PENERAPAN KONSEP *SIX SIGMA* DAN *FUZZY* FMEA DALAM PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK EQ SPACING DI PT. SINAR SEMESTA

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Nama : Asfita Putri Fadmawati
NIM : 19522121

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 08 Juni 2023



(Asfita Putri Fadmawati)

19522121

SURAT BUKTI PENELITIAN

PT. SINAR SEMESTA

SURAT KETERANGAN

Nomor : 067/SINARSEMESTA/VI/2023

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Muhammad Fadli Sofyan
NIK	: 070040381
Alamat	: Jl. Raya Solo – Yogya KM.26 Klepu Ceper Klaten
Jabatan	: SDM

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa:

Nama	: Asfita Putri Fadmawati
NIM	: 19522121
Program Studi	: Teknik Industri – S1
Perguruan Tinggi	: Universitas Islam Indonesia

Bahwa yang bersangkutan Telah Selesai melaksanakan penelitian dan pengambilan data dalam rangka Tugas Akhir

Dengan Judul **" PENERAPAN KONSEP SIX SIGMA DAN FUZZY FMEA DALAM PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK EQ SPACING DI PT.SINAR SEMESTA "**dengan jangka waktu mulai tanggal 13 Februari s/d 24 Maret 2023 dengan Baik.

Demikian Surat Keterangan Tugas Akhir ini di buat untuk dipergunakan sebagaimana semestinya.

Klaten,24 Juni 2023
PT. SINAR SEMESTA

MUHAMMAD FADLI SOFYAN
SDM

Jl. Raya Solo - Yogya Km.26 Klepu Ceper Klaten Jawa Tengah 57465 telp.(0272) 554111 fax. (0272) 554511

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PENERAPAN KONSEP *SIX SIGMA* DAN *FUZZY* FMEA DALAM PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK EQ SPACING DI PT. SINAR SEMESTA

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Asfita Putri Fadmawati

No. Mahasiswa : 19522121

Yogyakarta, 09 Juni 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPM.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PENERAPAN KONSEP *SIX SIGMA* DAN *FUZZY* FMEA DALAM PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK EQ SPACING DI PT. SINAR SEMESTA

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Asfita Putri Fadmawati

No. Mahasiswa : 19522121

Telah dipertahankan di depan siding penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 22 Juni 2023

Tim Penguji

Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPM.	
Ketua	
Ir. Hartomo, M.Sc., Ph.D,. IPU.	
Anggota I	
Ir. Abdullah 'Azzam, S.T., M.T., IPM.	
Anggota II	

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.
NIP. 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kesehatan hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tak lupa dari hati yang paling dalam penulis mengucapkan terima kasih kepada diri penulis sendiri dan tiga orang yang paling berperan dalam hidup penulis, yaitu kedua orang tua dan kakak penulis tersayang. Terima kasih atas doa yang telah dipanjatkan kepada Allah SWT untuk penulis, dan terima kasih atas segalanya yang telah diberikan untuk membantu penulis dalam mencapai apa yang penulis cita-citakan. Serta tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPM. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir penulis, atas segala ilmu dan masukan yang telah diberikan kepada penulis. Terima kasih juga kepada Bapak Fadli dan seluruh pihak perusahaan yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Serta yang terakhir terima kasih kepada teman-teman penulis Trisa Chairunnisa Lubis, Arina Rahmah, Nur Azizah Rahmi, Maulisna Ayu, dan Rachmadina Maulida yang selalu menemani dan memberikan dukungan tanpa pamrih sedikitpun kepada penulis. Semoga Allah SWT senantiasa melipat gandakan kebaikanmu selama ini dan selalu memberimu kesehatan dan kebahagiaan.

HALAMAN MOTTO

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan"
(QS. Al-Insyirah :6)

"Jika kita tidak mendapatkan peluang, jangan pernah menolak kesempatan, karena ketika kita menerimanya, maka akan mengundang kesempatan lainnya yang datang ke kita"

"Bukan pandangan orang lain yang membentuk dirimu, tetapi pandanganmu sendirilah yang membentuk dirimu, jadi hargai dirimu dan bersikaplah baik kepada dirimu sendiri"

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua. Sholawat serta salam tak lupa kami panjatkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir di PT. Sinar Semesta dengan judul penelitian "Penerapan Konsep *Six Sigma* dan *Fuzzy* FMEA dalam Pengendalian Kualitas Produk Eq Spacing di PT. Sinar Semesta".

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S1) pada jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Dengan begitu, penulis berharap selesainya laporan ini disusun maka akan dapat menambah ilmu pengetahuan serta dapat dijadikan bahan pembelajaran bagi pembaca maupun penulis. Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dorongan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Maka dari itu, dengan segala kerendahan hati izinkanlah penulis untuk menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof., Dr., Ir., Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN. Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., PhD., IPM. selaku Ketua Program Studi Strata Satu (S1) Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Dr. Ir. Dwi Handayani., S.T., M.Sc., IPM. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, serta pikirannya untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
4. Bapak Fadli selaku Kepala Bagian Unit SDM PT. Sinar Semesta sekaligus pembimbing lapangan kerja yang telah membimbing dan memberikan kesempatan kepada penulis, serta bersedia menjadi narasumber dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Segenap operator dan karyawan PT. Sinar Semesta, serta semua pihak yang telah membantu kelancaran penulis dalam melaksanakan Tugas Akhir.
6. Kedua orang tua dan kakak tersayang yang selalu memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung atas dukungan doa, semangat, materil dan segalanya yang selalu diberikan kepada penulis.

7. Teman seperjuangan Tugas Akhir di PT. Sinar Semesta, Trisa Chairunnisa dan Arina Rahmah yang selalu bersama-sama dalam suka maupun duka pada saat menyusun Tugas Akhir.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu. Terimakasih dan semoga Allah SWT membalas kebaikan dengan sesuatu yang lebih.

Penulis mengucapkan terimakasih untuk semua pihak yang terkait karena telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Semoga kebaikan yang telah diberikan oleh semua pihak kepada penulis menjadi amal sholeh dan diridhoi Allah SWT yang senantiasa mendapat balasan dan kebaikan dari Allah SWT. Aamiin.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Dengan segala kerendahan hati, penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan Laporan Tugas Akhir ini. Akhir kata semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat dipergunakan sebagai mana mestinya dan dapat bermanfaat bagi penulis maupun siapapun yang membaca.

Wassalamu'alaikum˛Warrahmatullahi˛Wabarakatuh.

Yogyakarta, 08 Juni 2023



Asfita Putri Fadmawati

ABSTRAK

PT. Sinar Semesta merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak pada bidang Industri Pengecoran Logam, salah satu produk yang diproduksi adalah Eq Spacing. Dari hasil observasi yang telah dilakukan banyak ditemukan produk *reject* dan *repair* pada produk Eq Spacing, yang mana hal tersebut menyebabkan perusahaan melakukan *rework*. Sehingga perusahaan perlu melakukan pengendalian kualitas untuk meminimalisir terjadinya produk cacat. Dalam mengendalikan kualitas ini dibantu dengan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) dengan konsep *Six Sigma*. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada tahap *define* diperoleh 4 jenis cacat pada produk Eq Spacing. Selanjutnya untuk tahap *measure* diperoleh hasil rata-rata nilai DPMO dan level sigma pada tahun 2022 sebesar 97554,02 dan 2,89261. Kemudian untuk tahap *analyze* dilakukan analisis menggunakan diagram pareto dan diperoleh hasil jenis cacat permukaan memiliki persentase tertinggi sebesar 66,53%, maka dilanjutkan dengan menganalisis penyebab terjadinya cacat tersebut. Dari hasil perhitungan menggunakan *fuzzy* FMEA diperoleh nilai FRPN tertinggi pada faktor operator tidak mengetahui ketentuan proses produksi dengan nilai FRPN sebesar 883. Berikutnya pada tahap *improve* dilakukan rencana tindakan perbaikan dengan menggunakan metode 5W+1H dan *recommended action*, sehingga diberikan usulan pembuatan SOP pada proses produksi yang sesuai dengan standar perusahaan dan dilakukan pengawasan secara intensif saat proses *molding*, *melting*, bongkar, dan *fettling* serta terhadap lingkungan sekitar.

Kata Kunci: DMAIC, *Fuzzy* FMEA, Pengendalian Kualitas, Produk Cacat, *Six Sigma*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN ii
SURAT BUKTI PENELITIAN iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI v
HALAMAN PERSEMBAHAN vi
HALAMAN MOTTO vii
KATA PENGANTAR viii
ABSTRAK x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR GAMBAR xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Penelitian 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Kajian Literatur 6
2.1.1 Pengendalian Kualitas dan Produk Cacat 6
2.1.2 DMAIC dan Konsep *Six Sigma* 7
2.1.3 DMAIC, Konsep *Six Sigma*, dan *Fuzzy* FMEA 10
2.1.4 *Summary Result* 11
2.1.5 *State of The Art* 13
2.2 Landasan Teori 18
2.2.1 Pengertian *Quality* (Kualitas) 18
2.2.2 Pengendalian Kualitas (*Quality Control*) 19
2.2.3 *Six Sigma* 20
BAB III METODE PENELITIAN 42

3.1 Objek Penelitian 42
3.2 Subjek Penelitian 42
3.2 Pengumpulan Data 42
3.2.1 Jenis Data 42
3.2.2 Metode Pengumpulan Data 43
3.3 Alur Penelitian 44
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 48
4.1 Pengumpulan Data 48
4.1.1 Profil Perusahaan 48
4.1.2 Operasional Jam Kerja 49
4.1.3 Hasil Produksi 49
4.1.4 Alur Proses Produksi 49
4.1.5 Data Jumlah Produksi dan Produk Cacat 51
4.1.6 Data Jenis Cacat 52
4.2 Pengolahan Data 54
4.2.1 *Define* 54
4.2.1.1 Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) 54
4.2.1.2 CTQ (*Critical to Quality*) 55
4.2.2 *Measure* 56
4.2.2.1 DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) 56
4.2.2.2 Tingkat Sigma 57
4.2.2.3 Peta Kendali (*Control Chart*) 59
4.2.3 *Analyze* 62
4.2.3.1 Diagram Pareto 62
4.2.3.2 Diagram *Fishbone* 63
4.2.3.3 FMEA (*Fuzzy Failure Mode and Effect Analyze*) 65
4.2.4 *Improve* 77
4.2.4.1 5W+1H (*What, Why, Where, When, Who + How*) 78
4.2.4.2 *Fuzzy FMEA Recommended Action* 79

4.2.5 *Control* 80
BAB V ANALISIS PEMBAHASAN 82
5.1 Tahap *Define* 82
5.1.1 Analisis Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) 82
5.1.2 Analisis CTQ (*Critical to Quality*) 82
5.2 Tahap *Measure* 83
5.2.1 Analisis DPMO (*Defect per Million Opportunities*) 83
5.2.2 Analisis Tingkat Sigma 83
5.2.3 Analisis Peta Kendali 84
5.3 Tahap *Analyze* 84
5.3.1 Analisis Diagram Pareto 84
5.3.2 Analisis Diagram *Fishbone* 84
5.3.3 Analisis *Fuzzy* FMEA 86
5.4 Tahap *Improve* 86
5.4.1 Analisis 5W+1H (*What, Why, Where, When, Who + How*) 86
5.4.2 Analisis *Recommended Action* 87
5.5 Tahap *Control* 88
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 89
6.1 Kesimpulan 89
6.2 Saran 90
DAFTAR PUSTAKA 91
A. LAMPIRAN A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Persentase Cacat Produk Eq Spacing setiap Periode 2
Tabel 2. 1 *State of The Art*..... 13
Tabel 2. 2 Tingkat Sigma 24
Tabel 2. 3 Kriteria *Severity* 29
Tabel 2. 4 Kriteria *Occurence* 31
Tabel 2. 5 Kriteria *Detection*..... 32
Tabel 2. 6 Fungsi Keanggotaan Variabel *Input*..... 37
Tabel 2. 7 Parameter Fungsi Keanggotaan Variabel *Input* 37
Tabel 2. 8 Paremeter Fungsi Keanggotaan Variabel *Output*..... 38
Tabel 2. 9 Tingkatan Nilai *Fuzzy* RPN 38
Tabel 2. 10 Penjabaran 5W+1H untuk Pengembangan Rencana Tindakan..... 40
Tabel 3. 1 Daftar Subjek Penelitian 42
Tabel 4. 1 Jam Operasional..... 49
Tabel 4. 2 Data Jumlah Produksi dan Produk Cacat 51
Tabel 4. 3 Persentase Jumlah Cacat 55
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Nilai DPMO 56
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Tingkat Sigma 58
Tabel 4. 6 Proporsi Cacat 60
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Peta Kendali P 61
Tabel 4. 8 Persentase Diagram Pareto..... 62
Tabel 4. 9 Penjelasan Diagram *Fishbone*..... 64
Tabel 4. 10 FMEA..... 66
Tabel 4. 11 Hasil Daftar Pertanyaan FMEA 68
Tabel 4. 12 Representasi dan Parameter Variabel *Input* 72
Tabel 4. 13 Representasi dan Parameter Variabel *Input* 73
Tabel 4. 14 Peringkat *Fuzzy* FMEA 76
Tabel 4. 15 Rencana Tindakan Perbaikan..... 78
Tabel 4. 16 *Recommended Action* Cacat Permukaan Kasar..... 79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 CTQ *Tree* 22
Gambar 2. 2 Diagram Pareto 26
Gambar 2. 3 Diagram *Fishbone* 26
Gambar 2. 4 Sturktur *Fuzzy* FMEA 34
Gambar 3. 1 Alur Penelitian 44
Gambar 4. 1 Logo PT Sinar Semesta 48
Gambar 4. 2 Jenis Cacat Permukaan Kasar 52
Gambar 4. 3 Jenis Cacat Retak 53
Gambar 4. 4 Jenis Cacat Lepot 53
Gambar 4. 5 Diagram SIPOC 54
Gambar 4. 6 CTQ Produk Coran 55
Gambar 4. 7 Grafik DPMO 57
Gambar 4. 8 Grafik Tingkat Sigma 59
Gambar 4. 9 Grafik P-*Chart* 61
Gambar 4. 10 Diagram Pareto Jenis Cacat Eq Spacing 62
Gambar 4. 11 Diagram *Fishbone* 63
Gambar 4. 12 *Interface* Awal *Fuzzy* FMEA 71
Gambar 4. 13 *Interface* Variabel *Input* 73
Gambar 4. 14 *Interface* Variabel *Output* 74
Gambar 4. 15 *Interface Rules* 75
Gambar 4. 16 *Interface Rule Viewer* 76
Gambar 1. SOP Proses Produksi (a) A-1
Gambar 2. SOP Proses Produksi (b) A-2
Gambar 3. SOP Proses Produksi (c) A-3
Gambar 4. SOP Proses Produksi (d) A-4
Gambar 5. Daftar Pertanyaan FMEA (a) A-5
Gambar 6. Daftar Pertanyaan FMEA (b) A-6
Gambar 7. Daftar Pertanyaan FMEA (c) A-7
Gambar 8. Daftar Pertanyaan FMEA (d) A-8
Gambar 9. Daftar Pertanyaan FMEA (e) A-9

Gambar 10. Daftar Pertanyaan FMEA (f) A-9
Gambar 11. Daftar Pertanyaan FMEA (g) A-10

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia di sektor industri saat ini sangatlah pesat, sehingga tidak dipungkiri daya saing antar perusahaan juga semakin ketat. Ketatnya persaingan dalam sektor industri ini membuat banyak perusahaan yang memperbaiki diri agar dapat bertahan dalam persaingan pasar (Munandar & Permana, 2019). Untuk mempertahankan diri dari persaingan ini, setiap perusahaan harus meningkatkan kualitas dari produk yang akan dijual di pasaran (Trenggonowati & Arafiany, 2018). Menurut Oktavenia & Ardani (2018), kualitas merupakan suatu karakteristik atau ciri khas dalam suatu produk (barang dan jasa) yang dihasilkan apakah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan sehingga dapat meningkatkan kepuasan konsumen. Dengan demikian standar kualitas yang dihasilkan tersebut, konsumen merasa produk tertentu yang dijual jauh lebih baik kualitasnya daripada produk lain, maka konsumen memutuskan untuk membeli produk tersebut (Wardhana & Kurniawan, 2018).

Dalam hal ini perusahaan harus meningkatkan kualitas akan produknya dikarekan tuntutan dari konsumen. Peningkatan kualitas tidak luput dari proses produksi yang baik pada setiap perusahaan. Suatu perusahaan dikatakan berkualitas jika perusahaan tersebut memliki proses produksi yang baik dengan terkendali (Suparto & Yusanto, 2018). Proses produksi biasanya telah dilakukan dengan baik, tetapi terkadang masih terdapat ketidaktepatan antara produk yang dihasilkan dengan standar yang telah ditetapkan (Khikmawati *et al*., 2019). Menurut Khikmawati *et al*., (2019), hal tersebut disebabkan adanya ketidaksesuaian dari berbagai faktor, seperti berasal dari bahan baku, tenaga kerja ataupun kinerja dari fasilitas mesin yang digunakan pada saat proses produksi berlangsung. Sehingga hal tersebut dapat menimbulkan kerusakan atau kegagalan serta menimbulkan pemborosan pada biaya produksi perusahaan.

PT. Sinar Semesta merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang industri pengecoran logam. Perusahaan ini memproduksi berbagai jenis produk yang diantaranya Eq Spacing, Casing Pump, Flange, Hammer, Screw Press, dan lain sebagainya. PT. Sinar Semesta telah bersetifikasi ISO 9001:2015, sehingga dalam memproduksi pengecoran logam perusahaan ini selalu memastikan produk yang dihasilkan terjamin akan mutu produknya. Sebelum melakukan pendistribusian ke pelanggan, bagian *quality control* akan

melakukan inspeksi pada produk saat dan setelah produksi. Dari hasil inspeksi tersebut ternyata banyak produk pengecoran logam yang mengalami kecacatan, terutama saat memproduksi produk Eq Spacing. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Bagian Unit SDM dan QC produk Eq Spacing ini menjadi produk yang paling diminati oleh konsumen. Sehingga produk ini banyak diproduksi oleh perusahaan dan menghasilkan produk cacat terbanyak. Dapat dilihat dari tabel 1.1. untuk produk Eq Spacing target atau kondisi perusahaan memiliki persentase rata-rata total cacat terhadap rata-rata persentase rata-rata produk *reject* dan *repair* masih tinggi. Hal tersebut dikarenakan kecacatan produk saat ini kerugian persentase *rework* lebih besar dari target yang diharapkan perusahaan. Selain itu, dikarenakan banyaknya produk cacat menyebabkan waktu produksi semakin lama dikarenakan menjadi dua kali bekerja, sebab hasil produk cacat harus dilebur kembali kemudian di cetak ulang sehingga memakan waktu pada saat proses produksi. Dari hal itu pesanan juga mengalami keterlambatan dikarenakan banyak produk cacat yang harus diperbaiki atau dilebur ulang sehingga menimbulkan kekecewaan konsumen atau pinalti dari klien.

Tabel 1. 1 Persentase Cacat Produk Eq Spacing setiap Periode

Periode (2022)	***Reject***	***Repair***	**Total Produksi**	**% Total Cacat**	**% Total Cacat *Reject***	**% Total Cacat *Repair***
Januari	5	169	367	47,41	1,36	46,05
Februari	0	178	302	58,94	0	58,94
Maret	0	118	248	47,58	0	47,58
April	0	25	75	33,33	0	33,33
Mei	0	46	101	45,54	0	45,54
Juni	0	4	155	2,58	0	2,58
Juli	0	2	25	8	0	8
Oktober	2	133	275	49,09	0,73	48,36
November	6	165	376	45,48	1,60	43,88
Desember	0	145	311	46,62	0	46,62
Total				**384,58**	**3,69**	**380,90**
Rata-rata				**38,46**	**0,37**	**38,09**

Sumber: Data Perusahaan (2022)

Dari permasalahan yang telah diurakan sebelumnya perlu dilakukannya pengendalian kualitas terhadap kualitas agar sesuai dengen standar yang telah ditetapkan. Pengendalian kualitas sendiri merupakan proses mengelola atau mengendalikan kualitas produk dari awal pembuatan hingga menjadi produk jadi, yang bertujuan untuk mencegah terjadinya produk yang tidak sesuai standar (Nurkholiq *et al*., 2019). Pengendalian kualitas tidak hanya berfokus pada akhir produksi saja, tetapi harus mencakup keseluruhan produksi mulai dari bahan baku kemudian barang setengah jadi hingga barang jadi (Setiawan *et al*., 2021). Sehingga pengendalian kualitas harus dilakukan secara terus-menerus dan berkesinambungan untuk mendapatkan hasil yang diharapkan perusahaaan dan dapat meingkatkan kepuasan konsumen (Trenggonowati & Arafiany, 2018).

Berdasarkan hal tersebut, perusahaan dapat melakukan pengendalian kualitas dengan mengimplementasikan konsep *Six Sigma* dengan bantuan metode *fuzzy* FMEA. Menurut Sudri *et al*., (2020), *Six Sigma* merupakan alat pengendalian manajemen untuk meningkatkan kualitas produk (barang maupun jasa) yang dilakukan secara terus menerus (*continuous improvement*) untuk mengurangi kecacatan. Dalam hal mengurangi cacat pada saat proses produksi perlu mengetahui akar penyebab terjadinya banyak kecacatan, sehingga selain menggunakan konsep *Six Sigma* penelitian ini juga dibantu dengan metode *fuzzy* FMEA. Metode *Fuzzy* FMEA didasarkan pada logika *fuzzy* yang sering digunakan sebagai *tools* dalam memanipulasi istilah linguistik yang digunakan secara langsung untuk membuat penilaian yang lebih kritis, sehingga nantinya akan digunakan untuk mementukan usulan prioritas perbaikan (Nasution & Sodikin, 2018). Sedangkan jika menggunakan FMEA konvensional hanya mengalikan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* tanpa memperhatikan derajat kepentingan setiap *input* (Widianti & Firdaus, 2018). Oleh karena itu, penggunaan *fuzzy* FMEA ini untuk menghilangkan subjektifitas penilaian FMEA (Puspitaloka & Ekawati, 2022).

Penelitian-penelitian terkait *fuzzy* FMEA dalam kerangka *Six Sigma* telah dilakukan oleh Satya & Nurdeni (2022); Nasution & Sodikin (2018); dan Mustaniroh & Prabaningtias (2022). Metode ini cukup mampu untuk menjawab persoalan terkait pengendalian kualitas guna meningkatkan kualitas produk. Sehingga pada penelitian ini juga menggunakan metode tersebut untuk mengidentifikasi faktor kegagalan pada proses produksi, serta memberikan usulan perbaikan dari risiko kegagalan tertinggi pada PT. Sinar Semesta. Diharapkan hasil penelitian

ini dapat berpengaruh dalam meningkatkan kualitas dan mengurangi produk cacat sesuai target perusahaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijabarkan, sehingga dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apa saja jenis cacat yang terjadi pada produk Eq Spacing di PT. Sinar Semesta?
2. Berapa besar nilai DPMO, tingkat sigma, dan hasil peta kendali pada produk Eq Spacing di PT. Sinar Semesta?
3. Apa jenis cacat yang paling dominan pada produk Eq Spacing di PT. Sinar Semesta?
4. Apa faktor kegagalan dominan yang mempengaruhi terjadinya produk cacat pada produk Eq Spacing pada PT. Sinar Semesta?
5. Bagaimana usulan perbaikan atau rekomendasi yang diberikan untuk permasalahan produk cacat pada produk Eq Spacing di PT. Sinar Semesta?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi jenis cacat yang terjadi pada produk Eq Spacing di PT. Sinar Semesta.
2. Mengetahui besar nilai DPMO, tingkat sigma, dan hasil peta kendali pada produk Eq Spacing di PT. Sinar Semesta.
3. Mengetahui jenis cacat yang paling dominan pada produk Eq Spacing di PT. Sinar Semesta.
4. Mengidentifikasi faktor kegagalan dominan yang mempengaruhi terjadinya produk cacat pada produk Eq Spacing pada PT. Sinar Semesta.
5. Memberikan usulan perbaikan atau rekomendasi yang diberikan untuk permasalahan produk cacat pada produk Eq Spacing PT. Sinar Semesta.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, penelitian ini diharapkan memberikan manfaat berupa pemahaman mengenai pengendalian kualitas produksi yang dapat diterapkan langsung pada dunia kerja serta dapat memeberikan rekomendasi yang sesuai.

2. Bagi perusahaan, penelitian ini diharapkan memberikan manfaat berupa evaluasi dan masukan yang tepat terhadap pengendalian kualitas pada produk pengecoran logam.
3. Bagi pembaca, penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi yang sesuai bagi peneliti lainnya, serta literatur untuk menambah ilmu pengetahuan terkait pengendalian kualitas.

1.5 Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki batasan agar pembahasan dan pengambilan kesimpulan memiliki arah dan tujuan yang jelas. Berikut merupakan batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Penelitian hanya berfokus pada produk cacat di PT. Sinar Semesta yang mana pengambilan data berkaitan dengan jumlah produksi dan cacat produk.
2. Metode yang digunakan dalam pengambilan data produk cacat untuk penelitian ini merupakan konsep *Six Sigma* dengan tahapan DMAIC dan *fuzzy* FMEA.
3. Penelitian tidak memperhitungkan biaya-biaya terkait.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Pada penelitian ini, terdapat kajian literatur yang meliputi jurnal-jurnal penelitian terdahulu mengenai metode dan hasil penelitiannya. Beberapa penelitian yang telah dilakukan membahas terkait pengendalian kualitas pada produk cacat dengan menggunakan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improvement, Control*), Konsep *Six Sigma*, dan *Fuzzy* FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*).

2.1.1 Pengendalian Kualitas dan Produk Cacat

Penelitian yang telah dilakukan oleh Trenggonowati & Arafiany (2018) menggunakan pendekatan SPC (*Statistical Process Control*) yang bertujuan untuk pengendalian produk cacat pada baja tulangan sirip 25 meliputi diagram pareto, peta kendali P, dan diagram sebab akibat, serta menggunakan metode 5W+1H. Berdasarkan hasil penelitian ditemukan jenis cacat berupa cacat dimensi, visual, dan mekanis. Jenis cacat tertinggi berdasarkan hasil diagram pareto yaitu jenis cacat dimensi sebesar 63%. Kemudian dilanjutkan perhitungan menggunakan peta kendali P untuk mengetahui data sudah terkendali atau belum, masih terdapat 8 titik periode yang berada diluar batas atas dan bawah. Selanjutnya melakukan analisis terkait faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya produk cacat seperti *man* yang mana dikarenakan operator baru, *machine* disebabkan mesin sudah tua, *method* dikarenakan lupa menggeser mesin *pass*, dan *environment* disebabkan oleh lokasi operatoran tidak nyaman. Sehingga berdasarkan faktor-faktor tersebut diberikan usulan menggunakan metode 5W+1H seperti memberikan pelatihan kepada operator, melakukan pengecekan terhadap mesin, menegur dan mengingatkan operator terkait menggeser mesin *pass*, dan mengganti lampu penerangan dan membersihkan lantai kerja.

Penelitian dengan menggunakan pendekatan SPC (*Statistical Process Control*) untuk pengendalian produk cacat juga dilakukan oleh Attaqwa, *et al*., (2021). Pada penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis cacat dominan dan penyebab terjadinya cacat produk pada tenun anyaman. Diperoleh hasil penelitian ini terdapat 4 jenis cacat yaitu warna bahan, anyaman kotor, anyaman terlihat paku, anyaman kendor, dan model anyaman. Yang mana berdasarkan hasil diagram pareto diperoleh jenis cacat tertinggi yaitu model anyaman.

Kemudian dilanjutkan untuk mengetahui pada bulan Oktober dan November terjadi proses produksi terkendali atau tidak menggunakan peta kendali P. didapatkan hasil pada bulan Oktober dan November masih terdapat beberapa hari yang melewati batas atas dan bawah, hal tersebut berarti proses produksi belum terkendali. Kemudian dilanjutkan dengen menganalisis faktor penyebab produk cacat seperti berasal dari faktor manusia/operator, metode, material/bahan baku, dan lingkungan kerja. Selanjutnya diberikan usulan tindakan perbaikan untuk model anyaman memeberikan spesifikasi kepada tim QC tenun di dalam pabrik atau di luar pabrik atau gudang baru, karena tempat penenun yang berbeda membuat tim QC kurang komunikasi dan pemantauan. Sehingga hal itu berguna untuk penyatuan persepsi di antara tim QC serta dapat meminimalisir kerusakan model tenun setelahnya.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Wisnubroto, *et al*., (2018) metode *Seven Tools* yang bertujuan untuk pengendalian kualitas produk cacat botol lem guna meningkatkan produktivitas pada CV. Madani Plast. Hasil pada penelitian ini dengan menggunakan metode *Seven Tools* diketahui jenis kecacatan produk botol lem terdapat 5 jenis kecacatan *bubbles, shinkmark, short shot, flow mark dan warping*. Kemudian dilanjutkan dengan analisis diagram histogram, yang mana kecacatan tertinggi produk botol lem terjadi pada jenis cacat *bubbles* sebanyak 640 unit. Selanjutnya untuk hasil analisis diagram pareto cacat *bubbles* memiliki persentase sebesar 22,9%. Penyebab utama untuk cacat *bubbles* berdasarkan hasil *fishbone* diagram disebabkan manusia (tenaga kerja ceroboh), bahan baku tidak sesuai standar, metode kerja tidak sesuai SOP, mesin kurang perawatan. Sehingga diperoleh hasil perhitungan tingkat produktivitas semua aspek yang diamatai pada bulan januari 2018 nilai tertinggi tingkat produktivitas terjadi pada pengamatan ke-19 sebesar 344,41 dari priode dasar dan nilai terendah pada pengamatan ke-9 sebesar 155,54 dari priode dasar.

2.1.2 DMAIC dan Konsep *Six Sigma*

Penelitian yang telah dilakukan oleh Aditama & Imaroh (2020) menggunakan metode DMAIC dengan konsep *Six Sigma* yang bertujuan untuk pengendalian kualitas produk ayam kampung pada CV. Pinang Makmur *Food*. Diperoleh hasil penelitian ini seperti tahap *define* diketahui cacat ayam kampung umur 1 minggu, ayam kampung umur 1 bulan, ayam kampung umur 2 bulan sehingga didapatkan 3 CTQ dengan 3 kriteria cacat. Yang mana kriteria cacat tersebut seperti DOC (*Day Old Chicken*) mati, ayam kampung cacat, dan pertumbuhan ayam kampung tidak optimal. Dari tahap *measure* diperoleh 3 kriteria cacat dengan frekuensi

tertinggi yaitu ayam kampung tidak optimal dengan presentase pada diagram pareto sebesar 51,96%. Dan diperoleh nilai peta kendali p, CL, UCL dan LCL secara berturuu-turut sebesar 0,0775, 0,2325, 0,2625, 0,1935, 0,220 dan 0,166. Pada tahap *analyze*, ditemukan bahwa penyebab utama kecacatan tersebut adalah pertumbuhan ayam kampung yang tidak optimal. Pada tahap *improve*, solusi yang diambil menggunakan 5W+1H serta untuk metode FMEA didapatkan nilai RPN tertinggi yaitu 900. Hasil yang ditunjukkan pada tahap *control* yaitu pembuatan SOP, serta *productivity* meningkat menjadi 4.241 (Agustus - Oktober 2018).

Penelitian dengan menggunakan metode DMAIC dengan konsep *Six Sigma* juga dilakukan oleh Primahesa & Ngatilah (2022) yang bertujuan untuk mengatasi permasalahan tingginya persentase cacat pada produk roti blankon blueberry, roti pisang coklat, dan roti kopi di CV. XYZ. Pada tahap *define* mendefinisikan cacat pada roti yaitu gosong atau *overcook*, bentuk tidak sempurna, dan irisan produk roti tidak sempurna. Kemudian untuk tahap measure diperoleh nilai DPMO untuk roti kopi, blankon blueberry, dan pisang secara berturut-turut sebesar 17,757; 18,048; dan 17,644 dengan nilai sigma secara berturut-turut sebesar 3,61; 3,60; 3,61. Untuk tahap *analyze* diperoleh empat faktor penyebab cacat produk yaitu manusia, material, metode dan mesin. Pada tahap *improve* dilakukan perbaikan menggunakan metode FMEA untuk gosong atau *overcook*, bentuk tidak sempurna, dan irisan produk roti tidak sempurna diperoleh hasil RPN secara berturut-turut sebesar 96, 120, dan 72. Yang terakhir untuk tahap *control* tidak dilakukan karena tahap perbaikan hanya sebatas pengajuan saran saja dan tidak melakukan implementasi apapun.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Lutfianto & Prabowo (2022) juga menggunakan metode DMAIC dengan konsep *six sigma* yang bertujuan untuk menganalisis nilai sigma, faktor cacat produk, dampak cacat sehingga dapat memberikan saran untuk perbaikan kualitas produk surat kabar di PT. ABC *Manufacturing* – Sidoarjo, *East Java* – Indonesia. Pada tahap *define*, ditemukan jenis cacat produk seperti kertas basah, warna buram, cetakan berbayang, cetakan asimetris, dan *running printing*. Untuk tahap *measure*, didapatkan hasil level sigma perusahaan sebesar 4,04, sedangkan untuk nilai DPMO diperoleh nilai yang berbeda-beda untuk setiap periodenya. Kemudian pada tahap *analyze*, menganalisis faktor penyebab terjadi cacat menggunakan diagram *fishbone* sehingga diperoleh 5 faktor yaitu *man*, *method*, *machine*, *material*, dan *environment*. Selanjutnya pada tahap *improve*, dilakukan perbaikan menggunakan metode FMEA diperoleh hasil cacat produk yang paling signifikan dan paling sering terjadi adalah cacat warna buram untuk penyebab kegagalan material dengan

nilai RPN sebesar 343. Yang terakhir tahap *control*, diberikan usulan alternatif perbaikan dengan melakukan pengecekan tinta dan mengganti tinta dengan tinta standar atau yang memiliki kepekatan lebih rendah, melakukan pengecekan mesin secara rutin dan berkala, serta memberikan pengarahan lebih lanjut mengenai standar produksi percetakan koran kepada seluruh operator yang terlibat.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Devani & Amalia (2018) menggunakan metode DMAIC dengan konsep *Six Sigma* yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk semen X dan mencapai *zero defects* pada saat proses *packing* di PT. XYZ. Objek pada penelitian ini merupakan semen X yang berukuran zak ukuran 40 kg dan 50 kg. Hasil penelitian ini yaitu pada tahap pertama *define* melakukan identifikasi terhadap proses produksi menggunakan diagram SIPOC sehingga diketahui proses produksi secara keseluruhan dari *supplier* hingga ke tangan *customer*. Pada tahap ini dihasilkan jenis cacat berupa *bag burst*, berat *bag* di luar toleransi, *bag reject* dan lainnya. Selanjutanya pada tahap *measure*, yang mana pada tahap ini dilakukan perhitungan untuk jenis cacat yang paling tinggi yaitu *bag burst* untuk masing-masing ukuran. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan peta kendali P, yang mana untuk masing-masing berat terdapat beberapa sampel yang masih diluar batas kendali atas dan bawah. Berikutnya dilanjutkan menghitung nilai DPMO untuk zak 40 kg dan 50 kg sebesar 6.500 dan 4.750. Sedangkan nilai sigmanya untuk zak 40 kg dan 50 kg sebesar 3,984 dan 4,094. Lalu dilanjutkan pada tahap *analyze* yang mana pada tahap ini dibantu menggunakan metode FMEA, dan diperoleh hasil RPN tertinggi yaitu 392 dengan penyebab zak semen yang terbanting operator saat dimuat dalam truk serta posisi *bag* yang tidak tepat pada saat melintas di *belt conveyor*. Kemudian dilanjutkan pada tahap improve menggunakan diagram PCPC (*Process Decision Program Chart*) untuk usulan perbaikan dari akar penyebab masalah. Yang terakhir pada tahap control dilakukan perbaikan SOP kerja yang ada, agar kedepannya proses packing dapat lebih teratur dan rapi sesuai dengan prosedur.

Pada penelitian selanjutnya dilakukan oleh Trenggonowati, *et al*., (2019) menggunakan metode DMAIC dengan konsep *Six Sigma* yang bertujuan untuk mengendalikan kualitas produk GGBFS (*Ground Granulated Blast Furnace Slag*) pada PT. Krakatau Semen Indonesia. Pada penelitian ini yang pertama dilakukan merupakan tahap *define* yang diperoleh hasil dengan berdasarkan *critical to quality* dari GGBFS yaitu *blaine*, *mesh*, dan *moisture*. Yang kedua pada tahap *measure* dilakukan pengukuran terhadap *baseline* kinerja perusahaan diperoleh hasil nilai sigma sebesar 2,90; yang mana masih berada sesuai dengan rata-rata

industri di Indonesia (2-3 sigma). Ketiga merupakan tahap *analyze* dengan melakukan analisis menggunakan diagram pareto, yang mana untuk nilai paling dominan diperoleh jenis cacat *blaine* dengan persentasi 100%. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap faktor-faktor penyebab terjadinya kegagalan pada jenis cacat *blaine* seperti faktor manusia, lingkungan, material, dan mesin/alat. Dilanjutkan dengan menggunakan metode FMEA yang menghasilkan nilai RPN tertinggi yaitu 240 untuk penyebab kegagalan *plugger* tidak rapat. Pada tahap keempat yaitu *improve* menggunakan metode 5W+1H, yang mana perbaikan ini fokus pada nilai RPN tertinggi.

2.1.3 DMAIC, Konsep *Six Sigma*, dan *Fuzzy* FMEA

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Satya & Nurdeni (2022) menggunakan metode DMAIC dengan pendekatan *Six Sigma* serta *fuzzy* FMEA, yang mana penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dari produk mie instan di PT. Indofood CBP Sukses Makmur Tbk.. Untuk tahap *define*, diperoleh 4 proses produk yang menghasilkan beberapa produk cacat seperti proses pemotongan, penggorengan, pendinginan, dan pembungkusan serta 4 proses tersebut yang akan menjadi CTQ. Selanjutnya pada tahap *measure*, didapatkan rata-rata hasil nilai DPMO dan nilai sigma sebesar 20737,96 dan 3,57. Kemudian untuk tahap *analyze*, dianalisis menggunakan diagram pareto untuk memperoleh proses yang menyebabkan banyaknya produk cacat yaitu proses pembungkusan, setelah itu di analisis akar penyebab dari proses tersebut menggunakan diagram sebab-akibat dan diperoleh 5 faktor yaitu manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan. Pada tahap *improve* dilakukan rencana tindakan perbaikan menggunakan *fuzzy* FMEA dan dianalis menggunakan 5W+1H, yang mana nilai FRPN tertinggi sebesar 150 yaitu *failure mode* 1 (F1) atau faktor resiko cacat produk karena blok mie banyak yang terselip yang dapat mengakibatkan boros material. Tahap terakhir yaitu *control*, memberikan usulan perbaikan dengan melakukan perawatan mesin, melakukan pengawasan terhadap seluruh elemen, melakukan dan melaporkan pencacatan dan penimbangan produk.

Penelitian dengan menggunakan metode DMAIC dengan konsep *Six Sigma* dan *fuzzy* FMEA juga dilakukan oleh Nasution & Sodikin (2018) dengan tujuan untuk meminimalisir persentase *product defect* pada produk kotak karton di PT. XYZ. Dari hasil penelitian, pada tahap *define* diperoleh jenis cacat pada kotak karton yang akan menjadi CTQ yaitu *joint* (*no glue*), krepek, *sloter* lari, cacat cetakan, *layer* rusak dan *creasing* pecah. Untuk tahap *measure*

diperoleh nilai DPMO dan kapabilitas sigma sebesar 9873,6 dan 3,839. Selanjutnya untuk tahap *analyze,* diperoleh akar penyebab kecacatan cetakan yaitu faktor manusia (kurangnya pengetahuan dan pelatihan terhadap mesin), faktor material (tinta kurang kental dan menggumpal), dan faktor mesin (penyumbatan *anilox roll*). Kemudian untuk tahap *improve*, dilakukan rencana perbaikan menggunakan *fuzzy* FMEA, diperoleh hasil FRPN tertinggi sebesar 429 dengan kategori tinggi pada *potential failure mode* setting jarak antara *sillinder dies* dan *impression roll*. Pada tahap terakhir yaitu control, diberikan usulan perbaikan dengan melalukan training kepada operator, melakukan perawatan mesin secara berkala, dan melakukan inspeksi pada proses *converting*.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Mustaniroh & Prabaningtias (2022) juga menggunakan metode DMAIC dengan konsep *six sigma* dan *fuzzy* FMEA yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis terjadinya faktor penyebab cacat pada produksi keripik tempe di UKM Keripik Tempe Deny. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada tahap *define* yang pertama melakukan identifikasi terlebih dahulu dari *supplier* hingga *customer* menggunakan diagram SIPOC. Kemudian dilanjutkan dengan mendefinisikan CTQ seperti keripik tempe tanpa minyak, tekstur renyah, dan warna kuning keemasan. Kemudian untuk tahap measure diperoleh nilai *final yield* pada proses penggorengan keripik tempe sebesar 64,87% dan nilai sigma sebesar 1,88, yang mana UKM Keripik Tempe Deny ini termasuk dalam level sigma yang sangat tidak kompetiti, sehingga perlu dilakukannya perbaikan. Selanjutnya pada tahap analyze ditemukan sumber permasalahan yaitu seperti faktor manusia, metode, dan fasilitas produksi. Berikutnya untuk tahap *improve,* melakukan rencana perbaikan dengan menggunakan *fuzzy* FMEA dan diperoleh hasil FRPN sebesar 7,74 untuk faktor kekurangan jumlah tenaga kerja. Yang terakhir pada tahap *control* diberikan usulan tindakan perbaikan untuk faktor tertinggi berdasarkan hasil FRPN dengan cara mengadakan pelatihan, penjadwalan pengawasan produksi, dan penambahan tenaga kerja ahli dalam bidangnya.

2.1.4 *Summary Result*

Berdasarkan penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa terdapat banyak penelitian yang meneliti terkait pengendalian kualitas untuk produk cacat menggunakan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) dengan konsep *Six Sigma*. Terdapat beberapa referensi penelitian terdahulu terkait penggunaan metode DMAIC dengan konsep Six Sigma meliputi Aditama & Imaroh (2020); Primahesa & Ngatilah (2022); Lutfianto & Prabowo

(2022); Devani & Amalia (2018); Trenggonowati, *et al*., (2019); Satya & Nurdeni (2022); Nasution & Sodikin (2018); Mustaniroh & Prabaningtias (2022). Referensi tersebut memiliki tahapan DMAIC yang sama, tetapi setiap tahapnya memiliki perbedaan dalam penggunaan *tools* antar kriteria yang berbeda-beda untuk menyelesaikan permasalahan terkait.

Pada tahap *define*, penelitian yang dilakukan oleh Primahesa & Ngatilah (2022) dilakukan identifikasi terkait jenis cacat yang ada pada perusahaan sehingga jenis cacat tersebut akan menjadi CTQ. CTQ yang diperoleh berdasarkan keinginan dan kebutuhan konsumen serta kecacatan yang terjadi pada perusahaan. Sedangkan pada penelitian Aditama & Imaroh (2020) melakukan penjabaran terkait proses produksi secara keseluruhan dari *supplier* hingga ke tangan *customer* menggunakan diagram SIPOC. Kemudian dilanjutkan dengan mengidentifikasi CTQ pada perusahaan.

Selanjutnya untuk tahap *measure* pada penelitian Aditama & Imaroh (2020) menggunakan beberapa *tools* untuk pengukuran pengendalian kualitas seperti diagram pareto yang digunakan untuk mengetahui jenis kriteria cacat tertinggi dan dilanjutkan dengan perhitungan peta kendali P untuk mengetahui apakah prooduktivitas terkendali atau tidak. Sedangkan pada penelitian Lutfianto & Prabowo (2022) dilakukan pengukuran dengan mengukur nilai DPMO dan nilai sigma saja. Berbeda lagi dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Primahesa & Ngatilah (2022). Pada penelitian ini melakukan 3 pengukuran seperti peta kendali P, nilai DPMO, dan nilai level sigma.

Kemudian pada tahap *analyze* yang dilakukan oleh Devani & Amalia (2018) melakukan analisis hanya menggunakan FMEA. Sedangkan pada penelitian Satya & Nurdeni (2022) menganalisis dengan menggunakan diagram pareto untuk mengetahui jenis cacat tertinggi dan diagram sebab-akibat untuk mengetahui faktor penyebab terjadinya produk cacat. Sedangkan hal yang berbeda dilakukan pada penelitian Trenggonowati, *et al*., (2019), yang mana pada penelitian ini memggunakan 3 *tools* meliputi diagram pareto, diagram sebab-akibat atau *fishbone*, dan metode FMEA.

Lalu dilanjutkan dengan tahap *improve* yang dilakukan oleh Mustaniroh & Prabaningtias (2022) menggunakan metode *fuzzy* FMEA untuk melakukan perbaikan dengan melihat penyebab kegagalan tertinggi terhadap nilai FRPN, begitupun dengan penelitian Nasution & Sodikin (2018) juga hanya menggunakan metode *fuzzy* FMEA. Sedangkan pada penelitian Devani & Amalia (2018) menggunakan diagram PCPC (*Process Decision Program Chart*)

untuk melakukan usulan perbaikan. Berbeda lagi dengan penelitian Trenggonowati, *et al*., (2019) yang menggunakan metode 5W+1H untuk melakukan rencana tindakan perbaikan.

Yang terakhir yaitu tahap *control* dilakukan penelitian oleh Devani & Amalia (2018) melakukan perbaikan terhadap SOP kerja yang ada, agar kedepannya proses packing sesuai dengan prosedur yang telah dibuat. Sedangkan untuk penelitian Satya & Nurdeni (2022) memberikan usulan perbaikan dengan melalukan perawatan mesin, pengawasan terhadap semua elemen di lantai produksi, dan melakukan serta melaporkan pencatatan dan penimbangan produk. Kemudian pada penelitian Nasution & Sodikin (2018) memberikan usulan perbaikan dengan melalukan training kepada operator, melakukan perawatan mesin secara berkala, dan melakukan inspeksi pada proses *converting*.

2.1.5 *State of The Art*

Berikut merupakan *state of the art* untuk mengetahui keunikan atau perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu.

Tabel 2. 1 *State of The Art*

No.	Penulis	Judul	Pengendalian Kualitas	Produk Cacat	DMAIC	*Six Sigma*	*Fuzzy* FMEA
1	(Primahesa & Ngatilah, 2022)	*Quality Analysis of Bakery Products Using the Six Sigma Method and Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) *Case Study on* CV. XYZ	√	√	√	√	
2	(Milah & Suseno, 2022)s	Analisis Pengendalian Kualitas Produk Eq Spacing Dengan Metode *Statistic Quality Control*	√	√			

No.	Penulis	Judul	Pengendalian Kualitas	Produk Cacat	DMAIC	*Six Sigma*	*Fuzzy* FMEA
		(SQC) dan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) pada PT. Sinar Semesta					
3	(Aditama & Imaroh, 2020)	*Strategy for Quality Control of* "Ayam Kampung" *Production Using Six Sigma-DMAIC Method (Case Study in* CV. Pinang Makmur *Food*)	√	√	√	√	
4	(Hernadewita, et al., 2022)	*Enhance Quality Improvement through Lean Six Sigma in Division Side Board Clavinova Piano's*	√	√	√		
5	(Kumar & Parameshwaran, 2020)	*A Comprehensive Model to Prioritise Lean Tools for Manufacturing Industries: A Fuzzy FMEA, AHP and QFD-Based Approach*	√				√
6	(Lutfianto &	*Implementation of Six Sigma Methods*	√	√	√	√	

No.	Penulis	Judul	Pengendalian Kualitas	Produk Cacat	DMAIC	*Six Sigma*	*Fuzzy* FMEA
	Prabowo, 2022)	*with Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) *as a Tool for Quality Improvement of Newspaper Products* (*Case Study*: PT. ABC Manufacturing – Sidoarjo, East Java – Indonesia)					
7	(Trenggonowati, et al., 2021)	*Proposed Action of Supply Chain Risk Mitigation Air Compressor Type L Unloading ¼ HP Using The Fuzzy – FMEA and Fuzzy – AHP Method in* PT. XYZ					√
8	(Rahayu & Santoso, 2021)	*Implementation of Six Sigma to Minimize Reject Gusset Difference and Fold in the Blowing Process*	√	√	√	√	
9	(Karatop, et al., 2021)	*Decision Analysis Related to The Renewable Energy Investments in*					√

No.	Penulis	Judul	Pengendalian Kualitas	Produk Cacat	DMAIC	*Six Sigma*	*Fuzzy* FMEA
		Turkey based on a Fuzzy AHP-EDAS-Fuzzy FMEA Approach					
10	(Attaqwa, et al., 2021)	*Product Quality Control Analysis with Statistical Process Control (SPC) Method in Weaving Section* (*Case Study* PT. I)	√	√			
11	(Sudri, et al., 2020)	Aplikasi *Six Sigma* dan *Design of Experiment* untuk Peningkatan Mutu Proses Kain *Cotton* Tetoron (Studi Kasus Perusahaan Tekstil)	√	√	√	√	
12	(Kehinde, et al., 2019)	*Six Sigma Approach in Safety Management of a Production Firm*			√	√	
13	(Trenggonowati & Arafiany, 2018)	Pengendalian Kualitas Produk Baja Tulangan Sirip 25 dengan Menggunakan Metode SPC di PT.	√	√			

No.	Penulis	Judul	Pengendalian Kualitas	Produk Cacat	DMAIC	*Six Sigma*	*Fuzzy* FMEA
		Krakatau Wajatama Tbk.					
14	(Khodadadi-Karimvand & Shirouyehzad, 2021)	*Well Drilling Fuzzy Risk Assessment Using Fuzzy FMEA and Fuzzy TOPSIS*					√
15	(Godina, et al., 2021)	*A DMAIC Integrated Fuzzy FMEA Model: A Case Study in the Automotive Industry*	√		√	√	√
16	(Kholil, et al., 2021)	*Lean Six sigma Integration to Reduce Waste in Tablet coating Production with DMAIC and VSM Approach in Production Lines of Manufacturing Companies*	√	√	√		
17	(Rimawan, et al., 2019)	*Analysis of Quality Control to Reduce Defect Products in Steel K-015 Cable Using* DMAIC	√	√	√	√	

No.	Penulis	Judul	Pengendalian Kualitas	Produk Cacat	DMAIC	*Six Sigma*	*Fuzzy* FMEA
		Method at PT. SUCACO, TBK.					
18	(Wisnu broto, et al., 2018)	Pengendalian Kualitas terhadap Produk Cacat Menggunakan Metode *Seven Tool* Guna Meningkatkan Produktivitas di CV. Madani Plast Solo	√	√		√	
19	(Devani & Amalia, 2018)	Peningkatan Kualitas Semen "X" dengan Metode Six Sigma di *Packing Plant* PT. XYZ	√	√	√	√	
20	(Trenggonowati, et al., 2019)	Usulan Pengendalian Kualitas GGBFS Menggunakan Metode *Six Sigma* Di Pt. Krakatau Semen Indonesia	√	√	√	√	

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian *Quality* (Kualitas)

Kualitas merupakan *conformance to requirements*, yang berarti suatu produk harus memenuhi syarat atau standar yang telah ditentukan, seperti bahan baku, proses produksi, dan

produk jadi (Crosby, 1979). Sedangkan Deming (1987) mengemukan bahwa kualitas merupakan kesusuaian antara kebutuhan pasar atau keinginan konsumen. Oleh karena itu, perusahaan harus mengetahui apa yang diperlukan oleh pasar atau konsumen, sehingga produk yang dihasilkan mejadi sesuai dengan yang diharapkan (Deming, 1987). Keistimewaan atau keunggulan suatu produk dapat diukur melalui tingkat kepuasan pelanggan, semakin baik kualitas yang ditawarkan, maka pelanggan akan semakin merasa puas. Dimana kualitas akan selalu berfokus pada pelanggan (*customer focused quality*), baik dari segi kepuasan dan kebutuhan pelanggan. (Mastur & Aji, 2016). Gasperz (2007) mendefinisikan delapan dimensi yang dapat digunakan untuk mengalisis kualitas produk, yaitu performansi (*performance*), keistimewaan tambahan (*features*), kehandalan (*reliability*), konformasi (*conformance*), daya tahan (*durability*), kemampuan pelayanan (*serviceability*), estetika (*aesthetics*), kualitas yang dirasakan (*perceived quality*). Berdasarkan definisi kualitas yang sudah diuraikan, pada dasarnya kualitas mengacu kepada pengertian pokok sebagai berikut (Gaspersz, 2007):

1. Kualitas terdiri atas sejumlah keistimewaan produk, baik keistimewaan langsung maupun keistimewaan atraktif yang memenuhi keinginan konsumen dan dengan demikian memberikan kepuasan atas pengguna produk tersebut.
2. Kualitas terdiri atas segala sesuatu mengenai produk yang bebas dari kekurangan atau kerusakan.

2.2.2 Pengendalian Kualitas (*Quality Control*)

Pengendalian kualitas merupakan teknik dan aktivitas operasional yang digunakan untuk memenuhi standar kualitas yang diharapkan (Gaspersz, 2001). Sedangkan Handoko (2012) mendefinisikan pengendalian kualitas merupakan upaya mengurangi kerugian-kerugian akibat produk rusak dan banyaknya sisa produk atau *scrap*. Pengendalian kualitas produk merupakan *tools* manajemen yang baik untuk memperbaiki kualitas produk, mempertahankan kualitas yang sudah sesuai, mengurangi jumlah produk yang cacat, prosedur pengendalian kualitas suatu produk, proses maupun pelayan yang disusun secara sistematis supaya pelaksanaan fungsi pengendalian kualitas dapat dijalankan dengan efektif (Pohan, 2017). Pengendalian kualitas bertujuan untuk mengurangi kesalahan dan meningkatkan mutu akan produk yang dihasilkan, sehingga dapat menekan biaya yang dikerluarkan oleh perusahaan (Eyas & Handayani, 2020). Montgomery (2012) mengemukakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi pengendalian kualitas yang dilakukan perusahaan adalah:

1) Kemampuan proses

   Batas-batas yang ingin dicapai harus disesuaikan dengan kemampuan proses yang ada. Tidak ada gunanya mengendalikan suatu proses dalam batas-batas yang melebihi kemampuan atau kesanggupan proses yang ada.

2) Spesifikasi yang berlaku

   Spesifikasi hasil produksi yang ingin dicapai harus dapat berlaku, bila ditinjau dari segi kemampuan proses dan keinginan atau kebutuhan konsumen yang ingin dicapai dari hasil produksi tersebut. Dalam hal ini haruslah dapat dipastikan dahulu apakah spesifikasi tersebut dapat berlaku dari kedua segi yang telah disebutkan di atas sebelum pengendalian kualitas pada proses dapat dimulai.

3) Tingkat ketidaksesuaian yang dapat diterima

   Tujuan dilakukan pengendalian suatu proses adalah dapat mengurangi produk yang berada di bawah standar seminimal mungkin. Tingkat pengendalian yang diberlakukan tergantung pada banyaknya produk yang berada di bawah standar yang dapat diterima.

4) Biaya kualitas

   Biaya kualitas sangat mempengaruhi tingkat pengendalian kualitas dalam menghasilkan produk dimana biaya kualitas mempunyai hubungan yang positif dengan terciptanya produk yang berkualitas.

2.2.3 *Six Sigma*

Six Sigma merupakan suatu alat pengendalian dan peningkatan kualitas yang diterapkan oleh Motorola sejak tahun 1986, dimana *six sigma* digunakan untuk peningkatan kualitas menuju sasaran (target) 3,4 *defects per million opportunities* (DPMO) atau 99,99966 persen difokuskan untuk mencapai kepuasan pelanggan (Sudri *et al*., 2020). Pengendalian dan peningkatan kualitas dengan *six sigma* terdapat lima tahapan yaitu menggunakan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Pendekatan DMAIC merupakan alat untuk menentukan masalah, mengukur kemampuan, dan analisis data, sehingga dapat meningkatkan proses dan mengurangi penyebab masalah serta memberikan solusi yang dapat dilakukan dalam jangka panjang (Fitriaji & Domodite, 2022). Berikut merupakan lima tahapan dalam *six sigma* menggunakan pendekatan DMAIC menurut Yunita & Adi (2019):

1. Tahap *Define*

Tahap *define* merupakan tahap mendefinisikan dan menyeleksi masalah yang ada berdasarkan spesifikasi konsumen atau VOC (*Voice of Customer*). Pada tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi baik dari produk yang dihasilkan dan proses inti, sehingga dapat dilakukan perbaikan yang sesuai. Berikut merupakan alat yang digunakan untuk membantu dalam tahap *define* ini:

a. Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*)

   Diagram SIPOC merupakan alat yang digunakan untuk mengidentifikasi langkah-langkah atau aktivitas dalam *process improvement project* yang mungkin belum dilakukan dengan baik (Yunita & Adi, 2019). Berikut merupakan lima elemen dalam digram SIPOC menurut Yunita & Adi (2019):

   a) *Supplier*

      Supplier merupakan orang, kelompok orang, atau organisasi yang menyediakan informasi, material, atau sumber daya yang dibutuhkan oleh perusahaan untuk memproduksi barang maupun jasa.

   b) *Input*

      Input merupakan segala sesuatu yang diberikan *supplier* kepada perusahaan seperti informasi, material, atau sumber daya sebagai masukan untuk proses produksi.

   c) *Process*

      Process merupakan langkah-langkah atau aktivitas untuk mentransformasikan atau mengubah *input* menjadi sebuah *output*.

   d) *Output*

      Output merupakan barang atau jasa baik produk setengah jadi maupun produk jadi yang dihasilkan dari proses kemudian dapat dijual, dikonsumsi, atau digunakan oleh konsumen.

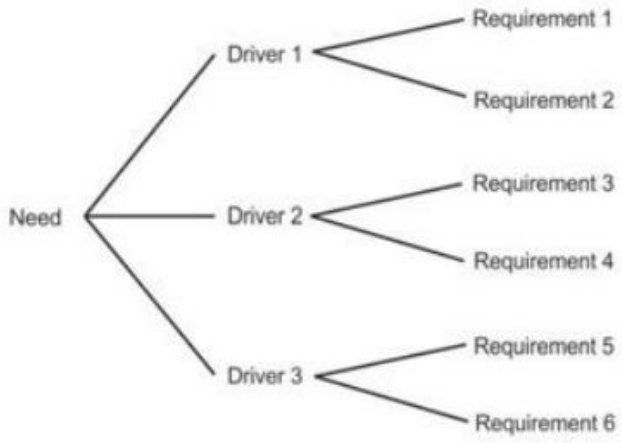
   e) *Customer*

      Customer merupakan orang, kelompok orang, atau organisasi yang menerima atau menggunakan *output* berdasarkan tingkat kebutuhan masing-masing.

b. CTQ (*Critical to Quality*)

   CTQ merupakan suatu karakteristik kritis untuk usaha peningkatan kualitas, yang dapat dilihat dari proses produksi maupun produk yang harus mencapai standar atau patokan limit kualitas dari spesifikasinya sesuai kebutuhan dan harapan konsumen

(Widyarto *et al*., 2019). Sehingga CTQ dapat diartikan sebagai variabel yang berpotensi untuk menjadi penyebab cacat dan penurunan kualitas (Prastawa *et al*., 2005). Penetapan CTQ yang berkaitan langsung dengan kebutuhan spesifik konsumen akan bergantung pada situasi dan kondisi organisasi bisnis tersebut baik internal maupun eksternal (Gaspersz, 2002). CTQ secara umum dijabarkan sebagai berikut.



Gambar 2. 1 CTQ *Tree*

Sumber: Layang & Perkasa, 2022

Berikut merupakan penjabaran dari CTQ Tree diatas:

1. Mengidentifikasi keinginan atau kebutuhan penting

   Tahap pertama yang perlu dilakukan yaitu mengidentifikasi kebutuhan utama yang harus dimiliki oleh suatu produk. Yang mana kita harus mengetahu apa saja yang termasuk hal penting untuk suatu produk.
2. Mengidentifikasi *quality drivers*

   Untuk tahap kedua yaitu mengidentifikasi kualitas spesifik dari *drivers* yang harus ditempatkan agar bertemu dengan kebutuhan yang telah diidentifikasi sebelumnya. *Quality drivers* ini merupakan faktor-faktor yang harus ditunjukkan kepada customer agar mereka berpikir produk yang ditunjukkan merupakan produk yang berkualitas tinggi.
3. Mengidentifikasi *requirement* dari performansi

   Pada tahap terakhir yaitu mengidentifikasi *minimum requirement* dari performansi yang harus memuaskan masing-masing dari *quality drivers*. Selanjutnya kita

memiliki daftar *requirement* yang dapat diukur, yang mana harus dipenuhi untuk menghasilkan produk yang berkualitas tinggi.

2. Tahap *Measure*

Tahap *measure* merupakan tahap pengukuran terhadap masalah yang telah didefinisikan pada tahap sebelumnya. Dalam tahap ini bertujuan untuk mengetahui kondisi proses produksi yang terjadi, antara lain mengukur kinerja sekarang (*current performance*), tingkat proses, dan kapabilitas proses untuk memastikan dasar kinerja di awal *Six Sigma* (Gaspersz, 2002). Pada tahap ini terdapat beberapa perhitungan yang harus dilakukan, seperti menghitung nilai DPMO, tingkat sigma, dan *control chart* atau peta kendali.

a. DPMO (*Defect Per Million Opportunities*)

DPMO merupakan skala kegagalan dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang menunjukkan kegagalan per sejuta kesempatan. Target dari pengendalian kualitas *Six Sigma* Motorola sebesar 3,4 DPMO, diintepretasikan dalam suatu unit produk tunggal terdapat rata-rata kesempatan untuk gagal dari suatu karakteristik CTQ hanya sebesar 3,4 kegagalan per satu juta kesempatan. (Harahap *et al*., 2018). Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung nilai DPMO:

$$DPMO = \frac{Jumlah\ Produk\ Cacat}{Jumlah\ Produksi\ \times Banyaknya\ Jenis\ Cacat} \times 1.000.000 \qquad (2.1)$$

b. Tingkat Sigma

Tingkat sigma merupakan ukuran dari kinerja perusahaan yang menggambarkan kemampuan dalam mengurangi produk yang cacat (Gaspersz, 2002). Nilai tingkat sigma diperoleh setelah menghitung nilai DPMO. Dalam menghitung nilai sigma perlu dilakukan dengan mengkonversi nilai DPMO ke dalam tingkat sigma dengan menggunakan tabel konversi tingkat sigma atau diperoleh dengan menggunakan formula *Microsoft Excel*. Berikut merupakan rumus untuk menghitung nilai sigma dan tabel tingkat sigma:

$$\text{Nilai Sigma} = \text{NORMSINV}((1000000\text{-DPMO})/1000000) + 1{,}5 \qquad (2.2)$$

Tabel 2. 2 Tingkat Sigma

Yield (Probabilitas tanpa cacat)	DPMO	Sigma	Keterangan
30.9%	690,000	1	Sangat tidak kompetitif
69.2%	308,000	2	Rata-rata Industri indonesia
93.3%	66,800	3	
99.4%	6,210	4	
99.98%	320	5	Rata-rata industri USA
99.9997%	3.4	6	Industri kelas dunia

Sumber: Gaspersz (2002)

c. *Control Chart* atau Peta Kendali

Peta kendali merupakan alat statistik yang digunakan untuk pengendalian kualitas produksi, dimana utamanya peta kendali ini digunakan untuk mendeteksi pergeseran proses, terjadinya variasi, dan menunjukkan kondisi abnormal pada proses produksi (Pratiwi & Wibawati, 2020). Peta kendali secara umum dibagi menjadi dua macam berdasarkan data yang diplotkan, yaitu peta kendali variabel dan peta kendali atribut. Peta kendali variabel yaitu data yang diplotkan adalah data variabel atau data/kualitasnya yang memiliki ukuran atau dapat diukur seperti besar, panjang, waktu, panas, dan lain-lain. Sedangkan untuk peta kendali atribut yaitu data yang diplotkan adalah data atribut atau data/kualitasnya yang tidak dapat diukur pada skala kuantitatif atau tidak memuliki ukuran. (Octavia, et al., 2004). Dalam perhitungan peta kendali terdapat beberapa hal yang perlu dihitung seperti proporsi cacat, CL (*Central Limit*), UCL (*Upper Control Limit*), dan LCL (*Lower Control Limit*). Rumus dari proporsi cacat, CL, UCL, dan LCL dituliskan sebagai berikut:

$$P = \frac{Jumlah\ produk\ cacat\ bulan\ i\ (np)}{Jumlah\ produksi\ bulam\ i\ (n)} \tag{2.3}$$

$$CL\ \bar{P} = \frac{\sum np}{\sum n} \tag{2.4}$$

$$UCL = \ CL\ \bar{P} + 3\sqrt{\frac{CL\ \bar{P}(1 - CL\ \bar{P})}{n}} \tag{2.5}$$

$$LCL = CL\ \bar{P} - 3\sqrt{\frac{CL\ \bar{P}(1 - CL\ \bar{P})}{n}} \quad (2.6)$$

Keterangan:

P = proporsi cacat

$\bar{P}$ = rata-rata proporsi cacat

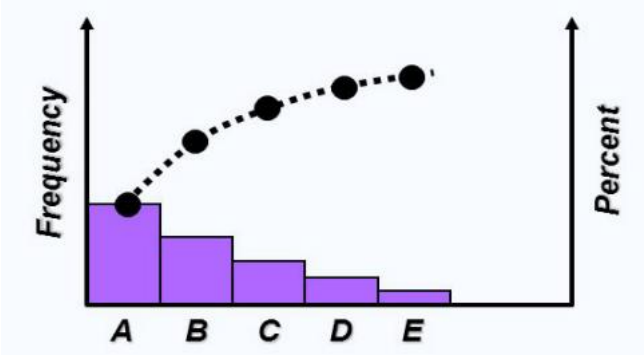
n = jumlah produk (yang diinspeksi perbulan)

3. Tahap *Analyze*

Tahap *analyze* merupakan tahap untuk mengidentifikasi dan menemukan akar permasalahan (faktor-faktor yang mempengaruhi proses) berdasarkan analisa data. Pada tahap ini akan dipakai untuk membuat solusi sehingga nantinya dapat dilakukan pengembangan dan *improvement* pada proses yang diteliti. Alat yang digunakan untuk membantu dalam tahap ini yaitu diagram pareto, diagram *fishbone*, dan *fuzzy* FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Berikut merupakan penjabaran dari masing-masing metode yang digunakan.

a. Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan diagram yang digunakan untuk menentukan suatu prioritas kategori kejadian, sehingga dapat diketahui nilai yang paling dominan dengan melihat nilai kumulatifnya. Prinsip pareto yang menyatakan dengan sebuah aturan 80/20 yang dapat diartikan bahwa 80% masalah kualitas dalam sebuah produk disebabkan oleh 20% penyebab kegagalan dari suatu produksi, sehingga dipilih jenis-jenis kegagalan atau cacat dengan kumulatif mencapai 80% dengan asumsi bahwa dengan 80% tersebut dapat mewakili seluruh jenis cacat yang terjadi. (Saputra & Santoso, 2021). Susunan dalam diagram pareto dimulai dari yang paling besar disebelah kiri kemudian yang paling kecil disebelah kanan. Susunan tersebut dapat membantu dalam menentukan prioritas kategori kejadian-kejadian atau sebab-sebab kejadian yang akan diidentifikasi. (Djamal & Azizi, 2015).

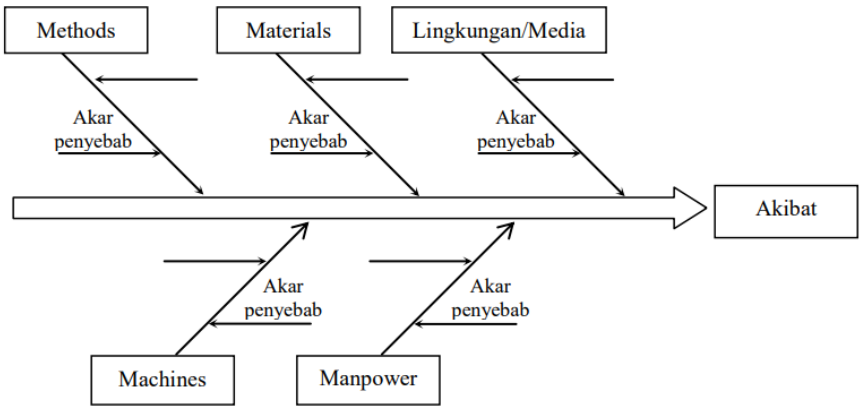


Gambar 2. 2 Diagram Pareto

Sumber: Heizer & Render (2006)

b. Diagram *Fishbone* (Diagram Tulang Ikan)

Fishbone diagram sering disebut dengan istilah *cause and effect diagram* atau diagram tulang ikan yang mana merupakan salah satu dari metode *Seven Tools*. *Fishbone* diagram adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menunjukkan hubungan sebab akibat dari suatu permasalahan yang ada. Faktor-faktor penyebab dalam diagram *fishbone* yaitu seperti mesin (*machine*), metode (*method*), manusia (*man*), bahan (*material*), pengukuran (*measurement*), dan lingkungan (*environment*). *Fishbone* diagram sangat berguna dalam suatu perbaikan kualitas dikarenakan dapat menggambarkan akar-akar permasalahan ke dalam bentuk yang sederhana. (Yunita & Adi, 2019).



Gambar 2. 3 Diagram *Fishbone*

Sumber: Susendi *et al*., (2021)

c. *Fuzzy* FMEA

1. Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* adalah suatu cara untuk memetakan permasalahan dari suatu ruang *input* (masuk) ke dalam suatu ruang *output* (keluar) (Rusmiati, 2014). Kusumadewi (2002) mengemukakan logika *fuzzy* merupakan salah satu alat untuk melakukan analisa sistem yang mengandung ketidakpastian. Logika *fuzzy* merupakan logika yang didasarkan pada konsep nilai yang tidak jelas. Biasanya ini berarti konsepnya kabur, tidak memiliki makna yang pasti dan tepat, tanpa menjadi tidak berarti sama sekali. Dengan kata lain, logika *fuzzy* adalah logika yang telah diperluas untuk menangani konsep kebenaran parsial (nilai kebenaran antara "sepenuhnya benar" dan "sepenuhnya salah"). (Abdolshah, 2012). Logika *fuzzy* biasanya digunakan untuk alat memanipulasi istilah linguistik yang digunakan secara langsung dalam penilaian yang lebih kritis, yang akan digunakan untuk menentukan prioritas rencana perbaikan (Kusumadewi & Purnomo, 2010). Manfaat dari teori *fuzzy* dalam penilaian risiko merupakan penilaian sistem yang dihasilkan bersifat kualitatif dan operasional dengan variabel linguistik, karena peristiwa tertentu tidak dapat dijelaskan hanya dalam angka (Ivanˇcan & Lisjak, 2021). Variabel linguistik adalah variabel *input* atau *output* dari sistem yang nilainya yaitu kata-kata atau kalimat dari bahasa alami, bukan nilai-nilai numerik, dalam sebuah variabel linguistik umumnya diubah sederhana menjadi serangkaian istilah linguistik (Widianti & Firdaus, 2018). Berikut merupakan beberapa alasan logika *fuzzy* banyak digunakan menurut Kusumadewi (2002):

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dipahami, dikarenakan konsep matematis logika ini yang didasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dipahami.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel, yang artinya konsep logika ini mudah beradaptasi dengan perubahan serta ketidakpastian pada masalah yang ada.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat ketika digunakan.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi *non-linier* yang sangat rumit atau kompleks.
5. Logika *fuzzy* didasari dalam bahasa yang sederhana.

2. Himpunan *Crisp* dan *Fuzzy*

   Pada himpunan klasik (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A, biasanya ditulis dengan μA[x], yaitu memiliki dua kemungkinan sebagai berikut menurut Kusumadewi (2002):

   a. Satu (1), yang artinya bahwa item menjadi anggota dalam suatu himpunan.
   b. Nol (0), yang artinya bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

   Jika pada himpunan klasik, nilai keanggotaan hanya terdapat 2 kemungkinan yaitu 0 dan 1, maka himpunan *fuzzy* memiliki nilai keanggotaan pada rentang 0 sampai 1. Apabila x memiliki nilai keanggotaan *fuzzy* μA[x]=0, artinya x tidak menjadi anggota himpunan A. Sedangkan, apabila x memiliki nilai keanggotaan *fuzzy* μA[x]=1, artinya x menjadi anggota penuh himpunan A. Pada teori himpunan *fuzzy*, komponen utama yang sangat berpengaruh merupakan *fuzzy membership* atau fungsi keanggotaan.

3. *Fuzzy* FMEA

   a. Teori *Fuzzy* FMEA

      Fuzzy FMEA merupakan pengembangan dari metode FMEA yang memberikan fleksibilitas untuk menampung ketidakpastian akibat samarnya informasi yang dimiliki maupun unsur preferensi yang subjektif yang digunakan dalam penilaian terhadap mode kegagalan yang terjadi (Braglia & Frosolini, 2003). Dengan menambah konsep *fuzzy* pada algoritma FMEA memungkinkan data yang digunakan berupa data linguistik ataupun data numerik dimana setiap data akan mempunyai nilai keanggotaan pada setiap atributnya (Sukwadi *et al*., 2017). Pada *fuzzy* FMEA, aturan "*if-then*" digunakan untuk memperoleh *output* RPN atau *fuzzy* RPN, berdasarkan hasil kriteria S, O, dan D yang sudah diubah menjadi variabel lingustik. Dapat disimpulkan bahwa *fuzzy* FMEA merupakan integrasi *fuzzy* pada FMEA tradisional yang merupakan metode analisis risiko dengan pendekatan penilaian *expert* untuk menentukan kriteria risiko *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) yang skala pemeringkatan kriteria dan angka prioritas risikonya dikonversi ke dalam bahasa lingustik *fuzzy*. *Fuzzy* FMEA ini memperhatikan pentingnya masing-masing *input*, sehingga dalam setiap

input memiliki tingkat kepentingan yang sama. (Widianti & Firdaus, 2018). Dengan menggunakan *fuzzy* FMEA akan didapatkan hasil penelitian yang lebih rasional dan kritis, dikarenakan *fuzzy* FMEA lebih mempertimbangkan nilai dari masing-masing *input*.

b. Parameter *Fuzzy* FMEA

Pada dasarnya *fuzzy* FMEA sama seperti FMEA konvensional yaitu menggunakan pamaremeter penilaian indeks risiko seperti *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D). Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing parameter penilaian indeks risiko menurut Hartanti *et al*., (2022):

1) *Severity*

Severity atau tingkat kerusakan yaitu digunakan untuk menilai tingkat keseriusan dampak dari kerusakan atau permasalahan yang dilihat dari sudut pandang keseluruhan sistem yang ada baik saat proses produksi, operasi perawatan atau kegiatan operasional lainnya di perusahaan. Kriteria *severity* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 3 Kriteria *Severity*

Effect	***Severity***	**Skor**
Tidak Ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Sangat Kecil	• Dapat mempengaruhi proses produksi. • Dampaknya sangat kecil atau hampir tidak ada.	2
Kecil atau Minor	• Dapat mempengaruhi proses produksi. • Dampak yang ditimbulkan kecil, dan berpotensi terhadap kecacatan produk.	3

Effect	*Severity*	Skor
Cukup Rendah	• Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. • Dalam satu bulan produksi, terjadi <1% dari hasil produksi mengalami *rework.*	4
Rendah	• Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. • Dalam satu bulan produksi, terjadi 1% - 5% dari hasil produksi mengalami *rework*.	5
Sedang	• Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. • Dalam satu bulan produksi, terjadi 5% - 10% dari hasil produksi mengalami *rework*.	6
Tinggi	• Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. • Dalam satu bulan produksi, terjadi 10% - 20% dari hasil produksi mengalami *rework*.	7
Sangat Tinggi	• Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. • Dalam satu bulan produksi, terjadi 20% - 50% dari hasil produksi mengalami *rework*.	8

Effect	*Severity*	Skor
Berbahaya	• Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. • Dalam satu bulan produksi, terjadi >50% dari hasil produksi mengalami *rework.*	9
Sangat Berbahaya	• Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. • Dalam satu bulan produksi, seluruh produk mengalami *rework.*	10

Sumber: Hartanti *et al*., (2022)

2) *Occurrence*

Occurrence atau tingkat frekuensi yaitu digunakan untuk mengidentifikasi seberapa sering probabilitas atau peluang terjadinya kerusakan/kegagalan yang terjadi akibat faktor tertentu. Perhitungan *occurrence* dilihat dari sering atau tidaknya kejadian tersebut terjadi. Kriteria *occurence* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 4 Kriteria *Occurence*

Occurrence	Peluang Kejadian	Skor
Tidak pernah	Terjadi satu kali dalam >1 tahun	1
Jarang	Terjadi satu kali dalam 1-12 bulan	2
	Terjadi satu kali dalam 1-6 bulan	3
Kadang-kadang	Terjadi satu kali dalam 1-3 bulan	4
	Terjadi satu kali dalam 1-2 bulan	5
Cukup sering	Terjadi satu kali dalam satu bulan.	6
	Terjadi satu kali dalam 1-2 minggu.	7
Sering	Terjadi satu kali dalam satu minggu.	8
	Terjadi satu kali dalam 1-3 hari.	9

Occurrence	Peluang Kejadian	Skor
Sangat Sering	Terjadi setiap hari.	10

Sumber: Hartanti *et al*., (2022)

3) *Detection*

Detection atau tingkat deteksi yaitu penilaian kemampuan sebuah kontrol proses atau produk untuk mendeteksi terjadinya kegagalan. *Detection* merupakan alat pengukuran untuk mengendalikan terjadinya kegagalan. Kriteria *detection* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

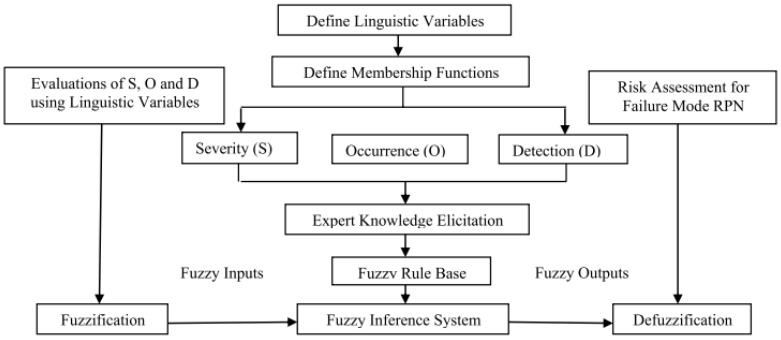
Tabel 2. 5 Kriteria *Detection*

Effect	*Detection*	Skor
Pasti	• Sumber permasalahan langsung terdeteksi. • Hasil deteksi akurat.	1
Sangat Mudah	• Dibutuhkan inpeksi visual untuk mendeteksi sumber permasalahan. • Hasil deteksi akurat.	2
Mudah	• Dibutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan. • Sumber permasalahan dapat diketahui setelah terjadi	3
Cukup Mudah	• Dibutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan. • Sumber permasalahan dapat diketahui setelah sumber permasalahan berakhir.	4

Effect	*Detection*	Skor
Sedang	• Dibutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan. • Sumber permasalahan dapat diketahui jika adanya analisis lebih lanjut	5
Cukup Sulit	• Dibutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail dalam mendeteksi sumber permasalahan. • Dibutuhkan metode tertentu untuk mengetahui sumber permasalahan yang terjadi.	6
Sulit	• Dibutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail dalam mendeteksi sumber permasalahan. • Sumber permasaahan sulit terdeteksi.	7
Sangat Sulit	• Dibutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail dalam mendeteksi sumber permasalahan. • Hasil deteksi tidak akurat.	8
Ekstrim	• Alat bantu tidak dapat digunakan untuk mendeteksi. • Hasil deteksi tidak akurat.	9
Tidak Dapat Terdeteksi	Sumber permasalahan tidak dapat terdeteksi.	10

Sumber: Hartanti *et al*., (2022)

c. Struktur *Fuzzy* FMEA



Gambar 2. 4 Sturktur *Fuzzy* FMEA

Sumber: Balaraju *et al*., (2019)

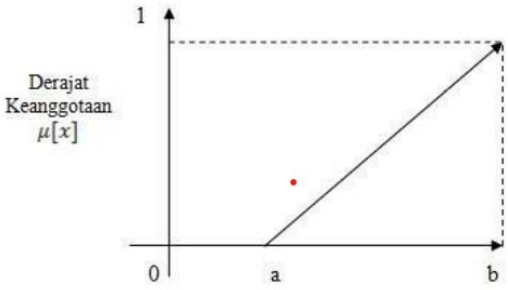
Berikut merupakan penjabaran terkait teori fuzzy dalam struktur penggunaan FMEA.

1. *Fuzzy Membership Function* (Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*)

   Fungsi keanggotaan *fuzzy* dapat didefinisikan sebagai permukaan himpunan *fuzzy*, yang merupakan bagian dari himpunan tersebut. Fungsi keanggotaan fuzzy dapat diartikan sebagai kurva yang memperlihatkan peta titik-titik data ke dalam nilai keanggotaannya dengan interval 0 – 1, Untuk memperoleh nilai tersebut digunakan pendekatan fungsi. Berikut terdapat beberapa macam bentuk fungsi *fuzzy membership* menurut Kusumadewi & Purnomo (2004):

   a. Representasi *Linier*

      Pemetaan derajat keanggotaan digambarkan dengan suatu garis lurus. Bentuk *linear* ini merupakan representasi yang paling sederhana dalam fungsi keanggotaan. Terdapat dua jenis himpunan *fuzzy linear*, yaitu representasi *linear* naik dan *linear* turun. Yang pertama terdapat kenaikan derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

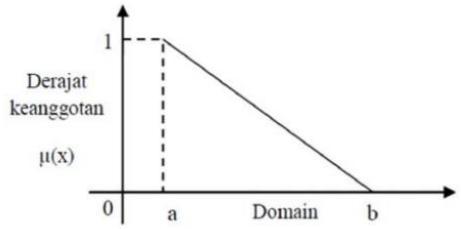


Representasi *Linear* Naik

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x < 0 \\ (x-a)/(b-a); & a \le x \le b \\ x; & x \ge b \end{cases}$$

Yang kedua terdapat representasi *linear* turun, dimana representasi ini kebalikan dari representasi *linear* naik. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, selanjutnya bergerak menurun menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



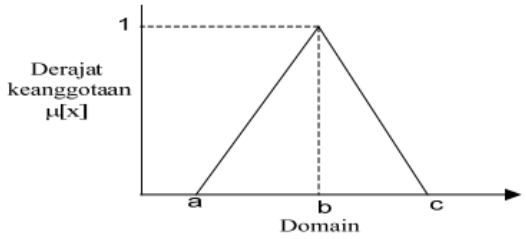
Representasi *Linear* Turun

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} (b-x)(b-a); & a \le x \le b \\ 0; & x \ge b \end{cases}$$

b. Representasi Kurva Segitiga/Triangular

Representasi kurva segitiga/tringular pada dasarnya merupakan gabungan dari dua garis *linear* yang bertemu di satu titik sehingga membentuk segitiga seperti gambar dibawah ini.



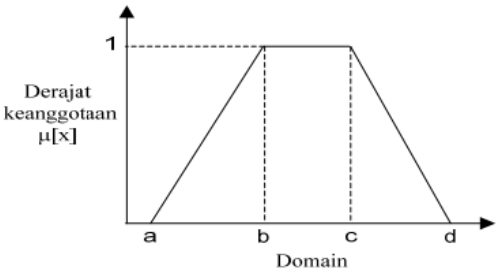
Representasi Kurva Segitiga/Triangular

Fungi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x < 0 \\ (x-a)/(b-a); & x \geq 0 \\ x; & x \geq 0 \end{cases}$$

c. Representasi Kurva Trapezium/Trapezoidal

Representasi kurva trapezium ini pada dasarnya mempunyai bentuk seperti kurva segitiga, tetapi terdapat beberapa titik yang mempunyai nilai keanggotaan 1, seperti gambar dibawah ini.



Representasi Kurva Trapesium/Trapezoidal

Fungsi keanggotaan

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \; atau \; x \geq d \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d-x)/(d-c); & x \geq d \end{cases}$$

Terdapat 2 fungsi keanggotaan yang biasanya digunakan yaitu representasi segitiga dan trapesium (Widianti & Firdaus, 2018). Dalam penelitian ini juga menggunakan representasi segitiga dan trapesium. Fungsi keanggotaan untuk variabel *input* yang digunakan yaitu *severity, occurrence,* dan *detection* yang

masing-masing memiliki rentang nilai antara 1-10. Menurut Puente (2002) nilai tersebut terdiri dari lima tingkat seperti pada tabel berikut.

Tabel 2. 6 Fungsi Keanggotaan Variabel *Input*

Nilai			**Tingkatan**
***Severity* (S)**	***Occurrence* (O)**	***Detection* (D)**	
1	1	1	*Very Low*
2,3	2,3	2,3	*Low*
4,5,6	4,5,6	4,5,6	*Moderate*
7,8	7,8	7,8	*High*
9,10	9,10	9,10	*Very High*

Sumber: Puente (2002)

Selanjutnya terdapat parameter fungsi keanggotaan dan tipe representasi untuk variabel *input* yaitu S, O, dan D seperti pada tabel berikut.

Tabel 2. 7 Parameter Fungsi Keanggotaan Variabel *Input*

Tingkatan	**Tipe Representasi**	**Parameter**
Very Low	Trapesium	[0 0 1 2.5]
Low	Segitiga	[1 2.5 4.5]
Moderate	Trapesium	[2.5 4.5 5.5 7.5]
High	Segitiga	[5.5 7.5 9]
Very High	Trapesium	[7.5 9 10 10]

Sumber: Puente (2002)

Ketiga variabel *input* tersebut nantinya akan menghasilkan variabel *output* sebagai *Fuzzy Risk Priority Number* (FRPN). Nilai keanggotaan FRPN antara 1 sampai dengan 1000. Untuk parameter fungsi keanggotaan FRPN dapat dilihat seperti pada tabel berikut.

Tabel 2. 8 Paremeter Fungsi Keanggotaan Variabel *Output*

Tingkatan	**Tipe Representasi**	**Parameter**
Very Low	Trapesium	[0 0 25 75]
Very Low - Low	Segitiga	[25 75 125]
Low	Segitiga	[75 125 200]
Low - Moderate	Segitiga	[125 200 300]
Moderate	Segitiga	[200 300 400]
Moderate - High	Segitiga	[300 400 500]
High	Segitiga	[400 500 700]
High - Very High	Segitiga	[500 700 900]
Very High	Trapesium	[700 900 1000 1000]

Sumber: Puente (2002)

Selanjutnya setelah mendapatkan nilai *Fuzzy* RPN, hasilnya dapat dikelompokkan dalam tingkatan yang memiliki rentan nilai seperti pada tabel berikut.

Tabel 2. 9 Tingkatan Nilai *Fuzzy* RPN

***Fuzzy* RPN**	**Tingkatan**
1 – 49	*Very Low*
50 – 99	*Very Low - Low*
100 – 149	*Low*

***Fuzzy* RPN**	**Tingkatan**
150 – 249	*Low - Moderate*
250 – 349	*Moderate*
350 – 449	*Moderate - High*
450 – 599	*High*
600 – 799	*High - Very High*
800 – 1000	*Very High*

Sumber: Puente (2002)

2. *Fuzzy Rule Base*

   Fuzzy rule base atau aturan dalam *fuzzy* menjelaskan tingkat kekritisan suatu sistem untuk setiap kombinasi variabel *input*. Secara umum, kombinasi variabel *input* dapat dibuat dalam bentuk linguistik, misalnya dengan menggunakan logika berbasis aturan seperti "*if-Then*". "*If*" merupakan bagian variabel *input* yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Sedangkan "*Then*" merupakan variabel *output* yaitu FRPN. Salah satu contoh penggunaannya adalah seperti: "*If (Severity is Very Low) and (Occurrence is Very Low) and (Detection is Very Low) then (FRPN is Very Low)*". (Balaraju, et al., 2019).

3. *Fuzzification*

   Fuzzification (fuzzifikasi) adalah proses yang digunakan untuk mentransformasi parameter *input* menjadi besaran derajat keanggotaan, dimana parameter *input* dalam bentuk istilah linguistik kualitatif (Sharma, et al., 2005).

4. *Defuzzification*

   Input dari *defuzzification* merupakan berpa himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut dalam range tertentu, sehingga harus diambil suatu nilai *crips* tertentu sebagai *output*. *Defuzzification* mempunyai tujuan untuk mempertegas hasil dari *fuzzy* RPN (*Risk Priority Number*). (Kusumadewi & Purnomo, 2010)

4. Tahap *Improve*

Tahap *improve* merupakan menentukan rencana tindakan pencegahan dan usulan perbaikan terhadap peningkatan kualitas. Perbaikan sistem kerja dilakukan sebagai bagian dari upaya untuk menciptakan proses bisnis yang memiliki stabilitas dan kapabilitas yang tinggi sehingga diharapkan dapat mencapai kondisi *zero defect* (Sherly & Abidin, 2020). Pada tahap ini dibantu menggunakan metode 5W+1H (*What, Where, When, Why, Who, How*), yang mana metode ini merupakan suatu metode yang digunakan untuk melakukan investigasi dan penelitian terhadap masalah secara detail yang terjadi dalam proses produksi agar dimasa datang dapat ditangangi dengan tepat dan terkendali (Atmaja, et al., 2018). Menurut Djamal & Azizi (2015) berikut merupakan penjabaran mengenai metode 5W+1H untuk pengembangan rencana tindakan.

Tabel 2. 10 Penjabaran 5W+1H untuk Pengembangan Rencana Tindakan

Jenis	**5W+1H**	**Deskripsi**	**Tindakan**
Tujuan Utama	*What* (Apa)	Apa yang menjadi target utama dari perbaikan atau peningkatan kualitas?	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan.
Alasan Kegunaan	*Why* (Mengapa)	Mengapa rencana tindakan itu diperlukan? Penjelasan tentang kegunaan dari rencana tindakan yang dilakukan?	
Lokasi	*Where* (Dimana)	Dimana rencana tindakan ini akan dilaksanakan? Apakah aktivitas ini harus dikerjakan disana?	Mengubah sekuens atau urutan aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas – aktivitas yang dapat

Jenis	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
Sekuens (Urutan)	*When* (Kapan)	Bagaimana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik dilaksanakan?	dilaksanakan bersama.
Orang	*Who* (Siapa)	Siapa yang akan mengerjakan aktivitas perbaikan itu?	Menyederhanakan aktivitas-aktivitas rencana tindakan yang ada.
Metode	*How* (Bagaimana)	Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Apakah metode yang diberikan sekarang merupakan metode terbaik?	

Sumber: Djamal & Azizi (2015)

5. Tahap *Control*

Tahap *control* merupakan tahap terakhir dalam peningkatan kualitas dengan metode *Six Sigma*, pada tahap ini melakukan pengawasan, evaluasi, dan pengukuran kinerja untuk mengetahui hasil yang telah dicapai. Pada tahap ini dilakukan untuk mengetahui apakah perbaikan yang dilakukan berdampak lebih baik atau sebaliknya. Tujuan lain dari tahap *control* ini untuk menetapkan standarisasi, meng-*control* dan mempertahankan proses yang telah diperbaiki. Perbaikan akan dilakukan secara terus-menerus (*continuous improvement*) dalam rangka untuk mencegah terjadi masalah dimasa akan datang seperti ketika ada pergantian proses, tenaga kerja atau pergantian manajemen, standarisasi, dokumentasi, evaluasi, dan monitor termasuk pada tahap *control* ini.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah mengukur pengendalian kualitas terhadap produk cacat untuk produk Eq Spacing pada proses produksi di PT. Sinar Semesta. PT. Sinar Semesta berlokasi di Jl. Raya Solo - Yogya Km. 26 Penggung, Klepu, Ceper, Klaten, Jawa Tengah.

3.2 Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah Kepala Bagian Unit Produksi beserta operatornya dan Kepala Bagian Unit *Quality Control* beserta operatornya. Subjek yang dibutuhkan pada penelitian ini berdasarkan metode yang digunakan dan data yang diperlukan pada penelitian ini yang berhubungan dengan proses produksi pada PT. Sinar Semesta. Berikut merupakan daftar subjek pada penelitian ini.

Tabel 3. 1 Daftar Subjek Penelitian

No.	Jabatan	Lama Bekerja
1	Kepala Bagian Unit Produksi	11 tahun
2	Operator Produksi	5 tahun
3	Operator Produksi	9 tahun
4	Kepala Bagian Unit *Quality Control*	9 tahun
5	Operator *Quality Control*	8 tahun
6	Operator *Quality Control*	5 tahun

3.2 Pengumpulan Data

3.2.1 Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdapat 2 jenis data, yaitu sebagai berikut:

1. Data Primer

   Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari objek penelitian, yaitu proses produksi di PT. Sinar Semesta. Pengumpulan data primer ini dilakukan dengan cara observasi langsung di lapangan dan wawancara terhadap pihak terkait. Berikut merupakan data primer yang akan diambil:

a. Data Produk Cacat

Data produk cacat merupakan data dari seberapa banyak produk yang dihasilkan tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan dalam periode waktu tertentu saat proses produksi. Data cacat produk akan digunakan untuk menghitung seberapa besar tingkat kecacatan/kegagalan produk dalam periode waktu tertentu serta kemudian akan dianalisis.

b. Alur Proses Produksi

Alur proses produksi merupakan langkah-langkah atau aktivitas yang dilakukan untuk membuat produk. Alur proses produksi ini digunakan untuk mengetahui bahwa pada proses manakah terjadi kegagalan/cacat produk, sehingga dari hal tersebut akan dilakukan analisis untuk mengetahui sebab akibatnya serta cara mengatasinya.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung dari objek penelitian, dimana biasanya data sekunder didapatkan dari sumber, referensi, atau studi literatur terdahulu yang berkaitan dengan penelitian. Data sekunder ini digunakan untuk pelengkap dan penguat teori dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini membutuhkan data sekunder terkait studi literatur atau referensi mengenai metode *Six Sigma*, DMAIC, dan *fuzzy* FMEA untuk penguat teori, sedangkan dibutuhkan data informasi perusahaan, data jumlah produksi, jenis cacat, dan hasil produksi untuk pelengkap.

3.2.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Wawancara

Wawancara yang dilakukan untuk mencari informasi secara langsung kepada pihak-pihak terkait dengan cara melakukan tanya jawab untuk memperoleh data yang akurat mengenai jumlah cacat produk, alur proses produksi, jumlah produksi, hasil produksi, dan jenis cacat. Wawancara ini dilakukan peneliti kepada Bapak Dadang Setiawan selaku Kepala Unit Kerja *Quality Control* di PT. Sinar Semesta.

2. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk mengamati secara langsung proses produksi yang terjadi di perusahaan serta melakukan pengambilan data dengan permasalahan terkait.

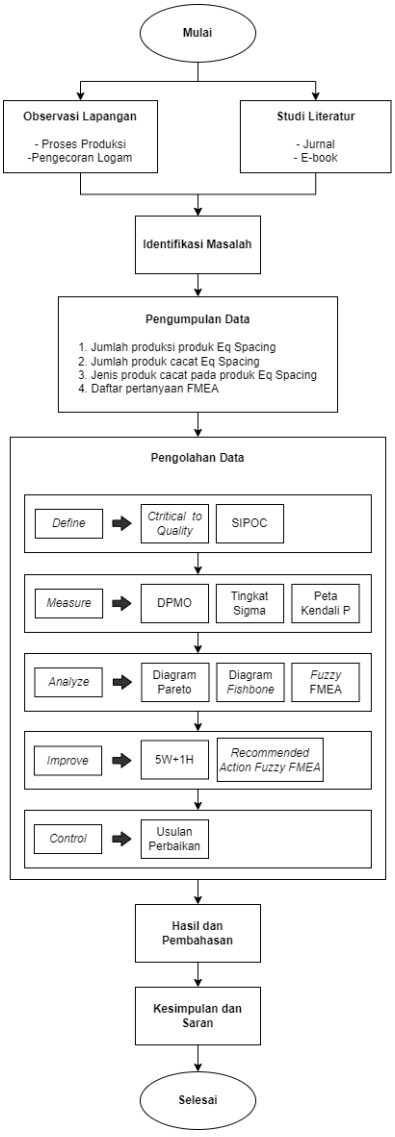
Observasi ini digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada saat proses produksi yang menyebabkan terjadinya produk cacat/*defect*.

3. Studi Literatur

   Studi literatur yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan membaca serta mengumpulkan referensi jurnal dan buku penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini sebagai penguat teori.

3.3 Alur Penelitian

Berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini digambarkan menggunakan *flowchart* sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

1. Observasi Lapangan

   Observasi lapangan dilakukan pada PT. Sinar Semesta untuk mengetahui proses produksi pengecoran logam. Hal ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana selama proses produksi pengecoran logam berjalan.

2. Studi Literatur

   Studi literatur yang dilakukan pada penelitian ini guna mendapatkan dasar-dasar teori dan penguat teori yang mendasari penelitian ini, dengan membaca serta mengumpulkan referensi jurnal penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini.

3. Identifikasi Masalah

   Identifikasi masalah dilakukan untuk menentukan masalah yang menjadi latar belakang penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengendalian kualitas pengecoran logam yang mempengaruhi produktivitas pada PT. Sinar Semesta. Pada identifikasi masalah ini melakukan identifikasi terkait prmasalahan yang ada pada lantai produksi PT. Sinar Semesta. Yang mana ditemukan banyak produk cacat untuk produk Eq Spacing pada periode Januari – Desmber 2022.

4. Pengumpulan Data

   Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi langsung yaitu mengumpulkan data cacat yang terdapat pada proses produksi di PT. Sinar Semesta. Sedangkan untuk data alur proses produksi, jumlah produksi, jenis cacat, jumlah produk cacat, dan daftar pertanyaan FMEA dilakukan dengan cara wawancara serta diskusi terhadap pihak terkait.

5. Pengolahan Data

   Pada tahap ini dilakukan pengolahan data menggunakan metode *Six Sigma* yang menggunakan tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve*, dan *Control*). Serta menggunakan pendekatan *fuzzy* FMEA untuk membantu mengetahui risiko kegagalan pada saat proses produksi.

   – *Define*

     Pada tahap pertama ini melakukan penyeleksian dan pendefinisian masalah yang terjadi pada saat proses produksi berdasarkan spesifikasi pelanggan. Dalam tahap ini dilakukan penyeleksian masalah pada proses produksi yaitu terkait produk cacat, dimana masalah tersebut berdasarkan spesifikasi jika membeli produk diharapkan tidak terdapat cacat. Dari hal tersebut dilakukan pendefinisian mengenai masalah

produk cacat, kemudian menentukan CTQ (*Critical to Quality*) dan diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*). CTQ dapat digunakan untuk menetukan variabel yang berpotensi menjadi penyebab cacat dan diagram SIPOC menjabarkan terkait alur proses pembuatan produk mulai dari bahan baku hingga produk jadi.

- *Measure*

  Selanjutnya pada tahap *measure* ini melakukan perhitungan nilai DPMO, nilai tingkat sigma, dan peta kendali P, yang mana perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui dan mengevaluasi kondisi proses produksi yang terjadi di perusahaan. Perhitungan nilai DPMO ini dilakukan untuk mengetahui jumlah produk cacat pada perusahaan dalam satu juta kemungkinan. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui dimanakah posisi tingkat sigma perusahaan yang diteliti. Yang terakhir melakukan perhitungan peta kendali P digunakan untuk mengetahui apakah data produk cacat masih terdapat yang di luar batas kendali atas dan bawah.

- *Analyze*

  Pada tahap *analyze* ini melakukan analisis perhitungan diagram pareto, diagram *fishbone*, dan *fuzzy* FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*). Diagram pareto digunakan untuk mengetahui jumlah cacat paling tinggi yang terjadi pada periode tertentu. Sedangkan diagram *fishbone* digunakan untuk mengetahui akar penyebab atau faktor-faktor pernyebab terjadinya cacat. Pada proses terakhir *fuzzy* FMEA digunakan untuk mengetahui dan menjabarkan risiko kegagalan produk cacat dengan nilai yang paling tinggi. Nilai FMEA diperoleh dari *expert* yang bekerja di bidang *Quality Control* dan Produksi pada perusahaan, yaitu Kepala Unit Bagian *Quality Control* dan Produksi serta 4 operator bagian QC dan produksi. Skala perhitungan dilakukan berdasarkan dengan 3 nilai, yaitu nilai *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D).

- *Improve*

  Kemudian untuk tahap *improve* ini melakukan rencana tindakan pencegahan dan usulan perbaikan dengan menggunakan metode 5W+1H (*What, Where, When, Why, Who, How*) dan *Recommended Action*. Dari hasil analisis yang sudah diketahui akar penyebab terjadinya masalah tersebut nantinya akan dilakukan rencana tindakan perbaikan terdahap proses produksi yang dianggap berpengaruh pada produk cacat.

- *Control*

Pada tahap terakhir ini melakukan pemberian SOP (Standar Operasional Prosedur) terhadap bagian *quality control* yang bertanggung jawab atas pengendalian kuliatas. Hal ini dilakukan agar masalah dapat tertangani dengan tepat dan tidak akan terulang lagi kedepannya, sehingga dapat membantu dalam peningkatan kualitas pada saat proses produksi dan dapat mendekati *zero defect*.

6. Hasil dan Pembahasan

   Setelah dilakukan pengolahan data, dilanjutkan dengan analisis hasil pembahasan terkait data yang telah diolah, sehingga ditemukan beberapa solusi yang sesuai dengan permasalahan yang ada.

7. Kesimpulan dan Saran

   Berdasarkan hasil pengolahan data, maka akan diberikan usulan perbaikan atau rekomendasi yang sesuai dengan hasil analisis data yang telah didapatkan berdasarkan rumusan masalah yang ada.

BAB IV
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil Perusahaan



Gambar 4. 1 Logo PT Sinar Semesta

PT. Sinar Semesta merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak pada bidang Industri Pengecoran Logam. Perusahaan ini berdiri pada tahun 2002 dan berlokasi di Ceper, Klaten, Jawa Tengah. PT. Sinar Semesta dalam memproduksi produk mereka didukung dengan peralatan dan perlengkapan yang modern serta memiliki tenaga ahli yang professional dan berpengalaman dalam bidang pengecoran logam. Sebagai perusahaan *foundry* (pengecoran) dan permesinan, PT. Sinar Semesta ini memiliki dapur pengecoran dengan kapasitas 1.500 ton/tahun. Perusahaan ini juga memiliki beberapa produk andalan seperti untuk sarana dan prasarana kereta api, komponen produk agro seperti komponen pabrik gula dan pabrik sawit, komponen pabrik semen, pertambangan dan alat berat, industri minyak dan gas serta galangan kapal dan pelabuhan.

PT. Sinar Semesta untuk mengimbangi memenuhi permintaan produk yang semakin berkembang, perusahaan ini terus melakukan inovasi dan mengembangkan produk dengan mesin berteknologi modern yang memiliki kecepatan produksi dan tingkat presisi lebih tinggi, sehingga dapat memenuhi keinginan konsumen. Dalam menjamin kualitas dan keunggulan produksinya PT. Sinar Semesta telah mendapatkan sertifikat ISO 9001:2015. Dimana perusahaan ini memiliki visi “Mewujudkan industri besi baja yang berdaya saing dan

menguasai terknologi berbasis sumber daya nasional". PT. Sinar Semesta memiliki operator sebanyak 86 orang, yang mana operator tersebut memiliki keahlian dalam bidangnya.

4.1.2 Operasional Jam Kerja

PT. Sinar Semesta memiliki Standar Operasional Prosedur (SOP) mengenai aturan jam kerja karyawan dan istirahat yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 1 Jam Operasional

No.	Hari	Jam Operasional	Jam Istirahat
1	Senin – Jum'at	08.00 – 16.00	12.00 – 13.00
2	Sabtu	08.00 – 15.30	

4.1.3 Hasil Produksi

PT. Sinar Semesta memiliki beberapa produk yang diproduksi untuk berbagai industri. Berikut merupakan beberapa komponen untuk sarana dan prasarana yang dihasilkan untuk beberapa industri.

1. Industri kereta api
2. Komponen pabrik gula
3. Komponen pabrik sawit
4. Industri pertambangan
5. Komponen pabrik semen

4.1.4 Alur Proses Produksi

PT. Sinar Semesta memiliki beberapa alur proses produksi yang harus dilakukan untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Berikut merupakan beberapa alur proses produksi pada PT. Sinar Semesta:

1. Pola

   Proses pola merupakan tahap awal dari proses produksi produk coran, yang mana pada proses ini dilakukan perancangan atau pembuatan *mold* (cetakan). Pada tahap ini menggunakan kayu untuk merancang pola dikarenakan lebih mudah dan sedikit lebih menghemat biaya serta proses ini dilakukan jika terdapat permintaan dari konsumen yang

membutuhkan ukuran khusus. Sehingga setiap permintaan dari konsumen dipastikan memiliki pola yang berberda-beda sesuai keinginan konsumen.

2. *Molding*

   Tahap *molding* merupakan proses pembuatan cetakan menggunakan pasir. Bahan baku yang digunakan pada pembuatan cetakan pasir ini merupakan bahan baku pendukung seperti pasir silika, *waterglass*, dan air. Setelah menyiapkan bahan baku yang diperlukan untuk membuat cetakan, dilanjutkan dengan pencampuran bahan-bahan yang disiapkan ke dalam mesin *mixer*. Setelah bahan tercampur dengan rata, bahan untuk cetakan siap untuk digunakan.

3. *Setting*

   Proses *setting* merupakan lanjutan proses molding pada cetakan, yang mana maksud dari setting disini adalah cetakan di *set* atau cetakan digabungkan menjadi satu antara cetakan atas dan bawah. Sebelumnya dilakukan pemadatan terhadap cetakan dengan bantuan gas CO2/O2 untuk menghasilkan cetakan yang tidak mudah rontok nantinya. Serta diolesi bahan *coating* dan metanol jika cetakan sudah dirasa padat. Bahan *coating* ini berguna agar hasil coran memiliki permukaan yang halus dan tidak terdapat pasir yang menempel.

4. *Melting*

   Proses *melting* merupakan proses peleburan logam menjadi cair serta selanjutnya dicetak menggunakan *mold* (cetakan). Pada proses ini dilakukan peleburan logam untuk bahan baku utama seperti limbah *fettling* (besi bekas), besi plate A, ms plate, dan bahan kimia (FE, MN, dan HC) pada tungku induksi. Proses peleburan ini memakan waktu yang berbeda-beda tergantung memasak dengan tungku induksi bermuatan berapa, paling lama proses peleburan yaitu 6 jam dan paling sebentar 1 jam. Setelah logam dilebur, dilanjutkan dengan penuangan hasil peleburan logam ke dalam cetakan yang telah digabungkan dan diolesi dengan bahan *coating* dan metanol. Proses pendinginan dilakukan sekitar 1 malam.

5. Bongkar

   Proses bongkar merupakan mengeluarkan hasil produk coran pada cetakan setelah didiamkan sekitar 1 hari 1 malam, yang mana tergantung dengan besar kecilnya produk dan tipis tebalnya produk. Jika produk yang dengan ukuran kecil akan dibongkar terlebih dahulu, selagi menunggu produk yang besar untuk lebih dingin. Pada proses ini harus dilakukan secara hati-hati dikarenakan operator harus memisahkan cetakan dengan produk

coran dengan cara manual seperti dipecah dengan linggis. Setelah selesai pembongkaran dilakukan pembersihan produk coran menggunakan mesin *shot blasting*.

6. *Fettling*

   Proses *fettling* merupakan proses lanjutan pada proses bongkar, biasanya proses ini dilakukan dari pembongkaran cetakan hingga di distribusikan pada *customer*. Tetapi pada perusahaan ini tahap *fettling* dilakukan sampai dengan pembuangan bagian tambahan pada produk coran saja, dikarenakan masih terdapat proses *machining*.

7. *Machining*

   Tahap *machining* merupakan proses lanjutan dari proses *fettling*, yang mana proses ini bisanya dapat dilakukan atau tidak disesuaikan dengan produk yang dipesan oleh *customer*. Jika produk yang dibuat memerlukan pengurangan ukuran sesuai permintaan *customer*, maka akan dilakukan proses *maching* dengan menggunakan mesin bubut atau CNC. Selanjutnya begitu pula dengan proses pengecattan dilakukan jika *customer* menginginkan dicatkan oleh pihak perusahaan, maka dilanjutkan proses pengecattan, jika tidak makan barang akan langsung diberikan ke *customer*. Kemudian produk yang sudah sesuai standar akan dimasukkan ke gudang dan didistribusikan kepada *customer*. Setiap proses yang telah dijabarkan akan melewati pengececekan Bagian Unit *Quality Control* terlebih dahulu untuk dapat lanjut ke proses berikutnya.

4.1.5 Data Jumlah Produksi dan Produk Cacat

Berikut merupakan data jumlah produksi dan produk cacat pada periode Januari 2022 hingga Desember 2022 yang diperoleh dari data historis produksi PT. Sinar Semesta.

Tabel 4. 2 Data Jumlah Produksi dan Produk Cacat

Periode (2022)	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Produk Cacat (unit)
Januari	367	174
Februari	302	190
Maret	248	118
April	75	25
Mei	101	46
Agustus	155	4
September	25	2

Periode (2022)	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Produk Cacat (unit)
Oktober	275	135
November	376	171
Desember	311	145
Total	**2235**	**1010**

4.1.6 Data Jenis Cacat

Terdapat empat jenis cacat yang sering terjadi untuk produk Eq Spacing pada PT. Sinar Semesta. Berikut merupakan jenis cacat yang terjadi pada produk Eq Spacing.

1. Permukaan kasar



Gambar 4. 2 Jenis Cacat Permukaan Kasar

Cacat permukaan kasar merupakan cacat coran yang ditandai dengan adanya gelombang atau lubang-lubang pada permukaan produk. Cacat permukaan juga biasanya ditandai dengan adanya lubang yang berbentuk seperti tusukan jarum serta cetakan yang rontok.

2. Retak



Gambar 4. 3 Jenis Cacat Retak

Cacat retak merupakan cacat yang disebabkan akibat penyusutan atau tegangan sisa. Hal ini dikarenakan selama pembekuan terjadi proses pendinginan yang tidak seimbang.

3. Lepot



Gambar 4. 4 Jenis Cacat Lepot

Cacat lepot merupakan cacat yang diakibatkan karena adanya penyusutan pada hasil coran, yang berarti hasil coran tidak terisi secara penuh oleh cairan logam.

4. Rantap

Cacat rantap merupakan cacat yang ditandai dengan adanya bitnik-bintik yang bergerigi pada permukaan coran.

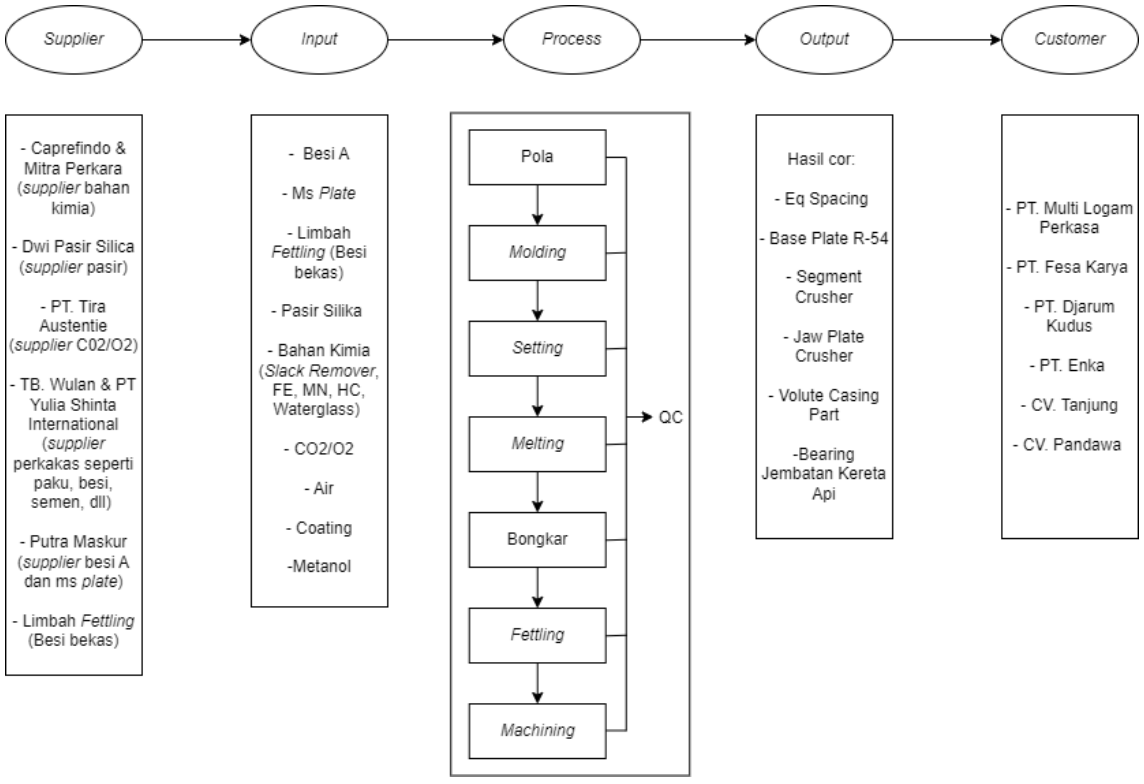
4.2 Pengolahan Data

4.2.1 *Define*

Pada tahap *define* ini dilakukan identifikasi terhadap alur aktivitas pada PT. Sinar Semesta menggunakan diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*), kemudian dilanjutnya dengan menentukan CTQ (*Critical to Quality*) untuk mendefinisikan keinginan atau kebutuhan konsumen. CTQ ini nantinya akan menjadi variabel yang berpotensi untuk menjadi penyebab cacat dan penurunan kualitas. Dalam penelitian ini sasaran yang akan dilakukan berfokus pada produk cacat Eq Spacing.

4.2.1.1 Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*)

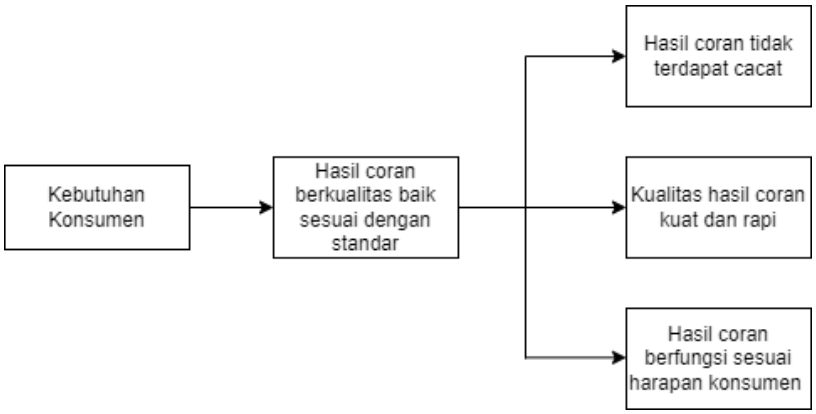
Tahap *define* yang pertama melakukan identifikasi menggunakan diagram SIPOC ini untuk mengidentifikasi alur aktivitas keseluruhan pada perusahaan, sehingga dapat mengetahui alur proses produksi secara detail. Diagram SIPOC ini meliputi alur proses produksi yang diawali dari *supplier* bahan baku hingga menjadi produk akhir yang siap didistribusikan kepada konsumen. Berikut merupakan diagram SIPOC pada PT. Sinar Semesta.



Gambar 4. 5 Diagram SIPOC

4.2.1.2 CTQ (*Critical to Quality*)

Pada tahap *define* selanjutnya menentukan CTQ, yang mana CTQ ini merupakan karakteristik produk untuk peningkatan kualitas yang harus mencapai standar spesifikasi dari suatu produk tersebut. Penetuan CTQ berdasarkan kebutuhan dan harapan konsumen serta kondisi kecacatan produk pada PT. Sinar Semesta yang diperoleh dengan cara wawancara terhadap Kepala Unit Bagian QC. Berikut merupakan CTQ dari PT. Sinar Semesta.



Gambar 4. 6 CTQ Produk Coran

Berdasarkan Gambar 4. 6 diatas, dilanjutkan dengan identifikasi jenis cacat yang memperngaruhi peningkatan kualitas *output* produk. Dalam hal ini CTQ digunakan untuk mengetahui apa saja yang menjadi karakteristik kualitas dari produk Eq Spacing secara fisik. Kondisi kecacatan fisik produk Eq Spacing yang terjadi selama ini meliputi beberapa jenis cacat seperti cacat permukaan kasar, retak, lepot, dan rantap yang ditemukan pada periode bulan Januari sampai dengan Desember 2022. Berikut merupakan persentase jumlah cacat pada setiap jenis cacat pada periode bulan Januari hingga Desember 2022 pada PT. Sinar Semesta.

Tabel 4. 3 Persentase Jumlah Cacat

Jenis Cacat	**Total Cacat (unit)**	**Persentase Cacat (%)**	**Persentase Cacat Kumulatif (%)**
Retak	10	0,99%	0,99%
Rantap	321	31,78%	32,77%
Lepot	3	0,30%	33,07%
Permukaan Kasar	664	66,93%	100%

Berdasarkan Tabel 4.3, dapat dilihat bahwa terdapat 4 jenis cacat yang akan menjadi CTQ, yang mana persentase cacat tertingi pada periode bulan Januari hingga Desember 2022 yaitu cacat permukaan kasar.

4.2.2 *Measure*

Pada tahap *measure* ini melakukan pengukuran terhadap performansi proses produksi yang terjadi di PT. Sinar Semesta. Hal pertama yang dilakukan yaitu pengukuran kegagalan dalam per sejuta kesempatan menggunakan perhitungan DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dan dilanjutkan mengukur tingkat sigma perusahaan berada di level mana. mengukur tingkatan level jenis cacat tertinggi menggunakan diagram pareto. Kemudian melakukan pengukuran pengendalian kualitas menggunakan peta kendali P untuk mengetahui apakah proses produksi yang terjadi di perusahaan stabil atau tidak.

4.2.2.1 DPMO (*Defect Per Million Opportunities*)

DPMO digunakan untuk mengetahui skala kegagalan suatu produk dalam satu juta kemungkinan. Untuk memperoleh nilai DPMO setiap periodenya dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

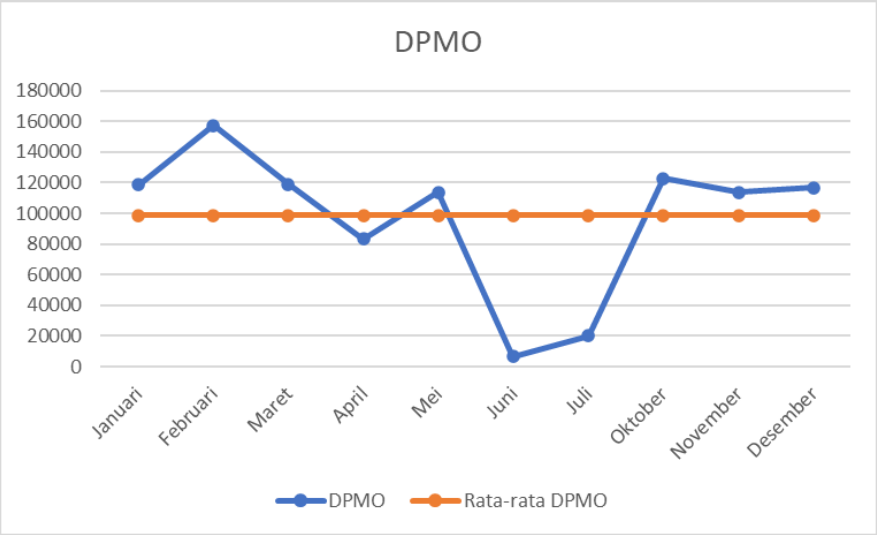
$$DPMO = \frac{Jumlah\ Produk\ Cacat}{Jumlah\ Produksi\ \times Banyaknya\ Jenis\ Cacat} \times 1.000.000$$

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Nilai DPMO

Periode (2022)	**Jumlah Produksi (Unit)**	**Jumlah Cacat (Unit)**	**CTQ**	**DPMO**
Januari	367	174	4	118528,6
Februari	302	178	4	147351
Maret	248	118	4	118951,6
April	75	25	4	83333,33
Mei	101	46	4	113861,4
Juni	155	4	4	6451,613
Juli	25	2	4	20000

Periode (2022)	Jumlah Produksi (Unit)	Jumlah Cacat (Unit)	CTQ	DPMO
Oktober	275	135	4	122727,3
November	376	171	4	113696,8
Desember	311	145	4	116559,5
	Rata-rata			**97554,02**

Berdasarkan hasil perhitungan nilai DPMO pada tabel 4.4, dapat dibuat dalam grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 7 Grafik DPMO

Dari hasil perihitungan nilai DPMO untuk periode bulan Januari hingga Desember, diperoleh nilai DPMO tertinggi pada bulan Februari dengan nilai sebesar 147351. Sedangkan untuk nilai DPMO terendah pada bulan Juni dengan nilai sebesar 6451,613. Kemudian untuk rata-rata keseluruhan nilai DPMO pada periode Januari hingga Desember yaitu sebesar 97554,02.

4.2.2.2 Tingkat Sigma

Setelah memperoleh nilai DPMO selanjutnya dilakukan perhitungan tingkat sigma dibantu menggunakan *software Microsoft Excel*. Perhitungan tingkat sigma ini untuk mengetahui

dimanakah posisi perusahaan saat ini. Berikut merupakan perhitungan tingkat sigma menggunakan rumus pada *Microsoft Excel*.

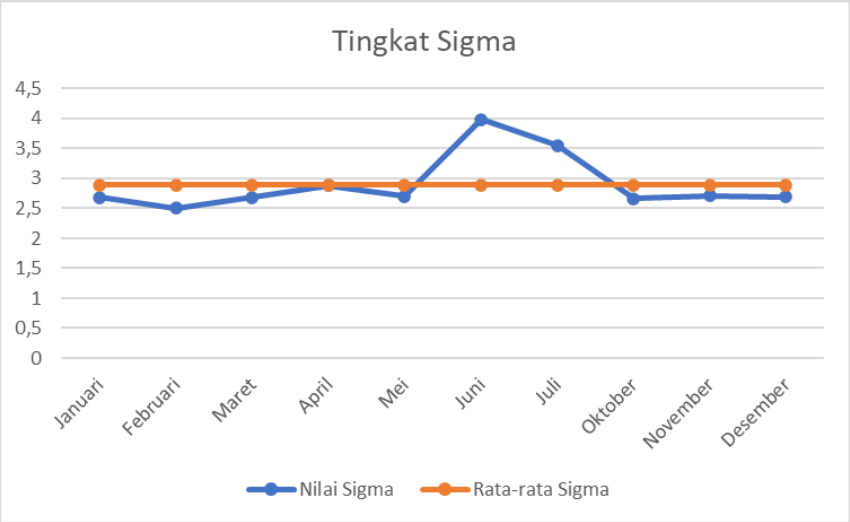
Tingkat Sigma = NORMSINV((1000000-DPMO)/1000000) + 1,5

Sehingga diperoleh hasil dari perhitungan tingkat sigma untuk setiap periodenya seperti pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Tingkat Sigma

Periode	**DPMO**	**Tingkat Sigma**
Januari	118528,6	2,682374
Februari	147351	2,547862
Maret	118951,6	2,680244
April	83333,33	2,882994
Mei	113861,4	2,706246
Juni	6451,613	3,986429
Juli	20000	3,553749
Oktober	122727,3	2,661461
November	113696,8	2,7071
Desember	116559,5	2,692363
Rata-rata		**2,89261**

Berdasarkan hasil perhitungan nilai tingkat sigma pada Tabel 4.5, dapat dibuat dalam grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 8 Grafik Tingkat Sigma

Dari hasil perihitungan nilai tingkat sigma untuk periode bulan Januari hingga Desember, diperoleh nilai tingkat sigma tertinggi pada bulan Juni dengan nilai sebesar 3,986429. Sedangkan untuk nilai DPMO terendah pada bulan Februari dengan nilai sebesar 2,547862. Kemudian untuk rata-rata keseluruhan nilai DPMO pada periode Januari hingga Desember yaitu sebesar 2,89261.

4.2.2.3 Peta Kendali (*Control Chart*)

Peta kendali digunakan sebagai grafik pengendalian kualitas atribut untuk mengetahui apakah terdapat proporsi ketidaksesuaian atau penyimpangan dari beberapa unit produk dalam kelompok produk yang sedang diinspeksi. Dalam penelitian ini menggunakan peta kendali P dikarenakan hasil data yang didapatkan termasuk dalam jenis data atribut. Berikut merupakan tahapan yang dilakukan untuk memperoleh perhitungan peta kendali P.

1. Menghitung Proporsi Cacat (P)

   Langkah pertama pada tahap ini melakukan perhitungan proporsi cacat untuk setiap periode dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = \frac{Jumlah\ produk\ cacat\ periode\ i\ (np)}{Jumlah\ produksi\ periode\ i\ (n)}$$

Tabel 4. 6 Proporsi Cacat

Periode (2022)	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Proporsi Cacat (P)
Januari	367	174	0,47
Februari	302	178	0,59
Maret	248	118	0,48
April	75	25	0,33
Mei	101	46	0,46
Juni	155	4	0,03
Juli	25	2	0,08
Oktober	275	135	0,49
November	376	171	0,45
Desember	311	145	0,47
Total	**2235**	**998**	**3,85**
Rata-rata	**223,5**	**99,8**	**0,38**

2. Menghitung Rata-rata Produk Akhir ($CL\ \bar{P}$), UCL (*Upper Control Limit*), dan (*Lower Control Limit*)

   Langkah selanjutnya melakukan perhitungan rata-rata produk akhir dengan persamaan sebagai berikut:

$$CL\ \bar{P} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

   Kemudian melakukan perhitungan UCL (*Upper Control Limit*) menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$UCL = CL\ \bar{P} + 3\sqrt{\frac{CL\ \bar{P}(1 - CL\ \bar{P})}{n}}$$

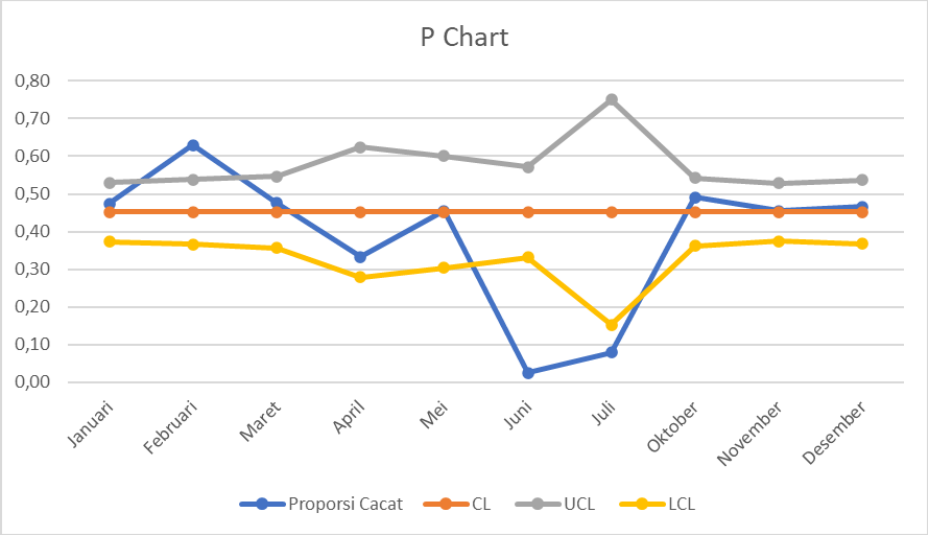
   Langkah berikutnya melalukan perhitungan LCL (*Lower Control Limit*) dengan persamaan sebagai berikut:

$$LCL = CL\ \bar{P} - 3\sqrt{\frac{CL\ \bar{P}(1 - CL\ \bar{P})}{n}}$$

   Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan diatas didapatkan hasil untuk setiap periodenya pada tabel 4.7 dan didapatkan juga grafik peta kendali P sebagai berikut.

Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Peta Kendali P

Periode (2022)	*P*	UCL	CL	LCL
Januari	0,47	0,53	0,45	0,37
Februari	0,59	0,54	0,45	0,37
Maret	0,48	0,55	0,45	0,36
April	0,33	0,62	0,45	0,28
Mei	0,46	0,60	0,45	0,30
Juni	0,03	0,57	0,45	0,33
Juli	0,08	0,75	0,45	0,15
Oktober	0,49	0,54	0,45	0,36
November	0,45	0,53	0,45	0,37
Desember	0,47	0,54	0,45	0,37



Gambar 4. 9 Grafik P-*Chart*

Dari tabel 4.7 dan gambar 4.9 dapat dilihat bahwa terdapat beberapa periode masih fluktuatif dan berada diluar batas UCL dan LCL. Dalam hal ini berarti proses produksi pada PT. Sinar Semesta masih dalam keadaan yang belum stabil dan tidak terkendali. Oleh karena itu, diperlukan adanya pengendalian kualitas yang tepat di PT. Sinar Semesta sehingga dapat mengurangi proporsi cacat yang dihasilkan dalam proses produksi.

4.2.3 *Analyze*

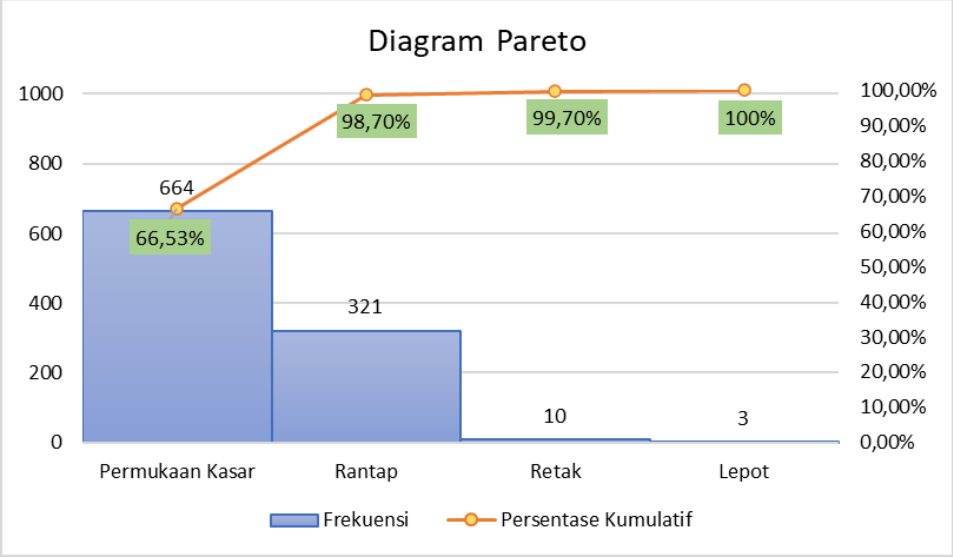
Pada tahap *analyze* ini yang pertama melakukan analisis terkait jenis cacat yang paling dominan menggunakan diagram Pareto. Selanjutnya melakukan analisis terhadap faktor yang menjadi akar penyebab terjadinya produk cacat dengan menggunakan Diagram *Fishbone*. Kemudian dilanjutkan dengan mengalisis kegagalan risiko menggunakan metode *Fuzzy* FMEA.

4.2.3.1 Diagram Pareto

Pada tahap awal *analyze* ini melakukan analisis menggunakan diagram pareto untuk mengetahui frekuensi jenis cacat paling sering terjadi secara urut dari kiri ke kanan pada produk Eq Spacing. Pada tabel 4.18 merupakan data yang digunakan untuk *input* pada diagram pareto, sedangkan grafik diagram pareto dapat dilihat pada gambar 4.10.

Tabel 4. 8 Persentase Diagram Pareto

Jenis Cacat	Frekuensi Cacat (unit)	Persentase Cacat	Persentase Cacat Kumulatif
Permukaan Kasar	664	66,53%	66,53%
Rantap	321	32,16%	98,70%
Retak	10	1%	99,70%
Lepot	3	0,30%	100%
Total	**998**	**100%**	

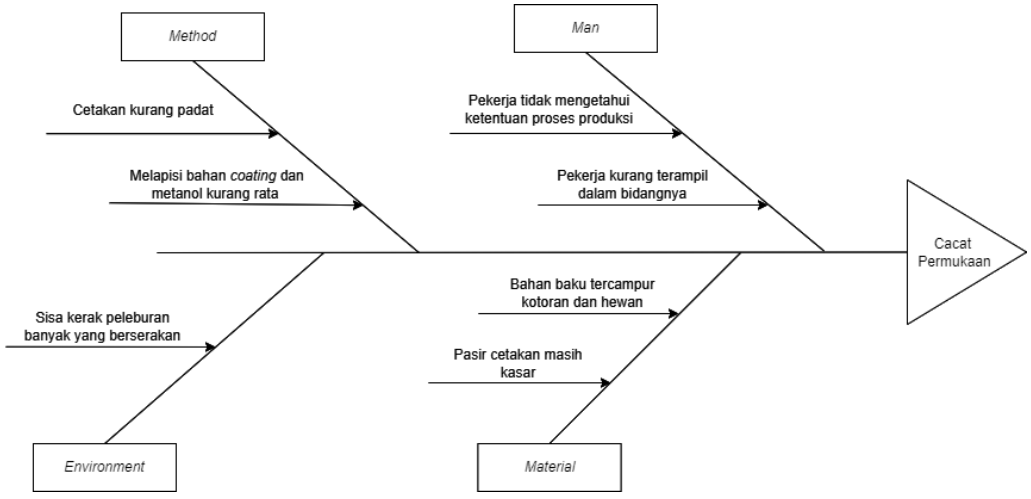


Gambar 4. 10 Diagram Pareto Jenis Cacat Eq Spacing

Berdasarkan tabel dan gambar diagram pareto dari cacat Eq Spacing, dapat dilihat bahwa jumlah cacat tertinggi terdapat pada jenis cacat permukaan kasar dengan persentase cacat sebesar 66,93% serta jumlah cacat sebanyak 676 dari jenis cacat lainnya. Jenis cacat tertinggi selanjutnya terjadi pada cacat rantap dengan persentase cacat sebesar 31,78% dan jumlah cacat sebanyak 321. Sedangkan jenis cacat dengan persentase cacat terkecil pada jenis cacat lepot dengan peersentase sebesar 0,30% dan jumlah cacat sebanyak 3.

4.2.3.2 Diagram *Fishbone*

Berdasarkan perhitungan diagram pareto yang telah dilakukan sebelumnya, diperoleh hasil untuk jenis cacat tertinggi merupakan jenis cacat permukaan kasar. Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan diagram *fishbone* dengan tujuan untuk mengetahui akar penyeab terjadinya kegagalan cacat permukaan kasar pada saat proses produksi. Dalam hal ini informasi penyebab terjadinya kecacatan diberikan oleh Kepala Bagian Unit QC & Produksi serta operator QC & produksi melalui diskusi. Berikut merupakan hasil diagram *fishbone* pada jenis cacat permukaan kasar.



Gambar 4. 11 Diagram *Fishbone*

Berdasarkan Gambar 4.11 dapat diketahui beberapa akar penyebab terjadinya cacat permukaan kasar. Berikut merupakan beberapa penjelasan lebih rinci terjadinya akar penyebab kecacatan.

Tabel 4. 9 Penjelasan Diagram *Fishbone*

Faktor	Penyebab	Penjelasan
Man	Operator kurang terampil dalam bidangnya	Pada saat proses produksi operator kurang menguasai teknik pengecoran logam, yang mana terdapat proses penuangan logam cair ke cetakan harus memerlukan teknik dan ke hati-hatian. Jika penuangan dilakukan terlalu cepat dan tidak memperhatikan aliran cairannya, maka pasir cetakan akan ikut bersama logam cair. Hal inilah yang dapat menimbulkan permukaan kasar karena pasir cetakan yang rontok dan bitnik-bintik dipermukaan coran.
	Operator tidak mengetahui ketentuan proses produksi	Pada saat proses produksi, operator kurang mengetahui aturan-aturan terkait berapa lama coran harus dikeringkan, lama logam harus dimasak, dan kecepatan penuangan logam. Sehingga produk yang dihasilkan kurang maksimal dan tidak sesuai dengan standar perusahaan.
Method	Melapisi bahan *coating* dan metanol kurang rata	Pada saat proses pencetakan terjadi dilakukan pelapisan cetakan yang sudah dipadatkan dengan campuran bahan *coating* dan metanol. Pelapisan ini berguna untuk menghaluskan cetakan. Sehingga jika proses pelapisan ini dilakukan dengan kurang rata maka hasil produk coran akan kasar pada permukaannya.

Faktor	Penyebab	Penjelasan
Material	Cetakan kurang padat	Akibat kurang padatnya cetakan, menyebabkan cetakan rontok ke permukaan coran sehingga hasil produk coran menjadi kasar dikarenakan tercampur oleh pasir yang rontok.
	Bahan baku tercampur kotoran dan hewan	Terkadang terdapat bahan baku yang tercampur dengan kotoran seperti sisa kerak peleburan, selain itu tidak luput juga terkadang terdapat beberapa hewan yang tercampur ke bahan baku. Sehingga menyebabkan coran tidak halus.
	Pasir cetakan masih kasar	Pasir yang digunakan terkadang masih kasar, dikarenakan operator tidak mengecek kembali pasir yang dikirimkan oleh *supplier*. Sehingga menyebabkan hasil coran kasar dipermukaannya.
Environment	Sisa kerak peleburan banyak yang berserakan	Banyaknya sisa kerak peleburan yang berserakan di lingkungan sekitar menyebabkan sisa kerak terkadang ikut masuk ke dalam aliran cetakan.

4.2.3.3 FMEA (*Fuzzy Failure Mode and Effect Analyze*)

Setelah melakukan identifikasi terkait penyebab utama kecacatan pada produk Eq Spacing dengan jenis cacat permukaan kasar menggunakan diagram *fishbone*, dilanjutkan dengan melakukan analisis terkait faktor yang menyebabkan kemungkinan terjadinya kegagalan menggunakan metode *fuzzy* FMEA ((*Failure Mode and Effect Analysis*). Pada metode *fuzzy* FMEA terdapat 3 variabel penilaian yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Penilaian ini dilakukan oleh Kepala Bagian Unit Produksi dan QC beserta 4 operator pada

bagian produksi dan QC, yang mana penilaina ini dilakukan oleh seseorang yang dianggap *expert* dalam bidangnya. Selain itu, pada penelitian ini dilakukan observasi dan wawancara terkait faktor penyebab terjadinya kegagalan pada jenis cacat permukaan kasar dengan *expert* selama proses penelitian ini. Yang mana nantinya hal tersebut akan dijadikan acuan untuk tahap *control*. Berikut merupakan tabel hasil identifikasi kegagalan, efek, penyebab, dan kontrol terkait proses produksi produk Eq Spacing:

Tabel 4. 10 FMEA

Faktor	***Potential Failure Mode***	***Potential Effect of Failure***	***Cause of Failure Mode***	***Current Control***
Man	Operator kurang terampil dalam bidangnya	Hasil yang dikerjakan tidak sesuai target perusahaan	Operator kurang pengalaman	Memberikan pelatihan/*training* kepada operator
	Operator tidak mengetahui ketentuan proses produksi	Proses produksi berjalan lambat	Belum terdapat SOP tertulis dalam proses produksi	Pembuatan SOP tertulis terkait proses produksi
Method	Melapisi bahan coating dan metanol kurang rata	Produk yang dihasilkan tidak sesuai standar	Mengejar *deadline* target permintaan pelanggan	Melakukan pengawasan/inspeksi saat proses pelapisan bahan *coating* dan metanol
	Cetakan pasir	Cetakan rontok	Mengejar *deadline* target	Operator harus memastikan

Faktor	***Potential Failure Mode***	***Potential Effect of Failure***	***Cause of Failure Mode***	***Current Control***
	kurang padat		permintaan pelanggan	cetakan padat sebelum cairan logam dituang
	Bahan baku tercampur dengan kotoran dan hewan	Hasil coran tidak halus	Kurang memperhatikan kebersihan lingkungan sekitar tempat produksi	Membersihkan lingkungan sekitar tempat produksi secara teliti
Material				Membersihkan sisa kerak dengan *slack remover*
				Menyemprotkan racun anti serangga
	Pasir cetakan masih kasar	Hasil cor berlubang atau porositas	Tidak mengecek kehalusan pasir	Menyaring pasir sebelum dijadikan cetakan
	Sisa kerak peleburan banyak yang	Lingkungan sekitar kotor	Kurang teliti dalam membersihkan sisa kerak dan	Meningkatkan kesadaran akan kebersihan
Environment	berserakan		kurangnya kesadaran akan lingkungan sekitar	sehingga setelah bekerja membersihkan secara

Faktor	*Potential Failure Mode*	*Potential Effect of Failure*	*Cause of Failure Mode*	*Current Control*
				bersama-sama lingkungan kerja sekitar dengan pengawasan secara intensif

Berikut merupakan hasil penilaian daftar pertanyaan FMEA yang diperoleh berdasarkan wawancara bersama dengan tim *expert*.

Tabel 4. 11 Hasil Daftar Pertanyaan FMEA

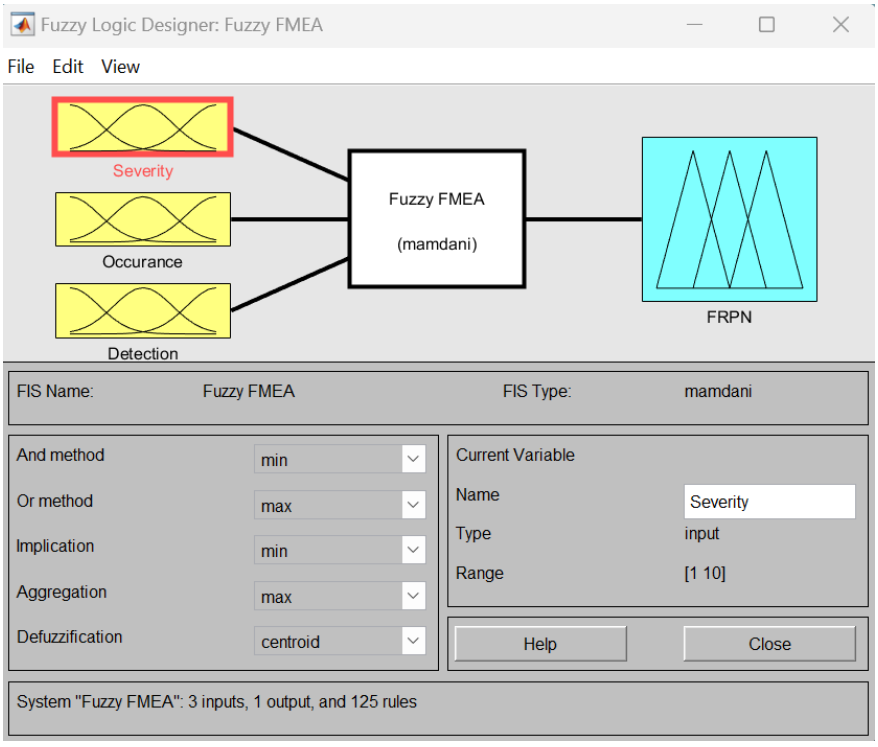
Faktor	*Potential Failure Mode*	*Potential Effect of Failure*	*Cause of Failure Mode*	*Current Control*	Rata-rata S	Rata-rata O	Rata-rata D
Man	Operator kurang terampil dalam bidangnya	Hasil yang dikerjakan tidak sesuai target perusahaan	Operator kurang pengalaman	Memberikan pelatihan /*training* kepada operator	7	8	4
	Operator tidak mengetahui ketentuan proses produksi	Proses produksi berjalan lambat	Belum terdapat SOP tertulis dalam proses produksi	Pembuatan SOP tertulis terkait proses produksi	9	9	2
Method	Melapisi bahan	Produk yang	Mengejar *deadline*	Melakukan	5	4	6

Faktor	*Potential Failure Mode*	*Potential Effect of Failure*	*Cause of Failure Mode*	*Current Control*	Rata-rata S	Rata-rata O	Rata-rata D
	coating dan metanol kurang rata	dihasilkan tidak sesuai standar	target permintaan pelanggan	pengawasan/inspeksi saat melapisi bahan *coating* dan metanol			
	Cetakan pasir kurang padat	Cetakan rontok	Mengejar *deadline* target permintaan pelanggan	Operator harus memastikan cetakan padat sebelum cairan logam dituang	7	5	6
Material	Bahan baku tercampur dengan kotoran dan hewan	Hasil coran tidak halus	Kurang memperhatikan kebersihan lingkungan sekitar tempat produksi	Memberishkan lingkungan sekitar tempat produksi secara teliti Memberishkan sisa	4	4	3

Faktor	*Potential Failure Mode*	*Potential Effect of Failure*	*Cause of Failure Mode*	*Current Control*	Rata-rata S	Rata-rata O	Rata-rata D
				kerak dengan *slack remover* Menyemprotkan racun anti serangga			
	Pasir cetakan masih kasar	Hasil cor berlubang atau porositas	Tidak mengecek kehalusan pasir	Menyaring pasir sebelum dijadikan cetakan	5	4	3
Environment	Sisa kerak peleburan banyak yang berserakan	Lingkungan sekitar kotor	Kurang teliti dalam membersihkan sisa kerak dan kurangnya kesadaran akan lingkungan sekitar	Meningkatkan kesadaran akan kebersihan sehingga setelah bekerja membersihkan secara bersama-sama lingkung	6	7	3

Faktor	*Potential Failure Mode*	*Potential Effect of Failure*	*Cause of Failure Mode*	*Current Control*	Rata-rata S	Rata-rata O	Rata-rata D
				an kerja sekitar dengan pengawasan secara intensif			

Pada penelitian ini, untuk perhitungan FMEA diintegrasikan dengan *fuzzy* FMEA. Yang mana pada *fuzzy* FMEA ini memperhatikan derajat kepentingan untuk setiap *input*-nya, sehingga menghasilkan nilai FRPN yang memperhatikan derajat kepentingan *input*. Sedangkan untuk FMEA konvensional hanya mengalikan nilai S, O, dan D saja, tanpa memperhatikan derajat kepentiangan setiap *input*. Dalam pengaplikasiannya, *fuzzy* FMEA pada penelitian ini dibantu menggunakan *software* Matlab. Berikut merupakan tahapan *fuzzy* FMEA.



Gambar 4. 12 *Interface* Awal *Fuzzy* FMEA

Gambar 4. 12 merupakan *interface* awal pada *software* Matlab, yang mana memilih *Fuzzy Logic Designer* menggunakan metode mamdani. Berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan untuk mengolah *fuzzy* FMEA dengan bantuan *software* Matlab.

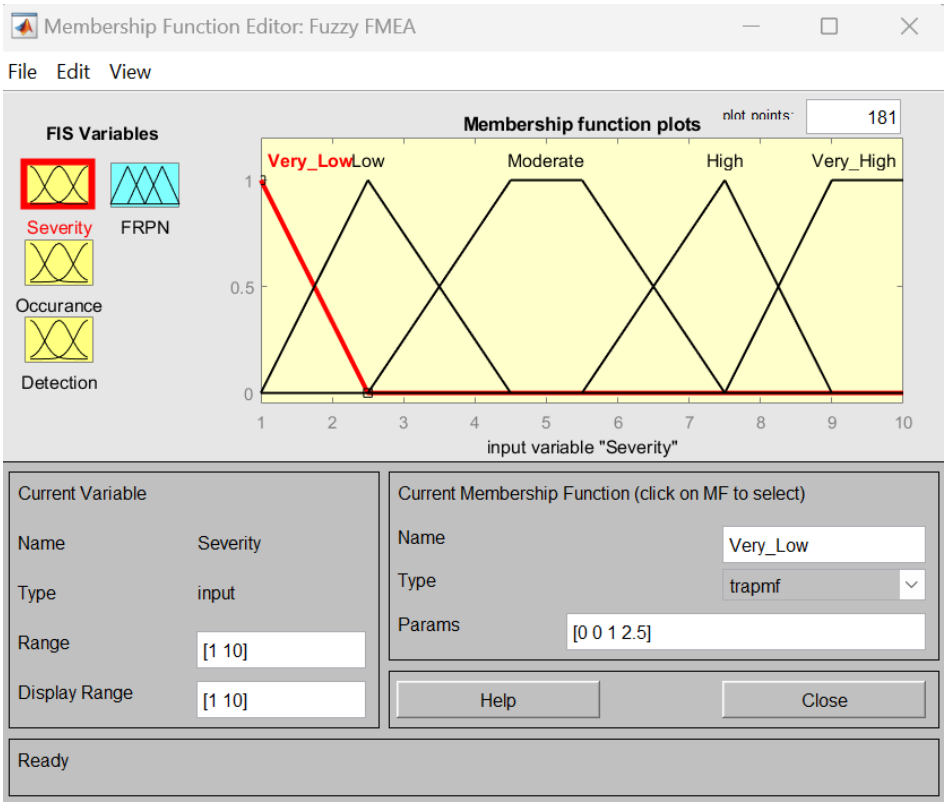
1. Memasukkan Variabel *Input*

   Variabel *input* pada *fuzzy* FMEA yaitu *severity, occurrence,* dan *detection*, yang mana pada variabel ini masing-masing memiliki nilai antara 1-10 dengan dikategorikan menjadi 5 kategori dan setiap kategori mempunyai masing-masing tipe representasi dan parameter yang akan di-*input*-kan ke dalam *software* Matlab seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 12 Representasi dan Parameter Variabel *Input*

Tingkatan	**Tipe Representasi**	**Parameter**
Very Low	Trapesium	[0 0 1 2.5]
Low	Segitiga	[1 2.5 4.5]
Moderate	Trapesium	[2.5 4.5 5.5 7.5]
High	Segitiga	[5.5 7.5 9]
Very High	Trapesium	[7.5 9 10 10]

Berikut merupakan *interface* variabel *input fuzzy membership function* jika dimasukkan ke dalam *software* Matlab.



Gambar 4. 13 *Interface* Variabel *Input*

2. Memasukkan Variabel *Output*

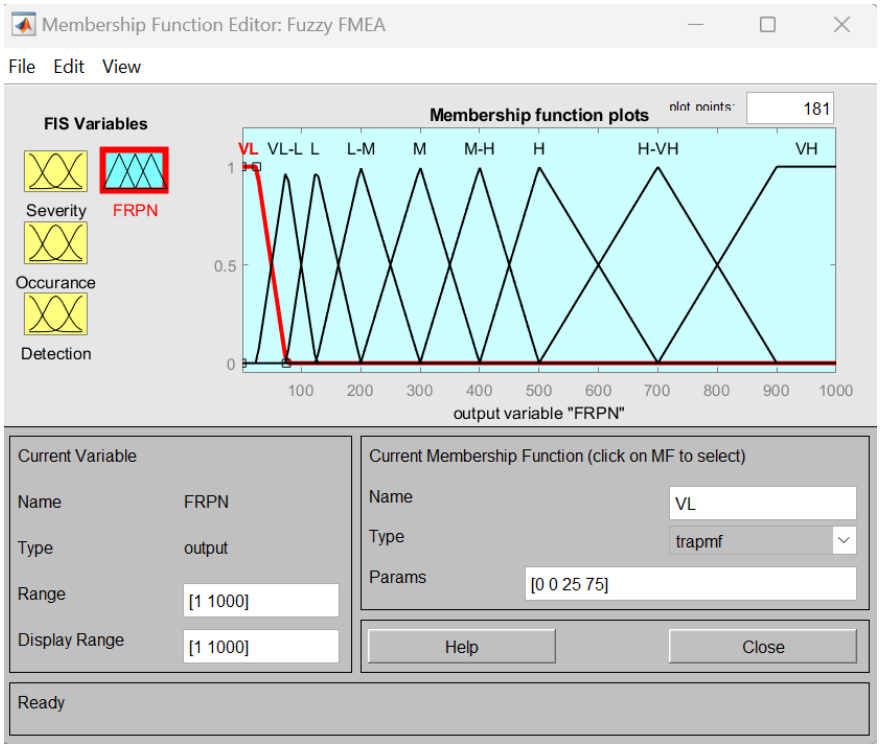
Variabel *output* pada *fuzzy* FMEA yaitu berupa nilai FRPN (*Fuzzy Risk Priority Number*). Nilai keanggotaan FRPN yaitu bernilai antara 1 sampai dengan 1000. Yang mana nilai FRPN ini dikategorikan menjadi 10 kategori dan masing-masing kategori mempunyai tipe representasi dan parameter seperti variabel *input*. Berikut merupakan tipe repesentasi dan parameter yang akan dimasukkan ke dalam *software* Matlab.

Tabel 4. 13 Representasi dan Parameter Variabel *Input*

Tingkatan	Tipe Representasi	Parameter
Very Low	Trapesium	[0 0 25 75]
Very Low - Low	Segitiga	[25 75 125]
Low	Segitiga	[75 125 200]
Low - Moderate	Segitiga	[125 200 300]
Moderate	Segitiga	[200 300 400]

Tingkatan	Tipe Representasi	Parameter
Moderate - High	Segitiga	[300 400 500]
High	Segitiga	[400 500 700]
High - Very High	Segitiga	[500 700 900]
Very High	Trapesium	[700 900 1000 1000]

Berikut merupakan *interface* variabel *output fuzzy membership function* jika dimasukkan ke dalam *software* Matlab.

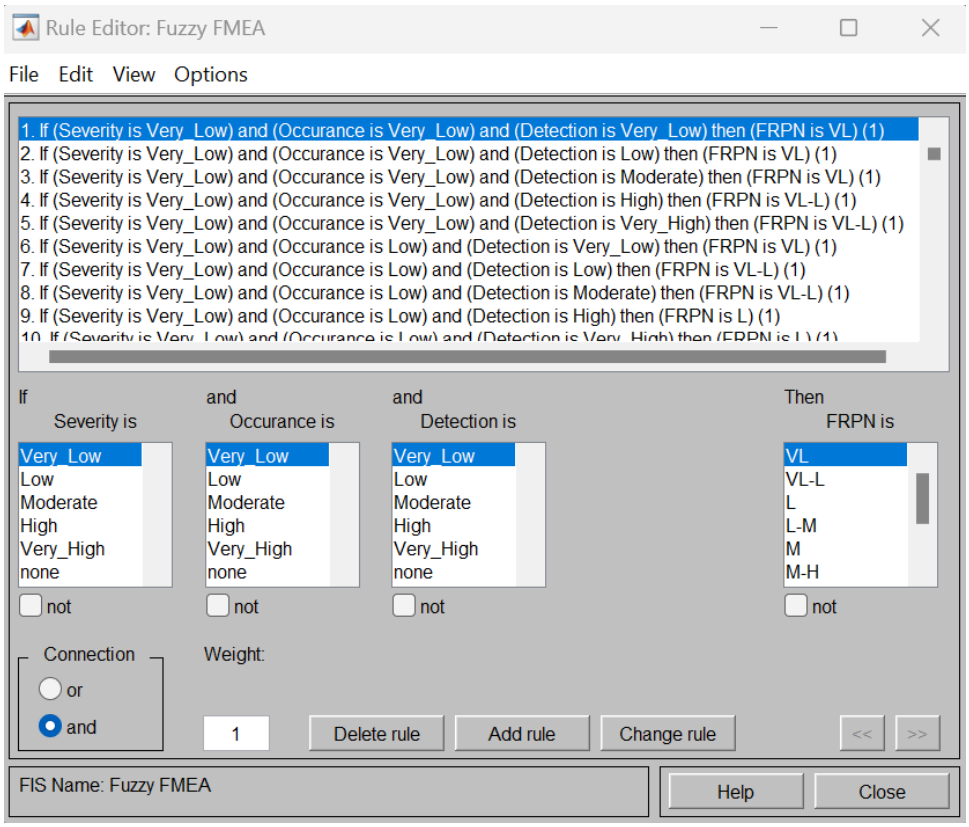


Gambar 4. 14 *Interface* Variabel *Output*

3. Memasukkan *Rules Fuzzy* FMEA

Setelah memasukkan variabel *input* dan *output*, dilanjutkan dengan memasukkan *rules fuzzy* FMEA atau aturan-aturan *fuzzy* FMEA yang nantinya akan digunakan untuk perhitungan bedasarkan penelitian yang telah dilakukan Puente (2002). *Rules* yang diperoleh sudah divalidasi dengan tim *expert* yaitu Kepala Bagian Unit *Quality Control* dan Produksi. Sehingga, menurut tim *expert* bahwa *rules* pada penelitian Puente (2002)

sesuai dengan selera dari perusahaan berdasarkan hasil diskusi. Hal pertama yang perlu dilakukan untuk memasukkan *rules* pada *software* Matlab yaitu memilih *toolbar Edit* dan dilanjutkan memilih *Rules*. *Rules* pada *fuzzy* menggunakan aturan "If-Then". Untuk "*If*" merupakan bagian dari variabel input seperti *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Sedangkan untuk "*Then*" merupakan bagian dari variabel *output* seperti FRPN. Pada rules *fuzzy* FMEA ini terdapat 125 *rules*, yang mana *rules* tersebut diperoleh dari 3 variabel *input* yang masing-masing terdapat 5 kategori menurut Puente (2002). Berikut merupakan *interface rules* yang telah dimasukkan ke dalam *software* Matlab.

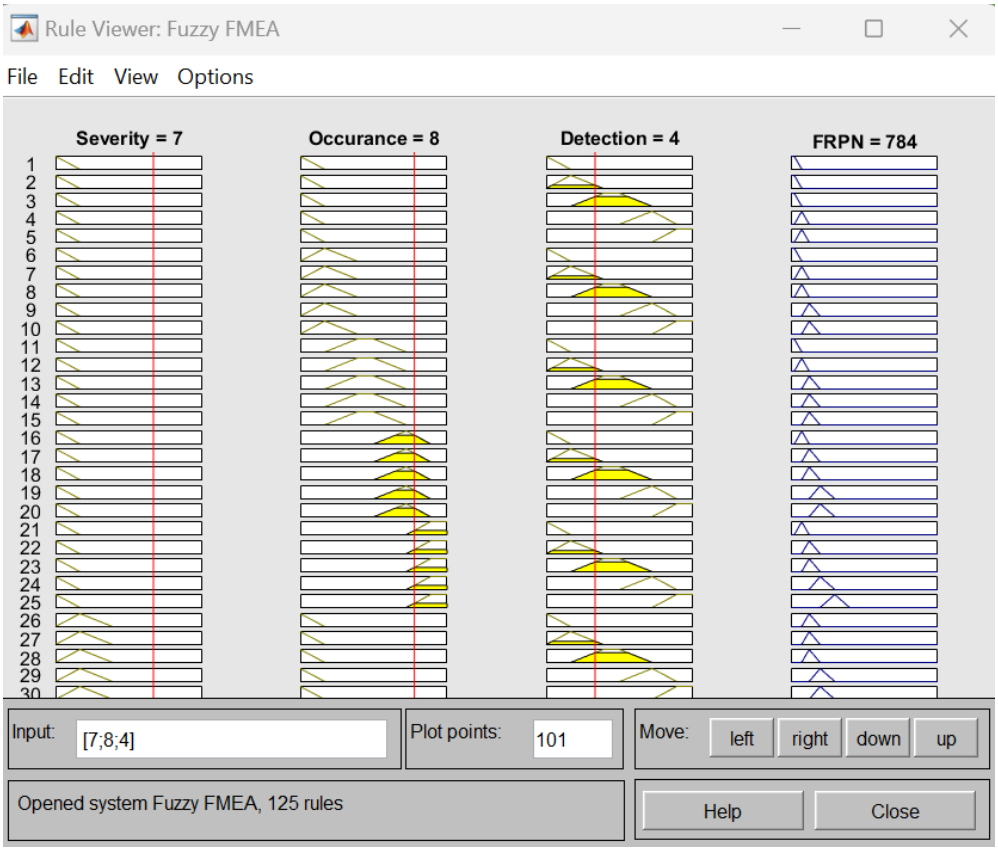


Gambar 4. 15 *Interface Rules*

4. Memasukkan *Input* ke dalam *Rules Fuzzy* FMEA

Selanjutnya untuk langkah terakhir yaitu memasukkan variabel *input* yang telah diperoleh berdasarkan hasil diskusi dan wawancara dengan tim *expert* ke dalam *Rule* Viewer untuk melihat hasil FRPN. Yang perlu dilakukan yaitu memilih *toolbar View*, kemudian memilih *Rules*. Berikut merupakan salah satu contoh *interface* pada *rule*

viewer untuk mode kegagalan potensial operator tidak mengetahui ketentuan pada proses produksi dengan nilai S, O, D sebesar 7, 8, dan 4.



Gambar 4. 16 *Interface Rule Viewer*

Berikut merupakan hasil FRPN untuk seluruh mode kegagalan potensial jenis cacat permukaan kasar berdasarkan hasil perhitungan menggunakan bantuan *software* Matlab.

Tabel 4. 14 Peringkat *Fuzzy* FMEA

Potential Failure	**Rata-rata S**	**Rata-rata O**	**Rata-rata D**	***Fuzzy* RPN**	**Kategori**	**Peringkat**
Operator tidak mengetahui	9	9	2	883	*Very High*	1

Potential Failure	**Rata-rata S**	**Rata-rata O**	**Rata-rata D**	***Fuzzy* RPN**	**Kategori**	**Peringkat**
ketentuan proses produksi						
Cetakan pasir kurang padat	7	5	6	792	*High-Very High*	2
Operator kurang terampil dalam bidangnya	7	8	4	784	*High-Very High*	3
Sisa kerak peleburan banyak yang berserakan	6	7	3	619	*High-Very High*	5
Pengolesan bahan *coating* kurang rata	5	4	6	509	*High*	6
Pasir cetakan masih kasar	5	4	3	461	*High*	7
Bahan baku tercampur dengan kotoran dan hewan	4	4	3	403	*Moderate-High*	8

Berdasarkan hasil FRPN pada Tabel 4.14 diperoleh hasil FRPN tertinggi yaitu pada *potential failure* operator tidak mengetahui ketentuan proses produksi dengan nilai FRPN sebesar 883 dengan kategori *Very High*. Sehingga harus segera dilakukan perbaikan terhadap faktor tersebut.

4.2.4 *Improve*

Pada tahap *improve* ini dilakukan dengan memberikan rencana perbaikan terhadap kecacatan yang ada. Dalam tahap ini menggunakan metode 5W+1H untuk membuat usulan

rencana perbaikan berdasarkan permasalahan cacat permukaan kasar agar kedepannya dapat terkendali. Selain itu, tahapan ini juga memberikan *recommended action* terhadap perhitungan *fuzzy* FMEA yang telah didapatkan pada tahap *analyze*. Usulan perbaikan ini dibuat berdasarkan hasil diskusi yang telah dilakukan dengan Kepala Bagian QC, 2 operator QC, Kepala Bagian Produksi dan 2 operator produksi.

4.2.4.1 5W+1H (*What, Why, Where, When, Who + How*)

Metode 5W+1H digunakan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi secara detail untuk membuat rencana perbaikan. Berdasarkan hasil perhitungan *fuzzy* FMEA diperoleh nilai FRPN paling tinggi merupakan 883. Sehingga dilakukan rencana perbaikan terhadap kegagalan yang ada pada faktor operator tidak mengetahui ketentuan proses produksi menggunakan metode 5W+1H seperti pada Tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Rencana Tindakan Perbaikan

Jenis	**5W+1H**	**Deskripsi**
Tujuan	Apa (*What*)	Dalam usaha meningkatkan kinerja para operator agar selalu memeperhatikan ketentuan-ketentuan yang ada pada saat proses produksi, terutama dalam proses pencetakan dan penuangan.
Alasan	Mengapa (*Why*)	Agar operator memahahi secara detail ketentuan pada saat proses produksi, tidak menyebabkan kecacatan pada produk, dan selalu berhati-hati dalam setiap proses pembuatan produk.
Lokasi	Dimana (*Where*)	Rencana perbaikan dilakukan pada lantai proses produksi, khususnya pada saat proses pencetakan dan penuangan.
Waktu	Kapan (*When*)	Rencana tindakan perbaikan dilaksanakan secepatnya.
Orang	Siapa (*Who*)	Seluruh operator yang berada di lantai proses produksi dan penanggung jawab bagian QC.

Jenis	5W+1H	Deskripsi
Metode	Bagaimana (*How*)	Melakukan pengawasan intensif terhadap operator dan membuat SOP tertulis mengenai ketentuan proses produksi.

4.2.4.2 *Fuzzy FMEA Recommended Action*

Setelah melakukan rencana tindakan perbaikan menggunakan metode 5W+1H, selanjutnya memberikan *recommended action* berdasarkan urutan rating dari hasil analisis nilai FRPN yang telah dihitung sebelumnya. *Recommended action* digunakan untuk meminimalisir jumlah kecacatan produk dan meningkatkan tingkat sigma dikarenakan perusahaan dituntut untuk memberikan perbaikan terhadap permasalahan kecacatan yang dialami, sehingga peneliti memberikan penambahan usulan perbaikan berdasarkan masing-masing penyebab permasalahan cacat permukaan kasar pada produk Eq Spacing. Berikut merupakan tabel *recommended action* yang ditunjukkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4. 16 *Recommended Action* Cacat Permukaan Kasar

Faktor	***Potential Failure***	***Recommended Action***	FRPN
Man	Kurang terampil dalam bidangnya	Mengadakan pelatihan secara berkala terhadap operator, terutama bagian pencetakan dan penuangan.	784
	Tidak mengetahui ketentuan proses produksi	Menetapkan dan mensosialisasikan SOP produksi kepada setiap operator, terutama bagian pencetakan dan penuangan.	883
Method	Proses pencetakan terlalu lambat	Memberikan pengawasan secara intensif terkait proses produksi, terutama untuk proses pencetakan.	509
	Cetakan pasir kurang padat	Menyediakan dan mensosialisasikan SOP kepada	792

		setiap operator, terutama bagian pencetakan agar operator mengetahui ketentuan SOP.	
Material	Bahan baku tercampur kotoran dan hewan	Memberikan pengawasan secara intensif dan teguran terkait kebersihan lingkungan sekitar.	403
	Pasir cetakan masih kasar	Memberikan pengawasan secara intensif dan teguran terkait penyaringan pasir sebelum digunakan untuk mencetak cetakan.	461
Environment	Sisa kerak peleburan berserakan	Memberikan pengawasan secara intensif dan teguran terkait kebersihan lingkungan sekitar.	619

Berdasarkan Tabel 4. 16 diatas, dapat diketahui bahwa hasil FRPN tertinggi yaitu pada faktor operator tidak mengetahui ketentuan proses produksi, sehingga usulan perbaikan yang direkomendasikan dengan membuat SOP terkait proses produksi. Diharapkan dengan memebrikan usulan perbaikan ini dapat membantu perusahaan mengurangi produk cacat akibat operator yang tidak mengetahu ketentuan SOP produksi.

4.2.5 *Control*

Pada konsep *Six Sigma* yang terakhir merupakan tahap *control*, yang mana pada tahap ini melakukan pengendalian kualitas dengan pengawasan yang intensif secara berkala terhadap operator. Dalam hal ini pengawasan dilakukan agar operator bekerja sesuai dengan SOP dan jika operator tidak operator sesuai SOP dapat memberikan teguran dan pengarahan yang baik dan benar, sehingga diharapkan dapat mengurangi kecacatan produk saat proses produksi. Pada tahap control ini sebaiknya harus dilakukan secara berkala, dikarenakan jika terjadi kesalahan atau kelalaian kedepannya dapat diketahui dengan cepat serta dapat dilakukan penanganan yang sesuai.

4.2.5.1 Usulan SOP (Standar Operasional Prosedur) Proses Produksi

Setelah dilakukannya rencana tindakan perbaikan dibantu dengan metode 5W+1H yaitu membuat SOP produksi berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan. SOP ini dibuat berdasarkan hasil diskusi dengan Kepala Bagian Unit *Quality Control* dan Produksi. Berikut merupakan hasil diskusi pembuatan SOP ditunjukkan pada Lampiran 1. SOP Proses Produksi.

BAB V
ANALISIS PEMBAHASAN

5.1 Tahap *Define*

5.1.1 Analisis Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*)

Pada Gambar 4.5 telah dilakukan identifikasi terkait alur aktivitas keseluruhan pada perusahaan meliputi dari *supplier* hingga ke tangan *customer*. Tahap awal dalam diagram SIPOC ini merupakan mengidentifikasi *supplier* pada PT. Sinar Semesta, yang mana *supplier* ini berasal dari Kota Klaten, Jombang, Jakarta, maupun kota-kota lain yang masih dapat dijangkau oleh perusahaan sebagai penyedia bahan baku untuk perusahaan. Bahan baku inilah yang digunakan untuk membuat produk Eq Spacing, yang mana bahan baku ini terdiri dari bahan baku utama dan bahan baku pendukung. Bahan baku yang sudah siap, dilanjutkan dengan tahap *process* yang merupakan proses produksi pada perusahaan dimulai dengan proses pola hingga *machining*. Sehingga dari proses produksi akan menghasilkan *output*, yang mana tahap ini berisikan hasil produk yang dihasilkan oleh perusahaan. Tahap terakhir merupakan *customer*, yang mana pada tahap ini merupakan beberapa *customer* yang telah bermitra dengan PT. Sinar Semesta.

Berdasarkan uraian tahapan SIPOC dapat diketahui dari hasil observasi dan diskusi bersama dengan *expert* perusahaan, tahap *process* mempunyai kecacatan yang sangat tinggi dibandingkan dengan proses lainnya. Sehingga dari permasalahan tersebut dilakukan penelitian lebih lanjut terkait dengan produk cacat untuk produk Eq Spacing pada lantai produksi perusahaan.

5.1.2 Analisis CTQ (*Critical to Quality*)

Pada Gambar 4.6 CTQ yang diperoleh meliputi hasil coran tidak terdapat cacat, kualitas hasil coran kuat dan rapi, dan hasil coran berfungsi sesuai harapan konsumen, yang mana untuk hasil coran tidak terdapat cacat, perusahaan berusaha memastikan tidak terdapat kecacatan terhadap produk coran yang akan distribusikan kepada konsumen agar konsumen tidak merasa kecewa saat menerima produk tersebut. Selain itu, kualitas hasil coran kuat dan rapi agar dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama. Untuk yang terakhir hasil coran berfungsi sesuai harapan konsumen, yang mana produk coran dapat digunakan secara baik sesuai dengan fungsinya.

Berdasarkan data historis perusahaan yang didapatkan pada periode Januari hingga Desember 2022 dapat diketahui bahwa sebanyak 2235 unit produk Eq Spacing yang diproduksi dengan jumlah cacat yang dihasilkan sebesar 998, yang mana jumlah cacat tersebut terbagi menjadi cacat *repair* dan *reject* dengan masing-masing sebesar 985 unit dan 13 unit. Selain itu, terdapat 4 jenis cacat yang terjadi pada produk Eq Spacing meliputi cacat permukaan kasar, retak, lepot dan rantap. Sehingga dalam hal ini diperlukan identifikasi terkait penyebab terjadinya mucul angka cacat yang masih tinggi.

5.2 Tahap *Measure*

5.2.1 Analisis DPMO (*Defect per Million Opportunities*)

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.4 diperoleh hasil nilai DPMO tertinggi yaitu pada periode Februari dengan nilai sebesar 147351, yang mana jumlah produksi sebesar 367 unit dan jumlah cacat sebesar 174 unit. Sedangkan untuk urutan terendah terdapat pada periode Juni dengan nilai sebesar 6451,613, yang mana jumlah produksi sebesar 155 unit dan jumlah cacat sebesar 4 unit.

Berdasarkan hasil nilai DPMO untuk setiap periodenya, maka diperoleh rata-rata nilai DPMO untuk produk Eq Spacing sebesar 97554,02. Hal ini menunjukkan bahwa apabila produksi produk Eq Spacing sebanyak 1.000.000 produk, maka akan terdapat 97.554 unit produk Eq Spacing yang tidak sesuai standar atau mengalami kecacatan. Sehingga dari hasil analisa dapat diketahui bahwa semakin tinggi produk cacat yang dihasilkan dari jumlah produksi, maka semakin tinggi pula hasil nilai DPMO yang diperoleh, begitupun sebaliknya.

5.2.2 Analisis Tingkat Sigma

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.5 diperoleh nilai level sigma tertinggi yaitu pada periode Juni dengan nilai sebesar 3,986429. Sedangkan untuk yang terendah terdapat pada periode Februari dengan nilai sebesar 2,547862. Kemudian diperoleh hasil nilai sigma untuk setiap periodenya yaitu sebesar 2,89261. Hal ini menunjukkan bahwa posisi PT. Sinar Semesta berada pada level 2 dan 3 sigma, yang mana berarti proses produksi perusahaan masih berada dibawah rata-rata industri USA tetapi telah berada diatas rata-rata industri yang ada di Indonesia. Tetapi hal ini masih belum memenuhi standar yang diinginkan oleh *buyer*, sehingga jika ingin mencapai level 4 bahkan 6 perlu terus menerus dilakukan perbaikan agar dapat meningkatkan kepuasan konsumen terhadap produk.

5.2.3 Analisis Peta Kendali

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.7 diperoleh nilai CL (*Center Line*) sebesar 0,45 untuk setiap periodenya. Sedangkan untuk nilai UCL (*Upper Control Limit*) dan LCL (*Lower Control Limit*) memiliki nilai yang berbeda-beda seperti pada Tabel 4.7, dikarenakan jumlah cacat yang ditemukan cenderung fluktuatif atau naik turun setiap periodenya. Pada Gambar 4.9 dapat dilihat grafik dari P-*Chart* masih terdapat beberapa periode yang berada dalam batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL). Periode yang masih berada dalam luar batas UCL dan LCL yaitu pada periode Februari, Juni, Juli. Sedangkan untuk periode Januari, Maret, April, Oktober, November, dan Desember masih berada dalam batas UCL dan LCL.

Dari hasil tersebut masih terdapat 3 titik periode yang masih diluar batas kendali atas dan bawah, sehingga masih belum terkendali atau proses produksi pada produk Eq Spacing belum stabil. Proses yang belum stabil ini dikarenakan, kemampuan proses *capability* dari perusahaan itu rendah yang berarti kinerja produksi pada perusahaan rendah. Maka dari itu perlu dilakukan analisis lebih lanjut terkait faktor penyebab belum terkendalinya proses produksi pada produk Eq Spacing, agar kedepannya dapat diperbaiki dengan tepat dan baik.

5.3 Tahap *Analyze*

5.3.1 Analisis Diagram Pareto

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh pada Tabel 4.8 dan Gambar 4.10, maka diperoleh jenis cacat yang paling dominan yaitu cacat pada permukaan dengan persentase sebesar 66,53% dan frekuensi cacat sebesar 664 unit. Selaras dengan prinsip diagram pareto yaitu 80% akibat berasal dari 20% penyebab, yang mana 20% cacat permukaan mengakibatkan 80% produk Eq Spacing terjadi cacat. Sehingga jenis cacat permukaan ini akan dijadikan prioritas perbaikan dalam penelitian ini. Hal ini dilakukan agar dapat mengurangi produk cacat untuk produk Eq Spacing secara menyeluruh.

5.3.2 Analisis Diagram *Fishbone*

Berdasarkan analisis sebelumnya menggunakan diagram pareto, diperoleh hasil jenis cacat yang dominan yaitu cacat permukaan kasar dengan persentase sebesar 66,53%. Beberapa faktor yang menjadi penyebab terjadinya jenis cacat tersebut meliputi *man* (manusia), *method*

(metode), *material* (bahan), dan *environment* (lingkungan). Berikut merupakan penjabaran terkait dari masing-masing faktor tersebut.

Faktor pertama yaitu *man*, yang mana pada faktor ini terdapat 2 penyebab yang memungkinkan terjadinya kecacatan yaitu operator kurang terampil dalam bidangnya. Kurang terampilnya operator ini disebabkan oleh operator kurang pengalaman dalam bidangnya, dikarenakan perusahaan merekrut operator yang berada pada sekitar perusahaan tanpa memikirkan pengalaman operator. Sehingga untuk penyebab ini perlu dilakukannnya training terhadap operator, untuk mengurangi cacat pada produk. Kemudian untuk penyebab kedua terdapat operator tidak mengetahui ketentuan proses produksi. Tidak mengetahui ketentuan pada proses produksi ini dikarenakan operator tidak mengetahui SOP (Standar Operasional Prosedur) produksi pada perusahaan, yang mana pada perusahaan sendiri tidak terdapat SOP tertulis pada lantai proses produksi atau panduan mengenai SOP produksi. Oleh karena itu, perlu membuat SOP untuk proses produksi agar operator paham akan standar yang diperlukan pada saat proses produksi.

Faktor kedua yaitu *method*, yang mana pada faktor ini terdapat 2 penyebab yang memungkinkan terjadinya kecacatan yaitu pelapisan bahan *coating* dan metanol kurang rata. Pelapisan bahan *coating* dan metanol kurang rata dikarenakan mengejar *deadline* dari pesanan konsumen, sehingga produk yang dihasilkan tidak sesuai standar. Maka diperlukan pengawasan atau inspeksi secara intensif pada saat proses pelapisan bahan *coating* dan metanol. Selanjutnya untuk penyebab kedua terdapat cetakan pasir kurang padat. Hal tersebut terjadi dikarenakan perusahaan mengejar *deadline* target permintaan dari konsumen. Oleh karena itu, dipastikan operator harus memastikan cetakan padat sebelum cairan logam dituang.

Faktor ketiga yaitu *material*, yang mana pada faktor ini terdapat 2 penyebab yang memungkinkan terjadinya kecacatan yaitu bahan baku tercampur dengan kotoran dan hewan. Hal ini disebabkan kurang memperhatikannya kebersihan lingkungan sekitar lantai produksi. Sehingga perlu membersihkan lingkungan sekitar lantai produksi, membersihkan sisa kerak logam dengan *slack remover*, dan menyemprotkan racun anti serangga. Selanjutnya untuk penyebab kedua terkadang terdapat pasir cetakan yang masih kasar dikarenakan operator tidak mengecek kehalusan pasir yang dikirimkan oleh *supplier*. Oleh karena itu perlu melakukan peyaringan pasir cetakan sebelum dijadikan cetakan.

Faktor keempat yaitu *environment*, yang mana pada faktor ini terdapat penyebab yang memungkinkan terjadinya kecacatan yaitu sisa kerak peleburan banyak yang berserakan

disebabkan oleh kurang telitinya para operator membersihkan sisa kerak peleburan dan kurangnya kesadaran akan kebersihan lingkungan sekitar. Oleh karena itu, diperlukan kesadaran bersama akan kebersihan lingkungan sekitar sehingga setelah bekerja membersihkan lingkungan sekitar secara bersama-sama dengan pengawasan secara intensif.

5.3.3 Analisis *Fuzzy* FMEA

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan menggunakan diagram *fishbone* sebelumnya diperoleh faktor-faktor penyebab terjadinya cacat permukaan kasar. Sehingga dilanjutkan analisis dengan menggunakan metode *fuzzy* FMEA berdasarkan hasil nilai FRPN yang telah diperoleh seperti pada Tabel 4.14 diperoleh hasil FRPN terendah dengan kategori *Moderate-High* pada mode kegagalan potensial bahan baku tercamour dengan kotoran dan hewan didapatkan nilai FRPN sebesar 403. Sedangkan untuk kategori High dengan FRPN sebesar 461 dan 509 terjadi pada mode kegagalan potesial pasir cetakan masih kasar dan pengolesan bahan *coating* dan metanol kurang rata. Kemudian untuk kategori *High-Very High* terdapat 3 mode kegagalan potensial seperti cetakan pasir kurang padat, operator kurang terampil dalam bidangnya, sisa kerak peleburan banyak yang berserakan dengan masing-masing nilai FRPN sebesar 792, 784, dan 619. Yang terakhir untuk mode kegagalan potensial tertinggi terjadi pada Operator tidak mengetahui ketentuan proses produksi dengan hasil FRPN sebesar 883. Sehingga untuk mode kegagalan tersebut termasuk ke dalam kategori prioritas tinggi dalam melakukan rencana perbaikan. Oleh karena itu, perusahaan harus segera melakukan perbaikan untuk faktor penyebab tersebut dengan melakukan penyuluhan terkait proses produksi yang baik dan benar.

5.4 Tahap *Improve*

5.4.1 Analisis 5W+1H (*What, Why, Where, When, Who + How*)

Rencana tindakan perbaikan dapat dilihat pada Tabel 4.15 meggunakan metode 5W+1H. Tujuan utama dilakukannya rencana tindakan perbaikan untuk meningkatkan kinerja para operator agar selalu memperhatikan ketentuan-ketentuan yang ada pada saat proses produksi, terutama dalam proses pencetakan dan penuangan. Sehingga hal tersebut diharapkan dapat mengurangi kesalahan saat proses proses produksi terjadi yang mengakibatkan banyaknya produk cacat. Alasan dilakukannya rencana tindakan perbaikan ini agar operator memahahi secara detail ketentuan pada saat proses produksi, tidak menyebabkan kecacatan pada produk,

dan selalu berhati-hati dalam setiap proses pembuatan produk. Rencana tindakan perbaikan dilakukan pada lantai proses produksi, khususnya pada saat proses pencetakan dan penuangan. Rencana tindakan perbaikan dilaksanakan secepatnya, agar operator dapat mengetahui ketentuan-ketentuan proses produksi. Dalam hal ini yang bertanggung jawab seluruh operator yang berada di lantai proses produksi dan penanggung jawab bagian unit *quality control*. Cara atau metode yang efektif untuk dilaksanakan yaitu melakukan pengawasan intensif terhadap operator dan membuat SOP tertulis mengenai ketentuan proses produksi.

5.4.2 Analisis *Recommended Action*

Berdasarkan hasil diskusi yang telah dilakukan, terdapat rekomendasi tindakan perbaikan untuk meminimalisir terjadinya cacat permukaan kasar pada produk Eq Spacing. Terdapat 8 *potential failure* yang telah diidentifikasi dan diberikan 3 perbaikan untuk mengurangi permasalahan tersebut. Berikut merupakan rekomendasi tindakan perbaikan yang diberikan peneliti untuk mengurangi terjadinya kecacatan pada produk Eq Spacing.

1. Mengadakan pelatihan kepada operator

   Perusahaan diharapkan mengadakan pelatihan terhadap operator baru yang belum memiliki *skill* atau teknik yang mumpuni terkait proses pencetakan dan penuangan. Yang mana pelatihan ini dapat dilakukan oleh Kepala Bagian Unit Produksi sendiri atau mendatangkan ahli terkait proses tersebut. Hal ini perlu dilakukan sebagi bentuk dukungan kepada operator untuk meningkatkan *skill* dikarenakan belum terdapat SOP terkait proses produksi secara tertulis.
2. Menetapkan dan mensosialisasikan SOP

   Perusahaan perlu menetapkan dan mensosialisasikan terkait SOP produksi kepada setiap operator khususnya pada aera produksi. SOP berisikan prosedur atau mekanisme dalam melakukan proses produksi yang disesuaikan dengan standar perusahaan. Sehingga dengan dilakukannya pembuatan SOP ini, diharapkan operator memiliki pedoman akan proses produksi yang terjadi dan diharapkan dapat meminimalisir terjadinya kecacatan produk.
3. Melakukan pengawasan dan memberi teguran

   Pihak *quality control* dan produksi harus lebih ekstra melakukan pengawasan terhadap operator bagian produksi. Seperti pengawasan pada saat proses *molding*, *melting*, bongkar, dan *fettling*, dan terkait lingkungan sekitar yang masih kotor.

5.5 Tahap *Control*

Tahap *control* merupakan tahap terakhir dalam metode DMAIC dengan konsep *Six Sigma*, yang mana pada tahap ini dilakukan pengawasan terkait proses produksi agar selalu stabil. Dalam tahap ini dilakukan pengawasan secara intensif terhadap proses produksi, terutama pengawasan kepada operator pencetakan dan penuangan logam. Pengawasan ini dilakukan untuk memastikan operator bekerja sesuai dengan SOP (Standar Operasional Prosedur) yang diusulkan sebelumnya. Hasil dari pengawasan tersebut didokumentasikan dan dijadikan pedoman untuk meminimalisir terjadinya kecacatan produk kedepannya. Usulan perbaikan yang disarankan akan berhasil jika diterapkan dan ditingkatkan dari waktu ke waktu. Dalam hal ini tidak hanya bagian unit *quality control* dan produksi yang bertugas untuk mengawasi seluruh proses hingga menjadi *output*, tetapi sebaiknya seluruh elemen yang berada dalam perusahaan ikut serta dalam melakukan pengawasan sehingga semua elemen yang berada di perusahaan memiliki tanggung jawab yang sama. Pada tahap *control* ini sebaiknya harus selalu dilakukan terus menerus dan ditingkatkan agar tidak terjadi kesalahan yang sama serta jika terjadi kesalahan di waktu yang akan datang dapat diketahui dengan cepat serta dengan penanganan yang sesuai.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dianalisis, maka dapat diambil kesimpulan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengolahan data pada tahap *define* diperoleh jenis cacat yang terjadi untuk produk Eq Spacing yaitu cacat permukaan kasar, retak, lepot, dan rantap.
2. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui pada tahap *mesure* untuk hasil rata-rata nilai DPMO sebesar 97554,02, sedangkan untuk rata-rata nilai tingkat sigma sebesar 2,89261. Selanjutnya untuk hasil peta kendali P terdapat beberapa periode yang masih berada di luar batas atas dan bawah yaitu pada periode Februari, Juni, dan Juli.
3. Jenis cacat yang paling dominan berdasarkan diagram pareto pada tahap *analyze* diperoleh hasil cacat permukaan menjadi jenis cacat yang paling dominan dengan persentase sebesar 66,53% yang berjumlah 664 unit.
4. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan menggunakan metode *fuzzy* FMEA diperoleh nilai FRPN tertinggi sebesar 883 dengan kategori *Very High*. Hal ini terjadi pada mode kegagalan potensial operator tidak mengetahui ketentuan proses produksi.
5. Usulan perbaikan atau rekomendasi yang diberikan berdasarkan hasil pengolahan data pada produk Eq Spacing yaitu:
    a. Mengadakan pelatihan kepada operator agar operator mengetahui teknik dalam setiap proses, sehingga meminimalisir terjadinya kecacatan produk.
    b. Menetapkan dan mensosialisasikan SOP berguna agar operator dapat mengetahui ketentuan proses produksi yang baik dan benar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh perusahaaan.
    c. Melakukan pengawasan terhadap beberapa proses yang memliki tingkat ketelitian tinggi seperti proses *molding*, *melting*, bongkar, dan *fettling*, serta memberi teguran terkait kebersihan lingkungan sekitar lantai produksi.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan oleh penulis setelah melakukan pengamatan dan pelenitian secara langsung bagi perusahaan dan penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Perusahaan sebaiknya melakukan perbaikan berdasarkan usulan yang telah direkomendasikan, sehingga perusahaan dapat meminimalisir jumlah produk cacat dan menghasilkan produk yang berkualitas sesuai dengan standar perusahaan dan harapan konsumen.
2. Perusahaan diharapkan memberikan pemahaman kepada operator atau pekerja di seluruh lantai produksi terkait pentingnya pengendalian kualitas, sehingga operator atau seluruh pekerja dapat meningkatkan produktivitas pada perusahaan.
3. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan penelitian pada proses produksi periode berikutnya dengan menggunakan metode yang lebih kompleks dan melakukan analisis terhadap seluruh produk yang diproduksi pada perusahaan, sehingga dapat mengetahui kerugian yang terjadi akibat produk cacat secara keseluruhan pada PT. Sinar Semesta.

DAFTAR PUSTAKA

Abdolshah, M., 2012. Fuzzy Process Capability Indices: A Review. *World Applied Sciences Journal,* 16(12), pp. 1734-1740.

Aditama, R. & Imaroh, T. S., 2020. Strategy for Quality Control of "Ayam Kampung" Production Using Six Sigma-DMAIC Method (Case Study in CV. Pinang Makmur Food). *International Journal of Innovative Science and Research Technology,* 5(1), pp. 538-553.

Atmaja, L. T., Supriyadi, E. & Utaminingsih, S., 2018. Analisis Efektivitas Mesin Pressing Ph-1400 Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Di Pt. Surya Siam Keramik. *Teknologi : Jurnal Ilmiah dan Teknologi,* 1(1).

Attaqwa, Y., Hamidiyah, A. & Ekoanindyo, F. A., 2021. Product Quality Control Analysis with Statistical Process Control (SPC) Method in Weaving Section (Case Study PT. I). *International Journal of Computer and Information System (IJCIS),* 2(3), pp. 86-92.

Balaraju, J., Raj, M. G. & Murthy, C. S., 2019. Fuzzy-FMEA Risk Evaluation Approach for LHD Machine-A Case Study. *Journal of Sustainable Mining,* 18(9), pp. 257-268.

Braglia, M. & Frosolini, M., 2003. Fuzzy Criticality Assessment Model for Failure Modes and Effects Analysis. *International Journal of Quality and Reliability Management,* 20(4), pp. 503-524.

Crosby, P. B., 1979. Quality Is Free If You Understand It. *Winter Park Public Library History and Archive Collection,* p. 4.

Damayanti, W. S. & Ngatilah, Y., 2020. Analisa Dan Perbaikan Produk General Assy Roller Menggunakan Metode Six Sigma Dan Fuzzy Fmea Studi Kasus : Pabrik Peralatan Industri Agro. *Juminten : Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi,* 1(5), pp. 168-179.

Deming, E., 1987. Improving the Quality of Education : W . Edwards Deming and Effective Schools. *Contenporary Education Review,* 3(3), pp. 423-433.

Devani, V. & Amalia, N., 2018. Peningkatan Kualitas Semen "X" dengan Metode Six Sigma di Packing Plant PT. XYZ. *Jurnal Teknik Industri,* 8(1), pp. 1-11.

Dewi, A. A. & Yuamita, F., 2022. Pengendalian Kualitas Pada Produksi Air Minum Dalam Kemasan Botol 330 ml Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis

(FMEA) di PDAM Tirta Sembada. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan,* 1(1), pp. 15-21.

Djamal, N. & Azizi, R., 2015. Identifikasi dan Rencana Perbaikan Penyebab Delay Produksi Melting Proses dengan Konsep Fault Tree Analysis (FTA) di PT. XYZ. *Jurnal Intech Teknik Industri,* 1(1), pp. 34-45.

Djamal, N. & Azizi, R., 2015. Identifikasi dan Rencana Perbaikan Penyebab Delay Produksi Melting Proses dengan Konsep Fault Tree Analysis (FTA) di PT. XYZ. *Jurnal Intech Teknik Industri,* 1(1), pp. 34-45.

Eyas, R. & Handayani, W., 2020. Statistical Process Control (SPC) untuk Pengendalian Kualitas Produk Mebel Di Ud. Ihtiar Jaya. *Bisma: Jurnal Manajemen,* 6(1), pp. 50-58.

Fitriaji, A. A. & Domodite, A., 2022. Analisis Upaya Meningkatkan Kualitas Produksi Panel Listrik Guna. *TEKNOSAINS : Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika,* 9(2), pp. 90-100.

Gaspersz, V., 2001. *Total quality management.* s.l.:PT Gramedia Pustaka Utama.

Gaspersz, V., 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi ISO 9001:2000 MBNQA dan HACCP*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Gaspersz, V., 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries.* edisi 1 ed. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Godina, R., Silva, B. G. R. & Espadinha-Cruz, P., 2021. A DMAIC Integrated Fuzzy FMEA Model: A Case Study in the. *Applied Sciences (Switzerland),* 11(8), pp. 1-17.

Handoko, T. H., 2012. *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi 4 ed. Yogyakarta: BPFE.

Harahap, B., Parinduri, L. & Fitria, A. A. L., 2018. Analisis Pengendalian Kualitas dengan Menggunakan Metode Six Sigma (Studi Kasus : PT. Growth Sumatra Industry). *Buletin Utama Teknik,* 13(3), pp. 1410-4520.

Hartanti, L. P. S., Mulyono, J. & Mayang, V., 2022. Penerapan Fmea dan Fuzzy Fmea dalam Penilaian Risiko Lean Waste di Industri Manufaktur. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi),* 11(2), pp. 293-304.

Heizer, J. & Render, B., 2006. *Operations Management (Manajemen Operasi).* Jakarta: Salemba Empat.

Hernadewita, Setiawan, I. & Hendra, 2022. Enhance Quality Improvement through Lean Six Sigma in Division Side Board Clavinova Piano's. *International Journal of Production Management and Engineering,* 10(2), pp. 173-181.

Ivanˇcan, J. & Lisjak, D., 2021. New FMEA Risks Ranking Approach Utilizing Four Fuzzy Logic Systems. *Machines,* 9(11), pp. 1-22.

Karatop, B., Tas¸kan, B., Adar, E. & Kubat, C., 2021. Decision Analysis Related to The Renewable Energy Investments in Turkey based on a Fuzzy AHP-EDAS-Fuzzy FMEA Approach. *Computers and Industrial Engineering,* Volume 151, pp. 1-15.

Kehinde, T. O., Oluleye, A. E., Olaleye, K. J. & Jegede, S. L., 2019. Six Sigma Approach in Safety Management of a Production Firm. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 12(10), pp. 1654-1663.

Khikmawati, E., Wibowo, H. & Irwansyah, 2019. Analisis Pengendalian Kualitas Kemasan Glukosa dengan Peta Kendali P Di Pt. Budi Starch & Sweetener Tbk. Lampung Tengah. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri,* 7(1), pp. 27-33.

Khodadadi-Karimvand, M. & Shirouyehzad, H., 2021. Well Drilling Fuzzy Risk Assessment Using Fuzzy FMEA and Fuzzy TOPSIS. *Journal of Fuzzy Extension and Applications,* 2(2), pp. 144-155.

Kholil, M. et al., 2021. Lean Six Sigma Integration to Reduce Waste in Tablet Coating Production with DMAIC and VSM Approach in Production Lines of Manufacturing Companies. *International Journal Of Scientific Advances,* 2(5), pp. 719-726.

Kumar, M. B. & Parameshwaran, R., 2020. A Comprehensive Model to Prioritise Lean Tools for Manufacturing Industries: A Fuzzy FMEA, AHP and QFD-Based Approach. *International Journal of Services and Operations Management,* 37(2), pp. 170-196.

Kusumadewi, S., 2002. *Analisis Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab.* Yogyakarta: Graha Ilmu.

Kusumadewi, S. & Purnomo, H., 2004. *Application of fuzzy logic for decision support.* Yogyakarta: Graha Ilmu.

Kusumadewi, S. & Purnomo, H., 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan.* Yogyakarta: Graha Ilmu.

Layang, S. & Perkasa, P., 2022. Pemetaan Potensi Agro Wisata di Kawasan Misik Kalampangan dengan Teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV). *JATI EMAS (Jurnal Aplikasi Teknik dan Pengabdian Masyarakat),* 6(1), pp. 17-22.

Lutfianto, M. A. & Prabowo, R., 2022. Implementation of Six Sigma Methods with Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) as a Tool for Quality Improvement of Newspaper Products (Case Study: PT. ABC Manufacturing – Sidoarjo, East Java – Indonesia). *Journal of Integrated System,* 5(1), pp. 87-98.

Mastur, H. I. & Aji, N. F., 2016. Analisis Pengendalian Kualitas Pembuatan Wellhub Dengan Pendekatan Lean Six Sigma. *Teknoin,* 22(1), pp. 44-52.

Milah, A. S. & Suseno, 2022. Analisis Pengendalian Kualitas Produk Eq Spacing Dengan Metode Statistic Quality Control (SQC) dan Failure Mode And Effects Analysis (FMEA) pada PT. Sinar Semesta. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan,* 1(3), pp. 183-201.

Montgomery, D. C., 2012. *Introduction to Statistical Quality Control.* 7th Edition ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Munandar, A. & Permana, D. S., 2019. Analisis Waste Produksi Celana dengan Metode Lean Six Sigma pada Area Sewing Line 5 di PT. XYZ. *Rekayasa Industri dan Mesin (ReTIMS),* 1(2), pp. 89-95.

Mustaniroh, S. A. & Prabaningtias, N., 2022. Analisis Pengendalian Kualitas Produk Keripik Tempe Deny Menggunakan Pendekatan Six Sigma DMAIC Terintegrasi Fuzzy FMEA. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian,* 27(1), pp. 12-23.

Nasution, S. & Sodikin, R. D., 2018. Perbaikan Kualitas Proses Produksi Karton Box dengan Menggunakan Metode DMAIC dan Fuzzy FMEA. *Jurnal Sistem Teknik Industri,* 20(2), pp. 36-46.

Nurkholiq, A., Saryono, O. & Setiawan, I., 2019. Analisis Pengendalian Kualitas (Quality Control) dalam Meningkatkan Kualitas Produk. *Jurnal Ekonologi,* 6(2), pp. 393-399.

Octavia, T., Prajogo, D. I. & Prabudy, L. M., 2004. Studi Tentang Peta Kendali P yang Distandarisasi untuk Proses Pendek Kualitas. *Jurnal Teknik Industri,* 2(1), pp. 53-64.

Oktavenia, K. A. R. & Ardani, I. G. A. K. S., 2018. Pengaruh Kualitas Produk Terhadap Keputusan Pembelian Handphone Nokia Dengan Citra Merek Sebagai Pemediasi. *E-Jurnal Manajemen Universitas Udayana,* 8(3), pp. 1374-1400.

Pohan, S., 2017. Peranan Evaluasi terhadap Strategi Bisnis Perusahaan. *Jurnal Ilman,* 5(1), pp. 1-7.

Prastawa, H., Khoiriyah, N. & Sutarso, D., 2005. Penerapan Metode Peningkatan Kualitas Six Sigma Guna Meningkatkan Kapabilitas Proses dan Meminimasi Cacat pada Produk

Kain Denim Short No 9881 Di PT. Apac Inti Corpora. *Prosiding Seminar Nasional II,* 9(2), pp. 53-62.

Pratiwi, R. M. & Wibawati, 2020. Fuzzy Univariate Control Chart untuk Monitoring Kualitas Ketebalan Lem Labelstock di PT "XYZ". *Jurnal Sains dan Seni ITS,* 9(2), pp. 2337-3520.

Primahesa, I. G. & Ngatilah, Y., 2022. Quality Analysis of Bakery Products Using the Six Sigma Method and Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Case Study on Cv. Xyz. *International Journal on Advanced Technology, Engineering, and Information System (Ijateis),* 1(2), pp. 59-72.

Puente, J., 2002. Artificial Intelligence Tools for Applying Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *International Journal of Quality & Reliability Management,* 19(2), pp. 137-150.

Puspitaloka, A. C. D. & Ekawati, Y., 2022. Analisis Perbaikan Kualitas Proses Produksi di PT. XYZ dengan Menggunakan Metode Fuzzy FMEA. *Jurnal Teknik Industri UMC,* 2(1), pp. 14-26.

Puspitaloka, M. A. C. D. & Ekawati, Y., 2022. Analisis Perbaikan Kualitas Proses Produksi di PT. XYZ dengan Menggunakan Metode Fuzzy FMEA. *Jurnal Teknik Industri UMC,* 2(1), pp. 14-26.

Rahayu, N. A. & Santoso, S., 2021. Implementation of Six Sigma to Minimize Reject Gusset Difference and Fold in the Blowing Process. *European Journal of Business and Management Research,* 6(4), pp. 1-6.

Rahman, A. & Perdana, S., 2021. Analisis Perbaikan Kualitas Produk Carton Box di PT XYZ Dengan Metode DMAIC dan FMEA. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI),* 3(1), pp. 33-37.

Rimawan, E., Dwiyantoro, B., Faizin, M. & Nasir, M., 2019. Analysis of Quality Control to Reduce Defect Products in Steel K-015 Cable Using DMAIC Method at PT. Sucaco, Tbk. *International Journal of Innovative Science and Research Technology,* 4(8), pp. 751-759.

Rusmiati, E., 2014. Penerapan Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy FMEA) dalam Mengidentifikasi Kegagalan pada Proses Poduksi di PT DAESOL INDONESIA. *Jurnal Teknik dan Manajemen Industri,* pp. 1-21.

Saputra, R. & Santoso, D. T., 2021. Analisis Kegagalan Proses Produksi Plastik Pada Mesin Cutting Di Pt. Fkp Dengan Pendekatan Failure Mode and Effect Analysis Dan Diagram Pareto. *Barometer,* 6(1), pp. 322-327.

Satya, R. R. D. & Nurdeni, 2022. Peningkatan Kualitas Produk Normal Noodle dengan Metode Six Sigma Dan Fuzzy FMEA. *Faktor Exacta,* 15(2), pp. 151-161.

Setiawan, A. Y., Susetyo, J. & Simanjuntak, R. A., 2021. Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode Six Sigma dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pada PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang. *Jurnal REKAVASI,* 9(1), pp. 9-19.

Sharma, R. K., Kumar, D. & Kumar, P., 2005. Systematic Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Using Fuzzy Linguistic Modelling. *International Journal of Quality and Reliability Management,* 22(9), pp. 986-1004.

Sherly & Abidin, 2020. Pengukuran Keterkendalian Kualitas Produk Celana Jeans Edwin Vegas 01 Dengan Metode Six Sigma Di Pt. Sapta Kharisma Cemerlang. *Jurnal Sains Terapan dan Teknoogi,* 1(2), pp. 45-52.

Stamatis, D., 2003. *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution.* s.l.:Quality Press.

Sudri, N. M., Widianty, Y. & Fernanda, A., 2020. Aplikasi Six Sigma dan Design of Experiment untuk. *Jurnal IPTEK,* 4(2), pp. 56-63.

Sudri, N. M., Widianty, Y. & Fernanda, A., 2020. Aplikasi Six Sigma dan Design of Experiment untuk Peningkatan Mutu Proses Kain Cotton Tetoron (Studi Kasus Perusahaan Tekstil). *Jurnal IPTEK,* 4(2), pp. 56-63.

Sukwadi, R., Wenehenubun, F. & Wenehenubun, T. W., 2017. Pendekatan Fuzzy FMEA dalam Analisis Faktor Risiko Kecelakaan Kerja. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri,* 6(1), pp. 29-37.

Suparto & Yusanto, D. O., 2018. Analisa Kualitas Produk di PT. Surabaya Meka Box Ltd dengan Metode Six Sigma dan FMEA. *Prosiding SENDI_U,* pp. 45-51.

Susendi, N., Adrian & Sopyan, I., 2021. Kajian Metode Root Cause Analysis yang Digunakan dalam Manajemen Risiko di Industri Farmasi. *Majalah Farmasetika,* 6(4), pp. 310-321.

Trenggonowati, D. L. & Arafiany, N. M., 2018. Pengendalian Kualitas Produk Baja Tulangan Sirip 25 dengan Menggunakan Metode SPC di PT. Krakatau Wajatama Tbk.. *Journal Industrial Servicess,* 3(2), pp. 122-131.

Trenggonowati, D. L., Bahauddin, A., Ridwan, A. & Wulandari, Y., 2021. Proposed Action of Supply Chain Risk Mitigation Air Compressor Type L Unloading ¼ HP Using The Fuzzy – FMEA and Fuzzy – AHP Method in PT. XYZ. *Journal of Innovation and Technology,* 2(1), pp. 10-17.

Trenggonowati, D. L., Ridwan, A. & Priantama, M. N. R., 2019. Usulan Pengendalian Kualitas Ggbfs Menggunakan Metode Six Sigma Di Pt. Krakatau Semen Indonesia. *Journal Industrial Servicess,* 5(1), pp. 4-9.

Wardhana, M. W. & Kurniawan, S. d. E. A., 2018. Pengolahan Produk Minyak Sawit Dengan Pendekatan Statistical Quality Control (SQC). *Jurnal Rekayasa, Teknologi, dan Sains,* Volume 2, pp. 27-34.

Widianti, T. & Firdaus, H., 2018. Pengujian Suhu Lemari Es Dengan Metode Terintegrasi Fuzzyfailure Mode and Effect Analysis (Fuzzy-Fmea). *Jurnal Standardisasi,* 18(1), pp. 9-23.

Widyarto, W. O., Firdaus, A. & Kusumawati, A., 2019. Analisis Pengendalian Kualitas Air Minum dalam Kemasan Menggunakan Metode Six Sigma. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya,* 5(1), pp. 17-22.

Wisnubroto, P., Oesman, T. I. & Kusniawan, W., 2018. Pengendalian Kualitas terhadap Produk Cacat Menggunakan Metode Seven Tools Guna Meningkatkan Produktivitas di CV. Madani Plast Solo. *IEJST (Industrial Engineering Journal of The University of Sarjanawiyata Tamansiswa),* 2(2), pp. 82-91.

Yunita, N. & Adi, P., 2019. Identifikasi Proses Produksi Komponen Guide dengan Metode DMAIC pada Supplier PT. X. *Journal Titra,* 7(1), pp. 1-6.

LAMPIRAN

Lampiran 1. SOP Proses Produksi

	PT. SINAR SEMESTA		
	STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR PROSES PRODUKSI		
No. Dokumen		Tanggal Revisi	
No. Revisi		Halaman	

1. Tujuan

Prosedur ini dibuat untuk menjamin kualitas produk yang diproduksi pada perusahaan agar dapat memenuhi standar yang telah ditetapkan.

2. Ruang Lingkup

Prosedur ini mencakup seluruh proses produksi beserta ketentuan proses produksi untuk setiap operator yang berada di lantai produksi.

3. Latar Belakang

Perusahaan perlu mengendalikan kualitas dalam memiminimalisir produk cacat pada saat proses produksi.

4. Penanggung Jawab

- Kepala Bagian Unit Produksi, memastikan setiap operator pada saat proses produksi melakukan setiap proses sesuai dengan ketentuan yang ada.
- Kepala Bagian Unit Quality Control, memastikan produk yang diproduksi sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan.

5. Prosedur

a. Perancangan Pola

Gambar 1. SOP Proses Produksi (a)

Merancang pola cetakan atas dan bawah dengan menyesuaikan model yang dipesan oleh konsumen. Jika pola sudah ada sebelumnya, operator dapat menggunakan pola tersebut untuk membuat cetakan.

b. Proses *Molding*

1) Menyiapkan bahan untuk pembuatan cetakan sesuai dengan pola produk yang akan dibuat. Bahan untuk membuat cetakan terdiri atas 250 kg pasir silika, 25 liter air dan waterglass. Pasir dapat digunakan selama 3 hari atau jika pasir sudah mulai berwarna hitam.
2) Mencampurkan bahan pembuat cetakan dengan menggunakan mesin *mixer* dengan waktu kurang lebih 20 menit agar bahan baku pembuat cetakan tercampur dengan rata.
3) Memindahkan bahan cetakan ke dalam cetakan dan meniupkan gas CO2/O2 agar cetakan padat.

c. Proses *Setting*

Pada proses *setting* ini melakukan penge-*set*-an pada cetakan dengan cara sebagai berikut.

1) Melapisi cetakan dengan bahan *coating* dan metanol secara rata dan langsung dibakar menggunakan api agar cepat kering.
2) Menggabungkan cetakan atas dan cetakan bawah.

d. Proses *Melting*

1) Menyiapkan bahan peleburan logam yang terdiri atas bahan utama dan bahan pendukung. Bahan utama yaitu limbah *fettling*, besi plate A, Ms Plate. Sedangkan bahan pendukung yaitu bahan kimia (FE, MN, HC) dan *slack remover*.
2) Memasukkan bahan utama, bahan kimia, dan *slack remover* ke dalam tungku induksi untuk dilebur bersama kurang lebih selama 1 – 6 jam. Suhu untuk peleburan logam kurang lebih 1400°C. Waktu pemasakan tergantung jenis

Gambar 2. SOP Proses Produksi (b)

tungku induksi. Jika memasak logam pada kloter kedua, waktu pemasakan menjadi setengahnya.

- Tungku induksi dengan kapasitas 2 ton → 6 jam
- Tungku induksi dengan kapasitas 1 ton → 4 jam
- Tungku induksi dengan kapasitas 500 kg → 2 jam
- Tungku induksi dengan kapasitas 250 kg → 1 jam

3) Menuangkan cairan logam ke dalam cetakan secara hati-hati. Hal yang harus dilakukan saat penuangan cairan logam

- Menuangkan cairan logam sehalus mungkin

  Penuangan cairan logam ke dalam lubang cetakan dilakukan dengan halus, yang mana sebisa mungkin menghindari getaran berlebihan yang diakibatkan dari mesin *crane* atau operator. Dikarenakan hal tersebut mengakibatkan cairan masuk ke dalam cetakan dengan tegangan yang lebih tinggi.

- Menuangkan cairan logam secepat mungkin

  Penuangan cairan logam secepat mungkin dikarenakan cairan logam yang berasal dari tungku induksi memiliki suhu sekitar 1.200 – 1.400°C. Jika penuangan cairan logam terlalu lama akan mengakibatkan cairan logam kembali keras sehingga diperlukan peleburan ulang. Selain itu, hal ini dapat mengurangi udara yang ikut masuk bersamaan dengan penuangan cairan logam.

e. Proses Bongkar

Membongkar hasil cetakan setelah cairan logam mengeras secara sempurna sehingga produk dapat diambil. Pembongkaran ini dilakukan kurang lebih 1 malam setelah dilakukannya penuangan cairan logam. Waktu tunggu cairan logam mengeras disesuaikan dengan produk logam yang dicetak seperti tipis dan tebalnya produk serta besar dan kecilnya produk. Pembongkaran hasil cor menggunakan alat bantu linggis.

f. Proses *Fettling*

Gambar 3. SOP Proses Produksi (c)

Pada proses ini dilakukan penyempurnaan terhadap hasil produk. Berikut merupakan beberapa tahapan yang dilakukan pada proses ini.

- Memotong hasil produk yang tidak diperlukan atau membuang sisa pada produk. Pemotongan ini dilakukan dengan mesin geranda atau *blender*.
- Membersihkan hasil pemotongan menggunakan mesin *shot blasting*.

g. Proses *Machining*

Proses machining dilakukan untuk mengurangi ukuran produk coran agar sesuai dengan permintaan konsumen. Mengurangi ukuran menggunakan mesin bubut atau mesin CNC, disesuaikan dengan produk yang akan dikurangi ukuran. Jika produk coran dengan ukuran besar dan tidak memiliki tingkat presisi yang tinggi menggunakan mesin bubut, sedangkan untuk produk coran dengan ukuran relatif kecil dan memiliki tingkat presisi cukup tinggi menggunakan mesin CNC. Pada proses ini bisa dilakukan atau tidak disesuaikan dengan permintaan dari konsumen. Kemudian dilanjutkan dengan mengecat produk sesuai dengan permintaan konsumen, yang mana pengecattan ini dapat tidak dilakukan dikarenakan disesuaikan dengan pesanan konsumen.

h. Inspeksi Keseluruhan

Melakukan pemeriksaan kualitas keseluruhan terhadap produk yang sudah jadi, sehingga saat didistribusikan kepada konsumen produk sudah sesuai dengan standar dan permintaan konsumen. Walaupun setiap proses sudah dilakukan pemeriksaan oleh bagian *Quality Control*, diperlukan pengecekan secara keseluruhan pada produk akhir sebelum produk coran disimpan di Gudang dan didistribusikan kepada konsumen.

Diperiksa Oleh,	**Disetujui Oleh,**

Gambar 4. SOP Proses Produksi (d)

Lampiran 2. Daftar Pertanyaan FMEA



DAFTAR PERTANYAAN FMEA

Perkenalkan saya Asfita Putri Fadmawati mahasiswa Program Studi Teknik Industri angkatan 2019 Universitas Islam Indonesia. Dalam rangka menyelesaikan Tugas Akhir (TA) saya mohon ketersediaan Bapak/Ibu meluangkan waktunya untuk mengisi daftar pertanyaan mengenai potensi kegagalan yang mungkin terjadi di perusahaan. Seluruh data dan informasi responden akan dijamin kerahasiannya.

Data Responden

Nama :

Jabatan :

Perusahaan :

Pengalaman Bekerja :

Petunjuk Pengisian Pertanyaan

Pada pertanyaan ini dimohon Bapak/Ibu mengisikan jawaban dikolom kosong *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D). Jawaban yang diisikan merupakan persepsi dari Bapak/Ibu terhadap faktor risiko yang terjadi di perusahaan dengan memberikan angka 1 sampai dengan 6 pada masing-masing kolom *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D).

Keterangan

1. *Severity*

   Severity (S) merupakan penilaian dampak permasalahan yang ditimbulkan oleh suatu risiko, yang mana untuk menurunkan tingkat kegagalan risiko ini hanya dapat dilakukan dengan melakukan perubahan pada proses dan bagaimana menjalankan suatu aktivitas tertentu.

Gambar 5. Daftar Pertanyaan FMEA (a)

Kriteria *Severity*

Effect	*Severity*	Skor
Tidak Ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Sangat Kecil	• Dapat mempengaruhi proses produksi • Dampaknya sangat kecil atau hampir tidak ada.	2
Kecil atau Minor	• Dapat mempengaruhi proses produksi • Dampak yang ditimbulkan kecil, dan berpotensi terhadap kecacatan produk.	3
Cukup Rendah	• Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. • Dalam satu bulan produksi, terjadi <1% dari hasil produksi mengalami *rework*.	4
Rendah	• Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. • Dalam satu bulan produksi, terjadi 1% - 5% dari hasil produksi mengalami *rework*.	5
Sedang	• Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. • Dalam satu bulan produksi, terjadi 5% - 10% dari hasil produksi mengalami *rework*.	6
Tinggi	• Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. • Dalam satu bulan produksi, terjadi 10% - 20% dari hasil produksi mengalami *rework*.	7
Sangat Tinggi	• Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. • Dalam satu bulan produksi, terjadi 20% - 50% dari hasil produksi mengalami *rework*.	8

Gambar 6. Daftar Pertanyaan FMEA (b)

Effect	*Severity*	Skor
Berbahaya	• Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. • Dalam satu bulan produksi, terjadi >50% dari hasil produksi mengalami *rework*.	9
Sangat Berbahaya	• Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. • Dalam satu bulan produksi, seluruh produk mengalami *rework*.	10

Sumber: Hartanti *et al*., (2022)

2. *Occurrence*

Occurrence merupakan seberapa sering penyebab kesalahan atau kegagalan terjadi. Nilai skor *occurrence* disesuaikan dengan frekuensi perkiraan dari kesalahan atau kegagalan yang dapat terjadi.

Kriteria *Occurrence*

Occurrence	Peluang Kejadian	Skor
Tidak pernah	Terjadi satu kali dalam >1 tahun	1
Jarang	Terjadi satu kali dalam 1-12 bulan	2
	Terjadi satu kali dalam 1-6 bulan	3
Kadang-kadang	Terjadi satu kali dalam 1-3 bulan	4
	Terjadi satu kali dalam 1-2 bulan	5
Cukup sering	Terjadi satu kali dalam satu bulan.	6
	Terjadi satu kali dalam 1-2 minggu.	7
Sering	Terjadi satu kali dalam satu minggu.	8
	Terjadi satu kali dalam 1-3 hari.	9
Sangat Sering	Terjadi setiap hari.	10

Sumber: Hartanti *et al*., (2022)

Gambar 7. Daftar Pertanyaan FMEA (c)

3. *Detection*

Detection merupakan penilaian kemampuan kontrol produk atau proses untuk mendeteksi failure mode/kegagalan.

Kriteria *Detection*

Effect	*Detection*	Skor
Pasti	• Sumber permasalahan langsung terdeteksi. • Hasil deteksi akurat.	1
Sangat Mudah	• Dibutuhkan inpeksi visual untuk mendeteksi sumber permasalahan. • Hasil deteksi akurat.	2
Mudah	• Dibutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan. • Sumber permasalahan dapat diketahui setelah terjadi.	3
Cukup Mudah	• Dibutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan. • Sumber permasalahan dapat diketahui setelah sumber permasalahan berakhir.	4
Sedang	• Dibutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan. • Sumber permasalahan dapat diketahui jika adanya analisis lebih lanjut.	5
Cukup Sulit	• Dibutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail dalam mendeteksi sumber permasalahan. • Dibutuhkan metode tertentu untuk mengetahui sumber permasalahan yang terjadi.	6

Gambar 8. Daftar Pertanyaan FMEA (d)

Effect	*Detection*	Skor
Sulit	• Dibutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail dalam mendeteksi sumber permasalahan. • Sumber permasaahan sulit terdeteksi.	7
Sangat Sulit	• Dibutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail dalam mendeteksi sumber permasalahan. • Hasil deteksi tidak akurat.	8
Ekstrim	• Alat bantu tidak dapat digunakan untuk mendeteksi. • Hasil deteksi tidak akurat.	9
Tidak Dapat Terdeteksi	Sumber permasalahan tidak dapat terdeteksi.	10

Sumber: Hartanti *et al.*, (2022)

Gambar 9. Daftar Pertanyaan FMEA (e)

TABEL PENILAIAN *SEVERITY*, *OCCURANCE*, DAN *DETECTION*

Berikut merupakan tabel penilaian *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) untuk kegagalan yang terjadi pada **jenis cacat permukaan kasar** berdasarkan faktor berikut:

Faktor	*Potential Failure Mode*	*Potential Effect of Failure*	*Cause of Failure Mode*	*Current Control*	S	O	D
Manusia	Operator kurang terampil dalam bidangnya	Hasil yang dikerjakan tidak sesuai target perusahaan	Operator kurang pengalaman	Memberikan pelatihan/*training* kepada operator			
	Operator tidak mengetahui ketentuan proses produksi	Proses produksi berjalan lambat	Belum terdapat SOP tertulis dalam proses produksi	Pembuatan SOP tertulis terkait proses produksi			
Metode	Melapisi bahan *coating* dan metanol kurang rata	Produk yang dihasilkan tidak sesuai standar	Mengejar *deadline* target permintaan pelanggan	Melakukan pengawasan/inspeksi saat proses pelapisan bahan *coating* dan metanol			

Gambar 10. Daftar Pertanyaan FMEA (f)

Faktor	*Potential Failure Mode*	*Potential Effect of Failure*	*Cause of Failure Mode*	*Current Control*	S	O	D
	Cetakan pasir kurang padat	Cetakan rontok	Mengejar *deadline* target permintaan pelanggan	Operator harus memastikan cetakan padat sebelum cairan logam dituang			
Material	Bahan baku tercampur dengan kotoran dan hewan	Hasil coran tidak halus	Kurang memperhatikan kebersihan lingkungan sekitar tempat produksi	• Membersihkan sisa kerak dengan *slack remover* • Menyemprotkan racun anti serangga			
	Pasir cetakan masih kasar	Hasil cor berlubang atau porositas	Tidak mengecek kehalusan pasir	Menyaring pasir sebelum dijadikan cetakan			
Lingkungan	Sisa kerak peleburan banyak yang berserakan	Lingkungan sekitar kotor	Kurang teliti dalam membersihkan sisa kerak dan kurangnya kesadaran akan lingkungan sekitar	Meningkatkan kesadaran akan kebersihan sehingga setelah bekerja membersihkan secara bersama-sama			

Faktor	*Potential Failure Mode*	*Potential Effect of Failure*	*Cause of Failure Mode*	*Current Control*	S	O	D
				lingkungan kerja sekitar dengan pengawasan secara intensif			

Gambar 11. Daftar Pertanyaan FMEA (g)