, dikarenakan mempengaruhi kualitas produk yang akan dihasilkan yang menyebabkan kepuasan konsumen akan terjadi penurunan, apabila tidak segera diperbaiki akan terjadi kerugian bagi perusahaan. Maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk meminimalisir kecacatan atau produk gagal pada proses produksi.

1.2 Perumusan Masalah

Dalam latar belakang diatas dapat ditemukan masalah utama pada perusahaan adalah banyaknya jumlah produk cacat yang melebihi batas maksimal, sehingga perlu dianalisa untuk meminimalisir kecacatan yang dialami oleh perusahaan agar tidak terulang kembali jumlah produk cacat yang melebihi batas maksimum kecaatan perusahaan.

1.3 Batasan Masalah

Agar tujuan awal penelitian tidak menyimpang maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Waktu penelitian dilakukan mulai bulan Juli - September 2020.
2. Data yang digunakan merupakan data hasil riset lapangan yang terdiri dari dokumentasi, observasi, interview, dan kuisisioner yang diperoleh dari bagian QC.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi jenis jenis kecacatan produk yang terjadi
2. Mengetahui jenis kecacatan yang sering terjadi pada proses produksi.
3. Mencari solusi perbaikan untuk meningkatkan kualitas produksi

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- a. Bagi Perusahaan :

Dapat dijadikan penerapan dalam melakukan penanganan untuk mengurangi produk cacat sehingga memberi keuntungan untuk perusahaan.

b. Bagi Peneliti :

Dapat mengaplikasikan ilmu yang telah didapat dalam perkuliahan dengan cara meningkatkan kemampuan soft skill dan hard skill dalam menganalisis dan menyelesaikan permasalahan yang didapat.

c. Bagi Universitas :

Sebagai bahan pengetahuan di perpustakaan yang dapat digunakan mahasiswa

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut merupakan sistematika penulisan pada laporan ini :

BAB I PENDAHULUAN

Berupa uraian yang berisikan tentang latar belakang yang melatar belakangi penulis dalam melakukan penelitian, perumusan masalah yang di hadapi oleh penulis, batasan masalah yang diteliti oleh penulis, tujuan penelitian dari penelitian yang dilakukan oleh penulis, manfaat penelitian dari berbagai aspek, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Berisikan tentang uraian tinjauan pustaka dari jurnal atau prosiding para peneliti yang sudah terdahulu dan landasan teori yang berkaitan dengan tema penelitian yang diambil yaitu tentang *SIX SIGMA* dan FMEA untuk menunjang dalam melakukan penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang uraian atau langkah-langkah dalam melakukan penelitian meliputi obyek penelitian, Teknik pengumpulan data, pengujian hipotesa, metode analisis, pembahasan, penarikan kesimpulan, dan diagram alir untuk mencapai tujuan penelitian sesuai dengan penulis inginkan.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang data-data umum perusahaan yang di teliti yaitu PT. Aneka Adhilogam Karya yang terdiri dari gambaran umum perusahaan dan data hasil pengamatan yang dikumpulkan dalam melakukan pengurangan data cacat.

Bab ini juga menguraikan hasil penelitian yang meliputi data-data yang dihasilkan selama penelitian dan pengolahan data dengan metode yang telah ditentukan.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran. Kesimpulan diambil dari hasil penelitian dan pembahasan sesuai dengan kenyataan di lapangan. Saran yang dibuat akan ditujukan kepada pihak-pihak terkait agar nantinya menjadi lebih baik.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada tinjauan pustaka ini akan membahas tentang penelitian yang sudah ada atau yang sudah pernah dilakukan. Dari studi literatur atau tinjauan pustaka dapat diidentifikasi bagaimana cara meminimalisir *defect* dengan menggunakan metode *six sigma* dan FMEA. Penelitian dari (Budi et al., 2018) dengan judul “Analisis Pengendalian Kualitas dengan menggunakan Metode *Six Sigma* Sebagai Usaha Mengurangi Produk Cacat di PT. Suya Jaya Surabaya” pada penelitian ini perbaikan kualitas menggunakan pendekatan metode *Six Sigma* yang bertujuan meningkatkan kualitas produksi melalui Analisa menggunakan metode FMEA akan dicari pengaruh produktivitas.

Penelitian (Laurent et al., 2013) dengan judul “Perbaikan Kualitas Proses Produksi dengan Metode *Six Sigma* di PT. Catur Pilar Sejahtera Sidoarjo” penelitian ini perbaikan yang dilakukan menggunakan metode DMAIC dalam *Six Sigma*, pada tahap *improve* dilakukan tindakan perbaikan dilakukan untuk penyebab kecacatan dengan FMEA.

Penelitian (Naibaho & Susanty, 2016) dengan judul “Analisis Penyebab Produk Cacat Pada Bagian *Foundry* dengan Metode FMEA” penelitian ini membutuhkan analisis kegagalan yang dapat mengetahui kegagalan yang terjadi pada system, proses atau pelayanan sehingga dapat mengurangi produk cacat.

Penelitian (Syarifudin & Chirzun, 2014) “Penyebab Cacat Dominan Pengecoran Logam Produk *Bollard Type Bitt* Menggunakan Metode DMAIC di PT. Fajar Metal Indo Abadi” pada penelitian ini penggunaan metode DMAIC guna memberikan rekomendasi untuk meningkatkan kualitas produk dengan mengetahui penyebab yang mempengaruhi kualitas produk dan menurunkan kecacatan produk.

Penelitian (Kurniawan & Wiwi, 2014) dengan judul “Analisis Kualitas Produk Pengecoran Logam di PT. Apie Indo Kurnia dengan Metode *Six Sigma*” penelitian ini melalui metode *Six Sigma* menganalisis kecacatan, mengetahui nilai

sigma, dan mengetahui faktor penyebab kecacatan dan langkah-langkah perbaikan yang harus dilakukan.

Penelitian dari (Kifta, 2016) dengan judul “Analisis *Defect Rate* Pengelasan dan Penanggulangannya dengan Metode *Six Sigma* FMEA di PT. Profab Indo” penggunaan metode *Six Sigma* sebagai analisis *defect* yang diharapkan mendapat penyebab tingginya kecacatan produk.

Penelitian (Ferdinan et al., 2014) dengan judul “Penerapan Metode *Six Sigma* dengan Menggunakan FMEA sebagai Alat Pengendali Kualitas pada Produksi Karpas Otomotif” dalam penelitian ini metode yang digunakan dalam pengendalian kualitas adalah *six sigma* dengan konsep DMAIC dan alat bantu FMEA yang merupakan metode untuk identifikasi resiko kegagalan.



Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka

No.	Nama Penulis	Nama Jurnal/Pustaka, Penerbit, Tahun terbit	Permasalahan	Metode yang digunakan	Hasil/Kesimpulan
1.	(Budi et al., 2018)	ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA SEBAGAI USAHA MENGURANGI PRODUK CACAT DI PT. ANTAR SUYA JAYA SURABAYA, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, 2016	Berdasar data informasi yang didapatkan terdapat cacat yang timbul pada produk yang diproduksi adalah kesalahan pemotongan, penjilidan dan cover. Maka perlunya penelitian untuk mengetahui faktor penyebab terjadinya produk cacat dan melakukan perbaikan sehingga bisa mengurangi jumlah defect.	SIX SIGMA	Dari hasil analisa peningkatan kualitas pada proses produksi Majalah Nurul Hayat terdapat jenis defect: cacat pada cover, cacat pada jilid, dan cacat pada potong. Dari hasil peningkatan kualitas dengan menggunakan diagram pareto didapatkan jenis defect Majalah Nurul Hayat yang paling dominan adalah cacat pada jilid dengan nilai sebesar 1183 eksemplar dengan prosentase sebesar 47,59%. Dan penyebab terjadinya cacat jilid berdasarkan hasil RPN tertinggi karena faktor mesin yaitu terjadi shutdown pada mesin.

Tabel 2. 2 Lanjutan

No.	Nama Penulis	Nama Jurnal/Pustaka, Penerbit, Tahun terbit	Permasalahan	Metode yang digunakan	Hasil/Kesimpulan
2.	(Naibaho & Susanty, 2016)	ANALISIS PENYEBAB PRODUK CACAT PADA BAGIAN FOUNDRY DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) (Studi Kasus: PT. Austenite Foundry Medan), Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, 2016	PT. Austenite Foundry telah menetapkan batas cacat maksimal 10% namun belum dapat dipenuhi. Akibat tingginya produk cacat perusahaan mengalami kerugian sebesar Rp. 229.789.138 selain itu perusahaan dapat keluhan dari konsumen karena barang belum sesuai dan terlambat.	FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)	PT. Austenite Foundry pada bulan Desember 2016 belum dapat memenuhi batas maksimum produk cacat sebesar 10%, produk cacat yang terjadi pada bulan Desember 2016 mencapai 20,83%. Dari hasil diagram pareto didapatkan dua penyebab cacat dominan pada bagian foundry, yaitu lubang kecil (pin hole) dan patah (crack) dengan persentasenya adalah 53,8% (436 dari 810 jumlah cacat) dan 26,2% (212 dari 810 jumlah cacat). Setelah didapatkan penyebab cacat dominan kemudian mencari nilai RPN
3.	(Laurent et al., 2013)	PERBAIKAN KUALITAS PROSES PRODUKSI DENGAN METODE SIX SIGMA DI PT. CATUR PILAR SEJAHTERA, SIDOARJO, Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya Vol.2 No.1 (2013)	Pada proses pemotongan dan penyablonan sering terjadi kecacatan sehingga keuntungan yang didapat tidak maksimal karena untuk menaggulangi kecacatan yang terjadi	SIX SIGMA	Pada <i>define</i> terdapat 5 cacat yaitu ukuran, warna, kotor, lubang, terbalik, pada <i>measure</i> tidak terdapat perbedaan antar faktor, pada tahap <i>analyze</i> FMEA terdapat 11 penyebab kecacatan, pada tahap <i>improve</i> dilakukan perhitungan waktu dan output standar dengan menggunakan metode <i>six sigma</i>

Tabel 2. 3 Lanjutan

No.	Nama Penulis	Nama Jurnal/Pustaka, Penerbit, Tahun terbit	Permasalahan	Metode yang digunakan	Hasil/Kesimpulan
4.	(Syarifudin & Chirzun, 2014)	Penyebab Cacat Dominan Pengecoran Logam Produk Bollard Type BITT MENGGUNAKAN METODE DMAIC DI PT. FAJAR METALINDO ABADI, urusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia 2014	Perusahaan sudah memiliki proses pemeriksaan produk yang cukup baik yang dibuktikan dengan banyaknya perusahaan ternama yang menjadi pelanggan namun produk cacat yang diproduksi masih tinggi. Data menunjukkan bahwa rata-rata kecacatan mencapai 10% dari produksi	DMAIC	Dari data-data yang diperoleh dan analisa penyebab terjadinya kecacatan pada produk bollard type bitt 150 ton menggunakan metode six sigma disimpulkan bahwa faktor-faktor penyebab terjadinya cacat pada produk bollard type bitt 150 ton dengan beberapa aspek yang meliputi, seperti aspek metode, mesin, manusia, lingkungan dan material yang mengakibatkan terjadinya kegagalan cor. Adapun kegagalan cor terbesar atau dominasi defect coran produk adalah cacat ekor tikus.
5.	(Kurniawan & Wiwi, 2014)	ANALISIS KUALITAS PRODUK PENGECORAN LOGAM DI PT. APIE INDO KARUNIA DENGAN METODE SIX SIGMA, JTM. Volume 01 Nomor 1 Tahun 2015	Perusahaan yang tidak dapat menghindari kecacatan produk yang terjadi mencapai rata-rata sigma 4 dan batas nilai sigma perusahaan 6	SIX SIGMA	Berdasarkan data yang diperoleh maka kapabilitas proses produksi Roda Lori selama 1 tahun (2014) adalah sebesar 3,4 sigma dengan nilai DPMO 31.358 (dalam sejuta peluang). Yang dimana nilai sigma 3,4 merupakan rata-rata atas Industri di Indonesia dan tergolong cukup baik.

Tabel 2. 4 Lanjutan

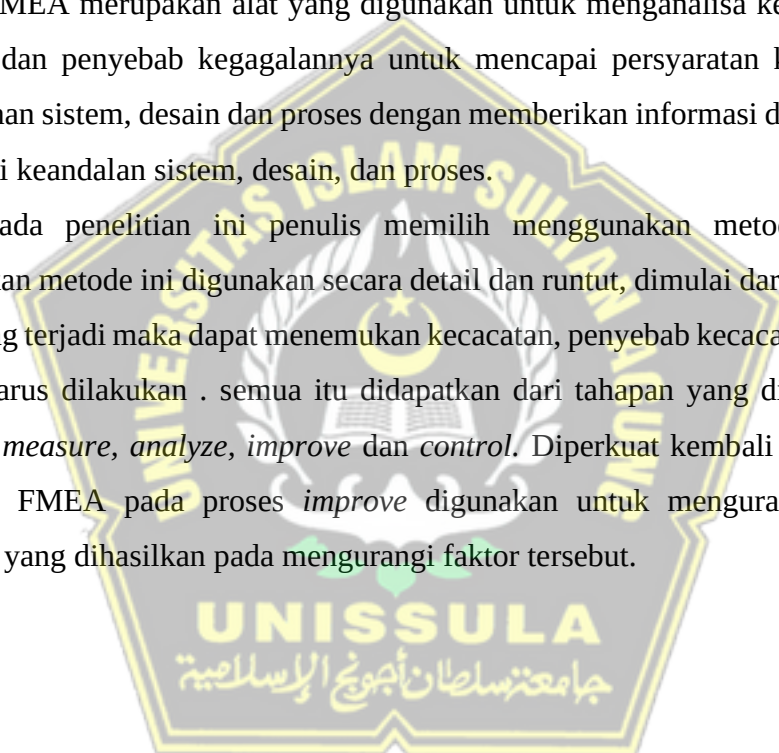
No.	Nama Penulis	Nama Jurnal/Pustaka, Penerbit, Tahun terbit	Permasalahan	Metode yang digunakan	Hasil/Kesimpulan
6.	(Kifta, 2016)	ANALISIS DEFECT RATE PENGELASAN DAN PENANGGULANGANNYA DENGAN METODE SIX SIGMA DAN FMEA DI PT. PROFAB INDONESIA	Perusahaan memiliki masalah kinerja kualitas produksi dan meminimalkan defect rate dari proses produksi. Masalah tersebut berdampak pada manajemen perusahaan.	SIX SIGMA dan FMEA	Dengan menerapkan metode Six Sigma di Perusahaan dapat menurunkan defect rate-nya yaitu yang awalnya sebesar 15% dan setelah perbaikan menjadi 2,63% dan meningkatkan kinerja proses dari awalnya rata-rata nilai Sigma sebesar 3,32 sekarang menjadi 4,0. Faktor Manusia dan Sistem Pengukuran yang diperoleh dari analisis FMEA, yang secara dominan mempengaruhi terjadinya defect dapat diatasi dan ditekan sehingga output yang dihasilkan menjadi lebih baik dan mencapai sasaran yang diinginkan.
7.	(Ferdinan et al., 2014)	PENERAPAN METODE SIX SIGMA DENGAN MENGGUNAKAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) SEBAGAI ALAT PENGENDALI KUALITAS PADA PRODUKSI KARPET OTOMOTIF	Perusahaan sering dihadapkan pada masalah pengendalian kualitas yaitu kecacatan produk yang melampaui standar toleransi yang ditetapkan oleh perusahaan.	SIX SIGMA dan FMEA	Berdasarkan analisa yang telah dilakukan dan dari data produk reject diketahui bahwa penyebab produk reject adalah proses pengendalian kualitas yang kurang baik dan ada 4 unsur yang mempengaruhi dari hasil reject yang ada yaitu : Manusia, Mesin, Metode dan Material hal ini menyebabkan seperti dari hasil reject yang melebihi dari target dari perusahaan, yaitu sebesar 3,48% sedangkan untuk target dari perusahaan sendiri yaitu sebesar 2,5%.

Berdasarkan studi literatur atau tinjauan pustaka tersebut maka dapat diidentifikasi bagaimana cara pengendalian kualitas terbaik menggunakan beberapa metode salah satunya adalah metode Six Sigma dan FMEA. Sehingga penelitian ini mencoba untuk menggunakan metode tersebut dengan tujuan dapat mengetahui pengendalian kualitas terbaik.

Dalam penelitian ini menggunakan metode Six Sigma dan FMEA. Dimana terdapat 5 tahapan yang digunakan dalam metode tersebut yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*. Dengan menggunakan metode tersebut diharapkan dapat mengetahui pengendalian kualitas terbaik yang dibutuhkan perusahaan.

FMEA merupakan alat yang digunakan untuk menganalisa keandalan suatu sistem dan penyebab kegagalannya untuk mencapai persyaratan keandalan dan keamanan sistem, desain dan proses dengan memberikan informasi dasar mengenai prediksi keandalan sistem, desain, dan proses.

Pada penelitian ini penulis memilih menggunakan metode *six sigma* dikarenakan metode ini digunakan secara detail dan runtut, dimulai dari menganalisa apa yang terjadi maka dapat menemukan kecacatan, penyebab kecacatan, dan solusi yang harus dilakukan. semua itu didapatkan dari tahapan yang dilakukan yaitu *define, measure, analyze, improve dan control*. Diperkuat kembali menggunakan metode FMEA pada proses *improve* digunakan untuk mengurangi kecacatan produk yang dihasilkan pada mengurangi faktor tersebut.



2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sistem Manajemen Pengendalian Kualitas

Pengendalian mutu adalah suatu sistem dan kegiatan yang dilakukan untuk memastikan bahwa mutu mencapai tingkat atau standar tertentu sesuai dengan mutu bahan, mutu proses produksi, mutu pengolahan dan mutu pengolahan barang setengah jadi, dan mutu spesifikasi rencana. Produk jadi sampai pengiriman. Standar produk dikembangkan untuk konsumen Kualitas adalah proses yang digunakan untuk memastikan tingkat kualitas produk atau layanan. Pengendalian mutu adalah kegiatan/tindakan teknis dan terencana untuk mencapai, memelihara, dan meningkatkan mutu produk dan jasa dengan cara yang memenuhi standar yang ditetapkan dan dapat dipenuhi

Pengendalian kualitas tidak hanya digunakan untuk mendeteksi kerusakan produk di lini produksi, tetapi juga untuk meminimalkan kerusakan. Pada saat melakukan quality control diharapkan melakukan pengendalian produk agar manajer operasi dapat mengetahui penyebab dan mengatasi masalah dengan segera, sehingga dapat menjaga kualitas produk yang dihasilkannya. Menurut Assauri (Nastiti, n.d.), pengendalian kualitas adalah kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan sesuai dengan apa yang direncanakan dan apabila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang diharapkan dapat tercapai.

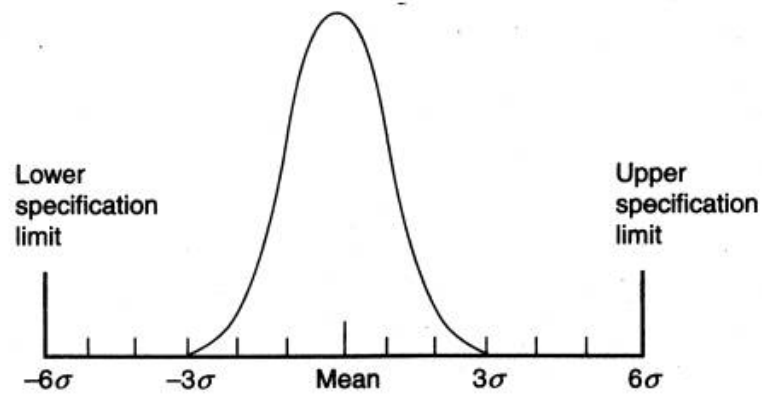
- Menurut Ginting (Mustafa & Sutrisno, 2018), pengendalian kualitas adalah suatu sistem verifikasi dan penjagaan atau pengawasan dari suatu tingkat atau derajat kualitas produk atau proses yang dikehendaki dengan perencanaan yang seksama, pemakaian peralatan yang sesuai, inspeksi yang terus menerus serta tindakan korektif bilamana diperlukan.
- Menurut Gasper (Fay, 2015) , pengendalian kualitas adalah teknik dan Aktivasi operasional yang digunakan untuk memenuhi standar kualitas yang diharapkan. Pengendalian kualitas adalah kombinasi semua alat dan teknik yang digunakan untuk mengontrol kualitas suatu produk dengan biaya seekonomis mungkin dan memenuhi syarat pemesan.

- Menurut Prawirosentono (Bayu, 2018), pengendalian kualitas adalah kegiatan terpadu mulai dari pengendalian standar kualitas bahan, standar proses produksi, barang setengah jadi, barang jadi, sampai standar pengiriman produk akhir ke konsumen, agar barang (jasa) yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi kualitas yang direncanakan.

Departemen pengendalian kualitas sebagai bagian penting dalam organisasi perusahaan memainkan peran penting dalam kegiatan pengendalian kualitas atau mutu merupakan salah satu fungsi yang penting dari suatu perusahaan agar spesifikasi produk yang telah ditetapkan sebagai standard terdapat pada produk akhir. Tujuan dari kegiatan pengendalian mutu ini semua barang dicatat menurut standard dan dijadikan sebagai acuan untuk melakukan tindakan-tindakan perbaikan pada produksi di masa mendatang.

2.2.2 Six Sigma

Menurut Montgomery (Kifta, 2016) bahwa pada awalnya ada dua jenis program *Six Sigma* yang dipakai dalam dunia industri yaitu *Six Sigma* program Motorola dan *Six Sigma* program kualitas. *Six Sigma* program Motorola, dikembangkan oleh Motorola di tahun 1980an menggunakan *Six Sigma* yang diperoleh dari kurva distribusi normal yang berpusat pada target atau nilai *mean* (lihat gambar 2.1), sedangkan *Six Sigma* program kualitas menggunakan kurva distribusi normal dengan rata-rata yang bergeser sebesar $\pm 1,5$ sigma dari target atau nilai *nominal* (lihat gambar 2.2). *Six sigma* program Motorola menghasilkan limit hingga 2 *parts per billion defectives* atau 2 bagian per milyar kegagalan atau 0,002 ppm (*parts per million*) kegagalan. Sedangkan *Six Sigma* kualitas (lihat Gambar 2.2) hanya menkonsumsi 3,4 bagian per juta kegagalan atau 3,4 ppm kegagalan. *Six Sigma* merupakan sebuah metode yang dapat membantu untuk membuat *kaizen* atau *continuous improvement* (perbaikan berkesinambungan).



Gambar 2.1 Gambar six sigma

Sumber : (Kifta, 2016)



Gambar 2.2 Gambar six sigma kualitas

Sumber : (Kifta, 2016)

Metode Six Sigma adalah salah satu alat yang digunakan dalam aplikasi konsep lean manufacturing. Metode Six Sigma adalah metode penataan yang ditujukan untuk mengurangi limbah (residu) dalam sistem, sehingga sistem dapat bekerja secara efisien dan produktif.

Pada dasarnya, enam sigmas mirip dengan PDCA (rencana, membuat, memeriksa, tindakan). Ini juga ditujukan untuk mengambil langkah-langkah peningkatan berkelanjutan. Metode PDCA mudah dimengerti, sehingga metode PDCA lebih lama di industri manufaktur. Namun, itu tidak berarti bahwa enam metode Sigma tidak memiliki manfaat.

Six Sigma memiliki arti yaitu tujuan yang hampir sempurna dalam memenuhi persyaratan pelanggan. Pada dasarnya, definisi ini juga akurat karena istilah Six Sigma sendiri merujuk kepada target kinerja operasi yang diukur secara statistik dengan hanya 3,4 cacat (*defect*) untuk setiap juta aktivitas atau peluang/kesempatan (Pande, 2003: h.82). Oleh karena itu, Six Sigma merupakan metode atau teknologi untuk mengontrol dan meningkatkan kualitas drama, dan merupakan kemajuan baru dalam bidang manajemen kualitas. Pada dasarnya, jika pelanggan menerima nilai yang diharapkan, mereka akan puas. Jika produk diproses ke tingkat kualitas 6 sigma, perusahaan dapat mengharapkan 99,99966% dari harapan pelanggan ada di produk.

Menurut Pande terdapat lima langkah dasar yang perlu diperhatikan dalam penerapan konsep Six Sigma, yaitu (Pande, 2003: h.82 dikutip dari (Kifta, 2016)):

1. Mengidentifikasi proses-proses inti dan para pelanggan kunci.
2. Menentukan persyaratan pelanggan.
3. Mengukur kinerja saat ini.
4. Memprioritaskan, menganalisis, dan mengimplementasikan perbaikan.
5. Mengelola proses-proses untuk kinerja Six Sigma.

Selanjutnya Gasperz (Gazperz, 2001dikutip dari (Kifta, 2016)) menambahkan apabila konsep Six Sigma akan diterapkan dalam proses manufaktur, terdapat enam aspek yang perlu diperhatikan yaitu:

1. Identifikasi karakter produk yang memuaskan pelanggan (yaitu yang sesuai

kebutuhan dan ekspektasi pelanggan).

2. Mengklasifikasikan semua karakteristik kualitas atau CTQ (*Critical To Quality*) secara individu.
3. Menentukan apakah setiap CTQ tersebut dapat dikendalikan melalui pengendalian material, mesin proses kerja dan lain-lain.
4. Menentukan batas maksimum toleransi untuk setiap CTQ sesuai dengan yang diinginkan pelanggan (menentukan nilai batas kendali atas dan batas kendali bawah dari setiap CTQ).
5. Menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ (menentukan nilai minimum standar deviasi untuk setiap CTQ).
6. Mengubah desain produk dan/atau proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target *Six Sigma*.

Keunggulan dari penerapan *six sigma* berbeda untuk tiap perusahaan, tergantung pada usaha yang dijalankannya. Keunggulan *SIX SIGMA* memberikan dampak perbaikan pada hal-hal seperti pengurangan biaya, perbaikan produktivitas, pertumbuhan pangsa pasar, pengurangan waktu siklus, pengurangan cacat dan pengembangan produk/jasa.

Dalam metode *SIX SIGMA* dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. *Define* (Penjelasan)

Define adalah tahap awal dari *SIX SIGMA*. Pada tahap ini menjelaskan permasalahan yang sedang terjadi atau menjelaskan tujuan studi kasus, dimana manajemen perusahaan yaitu pimpinan perusahaan harus mengidentifikasi secara jelas permasalahan yang dihadapi. Kedua, memilih tindakan alternatif sebagai proyek yang dapat memecahkan masalah atau mencegah penyebaran masalah. Ketiga, perusahaan perlu merumuskan parameter keberhasilan proyek berdasarkan beratnya masalah, tujuan yang ingin dicapai, sumber daya yang tersedia dan biaya yang akan dikeluarkan. Juga menurut Muis (Muis, 2014: h.6) bahwa ada tiga bagian utama yang berkaitan dengan mendefinisikan proses peningkatan kualitas *six sigma* adalah

- a. Membuat dan menginisial *project charter*.

- b. Melakukan analisis SIPOC.
- c. Menganalisis VoC (*Voice of Customer*).

Untuk itu, dalam setiap proyek *Six Sigma* kita harus mendefinisikan dan menentukan sasaran dan tujuan proyek. Tujuan tersebut harus spesifik, dapat diukur (*measurable*), mencapai target kualitas yang diinginkan (*result oriented*) dan mempunyai waktu yang tertentu (*time limit*).

Contoh: Produksi karton bukanlah tujuan, karena banyak produk cacat dalam prosesnya. Oleh karena itu, pengertian dalam hal ini adalah “berusaha mengurangi cacat produk pada karton”

2. *Measure* (Pengukuran)

Langkah tersebut merupakan tahap kedua dari SIX SIGMA. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengevaluasi atau mengukur masalah yang muncul. Pada tahap ini, permasalahan yang terjadi akan dikelompokkan dalam urutan tingkat prioritas tertinggi yang terjadi. Bagan Pareto adalah alat yang sering digunakan pada tahap ini.

Pada tahap ini, terlebih dahulu manajemen harus memahami proses internal perusahaan yang sangat potensial mempengaruhi mutu *output*, atau yang disebut juga sebagai *critical to quality* (CTQ). Kemudian mengukur besaran penyimpangan yang terjadi dibandingkan dengan standar mutu yang telah ditetapkan pada CTQ. Artinya dalam tahap ini kita harus mengetahui kegagalan atau cacat yang terjadi dalam produk atau proses yang akan kita perbaiki. Jadi secara umum tahap *measure* bertujuan untuk mengetahui CTQ dari produk atau proses yang akan kita perbaiki, selanjutnya mengumpulkan beberapa informasi dari produk atau proses, dan mulai menerapkan target perbaikan yang akan dilakukan.

Dalam tahapan *measure* ini juga terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan,

yaitu:

- a. Memilih atau menentukan karakteristik kualitas yang utama atau CTQ utama/kunci.

Penentuan CTQ utama harus disertai dengan pengukuran yang dapat dikuantifikasikan dalam angka-angka. Hal ini bertujuan agar tidak menimbulkan persepsi dan interpretasi yang dapat saja salah bagi setiap orang yang terlibat dalam proyek *Six Sigma* dan menimbulkan kesulitan dalam pengukuran karakteristik kualitas keandalannya. Dalam mengukur karakteristik kualitas, perlu diperhatikan aspek internal (tingkat kecacatan produk, biaya-biaya sebagai akibat kegiatan pengerjaan-ulang/perbaikan dan sebagainya) dan aspek eksternal organisasi (seperti kepuasan pelanggan, pangsa pasar dan lain-lain).

- b. Mengembangkan rencana pengumpulan data

Pengukuran karakteristik kualitas dapat dilakukan pada tingkat, yaitu:

- 1) Pengukuran pada tingkat proses (*process level*)

Mengukur setiap langkah atau aktivitas dalam proses dan karakteristik kualitas *input* yang diserahkan oleh pemasok (*supplier*) yang mengendalikan dan mempengaruhi karakteristik kualitas *output* yang diinginkan.

- 2) Pengukuran tingkat *output* (*output level*)

Mengukur karakteristik kualitas *output* yang dihasilkan dari suatu proses dibandingkan dengan spesifikasi karakteristik kualitas yang diinginkan oleh pelanggan. Pengukuran tingkat *output* ini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana *output* akhir tersebut dapat memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan sebelum produk tersebut diserahkan kepada pelanggan.

- 3) Pengukuran pada tingkat hasil (*outcome level*)

Mengukur bagaimana baiknya suatu produk (barang atau jasa) apakah produk tersebut memenuhi kebutuhan spesifik dan ekspektasi rasional dari pelanggan.

- c. Pengukuran *baseline* kinerja pada tingkat *output*

Karena proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* yang ditetapkan akan difokuskan pada upaya peningkatan kualitas menuju ke arah *zero defect*

sehingga memberikan kepuasan total kepada pelanggan, maka sebelum proyek dimulai, kita harus mengetahui tingkat kinerja yang sekarang atau dalam terminologi *Six Sigma* disebut sebagai tingkat kinerja *baseline* (*baseline performance*), sehingga kemajuan peningkatan yang dicapai setelah memulai proyek *Six Sigma* dapat diukur dan seterusnya dimonitor selama proyek berlangsung

3. *Analyze* (Analisa)

Analyze merupakan tahap ketiga dari *SIX SIGMA*. Tahap ini bertujuan untuk melakukan analisa penyebab masalah berdasarkan prioritas tertinggi. Pada tahap ini analisa masalah bisa menggunakan diagram sebab akibat atau fishbone diagram, menggunakan metode *why – why analysis* (5 *whys*) ataupun metode yang lainnya.

Ini adalah langkah operasional ketiga dari Rencana Peningkatan Kualitas Six Sigma. Ada beberapa hal yang perlu dilakukan pada tahap ini, yaitu:

a. Menentukan stabilitas dan kapabilitas/kemampuan proses

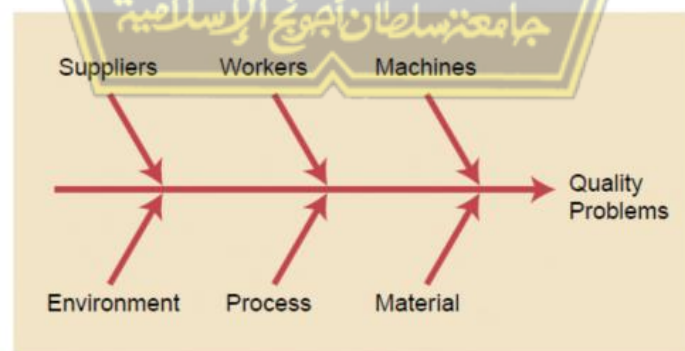
Proses industri dianggap sebagai perbaikan terus-menerus, yang dimulai dengan serangkaian siklus dari adanya gagasan untuk menghasilkan suatu produk (barang atau jasa), pengembangan produk, proses produksi/operasi dan distribusi ke pelanggan. Tujuan Six Sigma adalah untuk membawa proses industri dengan stabilitas dan kemampuan untuk mencapai nol cacat. Saat menentukan apakah proses dalam keadaan stabil dan mampu, perlu menggunakan alat statistik sebagai metode analisis. Pemahaman yang baik tentang metode statistik dan perilaku proses industri akan terus meningkatkan kinerja sistem industri untuk mencapai *zero defect*.

b. Menetapkan target kinerja dari karakteristik kualitas (CTQ) kunci

Secara konseptual, sangat penting untuk menetapkan tujuan kinerja dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*, dan prinsip-prinsip SMART harus diikuti, sebagai berikut:

- 1) *Specific*, yaitu tujuan kinerja dalam proyek peningkatan kualitas Six Sigma harus spesifik dan jelas.

- 2) *Measureable*, target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* harus dapat diukur menggunakan indikator pengukuran (matriks) yang tepat, guna mengevaluasi keberhasilan, peninjauan ulang, dan Tindakan perbaikan di waktu mendatang. Tujuan kinerja yang terukur dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* harus dapat diukur, menggunakan metrik (matriks) yang sesuai untuk mengevaluasi keberhasilan, meninjau dan mengambil tindakan korektif di masa depan.
 - 3) *Achievable*, Upaya yang menantang harus dilakukan untuk mencapai tujuan kinerja yang dapat dicapai dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*.
 - 4) *Results-oriented*, peningkatan *Six Sigma* harus fokus pada hasil dalam bentuk peningkatan kinerja yang ditentukan dan ditentukan sebelumnya.
 - 5) *Time-bound*, Tujuan kinerja dalam proyek peningkatan *Six Sigma* harus untuk menetapkan batas waktu untuk mencapai tujuan kinerja setiap karakteristik kualitas (CTQ).
- c. Mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah kualitas. Untuk mengidentifikasi masalah dan menemukan sumber penyebab masalah kualitas, digunakan alat analisis diagram sebab akibat (lihat Gambar 2.8) atau diagram tulang ikan. Diagram ini membentuk cara-cara membuat produk-produk yang lebih baik dan mencapai hasilnya.



Gambar 2. 3 Diagram sebab akibat

Sumber penyebab masalah kualitas yang ditemukan berdasarkan prinsip 7M,yaitu (Kifta, 2016):

- 1) *Manpower* (tenaga kerja), berkaitan dengan kekurangan dalam pengetahuan, kekurangan dalam ketrampilan dasar, akibat lain yang berkaitan dengan mental dan fisik, kelelahan, stres, ketidakpedulian, dan lain-lain.
- 2) *Machines* (mesin dan peralatan), berkaitan dengan tidak ada system perawatan preventif terhadap mesin dan peralatan produksi, termasuk fasilitas dan peralatan lain tidak sesuai dengan spesifikasi tugas, tidak dikalibrasi, terlalu rumit, terlalu panas, dan lain-lain.
- 3) *Methods* (metode kerja), berkaitan dengan tidak adanya prosedur dan metode kerja yang benar, tidak jelas, tidak diketahui, tidak terstandarisasi, tidak cocok, dan lain-lain.
- 4) *Materials* (bahan baku dan bahan penolong), berkaitan dengan tidak adanya spesifikasi kualitas dari bahan baku dan bahan penolong yang ditetapkan, tidak adanya penanganan efektif terhadap bahan baku dan bahan penolong, dan lain-lain.
- 5) *Media*, berkaitan dengan tempat dan waktu kerja yang tidak memperhatikan aspek-aspek keberhasilan, kesehatan dan keselamatan kerja, dan lingkungan kerja yang tidak kondusif, kekurangan dalam lampu penerangan, ventilasi yang buruk, kebisingan yang berlebihan, dan lain-lain.
- 6) *Motivation* (motivasi), berkaitan dengan tidak adanya semangat kerja yang benar dan profesional, yang dalam hal ini disebabkan oleh sistem balas jasa dan penghargaan yang tidak adil kepada tenaga kerja.
- 7) *Money* (keuangan), berkaitan dengan tidak adanya dukungan finansial yang mantap guna memperlancar proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* yang direncanakan.

4. *Improve* (Perbaikan)

Improve Ini adalah tahap keempat dari Six SIGMA. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengambil tindakan korektif setelah mengetahui penyebab masalah. Saat melakukan perbaikan ini, Anda dapat menunjuk penanggung jawab pekerjaan atau PIC, dan melampirkan tenggat waktu (tenggat waktu penyelesaian).

Pada langkah ini akan diterapkan action plan untuk mengimplementasikan peningkatan kualitas six Sigma. Rencana tersebut menggambarkan alokasi sumber daya dan prioritas atau alternatif untuk dilaksanakan. Tim peningkatan kualitas Six Sigma harus memutuskan tujuan yang ingin dicapai, alasan tindakan, kapan rencana akan dilaksanakan, pemimpin tim, bagaimana mengimplementasikan rencana, berapa biaya yang harus dialokasikan, dan manfaat dari penerapan secara aktif. rencana, rencana atau proyek. Tim proyek perbaikan Six Sigma harus mengidentifikasi sumber dan akar masalah kualitas dan memantau efektivitas rencana perbaikan berkelanjutan. Anda dapat menggunakan *quality tools* untuk perencanaan pemeliharaan, seperti Diagram Sebab Akibat, 5W1H, Poka Yoke, FTA, atau FMEA. Dalam penelitian ini, penulis memilih bentuk yang disempurnakan, yaitu rencana 5W1H dan FMEA. Efektivitas rencana perbaikan akan terlihat pada pengurangan persentase biaya yang dikeluarkan karena kualitas rendah atau biaya kegagalan kualitas atau COPQ (*Cost of Poor Quality*). Turunnya biaya kegagalan kualitas (COPQ) dan meningkatnya nilai penjualan akan menandai meningkatnya kapabilitas Six Sigma perusahaan. Program perbaikan yang dilakukan harus terus menerus dievaluasi efektivitasnya melalui pencapaian target kinerja dalam program peningkatan kualitas Six Sigma yaitu dengan menurunkan *defect rate* menuju target kegagalan nol (*zero defect*) atau mencapai kapabilitas proses pada tingkat yang lebih besar atau sama dengan Six Sigma, serta menkonversikan manfaat dan hasil-hasilnya ke dalam penurunan biaya kegagalan kualitas (COPQ).

5. *Control* (Pengendalian)

Control merupakan tahap terakhir dari *SIX SIGMA*. Tahap ini bertujuan untuk mengevaluasi hasil dari proses perbaikan yang sudah dilakukan. Jika perbaikan menunjukkan kemajuan yang baik, perlu untuk memantau dan mencegah masalah terulang kembali di masa mendatang. Dalam upaya pencegahan bisa dilakukan dengan cara merevisi *Operational Standart* (OS), membuat atau merevisi *check sheet control* harian, ataupun membuat penjadwalan *maintenance* secara optimal.

Kegiatan kendali (*control*) adalah merupakan tahap operasional terakhir dalam upaya peningkatan kualitas berdasarkan metode *Six Sigma*. Pada tahap ini, hasil peningkatan kualitas dicatat dan disebarluaskan, dan praktik terbaik yang berhasil untuk peningkatan proses distandarisasi dan disebarluaskan. Prosedur standar kemudian dicatat dan digunakan sebagai panduan standar, dan kepemilikan dan tanggung jawab untuk memelihara file dipindahkan dari peralatan ke pemilik atau pemilik proses. Ada dua alasan untuk proses standar, yaitu:

- a. Semacam. Jika langkah-langkah peningkatan kualitas atau pemecahan masalah tidak distandarisasi, ada kemungkinan bahwa setelah jangka waktu tertentu, manajemen dan karyawan akan kembali ke metode kerja lama dan masalah yang sama akan muncul kembali dalam proses.
- b. Jika tindakan peningkatan kualitas atau pemecahan masalah tidak terstandarisasi dan terdokumentasi, kemungkinan setelah jangka waktu tertentu, jika manajemen dan karyawan berubah, pendatang baru akan menggunakan bentuk kerja, yang akan membawa manajemen dan mantan karyawan untuk masalah yang terpecahkan.

2.2.2.1 Perhitungan Dengan Metode DMAIC

Beberapa perhitungan yang berkaitan dengan metode DMAIC (*define, measure, analyze, improve and control*) adalah sebagai berikut:

1. *Defect per Opportunities*

Defect per opportunities (DPO) adalah suatu ukuran kegagalan yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu kesempatan. DPO dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DPO = \frac{\text{jumlah Defect}}{\text{output} \times CTQ}$$

$$DPO = \frac{\text{jumlah defect}}{\text{peluang}}$$

2. DPMO (*defect per million oportunites*)

DPMO merupakan suatu kegagalan yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per sejuta kesempatan. Di dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma* target 3,4 DPMO diinterpretasikan dalam satu unit produksi terdapat rata-rata kesempatan untuk gagal dari satu karakteristik CTQ adalah 3,4 kegagalan per satu juta kesempatan. DPMO dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

3. Tingkat *Sigma* atau *Sigma Quality Level* (SQL)

Perhitungan level sigma dapat dilakukan dengan menggunakan program *excel* dan rumus sebagai berikut:

$$SQL = \Phi \left[\frac{10^6 - DPMO}{10^6} \right] + 1,5$$

Dalam perhitungan SQL menggunakan *software Six Sigma* kalkulator sebagai berikut (Gambar 2.4), atau dapat juga dilakukan dengan menggunakan Tabel

Konversi DPMO ke Nilai *Sigma* yang terdapat pada Lampiran IX.

Six Sigma Calculator

Enter values in Gray cells only

A. All values required to calculate Sigma level

Defects:	2
Units:	100
Opportunities per Unit:	1

DPMO:	20.000
Sigma Level:	3.55

B. Sigma calculated based on defects and number of opportunities

Defects:	2
Number of Opportunities:	250,000

DPMO:	8
Sigma Level:	5.81

C. Enter only the known Defects Per Million Opportunities

Enter DPMO	66,000
------------	--------

Sigma Level:	3.01
--------------	------

Gambar 2. 4 Sigma Kalkulator

Sumber : (Kifta, 2016)

2.2.3 Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA pada awalnya dibuat oleh *Aerospace Industry* pada tahun 1960-an, kemudian FMEA mulai digunakan oleh Ford pada tahun 1980-an. Pada tahun 1993 AIAG (*Automotive Industry Action Group*) dan *American Society for Quality Control* (ASQC) menetapkan FMEA sebagai standar *quality tool* mereka. Saat ini FMEA merupakan salah satu *core tools* dalam ISO/TS 16949:2002 '*Technical Specification for Automotive Industry*'.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu. Didalam mengevaluasi perencanaan sistem dari sudut pandang reliability, failure modes and effect analysis (FMEA) merupakan metode yang vital. Sejarah FMEA berawal pada tahun 1950 ketika teknik tersebut digunakan dalam merancang dan mengembangkan sistem kendali penerbangan. Sejak saat itu teknik FMEA diterima dengan baik oleh industri luas.

FMEA merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui atau mengamati apakah suatu tingkat kegagalan dapat dianalisis atau diukur sehinggadapat diantisipasi dan diminimalisasi baik tingkat keagalannya ataupun efek negatifnya yang berdampak pada faktor-faktor lain ataupun pada *output* proses. Suatu proses yang spesial/khusus dan yang rentan terhadap kegagalan dan mempengaruhi mutu produk, perlu untuk dievaluasi atau dianalisis dengan menggunakan metode ini. Metode ini juga memberikan tingkatan resiko pada aktivitas-aktivitas ataupun sub-proses atau elemen proses.

Metode FMEA yang dibuat secara efektif akan dapat mencegah terjadinya resiko kegagalan yang tidak terkendali dan menekan kemungkinan terjadinya kegagalan total suatu proses.

FMEA yang dibuat dengan teliti dan kemudian diterapkan secara maksimal akan memberikan bukan saja efek korektif terhadap proses produksi tetapi juga efek preventif terhadap kegagalan suatu proses. Di banyak organisasi teknis modern FMEA merupakan analisis resiko proses-proses yang bersifat khusus dan juga sebagai tindakan preventif terhadap kegagalan proses. FMEA juga memberikan skala resiko dan prioritas terhadap elemen-elemen proses, sehingga suatu proses dapat terkontrol dengan baik dan pada akhirnya menghasilkan produk (barang atau jasa) yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dan memuaskan pengguna dari produk tersebut. Walaupun pada awalnya FMEA digunakan dalam industri otomotif, tetapi proses pengelasan dalam industri fabrikasi adalah suatu proses khusus (*special process*) yang mempengaruhi mutu produk secara langsung, sehingga sejak awal proses tersebut perlu direncanakan dan didesain secara optimal sehingga bukan saja proses ini dapat membuahkan hasil dengan baik tetapi juga dapat berjalan tanpa hambatan yang berarti. Hambatan proses yang signifikan terhadap proses pengelasan ini adalah timbulnya *defect* dalam pengecoran logam, sehingga metode FMEA ini dapat digunakan untuk menekan probabilitas dari timbulnya *defect* pengecoran logam yang tidak terkendali.

Dalam penerapannya, FMEA dibagi menjadi dua yaitu DFMEA dan PFMEA. Pada fase desain produk digunakan istilah DFMEA, dengan huruf “D” yang berarti “Design”. Sedangkan untuk fase produksi massal menggunakan nama PFMEA, dengan huruf “P” yang berarti “Process”. Tool FMEA ini digunakan oleh Metode APQP (Advanced Product Quality Planning) dan selalu digunakan sebagai salah satu tool wajib didalamnya. APQP sendiri adalah metode yang wajib digunakan oleh jaringan distributor otomotif (automotive supply chain supplier), karena merupakan persyaratan dari berbagai pabrikan otomotif dunia.

Mengenai standardisasi bagi FMEA ini, dibuat dan diterbitkan oleh organisasi otomotif kelas dunia yaitu : AIAG dan VDA. Sebelum tahun 2018, AIAG dan VDA menerbitkan handbook atau panduan FMEA dengan versi nya masing-masing. Versi terakhir yang dirilis adalah FMEA Handbook, 4th Edition. Namun setelah tahun 2018, keduanya sepakat untuk membuat suatu handbook gabungan dari keduanya yaitu : New AIAG & VDA FMEA Handbook, 1st Edition. AIAG (Automotive Industry Action Group) adalah salah satu asosiasi industri otomotif dunia yang paling populer, hampir seluruh pabrikan otomotif tergabung didalam organisasi ini.

Terdapat banyak variasi didalam rincian failure modes and effect analysis (FMEA), tetapi semua itu memiliki tujuan :

- a. Mengenal dan memprediksi potensial kegagalan dari produk atau proses yang dapat terjadi.
- b. Memprediksi dan mengevaluasi pengaruh dari kegagalan pada fungsi dalam sistem yang ada.
- c. Menunjukkan prioritas terhadap perbaikan suatu proses atau sub sistem melalui daftar peningkatan proses atau sub sistem yang harus diperbaiki.
- d. Mengidentifikasi dan membangun tindakan perbaikan yang bisa diambil untuk mencegah atau mengurangi kesempatan terjadinya potensi kegagalan atau pengaruh pada sistem.
- e. Mendokumentasikan proses secara keseluruhan.

Terdapat sepuluh langkah dasar dalam proses FMEA, yaitu :

- ☐ Peninjauan Proses;
- ☐ Brainstorming berbagai bentuk kemungkinan kesalahan/kegagalan proses;
- ☐ Membuat daftar dampak tiap-tiap kesalahan;
- ☐ Menilai tingkat dampak (severity) kesalahan;
- ☐ Menilai tingkat kemungkinan terjadinya (occurence) kesalahan;
- ☐ Menilai tingkat kemungkinan deteksi dari tiap kesalahan dan dampaknya;

- Hitung tingkat prioritas risiko (RPN) dari masing-masing kesalahan dan dampaknya;
 - Urutkan prioritas kesalahan yang memerlukan penanganan lanjut;
 - Lakukan tindakan mitigasi terhadap kesalahan tersebut;
- Hitung ulang nilai RPN yang tersisa untuk mengetahui hasil dari tindak lindung yang dilakukan.

Perkiraan resiko yang terjadi atau risk estimation dihitung dengan menggunakan rumus atau formula RPN (Risk Priority Number) sebagai berikut :

$$\text{RPN} = \text{Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection}$$

Keterangan :

- Severity = Keseriusan dari efek
- Occurrence = seberapa sering penyebab muncul
- Detection = cara mendeteksi penyebab kegagalan

2.2.4 Jenis-Jenis Cacat Pada Proses Pengecoran Logam

Setiap proses produksi memiliki produk yang tidak memenuhi standar produksi yang sering disebut produk cacat. Produk cacat yang dihasilkan pada produksi pengecoran logam memiliki beberapa jenis cacat yaitu:

1. Ekor tikus tak menentu atau kekasaran yang meluas

Cacat ekor tikus merupakan cacat dibagian luar yang dapat dilihat dengan mata. Bentuk cacat ini mirip seperti ekor tikus, yang diakibatkan dari pasir permukaan cetakan yang mengembang dan logam masuk kepermukaan tersebut.



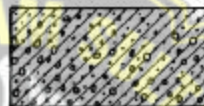
Gambar 2. 5 Cacat Ekor Tikus

2. Lubang-lubang

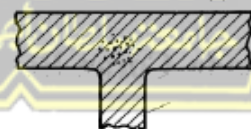
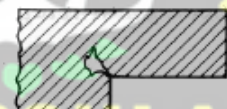
Cacat lubang-lubang memiliki bentuk dan akibat yang beragam. Bentuk cacat lubang-lubang dapat dibedakan menjadi : a. Rongga udara, b. Lubang jarum, c. Rongga gas oleh cil, d. Penyusutan dalam, e. Penyusutan luar dan f. Rongga penyusutan.



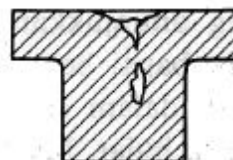
Gambar 2. 6 Cacat rongga udara



Gambar 2. 7 Cacat lubang jarum



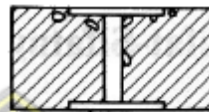
Gambar 2. 8 Penyusutan dalam



Gambar 2. 9 Penyusutan luar



Gambar 2. 10 Rongga penyusutan



Penyangga



Cil dalam

Gambar 2. 11 Rongga gas karena cil

3. Retakan

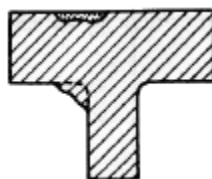
Cacat retakan dapat disebabkan oleh penyusutan atau akibat tegangan sisa. Keduanya dikarenakan proses pendinginan yang tidak seimbang selama pembekuan



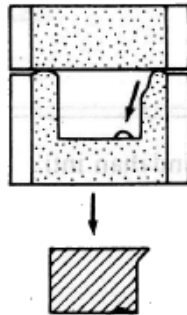
Gambar 2. 12 Retakan

4. Permukaan kasar

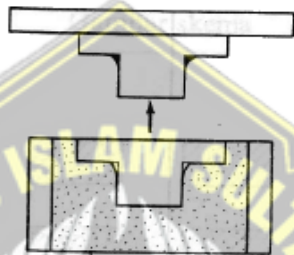
Cacat permukaan kasar menghasilkan coran yang permukaannya kasar. Cacat ini dikarenakan oleh beberapa factor seperti : cetakan rontok, kup terdorong ke atas, pelek, penyinteran dan penetrasi logam



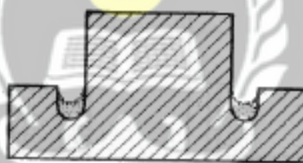
Gambar 2. 13Permukaan kasar



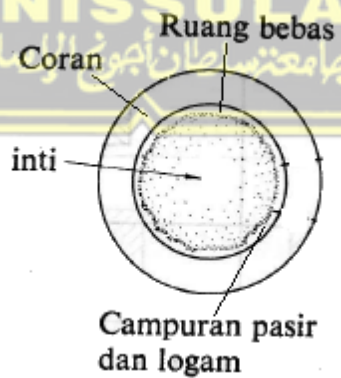
Gambar 2. 14 Kup terdorong keatas



Gambar 2. 15 Pelekat



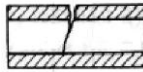
Gambar 2. 16 Penyinteran



Gambar 2. 17 Penetrasi logam

5. Salah alir

Cacat salah alir dikarenakan logam cair tidak cukup mengisi rongga cetakan. Umumnya terjadi penyumbatan akibat logam cair terburu membeku sebelum mengisi rongga cetak secara keseluruhan.



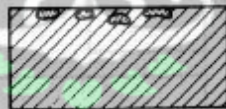
Gambar 2. 18 Salah alir

6. Kesalahan ukuran

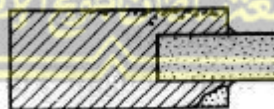
Cacat kesalahan ukuran terjadi akibat kesalahan dalam pembuatan pola. Pola yang dibuat untuk memuat cetakan ukurannya tidak sesuai dengan ukuran coran yang diharapkan. Selain itu kesalahan ukuran dapat terjadi akibat cetakan yang mengembang atau penyusutan logam yang tinggi saat pembekuan.

7. Inklusi dan struktur tak seragam

Cacat inklusi terjadi karena masuknya terak atau bahan bukan logam ke dalam cairan logam akibat reaksi kimia selama peleburan, penuangan atau pembekuan. Cacat struktur tidak seragam akan membentuk sebagian struktur coran berupa struktur cil.



Gambar 2. 19 Inklusi terak



Gambar 2. 20 Inklusi pasir



Gambar 2. 21 Cil



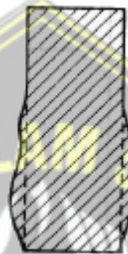
Gambar 2. 22 Cil retak

8. Deformasi

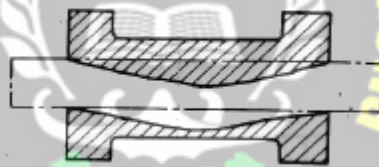
Cacat deformasi dikarenakan perubahan bentuk coran selama pembekuan akibat gaya yang timbul selama penuangan dan pembekuan



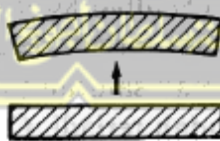
Gambar 2. 23 Membengkak



Gambar 2. 24 Pergeseran



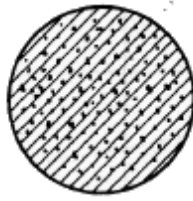
Gambar 2. 25 Perpindahan inti



Gambar 2. 26 pelenturan

9. Cacat-cacat tak nampak

Cacat-cacat tak nampak merupakan cacat coran yang tidak dapat dilihat oleh mata. Cacat-cacat ini berada dalam coran sehingga tidak kelihatan dari permukaan coran. Salah satu bentuk cacat tak nampak adalah cacat struktur butir terbuka. Cacat ini akan membentuk seperti pori-pori dan kelihatan setelah dikerjakandengan mesin.



Gambar 2. 27 cacat tak nampak

2.3 Hipotesa dan Kerangka Teoritis

2.3.1 Hipotesa

Berdasarkan hasil studi literatur dapat diidentifikasi beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi jumlah produk cacat salah satu metodenya adalah DMAIC atau sering disebut juga *six sigma* yang digunakan untuk mengetahui dan menganalisa faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kegagalan produksi yang mengakibatkan munculnya produk cacat. Metode *six sigma* dan FMEA merupakan metode yang paling mudah digunakan pada perusahaan kecil hingga menengah untuk mengurangi jumlah cacat yang dihasilkan dengan memperbaiki kualitas produksi yang sudah ada secara tepat.

Dalam penelitian ini tujuan yang ingin didapatkan yaitu pengurangan jumlah produk cacat dengan menggunakan metode *six sigma* dan FMEA dalam metode tersebut dianalisa secara rinci faktor-faktor yang sering terjadi dan menimbulkan produk cacat, pengendalian produk cacat dilakukan secara kualitatif maupun secara kuantitatif sehingga pengurangan produk dapat tepat sasaran dalam penanganan jumlah hasil produksi.

Dengan adanya permasalahan tersebut, maka diperlukan adanya metode SIX SIGMA dan FMEA. Dimana SIX SIGMA terdapat 5 tahapan yang digunakan dalam metode tersebut yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve*, dan *Control*. Dengan menggunakan metode tersebut diharapkan dapat mengetahui faktor kegagalan dan dilanjutkan menggunakan metode FMEA untuk menganalisa sumber kegagalan hingga ke akarnya sehingga dapat memberikan solusi terbaik yang harus dilakukan perusahaan.

Berdasarkan uraian tersebut, metode SIX SIGMA dan FMEA merupakan salah satu metode yang dapat memecahkan masalah yang terjadi di PT. Aneka

Adilogam Karya, sehingga dapat memberikan usulan pengendalian kualitas terbaik bagi perusahaan.

2.3.2 Kerangka Teoritis

Pada penelitian ini, akan dibahas tentang pengukuran tingkat efisiensi berdasarkan data – data yang akan dikumpulkan berupa data produksi, kriteria kecatatan dan kuisioner penilaian. Adapun kerangka pemikiran sebagai berikut :



PT. Aneka Adhilogam Karya sebagai salah satu sentra perusahaan pengecoran logam di Kecamatan Ceper Kabupaten Klaten memiliki permasalahan yaitu grafik kecacatan produk yang tinggi

Melakukan identifikasi faktor faktor kecacatan yang berpengaruh pada kecacatan produk berguna untuk menjadi data yang diolah menggunakan metode six sigma dan FMEA

Penelitian ini dilakukan sebagai berikut

1. Pengumpulan data hasil produksi pada 1 periode
2. Menganalisa secara detail faktor yang mempengaruhi kecacatan produk
3. Saran perbaikan proses produksi

Dengan adanya penelitian ini PT. Aneka Adhilogam Karya diharapkan dapat mengurangi hasil dari jumlah produk cacat yang dihasilkan

Rekomendasi dari penelitian ini adalah saran perbaikan yang tepat

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Obyek Penelitian

Penelitian untuk tugas akhir ini dilaksanakan di PT. Aneka Adhilogam Karya pada bagian *Quality Control* yang berlokasi di Desa Batur Ceper, Kabupaten Klaten. PT. Aneka Adhilogam Karya merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur yang memproduksi olahan logam dan di khusus kan memproduksi pipa air PDAM dan lain lain. Obyek yang diteliti adalah pengurangan produksi cacat pada proses produksi .

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

a. Studi Literatur

Studi literatur didapatkan dari berbagai sumber, jurnal, artikel, buku, internet dan Pustaka yang berkaitan dengan metode pengurangan kecacatan produk, metode *six sigma* dan FMEA. Studi literatur ini bertujuan sebagai dasar teori atau pedoman dalam melakukan penelitian.

b. Studi Lapangan

Berikut ini adalah data yang didapat studi lapangan yang dilakukan langsung ke perusahaan :

1. Observasi Langsung

Observasi yang dilakukan peneliti untuk mengetahui bagaimana sistem produksi pengecoran logam pada perusahaan.

2. Metode Wawancara

Wawancara dilakukan dengan cara mengajukan pertanyaan langsung kepada bagian produksi dan *quality control* untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kecacatan suatu produk.

3. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan mempelajari dokumen-dokumen perusahaan yang berupa laporan kegiatan produksi, laporan jumlah produksi pada periode tertentu, jumlah produk yang mengalami kecacatan produk, serta dokumen dokumen yang lainnya.

3.3 Pengujian Hipotesa

Berikut ini merupakan pengujian data yang dilakukan dalam penelitian ini:

1. Analisis faktor-faktor penyebab kecacatan dengan metode *six sigma*

Metode yang dipergunakan dalam menganalisis produk cacat berdasar pada prinsip metode *six sigma*. Metode ini digunakan untuk mengantisipasi terjadinya *defect* dengan menggunakan Langkah yang terukur dan teratur. Dengan data yang ada, maka *continuous improvement* dilakukan berdasar tahapan-tahapan proses DMAIC.

a. Menetapkan (*Define*)

Ditahap ini menentukan *defect* yang menjadi penyebab paling signifikan yang merupakan sumber-sumber kegagalan produksi. Cara yang ditempuh sebagai berikut :

- (1) Mendefinisikan standar kualitas yang diterapkan pada proses produksi pengecoran logam oleh perusahaan
- (2) Mendefinisikan tindakan yang dilakukan berdasar hasil observasi dan analisis penelitian.
- (3) Menetapkan sasaran tujuan peningkatan kualitas *six sigma* berdasar hasil observasi.

2. Mengukur (*measure*)

Tahapan ini dilakukan dengan beberapa tahapan dengan pengambilan sampel pada perusahaan selama masa penelitian sebagai berikut :

(1) Analisis Diagram Kontrol

Diagram control digunakan untuk mengukur jumlah maksimum presentase dari *defect* yang berdasar dari proporsi jumlah kejadian diterima atau ditolak dalam produksi pengecoran logam. Dalam

perhitungan ini menggunakan perhitungan *total defect per total output* yang diinspeksi dengan tahapan-tahapan uji selama masa penelitian. Diagram disusun dengan langkah-langkah sebagai berikut :

a. Pengambilan sampel

Penulis tidak mengambil sampel akan tetapi menggunakan data produksi yang sudah tercantum menggunakan diagram control. Pemeriksaan karakteristik dengan cara menghitung nilai *mean*, dengan rumus :

$$\text{Rata - rata proporsi} = \frac{\text{total defect}}{\text{total sample}}$$

Keterangan :

Total *defect* dengan satuan item

Total sampel yang diuji

Rata-rata proporsi kecacatan

b. Menentukan batas kendali terhadap pengawasan yang dilakukan dengan menetapkan nilai UCL (*upper control limit*) atau batas spesifikasi atas dan LCL (*lower control limit*) atau batas spesifikasi bawah

$$UCL = CL + 3 \sqrt{\frac{\text{Rata - rata proporsi defect} (1 - \text{rata - rata proporsi defect})}{\text{total sampel}}}$$

$$LCL = C - 3 \sqrt{\frac{\text{Rata - rata proporsi defect} (1 - \text{rata - rata proporsi defect})}{\text{total sampel}}}$$

Keterangan :

UCL : *Upper Control Limit*

LCL : *lower Control Limit*

CL : *Center Line*

Analisis tingkat *Sigma* dan DPMO (*defect per million opportunities*) perusahaan dilakukan sebagaimana pada table dibawah ini:

Tabel 3. 1 Analisis Tingkat *Sigma* dan DPMO

Langkah	Tindakan	Persamaan
1.	Proses apa yang akan diketahui	-
2.	Berapa banyak produk pengecoran yang diuji	-
3.	Berapa banyak kecacatan yang terdeteksi	-
4.	Menghitung tingkat kecacatan berdasar Langkah 3	Langkah 3/2
5.	Tentukan CTQ penyebab produk cacat	Banyaknya karakteristik CTQ
6.	Menghitung peluang tingkat cacat	Langkah 4/5
7.	Menghitung kemungkinan cacat per DPMO	Langkah 6 x 1.000.000
8.	Konversi DPMO ke dalam nilai <i>sigma</i>	-

c. Menganalisis (*Analyze*)

Mengidentifikasi penyebab masalah kualitas dengan menggunakan

1. Diagram Sebab Akibat

Diagram ini digunakan sebagai pedoman teknis dari fungsi operasional proses produksi untuk memaksimalkan nilai-nilai kesuksesan tingkat kualitas produk sebuah perusahaan pada waktu bersamaan dengan memperkecil resiko-resiko kegagalan.

d. Memperbaiki (*Improve*)

Tahap ini guna untuk meningkatkan kualitas *six sigma* dengan melakukan pengukuran dengan melihat dari peluang perbaikan, *trend* kecacatan, proses kapabilitas, rekomendasi ulasan perbaikan, menganalisis tindakan perbaikan yang akan dilakukan. Penulis juga menggunakan metode FMEA dimana perbaikan dilakukan hampir disemua elemen yang dianggap mempengaruhi mutu produk.

e. Melakukan kegiatan kendali (*Control*)

Tahap ini untuk meningkatkan kualitas dengan memastikan level baru kinerja dalam kondisi standar dan terjaga nilai -nilai peningkatannya

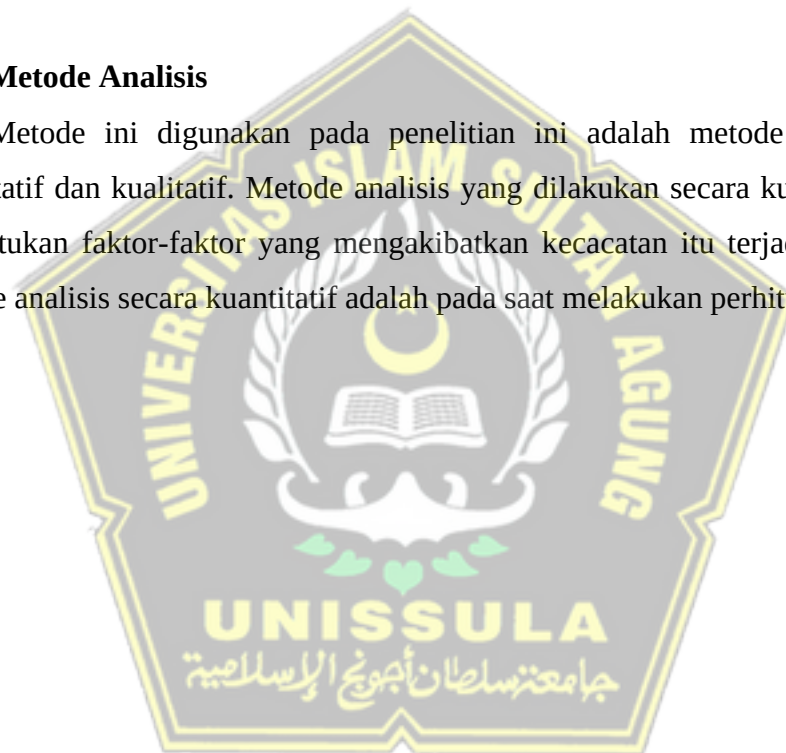
yang kemudian didokumentasikan dan disebarluaskan yang berguna sebagai Langkah perbaikan untuk kinerja proses berikutnya.

2. Analisis Faktor-Faktor yang menyebabkan terjadinya cacat produk.

Terjadinya kecacatan disebabkan oleh bahan baku yang kurang baik, saluran pada cetakan saat penuangan coran yang kurang baik, suhu penuangan yang tidak sesuai, dan kesalahan manusia akibat kelalayan dan lain-lain yang akan dianalisis pada diagram sebab akibat.

3.4 Metode Analisis

Metode ini digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis data kuantitatif dan kualitatif. Metode analisis yang dilakukan secara kualitatif adalah menentukan faktor-faktor yang mengakibatkan kecacatan itu terjadi. Sedangkan metode analisis secara kuantitatif adalah pada saat melakukan perhitungan nilai *six sigma*.



3.5 Pembahasan

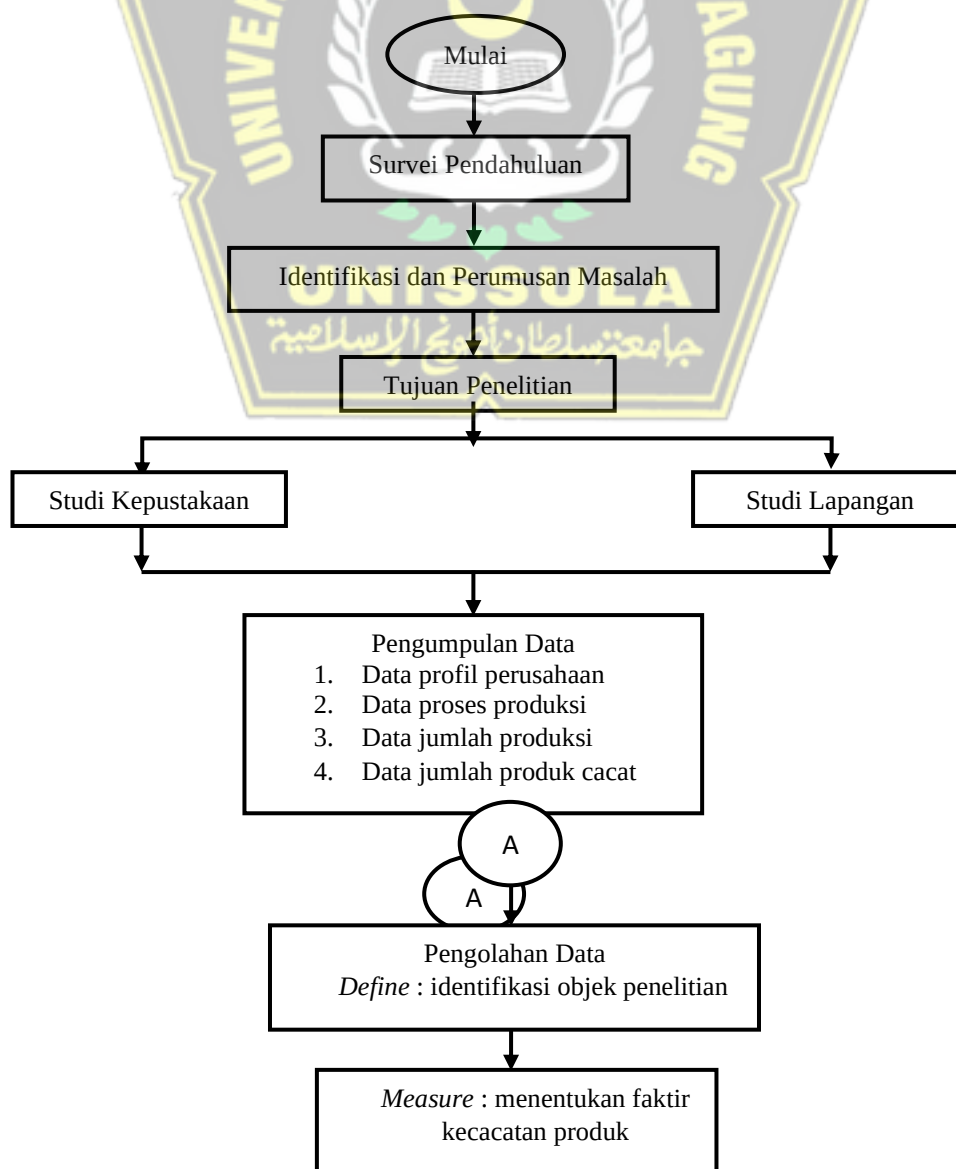
Pada tahap ini setelah pengolahan data dilakukan maka hasil penelitian tersebut dilakukan pembahasan dengan menjelaskan data yang sesuai dari hasil pengolahan data.

3.6 Penarikan Kesimpulan

Tahap ini adalah tahap terakhir pada suatu penelitian adalah kesimpulan. Kesimpulan merupakan hasil akhir dari pengolahan data dan pembahasan dengan memberikan saran yang nantinya akan bermanfaat bagi perusahaan dalam mengurangi kecacatan produk.

3.7 Diagram Alir

Tahap penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat dari diagram alir yaitu sebagai berikut :





Gambar 3. 1 Diagram Alir

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Perusahaan PT. Aneka Adhilogam Karya

PT. Aneka Adhilogam Karya adalah sebuah perusahaan yang bergerak pada bidang pengecoran logam yang memproduksi berbagai perlengkapan sambungan pipa air minum. Perusahaan ini menerapkan metode yaitu *Make To Order* (MTO) dan *Engineering To Order* (ETO) yang saat periode sekarang sedang memproduksi *streetbox*, *giboult joint*, dan *manhole*. Perusahaan ini terletak di Desa Batur, Kecamatan Ceper, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah, Indonesia. PT. Aneka Adhilogam Karya memiliki komitmen yaitu selalu mengutamakan kualitas dan kepuasan dari pelanggan, maka dari itu mengharuskan perusahaan meminimasi kecacatan produk yang telah diproduksi.

Dalam bab ini membahas tentang penerapan metode *six sigma* dan FMEA pada produksi pengecoran logam PT. Aneka Adhilogam Karya untuk mengurangi produk *deffect*. *Six sigma* adalah sebuah alat alternatif dalam prinsip pengendalian kualitas. Metode *six sigma* memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan dengan trobosan kuat. Six sigma adalah alat penting bagi manajemen produksi untuk menjaga, memperbaiki, mempertahankan kualitas produk dan terutama meningkatkan kualitas ke *zero deffect*. Penelitian ini menggunakan metode *six sigma* dengan tahapan-tahapan analisis yaitu DMAIC atau *define, measure, analyze, improve* dan *control*.

Analisis ini menggunakan metode *six sigma* yang tahapannya berupa DMAIC pada PT. Aneka Adhilogam Karya fokus pada bagian produksi pengecoran logam dengan metode inspeksi diambil secara sampel *random* dan melalui uji Tarik dan uji tekan dengan data produksi pada 1 semester yaitu dari bulan januari 2020 hingga bulan juni 2020 terdapat pada tabel 1.1

4.2 Pengolahan Data

Dalam pengolahan data penelitian ini menggunakan metode *six sigma* dan FMEA guna mengurangi data cacat produksi. Maka Langkah Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

4.2.1 Mendefinisikan (*Define*)

Dalam tahap *define* ini dapat diketahui bahwa terdapat rata-rata jumlah *defect* yang dihitung dari jumlah produksi yang cacat pada bulan januari 2020 hingga juni 2020 adalah sebesar 2,715% data ini diambil dari rumus jumlah *defect* per jumlah barang yang di produksi.

$$\% \text{ defect} = \frac{\text{jumlah defect}}{\text{jumlah barang yang di produksi}}$$

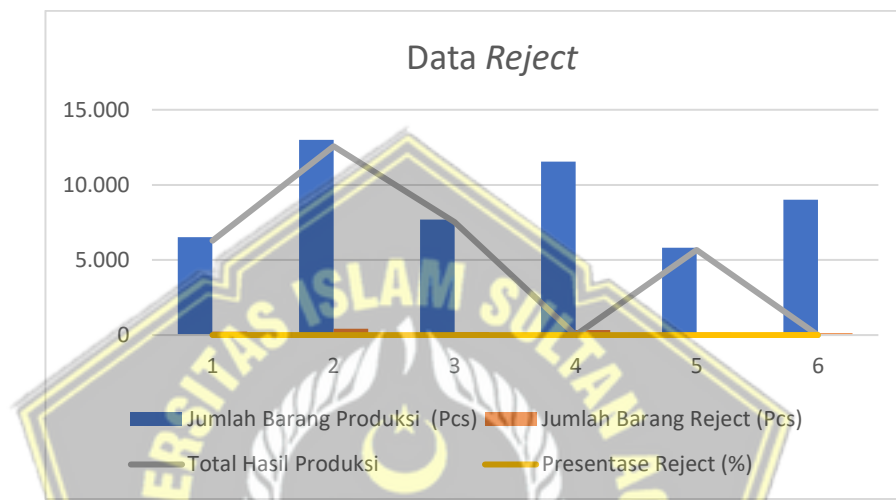
Hal ini sangat berpengaruh terhadap proses produksi yang berpengaruh pada manajemen mutu PT. Aneka Adhilogam Karya yang menetapkan maksimum kecacatan adalah 2,5% namun presentase tersebut kecacatan yang tidak bisa di perbaiki, maka presentase tersebut termasuk kecacatan yang tinggi. Kecacatan ini mempengaruhi proses produksi karena menyebabkan penambahan biaya produksi dan menambah waktu produksi karena pengulangan proses produksi. Untuk kemajuan perusahaan, PT. Aneka Adhilogam Karya harus meningkatkan kualitas produk agar kecacatan pada proses produksi dapat diminimalisir. Aktifitas pada tahap *define* ini adalah menetapkan CTQ (*Critical to Quality*), yaitu focus pada permasalahan yang terjadi dalam memenuhi keinginan konsumen.

Pada tahap ini pertama kali dilakukan adalah menetapkan proses produksi yang akan dijalankan berdasar skala prioritas yang telah ditentukan, dan setelah itu menentukan CTQ. Hal ini dilakukan untuk mengetahui keinginan dari konsumen yang sesuai. Selanjutnya adalah membuat tim jadwal proses produksi, membuat peta proses, dan mengidentifikasi proses yang berpengaruh pada CTQ atau disebut CTP (*Critical to Process*).

Dalam penelitian ini digunakan data hasil produksi PT. Aneka Adhilogam Karya pada bulan Januari-Juni 2020. Dari data tersebut dapat diketahui banyaknya produksi, banyaknya produk barang *reject* dan diketahui presentase barang *reject* tiap bulan produksi. Dengan mengetahui data tersebut maka dapat mengidentidikasi

jenis apa saja yang sering terjadi pada proses produksi, dengan mengidentifikasi jenis kecacatan yang paling banyak terjadi maka dapat di fokuskan pada kecacatan tersebut untuk meminimalkan jumlah kecacatan produk yang dihasilkan.

Berikut adalah grafik presentase kecacatan pada proses produksi pengecoran logam PT. Aneka Adhilogam Karya pada periode Januari 2020 hingga Juni 2020 dengan diagram :



Gambar 4. 1 Diagram Presentase Defect

1) Proses *mapping* dengan konsep SIPOC

Sebelum melakukan perbaikan terlebih dulu kita harus mengerti tentang proses itu berjalan. *Process Mapping* atau peta proses memberikan gambaran bagaimana Langkah proses pengecoran logam yang dilakukan dan ketergantungannya pada proses sebelumnya dan pengaruhnya pada proses setelahnya. Pada diagram ini dijelaskan secara lengkap tentang alur proses dari pemasok (*supplier*) sampai ke pelanggan (*customer*) ,berikut diagram SIPOC pada proses pengelasan :

Tabel 4. 1 Tabel SIPOC

<i>SUPPLIER</i>	<i>INPUT</i>	<i>PROCCES</i>	<i>OUTPUT</i>	<i>CUSTOMER</i>
Ibu Pur Alwan Bapak Riyadi Bapak Maskur Bapak Ansori	<i>Cast iron,</i> <i>Duxtile</i> , pasir silika, pasir hitam,	Peleburan logam, pencetakan, penuangan logam cair, pembongkaran cetakan, permrsinan, dan finishing.	Bend, Tee, Flange, Reducer, Manhole Pipa besi, Dll	PDAM seluruh Indonesia, Kementrian Pekerjaan Umum Dirjen Sumber Daya Air, dan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematusan

Diagram SIPOC merupakan rangkaian aliran system produksi pengecoran logam di PT Aneka Adhilogam karya ,sebagai berikut keterangannya

a. *Supplier*

Supplier merupakan pemasok bahan baku untuk bahan produksi pengecoran logam di PT Aneka Adhilogam Karya. Bahan-bahan ini dapat diperoleh di *supplier* sekitaran kawasan pabrik PT Aneka Adhilogam Karya yaitu untuk *supplier* besi cor adalah ibu Pur Alwan dan Bapak Riyadi sedangkan *supplier* besi *scrub* adalah Bapak Maskur dan Bapak Ansori,yang merupakan ber domisili satu kawasan daerah Ceper Kabupaten Klaten.

b. *Input*

Input merupakan bahan-bahan yang dibutuhkan untuk proses produksi pengecoran logam, bahan utama yang dibutuhkan adalah bahan baku seperti *cast iron* yg merupakan paduan besi dan karbon dengan kandungan karbon lebih dari 2% contohnya seperti besi mobil, dan untuk *Duxtile* merupakan paduan besi dengan karbon yang kurang dari 2% yang contohnya adalah alumunium dan tembaga. Selain itu juga ada bahan-bahan lain seperti pasir silika dan pasir hitam.

c. *Process*

Process merupakan operasi pengerjaan yang dilakukan bertahap oleh PT Aneka Adhilogam Karya. Input material akan mengalami tahapan-tahapan proses produksi yaitu dengan tahapan pertama yaitu pembuatan cetakan dengan mencampurkan pasir silika, pasir hitam dan tetes tebu sesuai bentuk yang dibutuhkan, kemudian tahap selanjutnya adalah pengecoran, yang pertama dilakukan adalah membuat adonan campuran bahan *cast iron* dan *duxtile* dengan memanaskan tungku *tanuri* induksi selama kurang lebih 1,5 jam setelah panas kemudian memasukkan bahan-bahan utama tersebut selama 1 jam ,tahap selanjutnya setelah adonan jadi yaitu dituangkan ke *ladle* lalu dituangkan ke cetakan pasir, dan di tunggu sampai adonan tersebut jadi atau mengeras, tahapan setelah adonan jadi yaitu *machine* dibagian ini akan diproses sesuai bentuknya seperti dibubut bagian luar dalam agar halus dan sesuai ukuran dan Adapun yang digerinda , tahapan ini disesuaikan dengan produk yang dibuat, tahapan terakhir yaitu finishing yang merupakan juga bagian *quality control*, karena di PT Aneka Adilogam karya hanya

menggunakan beberapa sample untuk diuji , dan pada saat finishing juga dicek secara manual bila ada cacat yang masih bisa diperbaiki langsung diperbaiki dengan cara didempul dan lain sebagainya. Dan yang akan dikatakan cacat adalah produk yang tidak bisa diperbaiki sama sekali dan akan dilebur kembali sebagai bahan baku utama.

d. *Output*

Output disini merupakan hasil yang didapat setelah melewati proses produksi, dan produk-produk yang dihasilkan adalah Bend,tee,flange, reducer,manhole, pipa besi dan lain sebagainya sesuai permintaan/pesanan customer.

e. *Customer*

Customer disini merupakan pelanggan, di PT Aneka Adhilogam Karya adalah perusahaan dengan system MTO (*Make to Order*) dan ETO (*Engineer to Order*), produk-produk yang diproduksi oleh perusahaan di tentukan oleh permintaan atau pesanan oleh customer dengan tetap menjaga kualitas produk, disini customer yang biasa memesan adalah PDAM seluruh Indonesia, Kementerian Pekerjaan Umum Dirjen Sumber Daya Air, dan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematusan

2) Penentuan CTQ (*Critical to Quality*)

Kepuasan pelanggan merupakan hal paling diutamakan oleh PT Aneka Adhilogam Karya, maka dari itu *six sigma* menegaskan bahwa kepuasan pelanggan harus dipenuhi dengan mengukur dan menyempurnakan proses produksi dan produksi itu sendiri, karakteristik CTO menetapkan ukuran untuk mengurangi *defect* yang sangat mempengaruhi kualitas produk dan kepuasan pelanggan. Di tabel menyebutkan presentasi product *defect* yang tinggi dikarenakan produk presentase cacat tersebut adalah produk-produk yang tidak bisa diperbaiki dan harus dilebur kembali. Kecacatan yang terjadi pada PT. Aneka Adhilogam Karya di kelompokkan sesuai dengan jenis kecacatan yaitu cacat ekor tikus, cacat lubang-lubang, retakan, permukaan kasar, salah alir, kesalahan ukuran, inklusi dan struktur tak seragam, deformasi, dan cacat tak nampak.

Setelah mengetahui jenis-jenis *defect* yang dialami, perusahaan dapat menganalisa kecacatan yang terjadi dan banyak ditemui di setiap produksi. Bila kecacatan yang dialami oleh perusahaan mengalami penurunan dapat mempersingkat waktu dan biaya lebih yang harus dikeluarkan, dan kepercayaan pelanggan pun akan semakin meningkat. Oleh sebab itu yang menjadi CTQ perusahaan yaitu faktor yang mempengaruhi terpenuhinya kebutuhan pelanggan adalah produk pengecoran logam yang berkualitas. CTQ akan menjadi elemen dalam mencari besarnya DPMO dan karena faktor yang mempengaruhi kepuasan pelanggan maka kecacatan yang terjadi menjadi tolak ukur banyaknya CTQ. Kecacatan pada PT. Aneka Adhiligam Karya terdapat 9 jenis kecacatan seperti cacat ekor tikus, cacat lubang-lubang, cacat retakan, cacat permukaan kasar, cacat salah alir, cacat salah ukuran, cacat inklusi dan struktur tak seragam, cacat tak seragam dan deformasi, maka CTQ terdapat 9

3) *Critical to Proses* (CTP)

Pada tahap ini akan ditentukan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya kecacatan, dan agar dapat segera diperbaiki, proses ini yang disebut sebagai CTP yaitu hal-hal yang mempengaruhi CTQ agar dapat lebih fokus perbaikan dalam proses produksi. Faktor-faktor yang mempengaruhi sebagai berikut:

1. Desain pengecoran dan pola

Pada faktor desain pengecoran dan pola menyebabkan kecacatan produk pada proses produksi yaitu cacat salah ukuran

2. Pasir cetak dan desain cetakan inti

Pada faktor pasir cetak dan desain cetakan inti mempengaruhi kualitas suatu produk yang menyebabkan kecacatan produk yaitu cacat ekor tikus, cacat lubang-lubang, cacat retakan, cacat permukaan kasar, cacat salah alir, cacat inklusi dan struktur, dan cacat deformasi

3. Komposisi muatan logam

Pada faktor komposisi muatan logam mempengaruhi kualitas produk dengan menimbulkan kecacatan yaitu cacat lubang-lubang, cacat permukaan kasar, cacat inklusi dan struktur tak seragam, dan cacat tak nampak.

4. Proses peleburan dan penuangan

Pada faktor proses peleburan dan penuangan ini menimbulkan beberapa kecacatan yang terjadi yaitu cacat lubang-lubang, cacat permukaan kasar, cacat salah alir, dan cacat inklusi dan struktur tak seragam.

5. Sistem saluran masuk dan penambah

Pada faktor sistem saluran masak dan penambah menimbulkan kecacatan yaitu cacat lubang-lubang dan cacat salah alir yang terjadi pada proses produksi

Maka kelima faktor diatas dapat dikatakan sebagai CTP, kualitas dan hasil dari produksi bergantung pada faktor diatas dan pada akhirnya akan sangat berpengaruh pada kepuasan atau kepercayaan kepada perusahaan.

4.2.2 Mengukur (*Measure*)

Pengukuran merupakan tahapan kedua dari metode *six sigma*. Ditahap ini akan dilakukan beberapa analisis untuk dapat menentukan kondisi proses produksi pengecoran logam yang sedang terjadi serta masalah yang dihadapi sebelum perbaikan menggunakan metode *six sigma*. Ditahap ini menggunakan acuan CTQ yang telah diperoleh dalam tahapan *define*.

Ditahap ini sangat memegang penting peranan dalam peningkatan kualitas dikarenakan dapat mengetahui kinerja perusahaan melalui perhitungan data yang dijadikan dasar melakukan analisis dan perbaikan. Di DMAIC ada dua konsep pengukuran yaitu konsep pengukuran kinerja produk dan pengukuran kinerja proses.

a. Pengukuran kinerja proses

Untuk dapat mengukur kinerja proses dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Menghitung nilai tengah dan batas control pada proses penggambaran peta kontro dari proses tersebut. Dalam data ini akan didapatkan angka produktivitas masing-masing pekerja atau karyawan.
2. Menghitung kapabilitas proses (*Process capability*) untuk mengetahui seberapa baik proses dapat memproduksi pengecoran logam dengan minimum kecacatan.

b. Pengukuran kinerja produk

Pengukuran kinerja produk dilakukan dengan cara:

1. Menghitung DPMO (*defect per million opportunities*), adalah dengan mengidentifikasi berapa banyak *defect* yang terjadi dalam satu juta peluang ,menghitung nilai *sigma* produk setiap proses.
2. Menghitung COPQ (*Cost of Poor Quality*), adalah biaya yang timbul akibat cacat. Biaya yang terjadi akibat kerja ulang (*rework*) berupa biaya bahan, tenaga kerja dan lain sebagainya.

Data yang digunakan untuk pembuatan peta kendali ini adalah data jumlah *output* yang dihasilkan.terdapat pada tabel 1.1

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa total jumlah cacat selama satu periode adalah 1460 barang dan kecacatan ini sudah tidak bisa diperbaiki dan harus kembali ke lini produksi menjadi bahan baku. Dibawah ini adalah tabel rekapitulasi *defect* dan jenis-jenisnya.

Tabel 4. 2 Tabel Rekapitulasi *Defect*

CACAT	JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI	total	Presentase
Ekor Tikus	30	40	20	30	20	20	160	11%
Lubang-lubang	90	200	70	150	60	50	620	42%
Keretakan	50	100	50	100	40	25	365	25%
Permukaan Kasar	5	-	-	-	-	-	5	0%
Salah Alir	40	60	40	50	40	15	245	17%
Kesalahan Ukuran	4	6	-	-	-	-	10	1%
Inklusi dan Struktur tak Seragam	5	3	-	-	3	-	11	1%
Deformasi	5	10	-	-	1	-	16	1%
Cacat Tak Nampak	5	10	3	3	3	4	28	2%
Jumlah	234	429	183	333	167	114	1460	100%

Sumber : (PT. Aneka Adhilogam Karya, 2020)

Dari data produksi diatas diketahui banyaknya *defect* pada data rekapitulasi diatas banyak ditemukan pada jenis kecacatan lubang-lubang, dibawah ini cara penentuan DPMO dan level sigma

- 1) Menghitung DPU (*Defect per Unit*) adalah jumlah defect per bulan

$$DPU = \frac{Total\ Defect}{Total\ output \times CTQ}$$

$$DPU1 = \frac{234}{6.512 \times 9} = 0,00399$$

$$DPU2 = \frac{429}{12.998 \times 9} = 0,00367$$

$$DPU3 = \frac{183}{7.692 \times 9} = 0,00264$$

$$DPU4 = \frac{333}{11.543 \times 9} = 0,00321$$

$$DPU5 = \frac{167}{5.823 \times 9} = 0,00319$$

$$DPU6 = \frac{114}{9.004 \times 9} = 0,00141$$

- 2) Menghitung DPMO (*Defect per million opportunities*)

$$DPMO = \frac{Total\ Defect}{Total\ Output \times CTQ} \times 1.000.000$$

$$DPMO1 = \frac{234}{6.512 \times 9} \times 1.000.000 = 3992,629$$

$$DPMO2 = \frac{429}{12.998 \times 9} \times 1.000.000 = 3667,231$$

$$DPMO3 = \frac{183}{7.692 \times 9} \times 1.000.000 = 2643,439$$

$$DPMO4 = \frac{333}{11.543 \times 9} \times 1.000.000 = 3205,406$$

$$DPMO5 = \frac{167}{5.823 \times 9} \times 1.000.000 = 3186,597$$

$$DPMO6 = \frac{114}{9.004 \times 9} \times 1.000.000 = 1406,782$$

- 3) Menghitung prosesntase Yield

$$Yield = 100\% - \left(\frac{Total\ Defect}{Total\ output \times CTQ} \times 100\% \right)$$

$$Yield1 = 100\% - \left(\frac{234}{6.512 \times 9} \times 100\% \right) = 99,601\%$$

$$Yield2 = 100\% - \left(\frac{429}{12.998 \times 9} \times 100\% \right) = 99,633\%$$

$$Yield3 = 100\% - \left(\frac{183}{7.692 \times 9} \times 100\% \right) = 99,736\%$$

$$Yield4 = 100\% - \left(\frac{333}{11.543 \times 9} \times 100\% \right) = 99,679\%$$

$$Yield5 = 100\% - \left(\frac{167}{5.823 \times 9} \times 100\% \right) = 99,681\%$$

$$Yield6 = 100\% - \left(\frac{114}{9.004 \times 9} \times 100\% \right) = 99,859\%$$

- 4) Mengkonversikan hasil perhitungan DPMO dengan table *six sigma* agar mendapatkan nilai *sigma*. agar memperjelas hasil DPMO dan level *sigma* dapat dilihat dalam perhitungan dibawah ini dengan menggunakan bantuan *Microsoft excel*

$$\text{nilai sigma} = \text{NORMSINV} \left(\frac{(1.000.000 - \text{DPMO})}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$\text{nilai sigma 1} = \text{NORMSINV} \left(\frac{(1.000.000 - 3.992,629)}{1.000.000} \right) + 1,5 = 4,153$$

$$\text{nilai sigma 2} = \text{NORMSINV} \left(\frac{(1.000.000 - 3.667,231)}{1.000.000} \right) + 1,5 = 4,181$$

$$\text{nilai sigma 3} = \text{NORMSINV} \left(\frac{(1.000.000 - 2.643,439)}{1.000.000} \right) + 1,5 = 4,289$$

$$\text{nilai sigma 4} = \text{NORMSINV} \left(\frac{(1.000.000 - 3.205,406)}{1.000.000} \right) + 1,5 = 4,226$$

$$\text{nilai sigma 5} = \text{NORMSINV} \left(\frac{(1.000.000 - 3.186,597)}{1.000.000} \right) + 1,5 = 4,228$$

$$\text{nilai sigma 6} = \text{NORMSINV} \left(\frac{(1.000.000 - 1.406,782)}{1.000.000} \right) + 1,5 = 4,287$$

Tabel 4. 3 Perhitungan Nilai Sigma

BULAN	OUTPUT	Jumlah Defect	DPU	Yield	DPMO	Nilai Sigma
JANUARI	6.512	234	0,00399	99,601%	3992,629	4,153
FEBRUARI	12.998	429	0,00367	99,633%	3667,231	4,181
MARET	7.692	183	0,00264	99,736%	2643,439	4,289
APRIL	11.543	333	0,00321	99,679%	3205,406	4,226
MEI	5.823	167	0,00319	99,681%	3186,597	4,228
JUNI	9.004	114	0,00141	99,859%	1406,782	4,487
Rata-rata					3017,014	4,261

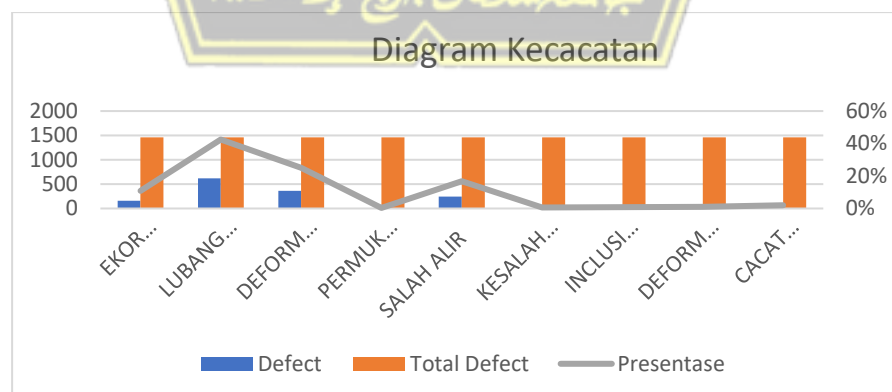
4.2.3 Menganalisis (*Analyze*)

Ditahapan *Analyze* ini merupakan tahapan untuk menganalisis dan mengidentifikasi mengenai sebab akibat timbulnya masalah agar dapat melakukan penanggulangan terhadap sebab yang ada. *Tools six sigma* yang digunakan untuk tahapan *Analyze* adalah *fishbone*. Ditahap ini akan diperoleh informasi pernyataan mengenai penyebab terjadinya kecacatan dalam proses produksi pengecoran logam.

Dari data diatas juga ditemukan data sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Analisis Jenis Defect

	EKO R TIK US	LUB ANG LUB ANG	DEFOR MASI	PERM UKA AN KASA R	SALAH ALIR	KESALA HAN UKURA N	INCLU SI DAN STRUK TUR TAK SERAG AM	DEFOR MASI	CACA T TAK NAM PAK
<i>Defec t</i>	160	620	365	5	245	10	11	16	28
<i>Total Defec t</i>	1460	1460	1460	1460	1460	1460	1460	1460	1460
<i>Prese ntase</i>	11%	42%	25%	0%	17%	1%	1%	1%	2%



Gambar 4. 2 Diagram Kecacatan Produk

Sumber: (PT. Aneka Adhilogam Karya, 2020)

a. Analisis Diagram Sebab Akibat

Di diagram sebab akibat ini memperlihatkan hubungan antara permasalahan dan dengan kemungkinan penyebabnya serta faktor yang mempengaruhi. Dan dibawah ini adalah faktor yang mempengaruhi dan penyebab kecacatan:

1) *Man* (manusia)

Para karyawan dalam proses produksi pengecoran logam.

2) *Material* (bahan baku)

Segala sesuatu yang digunakan perusahaan sebagai komponen dalam proses produksi pengecoran logam seperti bahan baku dan bahan-bahan tambahan dalam produksi.

3) *Machine* (mesin)

Mesin dan berbagai alat yang digunakan dalam proses produksi pengecoran logam.

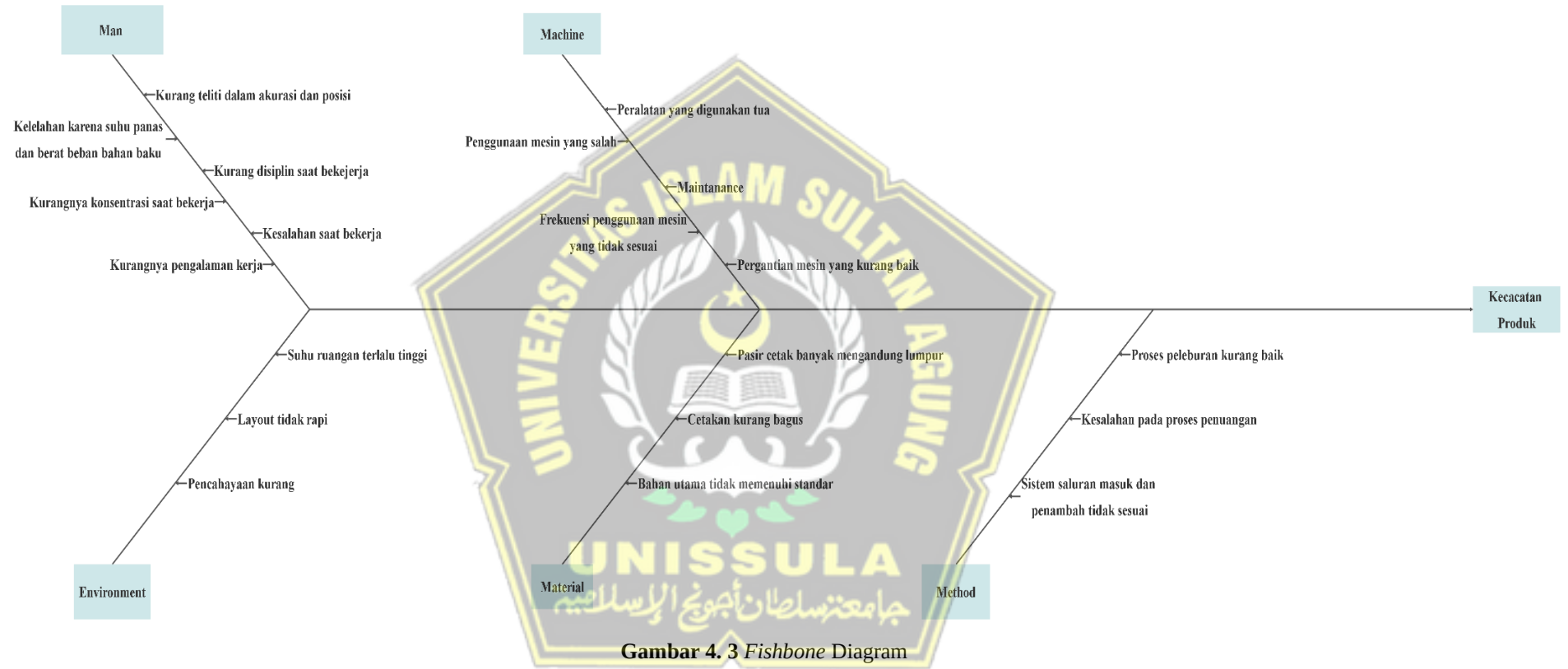
4) *Methode* (metode)

Intruksi kerja yang harus diikuti dalam proses produksi pengecoran logam.

5) *Environment* (lingkungan)

Keadaan skitar perusahaan secara langsung dan tidak langsung yang mempengaruhi perusahaan secara umum dalam proses produksi pengecoran logam.

Setelah diketahui jenis-jenis cacat yang terjadi, maka perusahaan perlu melakukan perbaikan untuk mencegah terjadinya kecacatan. Hal penting yang dilakukan dan ditelusuri adalah dengan mencari penyebab terjadinya cacat tersebut, maka digunakaanlah diagram sebab akibat atau *fishbone chart*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dari diagram sebab akibat dibawah ini:



Gambar 4.3 Fishbone Diagram

Dari *fishbone* diagram diatas dapat ditemukan faktor penyebab kecacatan di lini produksi pengecoran logam:

a. *Man*

Di faktor manusia ada beberapa penyebab terjadinya *defect* yaitu

1. Kurang telitinya pekerja dalam pembuatan cetakan dan posisi saat penuangan.
2. Kelelahan pekerja disebabkan oleh suhu ruangan yang panas dan beban yang harus dikerjakan
3. Kurang disiplinnya para pekerja dalam mematuhi peraturan yang sudah diatur perusahaan.
4. Kurangnya konsentrasi saat bekerja.
5. Kesalahan kerja disebabkan melanggar peraturan perusahaan.
6. Kurangnya pengalaman kerja dalam bidang pengecoran logam.

b. *Material*

Di faktor material ada beberapa penyebabnya yaitu

1. Pasir cetak banyak mengandung lumpur.
2. Bahan utama tidak memenuhi standar seperti muatan logam yang dikandung bahan baku tidak memenuhi standar kualitas perusahaan.
3. Cetakan tidak bagus dikarenakan bahan baku cetakan tidak memenuhi standar kualitas perusahaan.
4. Bahan penambah tidak memenuhi standar kualitas.

c. *Metode*

Di faktor metode terdapat beberapa faktor yang mempengaruhinya

1. Proses peleburan terlalu cepat, sehingga suhu peleburan tidak sesuai standar perusahaan.
2. Proses penuangan tidak pas seperti terlalu cepat dan terlalu lambatnya penuangan, dan juga penuangan cairan logam tidak sesuai kapasitas cetakan.
3. System saluran masuk dan penambah tidak sesuai

d. *Machine*

Dalam faktor mesin terdapat beberapa faktor-faktor penyebab *defect* nya :

1. Umur peralatan yang digunakan sudah tua
2. Penggunaan mesin yang salah
3. *Maintanance*
4. Frekuensi penggunaan mesin yang berlebihan.
5. Pergantian mesin yang tidak sesuai penggunaan.

e. *Lingkungan*

Dalam lingkungan faktor yang menyebabkan kecacatan produk pengecoran logam, seperti:

1. Suhu ruangan terlalu tinggi mengakibatkan pekerja merasa tidak nyaman.
2. Pencahayaan yang kurang mengakibatkan kurangnya ketelitian pekerja
3. Layout produksi yang terlalu berantakan.

4.2.4 Perbaikan (*Improve*)

Setelah mengetahui faktor penyebab terjadinya kecacatan tinggi pada proses produksi pengecoran logam, langkah berikutnya adalah menentukan suatu usulan perbaikan untuk tiap penyebab terjadinya kecacatan. Penentuan ini dilakukan dengan cara *brainstorming* Bersama *foreman*, *supervisor* dan kabag *Quality Control*. *Brainstorming* tersebut dilakukan agar mendapatkan usulan-usulan perbaikan dan dapat diterapkan di perusahaan. Dari akar penyebab cacat kemudian dimasukkan kedalam rumusan perbaikan 5W-1H, *fishbone* diagram, dan FMEA. Pada proses *improve* ini ada tahapan-tahapan sebagai berikut :

a) **Penggunaan konsep 5W-1H**

Dalam konsep ini bertujuan untuk mendefinisikan jenis cacat yang akan dicariikan usulan perbaikannya. Berikut adalah tabel 5W-1H. berikut adalah penjelasannya:

Tabel 4. 5 Tabel Penguraian Kecacatan

Penyebab Cacat	5W-1H	Deskripsi
Manusia	<i>What</i>	Operasi produksi pengecoran logam
	<i>Why</i>	Kurang teliti,kelelahan,kurang disiplin
	<i>Where</i>	Lini produksi
	<i>When</i>	Proses produksi
	<i>Who</i>	Karyawan
	<i>How</i>	Salah dalam mengukur dan mendesign pola cetakan, kelelahan karna intensitas pekerjaan yang tinggi, kurang disiplin dalam proses peleburan dan penuangan
Material	<i>What</i>	Bahan baku
	<i>Why</i>	Pasir cetak, bahan utama,cetakan,bahan penambah
	<i>Where</i>	lini produksi
	<i>When</i>	Proses produksi
	<i>Who</i>	Bahan baku
	<i>How</i>	Pasir yang tidak berkualitas mengandung banyak lumpur,bahan utama kandungan logamnya tidak memenuhi standar,cetakan yang gagal,bahan penambah tidak bagus
Metode	<i>What</i>	Intruksi kerja
	<i>Why</i>	Proses peleburan,penuangan,pembubutan
	<i>Where</i>	Lini produksi
	<i>When</i>	Proses produksi
	<i>Who</i>	karyawan
	<i>How</i>	Waktu peleburan terlalu cepat dan lama,waktu penuangan terlalu

		cepat dan lambat, pembubutan kurang teliti
<i>Machine</i>	<i>What</i>	Mesin produksi
	<i>Why</i>	Mesin tua, maintenance, frekuensi penggunaan
	<i>Where</i>	Di lini produksi
	<i>When</i>	Proses produksi
	<i>Who</i>	karyawan
	<i>How</i>	Mesin yang digunakan sudah tua, maintenance mesin, frekuensi penggunaan terlalu sering
<i>environment</i>	<i>What</i>	lingkungan
	<i>Why</i>	Debu, temperatur, layout proses produksi
	<i>Where</i>	Lingkungan produksi
	<i>When</i>	Proses produksi
	<i>Who</i>	karyawan
	<i>How</i>	Banyak debu yang dihasilkan dalam proses produksi, temperature ruangan yang tinggi, layout yang dihasilkan dari proses produksi

b) Pengukuran

1. Peluang: menurunkan jumlah cacat pada proses produksi pengecoran logam dengan menerapkan sistem control yang lebih teliti dan lebih memadai.
2. Kerusakan: 53.572 produk pada bulan januari sampai juni 2020 menghasilkan *defect* sejumlah 1.460 *defect*.
3. Perhitungan nilai sigma setelah dilakukan perbaikan dengan tahapan yang sama sebelum perbaikan sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Tabel Produksi Bulan Juli-Desember

No	Bulan	Jumlah Barang Produksi (Pcs)	Jumlah Barang Reject (Pcs)	Total Hasil Produksi	Presentase Reject (%)
1.	Juli	8.568	159	8.409	1,86
2.	Agustus	10.789	201	10.588	1,86
3.	September	9.873	194	9.679	1,96
4.	Oktober	14.683	298	14.385	1,97
5.	November	6.899	111	6.788	1,61
6.	Desember	9.718	157	9.561	1,62
	Jumlah	60530	1120	59410	10,88

Dari data diatas maka dapat dihitung nilai sigma dibantu menggunakan bantuan *Microsoft Excel* yaitu sebagai berikut :

Tabel 4. 7 Tabel Perhitungan Sesudah Perbaikan

Bulan	Jumlah Barang Produksi (Pcs)	Jumlah Barang Reject (Pcs)	DPU	YIELD	DPMO	SIGMA
Juli	8.568	159	0,00206	99,79381%	2061,9359	4,3685
Agustus	10.789	201	0,00207	99,79300%	2070,0096	4,3673
September	9.873	194	0,00218	99,78167%	2183,2833	4,3504
Oktober	14.683	298	0,00226	99,77449%	2255,0644	4,3401
November	6.899	111	0,00179	99,82123%	1787,6987	4,4134
Desember	9.718	157	0,00180	99,82049%	1795,0653	4,4121
Rata-rata					2025,5095	4,3742

4. Proses kapabilitas yang dicapai pada PT Aneka Adhilogam Karya dengan nilai DPMO dan nilai *sigma* pada bulan juli-desember 2020 sebagai berikut.

Tabel 4. 8 Proses Kapabilitas

Bulan	DPMO	Nilai <i>Sigma</i>
JULI	2061,9359	4,3685
AGUSTUS	2070,0096	4,3673
SEPTEMBER	2183,2833	4,3504
OKTOBER	2255,0644	4,3401
NOVEMBER	1787,6987	4,4134
DESEMBER	1795,0653	4,4121
Hasil	2025,5095	4,3742

Berdasarkan data diatas didapat bahwa total DPMO adalah sebesar 2025,5095 dan didapatkan nilai *sigma* dari perhitungan DPMO tersebut hasilnya sebesar 4,3742.

c) Rekomendasi Perbaikan

1. Rekomendasi perbaikan pada *Man*:
 - a) lebih teliti saat mendesain pola
 - b) lebih teliti saat mengukur, perhitungan cetakan, harus sesuai ukuran agar tidak ada cetakan yang mengembang
 - c) lebih taat pada peraturan perusahaan.
 - d) Dilakukan pelatihan berkala pada setiap pekerja.
 - e) Disediakan kantin pekerja guna mengatur pola makan yang sehat dan bergizi.
2. Rekomendasi perbaikan pada *Material*
 - a) Menggunakan pasir yang berkualitas, tahan akan panas yang tinggi, dan tidak banyak mengandung lumpur
 - b) pembuatan cetakan yang teliti baik pemadatan yang cukup, lubang angin yang cukup dan pelapisan angin yang merata
 - c) menghilangkan sudut-sudut tajam pada cetakan

- d) pasir yang digunakan saat pengecoran harus cukup dingin
- e) pola logam harus dipanaskan terlebih dahulu
- f) memperbaiki cetakan yang tidak sempurna
- g) pemadatan pasir harus cukup
- h) distribusi kekasaran pasir yang sesuai
- i) Menentukan komposisi logam yang tepat dan berkualitas tinggi
- j) Penyingkiran kerak pada logam harus bersih
- k) Campuran yang sesuai antara *cast iron*, *ductile*, serta bahan tambahan lainnya seperti C, Si dan P

3. Rekomendasi perbaikan pada *Metode*

- a) Mengecek temperature logam pada saat sebelum penuangan ke cetakan
- b) Kecepatan penuangan harus cepat dan kontinyu
- c) *Temperature* pada saat penuangan harus tinggi
- d) Diusahakan agar tekanan diatas harus tinggi
- e) Menyeragamkan proses pembekuan logam dengan memanfaatkan cil bila perlu
- f) Pengisian cairan logam dari beberapa tempat agar merata
- g) Waktu penuangan harus sesingkat mungkin
- h) Pemeriksaan bagian cetakan sebelum melakukan pengecoran logam
- i) Pola logam harus dipanaskan terlebih dahulu
- j) Membuat saluran tutup sesuai bentuk coran
- k) Perencanaan dan penambah harus teliti
- l) Merencanakan saluran yang teliti
- m) Menggunakan bahan cil yang tidak gampang menguap
- n) Memastikan permukaan cil kering sebelum saatnya penuangan
- o) Penambah harus sesuai

4. Rekomendasi perbaikan pada *Machine*

- a) Dilakukan perbaikan dan pengecekan secara berkala pada mesin yang digunakan.

- b) Mengganti mesin yang sudah using.
 - c) Menggunakan mesin yang terbaru.
 - d) Digunakan pada tenaga ahli, jika pekerja baru harus ada dampingan senior.
5. Rekomendasi perbaikan pada *Environment*
- a) Menata kembali *layout* produksi.
 - b) Penambahan ventilasi udara dan cahaya
 - c) Penambahan cerobong asap pada layout peleburan agar asap tidak menyebar pada lini produksi.

d) Hasil Analisis

- 1) Kurang teliti, kurangnya konsentrasi, kelelahan, tidak menaati peraturan yang berlaku sangat berpengaruh pada hasil produk yang menyebabkan peningkatan presentase *defect*
- 2) Bahan baku yang kurang berkualitas dan cetakan yang tidak sempurna sangat berpengaruh terhadap kualitas produk.
- 3) Proses peleburan dan penuangan pun demikian, banyak kesalahan-kesalahan karena ketidak telitian yang dilakukan pegawai, seperti tidak pas *temperature* saat penuangan, kecepatan tuang yang lambat dan tidak sesuai penguangan cairan logam terhadap cetakan yang mengakibatkan turunnya kualitas produk.
- 4) Penggunaan mesin yang kurang baik, penggunaan pekerja yang kurang berkualitas, dan penggunaan efisiensi mesin yang kurang tepat dapat mengurangi kualitas produk yang dihasilkan dan juga mengurangi kualitas waktu produksi yang diinginkan oleh target perusahaan.
- 5) Penataan kembali tata letak produksi yang diharapkan dapat membantu proses produksi menjadi lebih baik dan penataan lingkungan produksi dapat membuat pekerja lebih nyaman saat bekerja sehingga dapat menambag kualitas produktivitas pekerja.

e) Tindakan perbaikan

- 1) Tindakan perbaikan yang dilakukan adalah dengan cara dikerjakan dengan teliti dan diawasi oleh tenaga kerja yang sudah ahli dan berpengalaman dalam bidang pengecoran logam
- 2) Memilih *supplier* berkualitas yang memenuhi standar kualitas perusahaan.
- 3) Lebih teliti saat proses peleburan dan penuangan logam, harus diawasi oleh orang yang bertanggung jawab dalam proses produksi tersebut
- 4) Menggunakan mesin yang berkualitas dan penggunaan mesin yang efisien sehingga dapat menambah kualitas proses produksi.
- 5) Penataan kembali tata letak dan kenyamanan ruang produksi yang dapat meningkatkan kualitas pekerja.

f) FMEA

Metode analisis FMEA adalah analisis yang digunakan untuk mengetahui atau mengamati apakah suatu tindak kegagalan (failure) dapat dianalisis atau diukur sehingga dapat diantisipasi, dimitigasi ataupun dicegah baik tingkat kegagalannya ataupun efek negatif yang timbul sebagai faktor output-nya. Sebenarnya ada kemiripan antara metode FMEA dengan analisis diagram-diagram sebelumnya seperti diagram sebab akibat, dan konsep 5W-1H dalam rangka mencari akar permasalahan (root cause) dan usulan perbaikannya (proposed corrective actions), hanya saja dengan menggunakan FMEA kita dapat mengetahui bobot atau nilai dari suatu permasalahan dan membuat bobot prioritas masalah. Dalam FMEA tindakan perbaikan akan dimulai dari nilai prioritas yang paling tinggi dan terus ke masalah-masalah dengan nilai prioritas di bawahnya.

FMEA menurut Mc Dermott dan koleganya (Mc Dermott, 2009: h. 10), memberikan tiga faktor evaluasi resiko yaitu faktor evaluasi resiko Severity (keparahan), Occurrence (kejadian) dan Detection (deteksi). Ketiga faktor evaluasi resiko ini kemudian membentuk yang namanya nomor prioritas resiko atau Risk

Priority Number (RPN), RPN ini diperoleh dengan mengalikan nilai Severity, Occurrence dan Detection secara bersamaan atau bila dirumuskan akan menjadi $S \times O \times D = RPN$. Semakin tinggi nilai RPN maka semakin tinggi pula resiko yang ditimbulkan suatu masalah dan semakin tinggi juga dampak yang ditimbulkan masalah itu terhadap kualitas produk atau proses yang dilakukan, sehingga penanganan atau perbaikannya harus disegerakan.

Berikut ini adalah rincian dari masing-masing faktor evaluasi resiko yang membentuk RPN:

1) *Severity (S)*

Menunjukan seberapa besarnya masalah dan seberapa berpengaruhnya masalah tersebut terhadap kualitas produk ataupun proses. Ditandai dengan nilai 1-10, dimana 1 yang paling ringan tingkat keparahannya, sedangkan 10 paling tinggi tingkat keparahannya.

2) *Occurrence (O)*

Menunjukan seberapa sering masalah itu terjadi. Ditandai dengan nilai 1-10, dimana 1 yang paling jarang terjadi dan 10 paling sering terjadi

3) *Detection (D)*

Menunjukan seberapa mudanya masalah tersebut terdeteksi atau diketahui. Ditandai dengan nilai 1-10, dimana 1 paling mudah dideteksi, dan 10 yang paling sulit dideteksi.

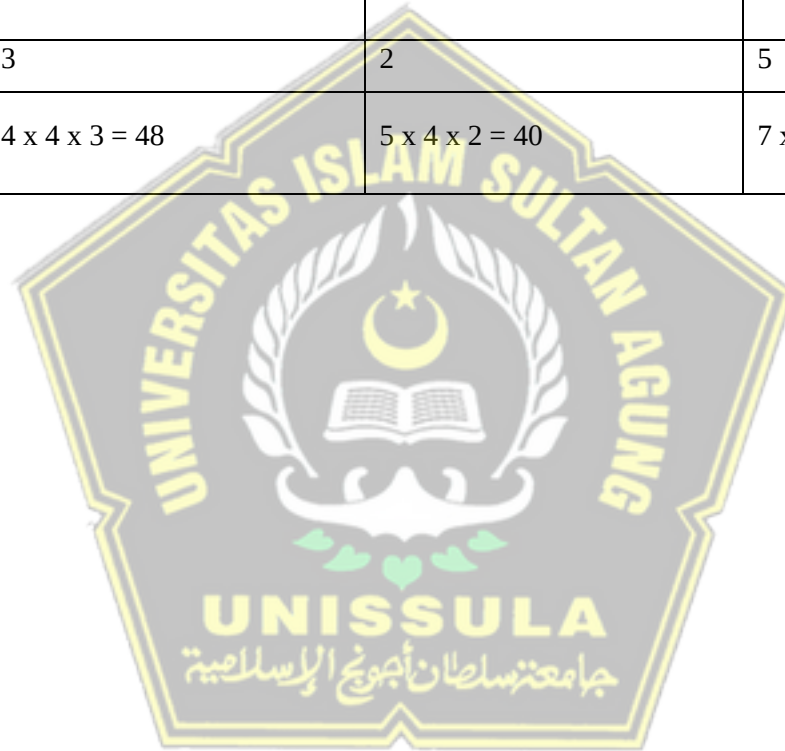
Berikut merupakan analisis FMEA yang dilakukan pada PT Aneka Adhilogam Karya dengan mengambil data dengan cara wawancara kepala departemen *quality control* untuk mencari solusi terhadap berbagai permasalahan-permasalahan:

Tabel 4. 9 Analisa FMEA

	<i>Man</i>	<i>Machine</i>	<i>Material</i>	<i>Method</i>	<i>Environment</i>
Metode Kegagalan	1. Pekerja tidak terampil 2. Pekerja kurang disiplin 3. Pekerja malas 4. Pekerja cepat kelelahan	1. Mesin rusak 2. Mesin kurang perawatan	1. Bahan baku utama kurang berkualitas 2. Bahan baku pasir cetak tidak sesuai standar kualitas perusahaan	1. <i>Temperature</i> 2. Waktu 3. Bahan baku 4. Saluran yang tidak sempurna	1. Suhu ruang produksi yang tinggi 2. Penataan ruang produksi yang kurang tepat
Akibat Kegagalan	1. Mengakibatkan cacat ekor tikus 2. Cacat lubang-lubang 3. Retakan 4. Cacat salah alir 5. Cacat kesalahan ukur 6. Cacat inklusi dan struktur tak seragam	1. Cacat ekor tikus 2. Cacat lubang-lubang 3. Cacat retakan 4. Cacat permukaan kasar 5. Cacat salah alir 6. Cacat inklusi dan struktur tak seragam 7. Cacat deformasi	1. Cacat ekor tikus 2. Cacat lubang-lubang 3. Cacat retakan 4. Cacat permukaan kasar 5. Cacat salah alir 6. Cacat inklusi dan struktur tak seragam 7. Deformasi 8. Cacat tak nampak	1. Cacat ekor tikus 2. Cacat lubang-lubang 3. Cacat retakan 4. Cacat permukaan kasar 5. Cacat salah alir 6. Cacat inklusi dan struktur tak seragam 7. Cacat deformasi 8. Cacat tak nampak	Cacat tak nampak
Nilai Severity	7	5	7	8	3
Penyebab Kegagalan	Kurang telitinya pekerja	Mesin sering terjadi maintenance	Bahan baku yang kurang berkualitas	Temperature, waktu tidak diawasi	Penataan <i>layout</i> produksi kurang bagus

Nilai Occurance	5	6	5	7	2
Pengawasan	Mandor setiap lini produksi	Mandor di lini produksi	Admin gudang	Mandor lini produksi	Mandor lini produksi
Nilai Detection	2	3	2	6	2
RPN Sebelum Perbaikan	$7 \times 5 \times 2 = 70$	$5 \times 6 \times 3 = 90$	$7 \times 5 \times 2 = 70$	$8 \times 7 \times 6 = 336$	$3 \times 2 \times 2 = 12$
Tindakan Korektif	1. Lebih teliti saat mendesain pola 2. Lebih disiplin dalam bekerja 3. Diawasi oleh tenaga kerja yang ahli dan berpengalaman 4. Melakukan pelatihan dengan sungguh-sungguh	1. Melakukan pengecekan dan perawatan mesin secara berkala 2. Mengganti mesin yang sudah tua atau using	Memilih <i>supplier</i> yang berkualitas sesuai standar perusahaan	1. Lebih teliti saat proses peleburan dan penuangan khususnya dalam segi temperature dan waktu 2. Membuat system saluran yang baik	1. membuat ventilasi udara dan cahaya 2. membuat cerobong asap peleburan logam Penataan ulang <i>layout</i> produksi
Pengganggu Jawab	Mandor setiap lini produksi dan supervisor	Mandor dilini produksi	Admin gudang	Mandor lini produksi	Mandor di lini produksi
Tanggal Selesai	1-Desember-2020	1-desember-2020	1-desember-2020	1-desember-2020	1-desember-2020
Status Tindakan	Selesai	Selesai	Selesai	Selesai	Selesai

Nilai Severity	6	4	5	7	2
Nilai Occurance	4	4	4	6	2
Nilai Detection	2	3	2	5	2
RPN Setelah Perbaikan	$6 \times 4 \times 2 = 48$	$4 \times 4 \times 3 = 48$	$5 \times 4 \times 2 = 40$	$7 \times 6 \times 5 = 210$	$2 \times 2 \times 2 = 6$



4.2.5 Mengendalikan (*Control*)

Merupakan tahap analisis terakhir dari proyek *Six Sigma* yang menekankan kepada pendokumentasian dan penyebarluasan dari tindakan yang telah dilakukan, hal ini meliputi:

- 1) Tindakan perbaikan yang dilakukan adalah dengan cara dikerjakan dengan teliti dan diawasi oleh tenaga kerja yang sudah ahli dan berpengalaman dalam bidang pengecoran logam
- 2) Memilih *supplier* berkualitas yang memenuhi standar kualitas perusahaan.
- 3) Lebih teliti saat proses peleburan dan penuangan logam, harus diawasi oleh orang yang bertanggung jawab dalam proses produksi tersebut
- 4) Menggunakan mesin yang berkualitas dan penggunaan mesin yang efisien sehingga dapat menambah kualitas proses produksi.
- 5) Penataan kembali tata letak dan kenyamanan ruang produksi yang dapat meningkatkan kualitas pekerja.

4.3 Analisa dan Interpretasi

- a) Mendefinisikan (*define*)

Dalam tahapan ini dapat diketahui rata-rata jumlah *defect* pada bulan Januari-juni 2020 adalah 2,71%, ditahapan ini pun akan ditetapkan CTQ (*critical to quality*) dan CTP (*critical to process*). Sebelum itu ada proses *mapping* dengan konsep SIPOC, disini ditentukan *supplier* siapa, *inputnya* apa, *processnya* bagaimana, *outputnya* apa dan *customernya* siapa. Di proses mapping SIPOC ditentukan bahwa untuk *supplier* besi cor adalah ibu Pur Alwan dan Bapak Riyadi sedangkan *supplier* besi *scrub* adalah Bapak Maskur dan Bapak Ansori, yang merupakan ber domisili satu kawasan daerah Ceper Kabupaten Klaten. , *inputnya* yaitu bahan baku utama seperti *cast iron* dan *ductile*, serta pasir cetak seperti pasir hitam, pasir silika dan tetes tebu, prosesnya adalah produksi pengecoran logam dari peleburan bahan baku, penuangan ke cetakan, permesinan hingga barang jadi, *outputnya* produk perlengkapan pipa air minum, dan *customer* adalah PDAM seluruh Indonesia, kementerian pekerjaan umum dirjen sumber daya air, dan dinas

pekerjaan umum bina marga dan pematusan. CTQ nya seperti ekor tikus, permukaan kasar, salah alir, retakan, lubang-lubang, inklusi, deformasi, kesalahan ukuran dan cacat tak nampak. CTP nya desain pengecoran dan pola, pasir cetak dan desain cetakan inti, komposisi muatan logam, proses peleburan dan penuangan, sistem aliran masuk dan penambah. Cacat yang terjadi adalah cacat ekor tikus yang penyebabnya seperti kecepatan penuangan, *temperature* penuangan, pasir cetak banyak mengandung lumpur dan lain sebagainya. Cacat lubang lubang penyebabnya seperti logam cair yang teroksidasi, penuangan terlalu lambat, lubang angin kurang memadai dan lain sebagainya. Cacat retakan penyebabnya pemuaian cetakan, ukuran saluran turun dan penambah tidak memadai, perencanaan coran yang tidak memperhitungkan proses pembekuan, seperti perbedaan tebal dinding coran yang tidak seragam. Cacat permukaan kasar penyebabnya seperti bagian cetakan yang lemah runtuh, bagian cetakan yang rontok, pasir melekat pada pola dan lain sebagainya. Cacat salah alir penyebabnya seperti coran terlalu tipis, laju penuangan terlalu lambat, lubang angin cetakan yang kurang dan lain sebagainya. Cacat kesalahan ukuran penyebabnya dikarenakan kesalahan pembuatan pola. Cacat inklusi dan struktur tak seragam penyebabnya seperti logam cair teroksidasi, tahanan panas yang rendah dari bahan pelapis ladle, komposisi ladle tidak memadai dan lain sebagainya. Cacat deformasi penyebabnya seperti kekuatan cetak pasir kurang, pergeseran titik tengah pola, perbedaan tegangan selama pendinginan dan penyusutan dan lain sebagainya. Cacat tak nampak penyebabnya adalah komposisi kadar C, Si dan P yang tidak sesuai. Dampak yang terjadi bila terjadi cacat adalah berkurangnya kualitas produk dan ketahanan produk.

b) Mengukur (*measure*)

Ditahap ini menggunakan acuan CTQ yang sudah diperoleh dari tahap *define*. Di DMAIC ada dua konsep pengukur yaitu pengukuran kinerja proses produk dan pengukuran kinerja proses. Untuk pengukur kinerja proses yang tahapannya yaitu menghitung nilai tengah dan batas control, menghitung kapabilitas proses, untuk pengukuran kinerja produk dilakukan dengan menghitung DPMO (*defect per million opportunities*). Nilai DPMO yang diperoleh dari bulan Januari 3992,629 ,

februari 3667,231 , maret 2643,439 , April 3205,406 , mei 3186,597 , juni 1406,782. Rata-rata DPMO yang diperoleh 3017,014 dan yang melebihi nilai rata-rata ada pada bulan januari, februari, April, mei yang mengartikan bahwa pada bulan tersebut peluang terjadinya cacat melebihi batas rata-rata kecacatan produk pada periode itu.

c) Menganalisis (*analyze*)

Ditahap ini merupakan tahapan analisis dan identifikasi semengenai sebab akibat timbulnya masalah. Ditahap ini menggunakan diagram *fishbone*, ditemukan bahwa presentase cacat yang paling tinggi adalah cacat lubang-lubang sebesar 42% dari total kecacatan yang dialami. Untuk diagram *fishbone* ditemukan berbagai faktor utama penyebab terjadinya kecacatan seperti dari faktor *man* yaitu kurang disiplin saat bekerja, kurangnya pengalaman kerja, pekerja mudah lelah, dan lain sebagainya. Kemudian dari faktor *material* yaitu pasir tidak berkualitas, ketahanan pasir kurang, pasir yang mengandung lumpur, lubang angin cetakan kurang banyak, bahan baku yang tidak berkualitas, bahan baku kotor, campuran logam penambah tidak pas dan lain sebagainya. Dalam *method* yaitu seperti kecepatan penuangan, waktu penuangan dan *temperature* penuangan, letak saluran turun salah, penguapan bahan cil, penambah tidak memadai dan lain sebagainya. Untuk faktor *environment* seperti *layout* produksi, suhu ruangan terlalu tinggi.

d) Meningkatkan (*improve*)

Ditahapan *improve* ini kita menentukan suatu usulan perbaikan untuk setiap faktor kecacatan, dengan tahapan-tahapan seperti penggunaan konsep 5W-1H, pengukuran, rekomendasi perbaikan, hasil analisis, Tindakan perbaikan dan penggunaan FMEA. Ditahap pertama 5W-1H menjelaskan tentang 5W-1H setiap faktor, tahapan kedua adalah tahapan pengukuran ditemukan bahwa dari 53.572 produk terdapat 1.460 *defect*, juga ditemukan total DPMO sebesar 18102,08 dan nilai sigma sebesar 3,595. Tahapan ketiga yaitu menemukan rekomendasi perbaikan dari setiap permasalahan yang ada, tahapan keempat adalah hasil analisis yang menjelaskan setiap tahapan pada *improve* yang menyimpulkan faktor utama kecacatan. Tahapan kelima yaitu tentang Tindakan perbaikan yang harus dilakukan untuk menangani faktor utama kecacatan. Tahap paling akhir di *improve* yaitu

penggunaan FMEA ditahapan ini mengukur RPN (*risk priority number*) diperoleh dengan mengalikan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Semakin tinggi RPN semakin tinggi pula nilai resiko kecacatan, ditemukan bahwa nilai RPN sebelum perbaikan tertinggi pada faktor *method* dengan nilai RPN sebesar 336, setelah dilakukan perbaikan nilai RPN menjadi 210. RPN merupakan nilai yang menunjukkan nilai prioritas resiko jika semakin tinggi nilainya maka semakin tinggi pula resiko yang ditimbulkan suatu masalah dan semakin tinggi pula dampak yang ditimbulkan masalah itu terhadap kualitas produk atau proses yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa nilai RPN yang turun mengartikan tingkat resiko yang ditimbulkan turun. Dapat dilihat dari tabel 4.9 bahwa pada faktor desain pengecoran dan pola mengusulkan perlu ketelitian dan pengawasan saat proses produksi, pada faktor *material* melakukan pemilihan *supplier* yang tepat, pada faktor *method* yaitu pembuatan cetakan dan penuangan cairan logam yang tepat, lebih teliti saat peleburan dan waktu penuangan dan membuat saluran yang baik, pada faktor *machine* mengusulkan melakukan pengawasan dan perawatan secara berkala, mengganti mesin yang sudah usang, pada faktor *man* mengusulkan pekerja lebih berkonsentrasi, melakukan pelatihan, pada faktor *environment* yaitu membuat ventilasi untuk udara dan cahaya, pembuatan cerobong asap

e) Mengendalikan (*control*)

Ditahapan ini adalah tahapan terakhir dari *six sigma* yang menekankan saran Tindakan-tindakan yang harus dilakukan untuk mengatasi presentasi *defect* yang tinggi. Perbaikan yang dilakukan adalah dengan Tindakan perbaikan yang dilakukan adalah dengan cara dikerjakan dengan teliti dan diawasi oleh tenaga kerja yang sudah ahli dan berpengalaman dalam bidang pengecoran logam, Memilih *supplier* berkualitas yang memenuhi standar kualitas perusahaan. Lebih teliti saat proses peleburan dan penuangan logam, harus diawasi oleh orang yang bertanggung jawab dalam proses produksi tersebut Menggunakan mesin yang berkualitas dan penggunaan mesin yang efisien sehingga dapat menambah kualitas proses produksi. Penataan kembali tata letak dan kenyamanan ruang produksi yang dapat meningkatkan kualitas pekerja.

4.4 Pembuktian Hipotesa

Berdasarkan hasil pengolahan data diatas membuktikan bahwa menggunakan metode *SIX SIGMA* dan FMEA dapat menurunkan nilai RPN dari setiap faktor-faktor penyebab utama kecacatan. Didalam metode ini pun kita akan mengetahui faktor-faktor utama yang menyebabkan kecacatan sehigga mendapatkan analisis perbaikan yang cocok disetiap faktor-faktor tersebut. Di penelitian ini juga ditemukan faktor utama yang sangat berpengaruh pada kualitas produk. Faktor penyebab utama kecacatan adalah *method* dikarenakan sistem saluran yang buruk dan waktu penuangan yang tidak pas.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

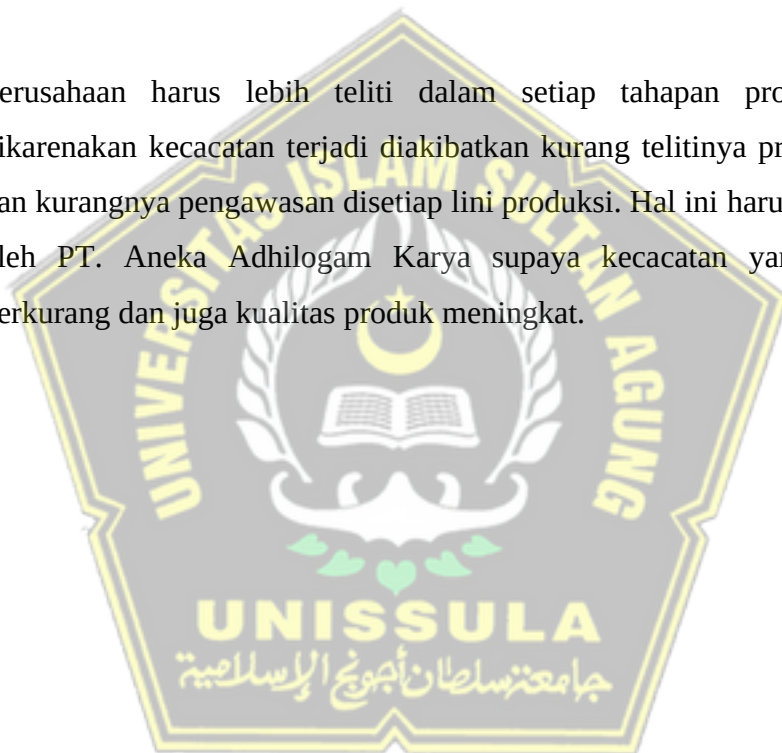
Berdasarkan hasil pengolahan data dan Analisa yang dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat diketahui jenis kecacatan yang terjadi pada PT. Aneka Adhilogam Karya adalah cacat ekor tikus, cacat lubang-lubang, cacat permukaan kasar, cacat salah ukuran, cacat inklusi dan struktur tak seragam, cacat deformasi, dan cacat tak nampak.
2. Dari cacat cacat yang terjadi pada proses produksi pengecoran logam cacat yang sering terjadi adalah cacat lubang-lubang dengan presentase kejadiannya adalah sebesar 42%.
3. Solusi perbaikan yang dilakukan adalah dengan perbaikan yang dilakukan adalah dengan cara dikerjakan dengan teliti dan diawasi oleh tenaga kerja yang sudah ahli dan berpengalaman dalam bidang pengecoran logam memilih *supplier* berkualitas yang memenuhi standar kualitas perusahaan. Lebih teliti saat proses peleburan dan penuangan logam, harus diawasi oleh orang yang bertanggung jawab dalam proses produksi tersebut menggunakan mesin yang berkualitas dan penggunaan mesin yang efisien sehingga dapat menambah kualitas proses produksi. penataan kembali tata letak dan kenyamanan ruang produksi yang dapat meningkatkan kualitas pekerja. Dengan menggunakan metode *six sigma* perusahaan dapat meningkatkan kinerja produksi yang awalnya nilai rata-rata *sigma* sebesar 4,246 meningkat menjadi 4,374. Dan dengan metode FMEA kesalahan yang sering terjadi adalah faktor *method* dengan RPN sebesar 336 setelah diperbaiki RPN menjadi 210 yang menunjukkan tingkat resiko kesalahan mengalami penurunan.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian dan kesimpulan diatas, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan dengan metode *Six Sigma* dan tahap *improvement* atau perbaikannya menggunakan metode diagram sebab-akibat, konsep 5W-1H dan FMEA, selain itu masih banyak lagi metode perbaikan lain yang dan masih dapat digunakan oleh para peneliti atau penulis lain seperti FTA (Fault Tree Analysis), metode 5S, Poka Yoke dan lain sebagainya.
2. Perusahaan harus lebih teliti dalam setiap tahapan proses produksi dikarenakan kecacatan terjadi diakibatkan kurang telitinya proses produksi dan kurangnya pengawasan disetiap lini produksi. Hal ini harus diperhatikan oleh PT. Aneka Adhilogam Karya supaya kecacatan yang dihasilkan berkurang dan juga kualitas produk meningkat.



DAFTAR PUSTAKA

- Bayu, S. (2018). Convention Center Di Kota Tegal. *Convention Center Di Kota Tegal*, 4(80), 4.
- Budi, E., Ni, P., & Putu, L. (2018). *ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA SEBAGAI USAHA MENGURANGI PRODUK CACAT DI PT. ANTAR SUYA JAYA SURABAYA*. 345–350.
- Fay, D. L. (2015). 済無No Title No Title No Title. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 9–43.
- Ferdinan, N. P., Talitha, T., & S, D. A. (2014). *PENERAPAN METODE SIX SIGMA DENGAN MENGGUNAKAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) SEBAGAI ALAT PENGENDALI KUALITAS PADA PRODUKSI KARPET OTOMOTIF*.
- Kifta, D. A. (2016). *Analisis defect rate pengelasan dan penanggulangannya dengan metode six sigma dan fmea di pt. profab indonesia*.
- Kurniawan, O., & Wiwi, U. (2014). *ANALISIS KUALITAS PRODUK PENGECORAN LOGAM DI PT. APIE INDO KARUNIA DENGAN METODE SIX SIGMA*. 73–82.
- Laurent, A., Sari, Y., & Hidayat, M. A. (2013). *PERBAIKAN KUALITAS PROSES PRODUKSI DENGAN METODE SIX SIGMA DI PT. CATUR PILAR SEJAHTERA, SIDOARJO*. 2(1), 1–16.
- muhammad, fahmi. (2020). *Company-Profile-PT-AAK.pdf*.
- Mustafa, K., & Sutrisno, S. (2018). Analisa Pengendalian Kualitas Produk Karung Goni Plastik Dengan Menggunakan Metode Six Sigma Pada Pt. Xyz. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 20(1), 19–28. <https://doi.org/10.32734/jsti.v20i1.380>
- Naibaho, H. M., & Susanty, A. (2016). *ANALISIS PENYEBAB PRODUK CACAT PADA BAGIAN FOUNDRY DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) (Studi Kasus: PT. Austenite Foundry Medan)*.
- Nastiti, H. (n.d.). *ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK DENGAN METODE STATISTICAL QUALITY CONTROL (Studi Kasus : pada PT “ X*

” Depok). 414–423.

PT. Aneka Adhilogam Karya. (2020). *Hasil produksi dalam jumlah barang. 1*, 2020.

Syarifudin, M. H., & Chirzun, A. (2014). *Penyebab Cacat Dominan Pengecoran Logam Produk Bollard Type BITT MENGGUNAKAN METODE DMAIC DI PT. FAJAR METALINDO ABADI*. 140–147.



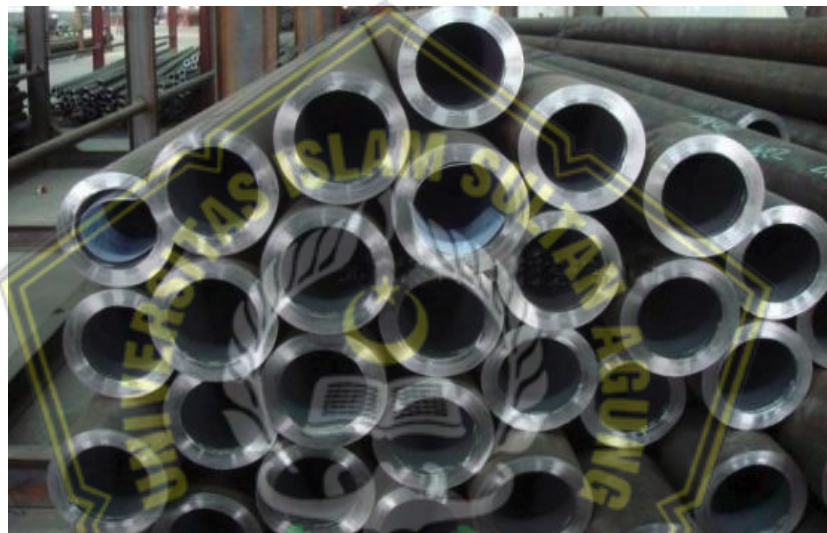
LAMPIRAN

















PT. ANEKA ADHILOGAM KARYA
Casting Of Metals Part & Pipe Fitting Industries

Head Office / Factory : Batur, Cepur, Klaten 57465 Indonesia Telp. (+62 272) 551199, 552821 Fax. (+62 272) 552188
e-mail : anekagr@yahoo.com website : www.anekaadhiologam.com



HASIL PRODUKSI DALAM JUMLAH BARANG

Th . 2020

F.PROD.QC.07.REV.00.T.03.01.12

No	Bulan	Jumlah Barang Produksi (Pcs)	Jumlah Barang Riject (Pcs)	Total Hasil Produksi	Prosentase (%)
1	JANUARI	6,512	234	6,278	3.59
2	FEBRUARI	12,998	429	12,569	3.30
3	MARET	7,692	183	7,509	2.38
4	APRIL	11,543	333	11,210	2.88
5	MEI	5,823	167	5,656	2.87
6	JUNI	9,004	114	8,890	1.27
7	JULI				
8	AGUSTUS				
9	SEPTEMBER				
10	OKTOBER				
11	NOPEMBER				
12	DESEMBER				
JUMLAH		53,572	1,460		16.29

Sasaran Mutu Tahun 2020 = 3.5 %

Rata - rata riject tiap bulan (%) $\frac{16}{6}$ % = 2.72 %

Jumlah Riject Produksi (%) $\frac{1,460}{53,572} \times 100$ % = 2.73 %

Klaten, 03 Juli 2020

SUBOWO, SE SENO PRASETYO

Manager Produksi

Kabag. Q C

