

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS CACAT DIMENSI PADA *HEADER BOILER* MENGUNAKAN METODE FMEA DAN FTA

Tatan Zakaria¹, Anita Dyah Juniarti² dan Bima Setyo Budi³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Banten Jaya
Jl. Ciwaru Raya II No. 73, Kel. Cipare, Kec. Serang, Kota Serang 42117

tanzakaria@unbaja.ac.id¹, anitadyahjuniarti@unbaja.ac.id², dan bimasetyobudi@gmail.com³

ABSTRACT

PT. IHI Power Service Indonesia is a company engaged in the Boiler Pressure Part Industry (Fabrication) in every production activity it always strives to produce quality products according to ASME standards (American Society of Mechanical Engineers). Production results are less than the maximum. In the 2020 period the total production was 28,527 tons and the number of defects was 364 tons, in the 2021 period the total production was 22,703 tons and the number of defects was 301 tons. The author uses the Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) method and the Failure Tree Analysis (FTA) method. From the results of data processing using a Pareto diagram based on the RPN value obtained from the FMEA method, the dominant type of defect is obtained, namely Hole Distance with an RPN value of 364.5 and Dimension Length with a value of 351.17, then analyzed using FTA, at the proposed improvement stage it is proposed to use the 5W+1H method. Factors that cause defects include inaccurate and faded measuring instruments, rare maintenance on radial drilling machines and blades that are rarely replaced. Proposed improvements to reduce defects include requesting replacement of measuring instruments, carrying out regular maintenance of radial drilling machines, holding shift schedules for operators, conducting training for operators.

Keywords : *Quality, Boiler Header, FMEA, FTA, 5W+1H*

ABSTRAK

PT. IHI Power Service Indonesia merupakan perusahaan bergerak dibidang industri (Fabrikasi) Boiler Pressure Part dalam setiap aktivitas produksinya selalu berusaha untuk menghasilkan produk yang berkualitas standar ASME (American Society of Mechanical Engineer). Hasil produksi yang kurang maksimal. Pada periode tahun 2020 jumlah total produksi yaitu sebesar 28.527 ton dan jumlah cacat sebesar 364 ton, pada periode tahun 2021 jumlah total produksi sebesar 22.703 ton dan jumlah cacat sebesar 301 ton. Penulis menggunakan metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) dan Metode Failure Tree Analysis (FTA). Dari hasil pengolahan data menggunakan diagram Pareto berdasarkan nilai RPN yang didapat dari metode FMEA, didapatkan jenis cacat dominan yaitu Hole distance dengan nilai RPN 364,5 dan Dimension Length dengan nilai 351,17, kemudian dianalisa menggunakan FTA, pada tahapan usulan perbaikan diusulkan menggunakan metode 5W+1H. Faktor-faktor penyebab cacat diantaranya faktor alat ukur tidak presisi dan pudar, jarang dilakukan perawatan pada mesin bor radial drilling dan mata pisau jarang dilakukan pergantian. Usulan perbaikan untuk mengurangi adanya cacat diantaranya yaitu dilakukan permintaan pergantian alat ukur, melakukan perawatan mesin bor radial drilling secara berkala, diadakan jadwal shift bagi operator, dilakukan pelatihan bagi operator.

Kata Kunci: *Kualitas, Header Boiler, FMEA, FTA, 5W+1H*

1. PENDAHULUAN

PT. IHI *Power Service* Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak di bidang *steel Manufacture Technical Assistance* dari perusahaan Emoto, Jepang yang berdiri sejak 17 Maret 1984 oleh *Jurong Engineering Limited* (JEL). PT. IHI *Power Service* Indonesia awalnya bernama PT. Cilegon Fabricators. Pada Mei 2022 resmi berubah nama menjadi IHI *Power Service* Indonesia. PT. IHI *Power Service* Indonesia merupakan perusahaan bergerak dibidang industri (fabrikasi) *Boiler Pressure Part*. Setiap aktivitas produksinya selalu berusaha untuk menghasilkan produk yang berkualitas standar ASME (*American Society of Mechanical Engineer*). Kegiatan pengendalian kualitas dilakukan mulai dari penerimaan bahan baku, proses produksi sampai dengan produk akhir dan menekan terjadinya produk rusak dengan filosofi *zero defect*. Setiap tahunnya PT. IHI *Power Service* Indonesia ini mendapatkan *job* yang selalu berbeda, namun di dalam proses produksi masih terjadi cacat (*defect*) dan kerusakan produk *header* ini masih jauh dalam standar ASME. Oleh karena itu perusahaan memerlukan pengendalian kualitas yang berguna untuk mengurangi atau menekan terjadinya cacat sehingga mencapai standar kualitas sesuai dengan yang diharapkan.

Dari data hasil catatan pencapaian target produksi *Header Boiler* di tahun 2020 dan tahun 2021 diatas, didapatkan hasil produksi yang kurang maksimal. Pada periode tahun 2020 jumlah total produksi yaitu sebesar 28.527 ton dan jumlah cacat sebesar 364 ton, pada periode tahun 2021 jumlah total produksi sebesar 22.803 ton dan jumlah cacat sebesar 301 ton. Setelah dilakukan penelitian mengenai hal ini, maka diperlukan analisa mengenai penyimpangan yang terjadi didalam produksi dan mencari penyebab cacat produk yang ditimbulkan serta memberikan usulan saran perbaikan sebagai upaya untuk meminimalkan cacat produk.

Penulis menggunakan metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) dan metode *Failure Tree Analysis* (FTA) untuk mengupayakan pengendalian mutu (kualitas) dengan cara mengidentifikasi, menganalisis dan melakukan tindakan untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi dalam pekerjaan. Dengan menggunakan metode ini dapat membantu memahami dan mengembangkan proses perbaikan yang bertujuan untuk mengurangi atau meminimalisir cacat produk yang ada pada PT. IHI *Power Service* Indonesia. Selain itu, untuk mengetahui akar penyebab masalah, penulis juga akan menggunakan metode analisa membuat tabel 5W+1H untuk menentukan saran perbaikan terkait permasalahan yang diteliti. Dari hasil pengolahan data tersebut, dapat ditarik terhadap hasil pembahasan, kesimpulan, dan saran dari penelitian tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis-jenis cacat produk pada *Header* di PT. IHI *Power Service* Indonesia, mengetahui faktor-faktor penyebab kerusakan produk *Header*, dan menentukan usulan upaya perbaikan untuk mengurangi cacat pada produksi *Header boiler*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah suatu cara mempertahankan kualitas produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar produk yang telah ditentukan perusahaan. Pengendalian kualitas merupakan strategi yang mampu menjaga kestabilan proses, sehingga proses dapat dikendalikan dengan tujuan untuk dapat meminimisasi produk cacat.

Pengendalian kualitas merupakan proses yang digunakan untuk menjamin tingkat kualitas dalam produk atau jasa, supaya dapat menghasilkan produk berupa barang atau jasa yang sesuai dengan standar yang diinginkan serta memperbaiki kualitas produk yang belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan sebisa mungkin mempertahankan kualitas yang telah sesuai. Menurut (Alkatiri et al., 2015), pengendalian kualitas adalah suatu bentuk pemeriksaan yang khusus dengan menggunakan metode tertentu yang

digunakan untuk menganalisa, mengumpulkan data, pengendalian keputusan dalam proses produksi untuk mencapai kualitas produk berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan. Dalam pengendalian kualitas juga dapat mengetahui dan menentukan penyebab-penyebab terjadinya ketidaksesuaian pada produk yang pada akhirnya menjadi bahan pertimbangan untuk memperbaiki kualitas sehingga produk dapat memenuhi standar kualitas yang diharapkan. Tujuan dari pengendalian kualitas adalah untuk mengendalikan kualitas produk atau jasa yang dapat memberikan kepuasan kepada konsumen.

2.2 Cacat Produk

Menurut (Nender et al., 2021), produk rusak dan produk cacat adalah masalah yang sangat penting di dalam perusahaan. Dengan adanya produk rusak dan produk cacat maka perusahaan mengalami kerugian dalam proses produksi. Oleh karena itu dibutuhkan pemahaman atas perlakuan akuntansi yang tepat sesuai dengan kondisi perusahaan. Produk cacat, biaya perbaikannya oleh perusahaan sudah diperlakukan secara benar yaitu sebagai penambah elemen biaya produksi. Sehingga diperoleh hasil yang berbeda antara produk rusak yang bersifat abnormal apabila dibebankan kepada produk selesai dan bila dibebankan sebagai kerugian serta pengaruhnya terhadap penentuan harga jual.

2.3 Header Boiler

Boiler adalah suatu perangkat mesin yang berfungsi untuk mengubah air menjadi uap. Proses perubahan air menjadi uap terjadi dengan memanaskan air yang berada didalam pipa-pipa dengan memanfaatkan panas dari hasil pembakaran bahan bakar. Pembakaran dilakukan secara kontinyu didalam ruang bakar dengan mengalirkan bahan bakar dan udara dari luar. Uap yang dihasilkan *boiler* adalah uap *superheat* dengan tekanan dan temperatur yang tinggi. Jumlah produksi uap tergantung pada luas permukaan pemindah panas, laju aliran, dan panas pembakaran yang diberikan. *Boiler* yang konstruksinya terdiri dari pipa-pipa berisi air disebut dengan *water tube boiler*. Pada unit pembangkit, *boiler* juga biasa disebut dengan *steam generator* (pembangkit uap) mengingat arti kata *boiler* hanya pendidih, sementara pada kenyataannya dari *boiler* dihasilkan uap *superheat* bertekanan tinggi. Menurut (Krisnaningsih & Hadi, 2020), *Boiler Steel Structure* adalah suatu rangkaian susunan beberapa struktur baja yang tersusun dalam membentuk suatu rangkaian bangunan baja yang digunakan untuk meletakkan beberapa *Boiler Equipment (Steam)* yang akan menghasilkan uap panas dalam memasok kapasitas energi listrik.

2.4 Metode Failure Mode And Effects Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi suatu masalah. Menurut (Hisprastin & Musfiroh, 2020), Metode FMEA merupakan salah satu metode penilaian risiko proaktif yang paling dikenal dan banyak digunakan di industri. *Failure Mode* adalah kegagalan suatu produk atau proses sesuai dengan fungsinya atau penyebab kegagalan sedangkan *Effect Analysis* adalah menganalisis akibat yang mungkin terjadi dari setiap kegagalan, Prioritas risiko ditentukan dari nilai risiko dalam bentuk *Risk Priority Number (RPN)* dengan beberapa faktor. Risiko kegagalan dan akibatnya ditentukan oleh tiga faktor yaitu :

- Severity (S)*, yaitu mengidentifikasi tingkat keparahan dari kegagalan jika terjadi.
- Occurrence (O)*, yaitu mengidentifikasi tingkat frekuensi/keseringan terjadinya kerusakan.
- Detection (D)*, yaitu mengidentifikasi kemungkinan/probabilitas bahwa suatu kerusakan dapat ditemukan.

Risk Priority Number (RPN) adalah sebuah pengukuran dari resiko yang bersifat relatif. RPN diperoleh melalui hasil perkalian antara rating *Severity*, *Occurrence* dan *Detection*. RPN ditentukan sebelum mengimplementasikan rekomendasi dari tindakan perbaikan. *Risk Priority Number* (RPN) adalah ukuran yang digunakan ketika menilai risiko untuk membantu mengidentifikasi "*critical failure modes*" terkait dengan desain atau proses (Ardyansyah, 2019). Sedangkan menurut (Kasad, 2018), RPN (*Risk Priority Number*) atau angka prioritas resiko merupakan produk matematis dari keseriusan *effects* (*severity*), kemungkinan terjadinya *cause* akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan *effects* (*occurrence*), dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi pada pelanggan (*detection*).

Hubungan antar parameter dengan RPN dirumuskan sebagai berikut :

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

S = *Severity*

O = *Occurrence*

D = *Detection*

Kemudian tabel 2.1 merupakan acuan kategori risiko kegagalan, yaitu :

Tabel 2.1 Peringkat Risiko Kegagalan (RPN)

RPN	Kategori Risiko Kegagalan
501-1000	Tinggi
251-500	Sedang
1-250	Rendah

(Sumber : Antonius Alijoyo dkk, 2020)

2.5 Metode *Fault Tree Analysis* (FTA)

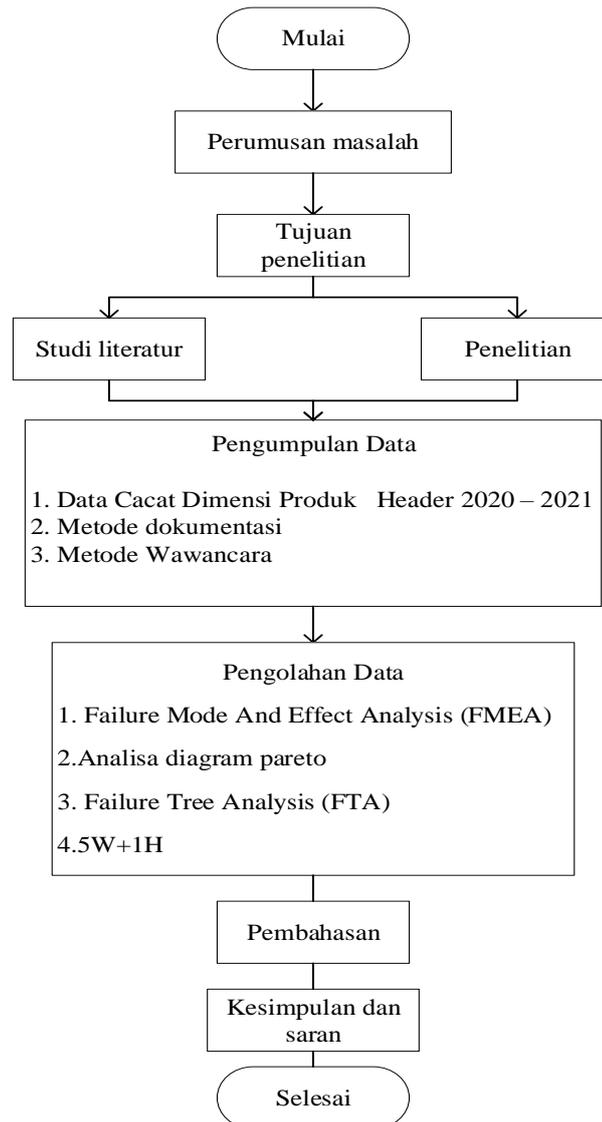
FTA adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui akar penyebab terjadinya produk cacat sehingga dapat menentukan usulan perbaikan bagi perusahaan. Menurut (Arif Wicaksono & Ferida Yuamita, 2022), *Fault Tree Analysis* (FTA) awalnya dikembangkan pada tahun 1962 di laboratorium bell oleh oleh *HA Watson*, di bawah *US Air Force* Divisi Balistik Sistem yang berkaitan dengan studi tetnang evaluasi keselamatan sistem peluncuran *minuteman missile* antar benua. FTA digunakan untuk melihat reabilitas dari suatu produk dan menunjukkan hubungan sebab akibat diantara suatu kejadian dengan kejadian lain. Untuk membangun model FTA dilakukan dengan wawancara pihak pekerja rantai produksi dan melakukan pengamatan langsung terhadap proses produksi.

2.6 Metode Usulan Perbaikan (5W+1H)

Metode 5W+1H merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mencari usulan suatu permasalahan dan tujuan digunakannya 5W+1H yaitu untuk menemukan beberapa usulan atau masukan untuk perbaikan setelah dilakukannya penelitian terhadap faktor penyebab cacat. 5W+1H digunakan untuk mencari dimana cacat tersebut terjadi, mengapa cacat tersebut terjadi, kapan cacat tersebut terjadi, dan bagaimana cara perbaikan agar cacat dapat diminimalisir.

Menurut (Al-Faritsy & Kalid, 2021), teknik 5W+1H adalah suatu konsep dasar untuk pengumpulan informasi agar dapat memperoleh cerita yang utuh tentang suatu hal. Kalimat tanya biasa disebut juga kalimat untuk menggali informasi. Konsep ini menekankan bahwa kalimat tanya yang dipergunakan, dirumuskan dengan 5W+1H, yaitu *what* (apa), *where* (dimana), *who* (siapa), *when* (kapan), *why* (mengapa), dan *how* (bagaimana).

3. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Flowchart Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Cacat Produk

Data yang digunakan adalah data total produksi dan data produk cacat dari periode Januari 2021 sampai dengan Desember 2021. Dibawah ini merupakan data cacat produk *Header Boiler* pada proses Produksi tahun 2021, dimana ada empat jenis cacat. Berikut tabel 4.1 adalah tabel Data Cacat Produk *Header Boiler* Tahun 2021.

Tabel 4.1 Data Cacat Produk Header Boiler Tahun 2021

Bulan	Jumlah Produksi (ton)	Jenis Cacat Produk (ton)				Jumlah Cacat (ton)	(%)
		Hole Distance	Hole Diameter	Lenght	Incompleted		
Jan	970	8	3	9	0	20	2,1
Feb	2.547	8	2	3	0	13	0,5
Mar	2.131	13	7	9	1	30	1,1
Apr	2.056	9	2	3	0	14	0,7
Mei	1.317	12	3	9	0	24	1,8
Juni	1.735	7	2	4	1	14	0,8
Juli	2.364	15	8	11	0	34	1,3
Agust	2.060	16	7	14	2	39	1,3
Sept	3.023	28	8	6	1	43	1,4
Okt	2.772	10	3	7	1	21	0,4
Nov	1.061	11	2	12	0	25	2,4
Des	767	9	4	11	0	24	3,1
Total	22.803	146	51	98	6	301	1,4

(Sumber :Olahan Data Pribadi, 2023)

Berdasarkan pada tabel 4.1, cacat produk diatas terdapat empat jenis cacat produk. Cacat Header Boiler tertinggi terdapat pada dimensi Hole Distance dengan Jumlah total yaitu 146 ton.

4.2 Pengolahan FMEA

Tabel 4. 2 merupakan daftar responden yang mengisi kuisisioner untuk nilai Severity, Occurance, dan Detection pada cacat Header Boiler.

Tabel 4.2 Daftar Responden Kuisisioner Produk Cacat Header Boiler

No	Nama	Jabatan	Responden
1	Agus supriyanto	Supervisor	R1
2	Baksuni	Foreman	R2
3	Doni hendrayani	Wakil Foreman	R3
4	Ansori	QC inspection	R4

Tabel 4.3, tabel 4.4 dan tabel 4.5 merupakan hasil dari pengisian kuesioner oleh empat responden yang terkait produk cacat Header Boiler. Ini digunakan untuk menganalisis

masing-masing *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* sehingga mendapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN).

Tabel 4.3 Nilai Severity

Responden	Severity			
	Hole Distance	Hole Diameter	Dimenssion Length	Incompleted
R1	7	5	8	9
R2	7	4	8	9
R3	7	5	8	8
R4	8	5	8	9
Total	29	19	32	35
Rata-rata	7,25	4,75	8	8,75

(Sumber : Olahan Data Pribadi, 2023)

Tabel 4.4 Nilai Occurance

Responden	Occurance			
	Hole Distance	Hole Diameter	Dimenssion Length	Incompleted
R1	7	5	7	1
R2	8	4	7	1
R3	8	4	6	1
R4	8	5	7	1
Total	31	18	27	4
Rata-rata	7,75	4,5	6,75	1

(Sumber : Olahan Data Pribadi, 2023)

Tabel 4.5 Nilai Detection

Responden	Detection			
	Hole Distance	Hole Diameter	Dimenssion Length	Incompleted
R1	6	4	7	6
R2	6	4	7	7
R3	6	3	6	7
R4	7	7	7	7

Total	25	18	27	28
Rata-rata	6,25	4,5	6,75	7

(Sumber : Olahan Data Pribadi, 2023)

Setelah mendapatkan nilai *Severity*, *Occurance* dan *Detection* dari tiap responden, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai RPN (tabel 4.6).

Tabel 4.6 Rata-Rata Penilaian RPN dari Responden

Jenis Cacat	S	O	D	RPN
<i>Hole Distance</i>	7,25	7,75	6,25	351,17
<i>Hole Diameter</i>	4,75	4,5	4,5	96,18
<i>Dimenssion Length</i>	8	6,75	6,75	364,5
<i>Incompleted</i>	8,75	1	7	61,25

(Sumber : Olahan Data Pribadi, 2023)

Contoh perhitungan RPN *Hole Distance* :

$$RPN = S \times O \times D$$

$$RPN = 7,25 \times 7,75 \times 6,25$$

$$RPN = 352,17$$

Berdasarkan tabel 4.6, didapatkan nilai RPN untuk *Hole Distance* sebesar 375,39; nilai RPN *Hole Diameter* sebesar 96,18; nilai RPN *Dimension Length* sebesar 364,5; dan nilai RPN *Incompleted* sebesar 61,25. Setelah ditemukan nilai RPN, untuk menentukan cacat dominan, akan dilakukan perhitungan kumulatif dengan menggunakan diagram Pareto.

4.3 Pengolahan Diagram Pareto

Setelah didapatkan nilai RPN pada pengolahan data FMEA, didapat hasil jenis cacat produk dengan data kumulatif untuk pengolahan diagram Pareto. Data Kumulatif RPN tercantum pada tabel 4.7 sebagai berikut:

Tabel 4.7 Data Kumulatif RPN

Jenis Cacat	Nilai RPN	Kumulatif (ton)	Persentase (%)	Persentase kumulatif (%)
<i>Hole Distance</i>	375,39	375,39	42	42
<i>Dimenssion Length</i>	364,5	739,89	41	82
<i>Hole Diameter</i>	96,18	836,07	11	93
<i>Incompleted</i>	61,25	897,32	7	100
Total	897,32		100	

(Sumber : Olahan Data Pribadi, 2023)

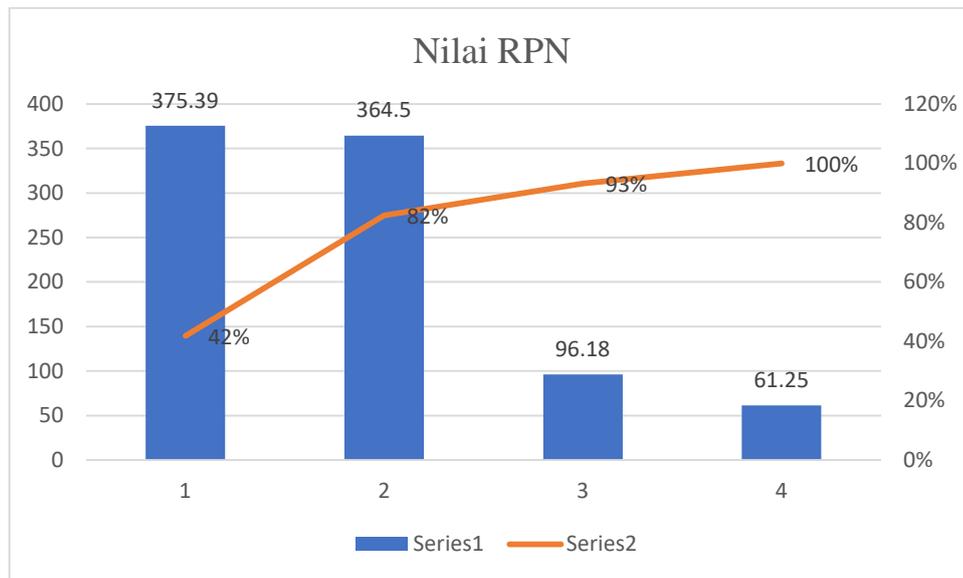
Contoh perhitungan :

$$\text{Persentase Hole Distance} = \frac{\text{Nilai RPN Cacat}}{\text{Total RPN}}$$

$$\text{Persentase Hole Distance} = \frac{375,39}{897,32}$$

$$\text{Persentase Hole Distance} = 42 \%$$

Berdasarkan pada hasil perhitngn kumulatif pada tabel 4.7, Gambar 2 berikut ini merupakan diagram Pareto :

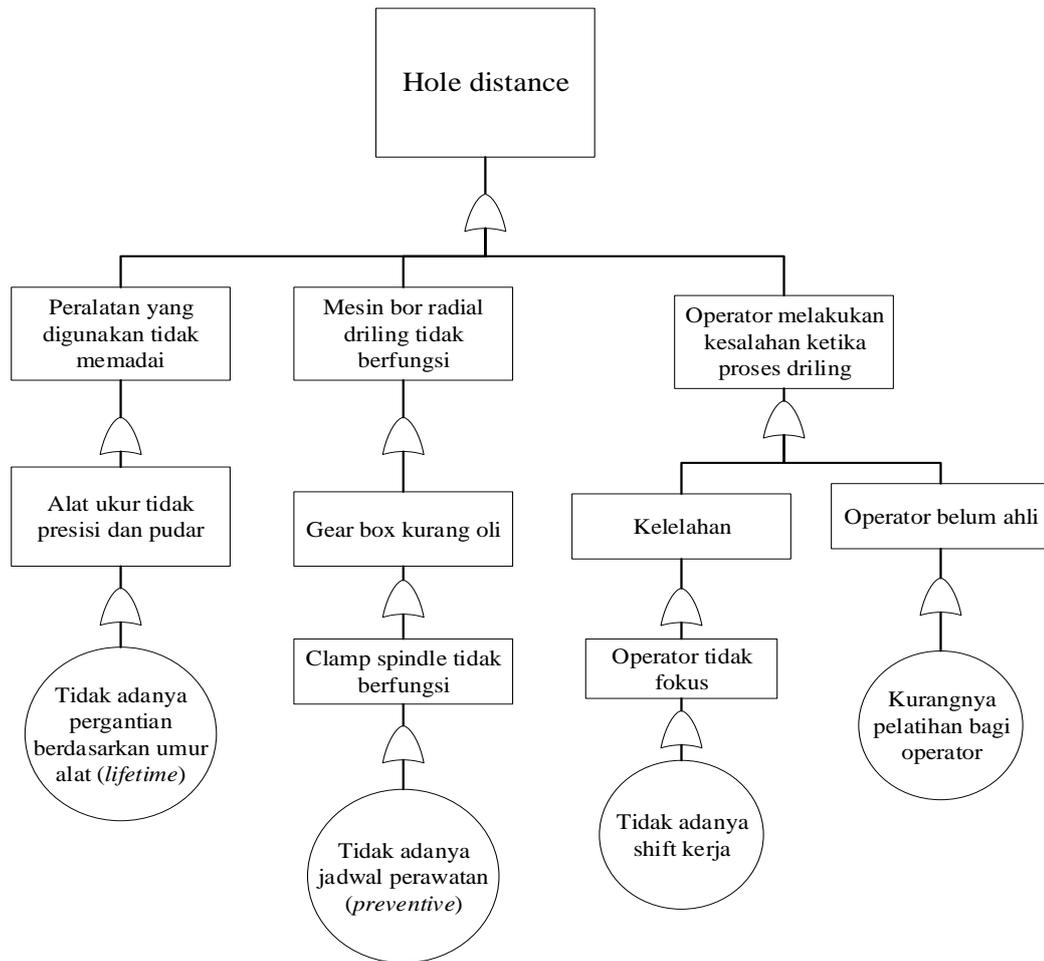


Gambar 2. Grafik Diagram Pareto
(Sumber : Data Olahan Pribadi, 2023)

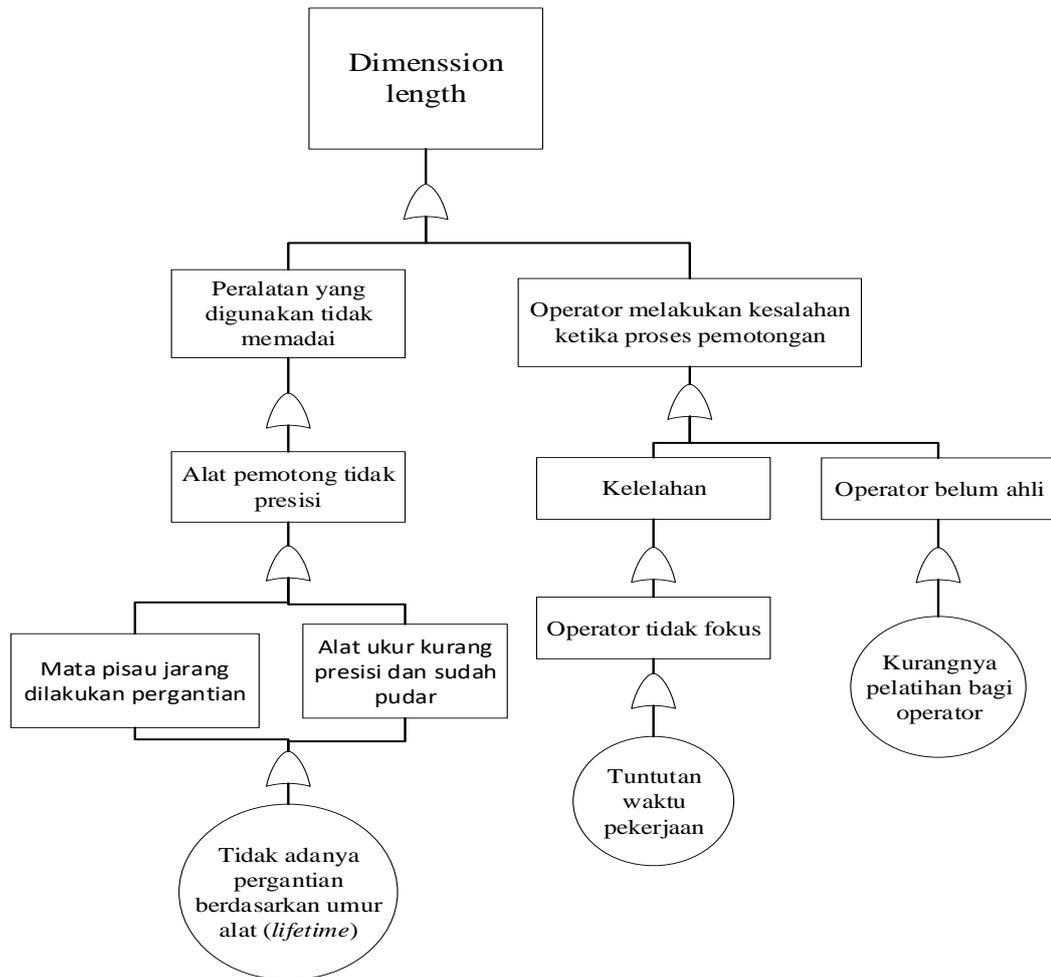
Berdasarkan pada grafik diagram Pareto pada gambar 2 dipilih jenis cacat dengan kumulatif yang mencapai 80 % untuk dianalisa dengan diagram FTA dan menjadi prioritas perbaikan diantaranya yaitu cacat *Hole Distance* dan *Dimension Length*. dengan asumsi bahwa dengan 80 % tersebut dapat mewakili seluruh jenis cacat yang terjadi.

4.4 Pengolahan FTA

Setelah kita mengetahui nilai RPN tertinggi berdasarkan data perhitungan kumulatif tertinggi pada diagram Pareto, didapatkan 2 jenis cacat *Header Boiler*, yaitu cacat *Hole Distance* dan *Dimension Length*. Langkah selanjutnya adalah menganalisis penyebab terjadinya cacat *Hole Distance* dan *Dimension Length* menggunakan pohon kesalahan atau FTA. Tujuan digunakannya metode ini yaitu untuk mendapatkan akar masalah yang terjadi atau *root cause* pada cacat *Hole Distance* dan *Dimension Length*.



Gambar 3. Diagram FTA Hole Distance
 (Sumber : Data Olahan Pribadi, 2023)



Gambar 4. Diagram FTA Dimension Length
(Sumber : Data Olahan Pribadi, 2023)

4.5 Analisa Hasil

Berdasarkan hasil pengolahan data terdapat 4 jenis cacat pada produk *Header Boiler* diantaranya *Hole Distance*, *Hole Diameter*, *Dimension Length*, dan *Incompleted*. Dari analisa menggunakan metode FMEA didapatkan nilai RPN terbesar yaitu cacat *Hole Distance* dan *Dimension Length*.

Faktor-faktor penyebab pada cacat *Hole Distance* diantaranya adalah faktor alat ukur tidak presisi dan pudar, jarang dilakukan perawatan pada mesin bor *radial drilling*, tidak adanya *shift* kerja dan kurangnya pelatihan bagi operator. Untuk cacat *Dimension Length*, faktor penyebab cacat tersebut diantaranya adalah mata pisau jarang dilakukan pergantian, alat ukur kurang presisi dan sudah pudar, tuntutan waktu pekerjaan dan kurangnya pelatihan bagi operator.

Usulan perbaikan untuk mengurangi adanya cacat *Hole Distance* diantaranya yaitu dilakukan permintaan pergantian alat ukur, melakukan perawatan mesin bor *radial drilling* secara berkala, diadakan jadwal *shift* bagi operator, dilakukan pelatihan bagi operator. Untuk cacat *Dimension Length* diantaranya yaitu melakukan perawatan secara berkala, dilakukan pelatihan khusus operator untuk pengaturan mesin sesuai SOP, diadakan jadwal *shift* bagi operator dan pengawasan ketika bekerja dan dilakukan pelatihan bagi operator.

5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- a. Berdasarkan hasil pengolahan data terdapat 4 jenis cacat pada produk *Header Boiler* diantaranya *Hole Distance*, *Hole Diameter*, *Dimension Length*, dan *Incompleted*. Analisa dengan menggunakan metode FMEA didapatkan nilai RPN terbesar yaitu cacat *Hole Distance* dan *Dimension Length*.
- b. Faktor-faktor penyebab pada cacat *Hole Distance* diantaranya faktor alat ukur tidak presisi dan pudar, jarang dilakukan perawatan pada mesin bor *radial drilling*, tidak adanya *shift* kerja dan kurangnya pelatihan bagi operator. Untuk cacat *Dimension Length*, faktor penyebab cacat tersebut diantaranya mata pisau jarang dilakukan pergantian, alat ukur kurang presisi dan sudah pudar, tuntutan waktu pekerjaan dan kurangnya pelatihan bagi operator.
- c. Usulan perbaikan untuk mengurangi adanya cacat *Hole Distance* diantaranya yaitu dilakukan permintaan pergantian alat ukur, melakukan perawatan mesin bor *radial drilling* secara berkala, diadakan jadwal *shift* bagi operator, dilakukan pelatihan bagi operator. Untuk cacat *Dimension Length* diantaranya yaitu melakukan perawatan secara berkala, dilakukan pelatihan khusus operator untuk pengaturab mesin sesuai SOP, diadakan jadwal *shift* bagi operator dan pengawasan ketika bekerja dan dilakukan pelatihan bagi operator.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Faritsy, A. Z., & Kalid, S. I. (2021). Pengendalian Produk Tas Kulit Menggunakan Metode Six Sigma dan 5W1H. *Jurnal Teknik*, 8(1). <https://doi.org/10.31000/jt.v8i1.1595>.
- Alijoyo, Antonius., Bobby Wijaya & Intan Jacob (2020). Failure Mode Effect Analysis, Analisis Modus Kegagalan dan Dampak. *Publikasi di CRMS (Center for Risk Management & Sustainability)*.
- Alkatiri, H. A., Adianto, H., & Novirani, D. (2015). Implementasi Pengendalian Kualitas untuk Mengurangi Jumlah Produk Cacat Tekstil Kain Katun Menggunakan Metode Six Sigma pada PT. SSP. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, Vol 03(03), 148-159.
- Ardyansyah, R. (2019). Analisis Penyebab Cacat Produk Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pada PT. Sinar Sanata Electronic Industry. Tugas Akhir oleh : Risky Ardyansyah Fakultas Teknik Universitas Medan Area Medan. Universitas Medan Area, 243-257.
- Arif Wicaksono, & Ferida Yuamita. (2022). Pengendalian Kualitas Produksi Sarden Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) untuk Meminimalkan Cacat Kaleng di PT. XYZ. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 1(3), 145-154.
- Hisprastin, Y., & Musfiroh, I. (2020). Ishikawa Diagram dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) sebagai Metode yang Sering Digunakan dalam Manajemen Risiko Mutu di Industri. *Majalah Farmasetika*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v6i1.27106>.
- Kasad, F. (2018). Analisa Pengendalian Kualitas Produk Versaboard di PT. Bakrie Building Industries Menggunakan Metode FTA dan FMEA. Universitas Mercu Buana, <https://doi.org/9.8473/fkef.92748>
- Krisnaningsih, E., & Hadi, F. (2020). Strategi Mengurangi Produk Cacat pada Pengecatan Boiler Steel Structure dengan Metode Six Sigma di PT. Cigading Habeam Center. *Jurnal InTent: Jurnal Industri dan Teknologi Terpadu*, 3(1), 11-24. <http://ejournal.lppm-unbaja.ac.id/index.php/intent/article/view/796>.
- Nender, M., Manossoh, H., & Tangkuman, S. J. (2021). Analisis Perlakuan Akuntansi

Produk Rusak dan Produk Cacat dalam Perhitungan Biaya Produksi untuk Menentukan Harga Jual pada UD. 7 Jaya Meubel Tondano. *Jurnal EMBA*, 9(2), 441-448. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/emba/article/view/33485/31688>.