

## ANALISIS KERUSAKAN MESIN AHU MENGGUNAKAN PENDEKATAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS

Muhamad Ikhsan Ramadhan<sup>1\*</sup>, Jojo Sumarjo<sup>1</sup>, Farradina Choria Suci<sup>1</sup>, Deri Teguh Santoso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, kab. Karawang, Jawa Barat

\*Email: 1710631150103@studentunsika.ac.id

### ABSTRACT

*At this time the development of the industry is growing rapidly so that companies are required to always produce products of good quality and according to their functions. If the machine is experiencing trouble then what must be done is to identify the damage to the machine. One of the methods used to identify the trouble is the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. With this method, with this method the point of trouble that occurs can be known. In this study, the air handling unit (AHU) machine was used as the subject of the FMEA method. The results of the analysis of the FMEA method and Pareto diagrams obtained from the field regarding the trouble to the AHU components, namely: high vibration on the motor & blower; air pressure drops on the pipeline; temperature rise in pipelines; humidity rises on the spray nozzle; high pressure difference on the air filter. Therefore, to maintain the reliability and efficiency of the AHU maintenance on component motor & blower, pipelines, air filters must be prioritized for maintenance so that the reliability and efficiency of the engine will be improved.*

*Keywords: efficient, effective, FMEA, AHU, pareto*

### PENDAHULUAN

Pada saat ini perkembangan industri semakin pesat hingga perusahaan dituntut agar selalu menghasilkan produk yang berkualitas baik dan sesuai fungsinya. Hal yang penting dimata konsumen adalah produk harus berkualitas dengan harga yang tidak terlalu mahal agar konsumen dapat terus menggunakan produk tersebut [1]. Sama halnya di dunia kerja, tuntutan akan kualitas terbaik bagi bahan dan produk selalu diharapkan untuk dapat bersaing di dunia bisnis. Oleh karena itu, dibutuhkan tenaga kerja yang ahli dan profesional di bidangnya untuk menghadapi persainagn global [2].

Banyak mesin dan peralatan yang dapat menunjang pekerjaan dan membuat industri manufaktur saat ini menjadi sangat efektif dan efisien, salah satunya mesin *Air Handling Unit* (AHU). Mesin ini adalah mesin penukar kalor antara air dingin dan udara. Prosesnya udara panas yang dihisap dari luar dihembuskan *blower* untuk melewati *coil* pendingin mesin AHU, sehingga udara tersebut akan mengalami penurunan temperatur dan menjadi dingin kemudian dihembuskan lagi ke dalam ruangan-ruangan [3].

Mesin ini bekerja secara kontinyu atau terus-menerus sehingga kerusakan dapat terjadi pada setiap bagian komponennya. Jika mesin AHU terlanjur mengalami masalah sehingga mesin rusak dan tidak berfungsi maka untuk menangani hal tersebut jalan keluarnya adalah mengidentifikasi kerusakan tersebut. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi atau menganalisis kerusakan tersebut adalah metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) [4]. Mesin AHU ini dianalisis menggunakan metode FMEA karena metode FMEA cocok digunakan saat mengolah data untuk mengidentifikasi kerusakan suatu mesin dan dengan menggunakan metode tersebut kita dapat meningkatkan

kualitas serta mengurangi kerusakan pada mesin pemeliharaan sangat berperan penting untuk menjaga peforma mesin yang digunakan agar tetap dalam kondisi yang optimal [5]. Menurut peneliti sebelumnya dari artikel Arif Rahman dan Surya Perdana, hasil analisis menggunakan metode FMEA ini juga dapat mengidentifikasi kecacatan suatu produk sebanyak 68.784 pcs dengan nilai presentase sebesar 50,1 % [6]. Oleh karena itu dengan metode FMEA ini dapat mengidentifikasi titik kerusakan dan merencanakan tindakan pemeliharaan selanjutnya karena mempertahankan kualitas mesin merupakan syarat dari sistem yang dapat diperbaiki [7].

### METODOLOGI PENELITIAN

Data yang diperoleh dan diolah dalam penelitian ini didapatkan dari PT Asia Pacific Fibers melalui program kerja praktek. Berikut metode yang digunakan:

#### Tahap perencanaan dan pelaksanaan kerja maintenance

Persiapan pada tahap ini untuk jenis pekerjaan yang diidentifikasi khususnya pada komponen utama mesin AHU ini adalah:

1. Perawatan mesin AHU
2. Penggantian *bearing S.A.F* dan *block*
3. Penggantian *V-belt*
4. *Cleanning impeller supply air fan*
5. *Cleanning lower fresh air*
6. Penggantian *bag filter*
7. *Viledon filter*
8. Penggantian *filter 95%*
9. *Final filter*

Tabel 1. *Standard Operational Procedures maintenance*

No	Jenis Masalah	Penyebab	Upaya perbaikan
1	Vibration Tinggi	1. <i>Bearing</i> Aus	1. Ganti
		2. <i>Impeller/pulley</i> tidak <i>balancing</i>	2. <i>Balancing</i>
		3. <i>Baut</i> pengikat <i>motor/blower</i> kendur	3. Kencangkan
		4. <i>Shaft impeller</i> bengkok	4. Ganti
		5. <i>Tension V-belt</i> terlalu kencang/kendur	5. <i>Setting</i> lagi
2	Pressure supply air fan turun	1. <i>V-belt</i> kendur	1. <i>Setting</i>
		2. <i>Damper</i> menutup	2. <i>Repair</i>
		3. <i>Ducting</i> bocor	3. <i>Setting</i> atau <i>Repair</i>
3	suhu naik	1. <i>Supply chilled Water</i> turun <i>pressure</i> nya	1. <i>Setting</i>
		2. <i>Supply chilled Water</i> <i>temperature</i> nya naik/turun	2. <i>Setting</i>
		3. <i>Strained chilled Water</i> kotor/tersumbat	3. <i>Cleaning</i>
4	Humidity naik	1. <i>Heating coils</i> buntu, kotor, tersumbat	1. <i>Cleaning &amp; Repair</i>
5	beda tekanan tinggi	1. <i>Villedon filter</i> kotor	1. Ganti
		2. <i>Bag filter</i> kotor	2. Ganti

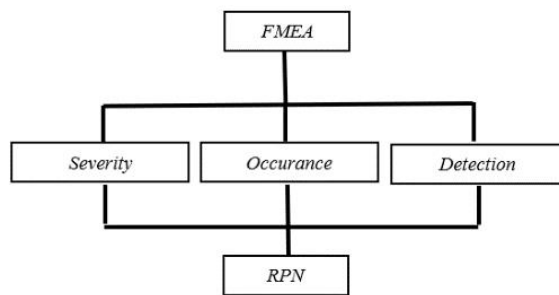
- 10. Penggantian *filter washer pump*
- 11. *Cleanning washer unit*
- 12. *Cleanning cooling coils*

**Tahap identifikasi**

Proses *maintenance* ini berpacu pada *Standard Operational Procedures* (SOP), dapat dilihat pada Tabel 1.

**Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

FMEA merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui dan menangani kerusakan pada sebuah sistem [9]. FMEA dilakukan untuk melihat risiko-risiko kegagalan yang mungkin terjadi pada mesin AHU. Ada 3 faktor yang membantu dalam menentukan prioritas dari kerusakan yaitu *Severity*, *Occurance*, dan *Detection*, Tujuannya menentukan *Nilai Priority Number* (RPN). Hubungan diantaranya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan dalam menentukan RPN

**Diagram Pareto**

Diagram *Pareto* untuk membandingkan jenis-jenis masalah yang disusun dari yang terbesar hingga yang terkecil. Angka yang paling besar adalah angka yang diprioritaskan diperbaiki saat terjadinya kerusakan. Kemudian setelah pengkategorian dari metode yang sudah dipelajari maka untuk mencari dan mengidentifikasi masalah tersebut, perlu direncanakan dan mengumpulkan data berupa:

- 1. Menentukan rumusan masalah.
- 2. Menyiapkan data yang diperlukan dan bagaimana mengklarifikasikan data itu.
- 3. Menentukan periode dan metode pengumpulan data.

- 4. menghitung frekuensi dari data dan kejadian dari masalah yang diteliti.
  - 5. Mengurutkan berdasarkan nilai frekuensinya.
  - 6. Menghitung nilai presentase dari frekuensi.
- Membuat diagram berdasarkan data yang diperoleh di atas.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Data Kerusakan/Masalah Pada Mesin AHU**

Berdasarkan data yang diperoleh bahwa masalah pada mesin AHU yang terjadi. Tabel 2 merupakan data jenis masalah.

Tabel 2. Data jumlah masalah

No.	Jenis masalah	Penyebab	Jumlah masalah
1.	Vibration tinggi	<i>Bearing</i> aus	1
		<i>Impeller/ pulley</i> tidak <i>balance</i>	1
		<i>Baut</i> pengikat <i>motor / blower</i> kendur	1
		<i>Shaft impeller</i> bengkok	1
		<i>Tension</i> pada <i>V-belt</i> terlalu kencang / kendur	1
2.	Pressure suply air fan turun	<i>V-belt</i> kendur	1
		<i>Damper</i> menutup	1
		<i>Ducting</i> bocor	1
3.	suhu naik	<i>Supply air fan</i> turun tekanannya	1
		<i>Supply chiller water</i> turun temperaturnya	1
		<i>Strained Chiller water</i> kotor	1
		<i>Coiling coils</i> kotor	5
		<i>Bak washer spray nozzle</i> kotor	7
4.	Humidity naik	<i>Final filter</i> kotor	246
		<i>Pre filter</i> kotor	242
		<i>Bag filter</i> kotor	13
5.	beda tekanan tinggi	<i>Villedon filter</i> kotor	89

Identifikasi menurut *Standar Operasional Procedures* (SOP) : Tabel 2. data masalah tanggal 22 Desember 2019 s/d 22 Desember 2020

**Menentukan Severity Occurance, dan Detection**

Tingkat keparahan dari kerusakan pada komponen mesin yang disebut *severity* (S) merupakan bahaya yang terjadi pada kerusakan saat sistem bekerja [8]. Skala keparahan (*Severity*) ditunjukkan pada Tabel 3. Penilaian ini dihitung berdasarkan jumlah kejadian (*Occurance*) [8].

Tabel 3. Skala Tingkat Severity

No	Tingkat Bahaya	Kriteria Masalah	Tingkat
1	Sangat Tinggi	Mesin mati total dan tidak berfungsi	5
2	Tinggi	Sistem eror namun mesin masih bisa berjalan	4
3	Moderat	Kinerja pada sistem menurun drastis	3
4	Kecil	Kinerja komponen pada mesin menurun	2
5	Sangat Kecil	Mesin hanya perlu disetting ulang	1

Tabel 4. Tingkat frekuensi terjadinya kerusakan (*Occurance*)

No	Kemungkinan terjadi masalah (%)	Jumlah Kejadian	Tingkat
1.	100% ada Masalah	Pasti terjadi dari 1-2 bekerja	5
2.	75% kemungkinan masalah terjadi	Terjadi dalam kurun waktu 3-30 kali operasi	4
3.	50% masalah dapat terjadi	Jarang terjadi setidaknya 31-100 kali operasi	3
4.	25% masalah masih dapat dikontrol	dari 101-300 kali operasi	2
5	Tidak pernah terjadi	Tidak pernah terjadi kejadian	1

Hasil perhitungan dengan menggunakan data dari lapangan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 6. Nilai dari indeks risiko dan RPN

No	Jenis masalah	Penyebab	Severity	Occurance	Detection	RPN
1.	Vibration tinggi	Bearing aus	5	2	3	30
		Impeller/pulley tidak balance	5	1	4	20
		Baut pengikat motor / blower kendur	1	1	1	1
		Shaft impeller bengkok	5	1	4	20
		Tension pada V-belt terlalu kencang / kendur	3	1	1	3
2.	Pressure suply air fan turun	V-belt kendur	1	1	2	1
		Damper menutup	3	1	2	6
		Ducting bocor	3	1	4	6
3.	suhu naik	Supply air fan turun tekanannya	2	1	4	8
		Supply chiller water turun temperaturnya	2	1	3	8
		Strained Chiller water kotor	2	1	3	6
		Coiling coils kotor	2	2	2	8
4.	Humidity naik	Bak washer spray nozzle kotor	2	2	2	8
		Final filter kotor	3	5	1	15
5.	beda tekanan tinggi	Pre filter kotor	3	5	1	15
		Bag filter kotor	3	3	1	9
		Viledon filter kotor	3	4	1	12

Menganalisis tingkat kontrol kerusakan atau *detection* merupakan analisis untuk tingkat kesulitan perbaikan yang terjadi didasarkan pada yang dialami oleh pihak teknisi dalam memperbaiki *modus* kerusakan komponen AHU. Adapun tingkat skala 1-5. hasil penilaian *failure mode* pada metode pengendalian kerusakan komponen AHU dapat ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Penilaian pada metode pengendalian kerusakan komponen AHU

No	Detection	Kriteria	Tingkat
1	Mustahil	Perbaikan selesai selama 24 jam	5
2	Sangat Sulit	Perbaikan selesai 6-8 jam	4
3	Sulit	Perbaikan selesai 3-5 jam	3
4	Mudah	Perbaikan selesai 1-2 jam	2
5	Sangat Mudah	Perbaikan selesai kurang dari 1 jam	1

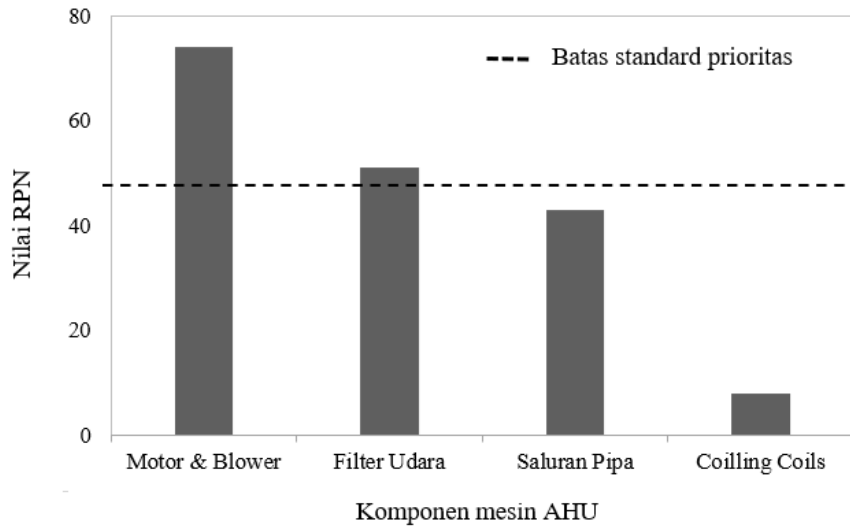
Hasil dari pendekatan metode ini dapat mengidentifikasi adanya masalah sekaligus dapat mengetahui RPN yang dihasilkan dari masalah tersebut. Maka dari itu, diinformasikan bahwasannya seluruh jenis *indeks* yang beresiko mempunyai tujuan untuk menentukan mana yang diprioritaskan. Kemudian nilai dari RPN yang telah dianalisis tadi mempunyai kemungkinan kegagalan yang sama untuk tiap komponen itu sendiri. Hal tersebut bisa diketahui dengan menggunakan persamaan (1) berikut ini, dan juga hasil dari perhitungan nilai RPN akan ditunjukkan pada Tabel 6.

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection \quad (1)$$

**Analisis Hasil FMEA**

Gambar 2 di bawah ini merupakan diagram untuk memprioritaskan penanganan kerusakan pada komponen yang diurutkan berdasarkan nilai dari analisis RPN sehingga dapat diprediksi penyebab, efek, dan pencegahan dari kerusakan mesin AHU. Hasil dari diagram pada Gambar 2 ini diperoleh dengan mengolah data nilai RPN kerusakan/masalah yang didapat dari Tabel 6. Kemudian mengelompokkan masalah-masalah

tersebut menjadi beberapa komponen yaitu: masalah vibration tinggi terdapat pada komponen motor & blower, masalah beda tekanan tinggi terdapat pada filter udara, masalah suhu naik terdapat pada komponen saluran pipa, dan masalah humidity naik terdapat pada komponen *coilling coils*.



Gambar 2. Diagram prioritas dan batas kritis kerusakan komponen

Nilai RPN ini sangat mempengaruhi pada perencanaan pemeliharaan selanjutnya yang tepat sehingga strategi pemeliharaan tergantung pada nilai RPN tinggi. Pada persamaan 1, RPN yang dihasilkan berjumlah 1s/d 1000, pada tingkat ini juga akan semakin besar terhadap nilai dari RPN yang diperoleh. Berdasarkan Tabel 6 setiap mode kerusakan pada mesin AHU memiliki rentang RPN 8 s/d 74. Kemudian pada Tabel 7 akan dijelaskan mengenai strategi pemilihan perawatan sesuai komponen.

Tabel 7. Pemilihan kriteria strategi pemeliharaan

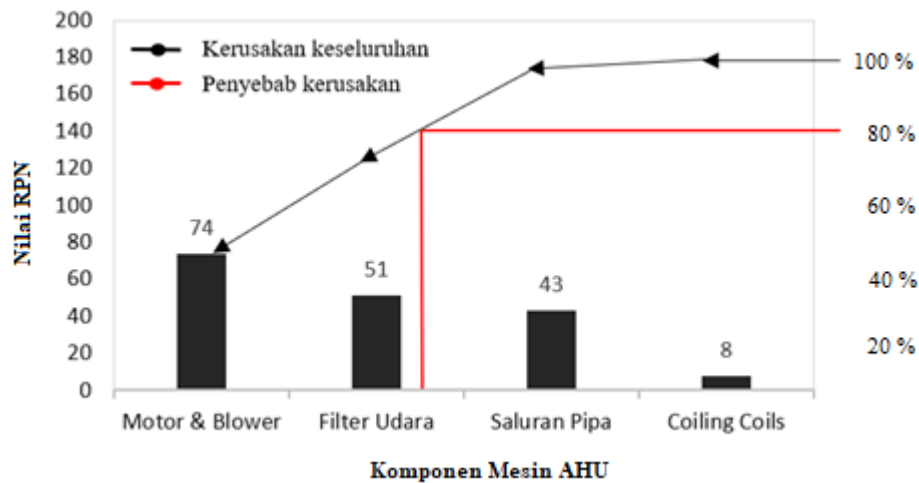
level	Jenis Maintenance	Besar RPN
1	<i>maintenance prediktif</i>	>100
2	<i>maintenance preventif</i>	50 s/d 100
3	<i>maintenance korektif</i>	RPN<50

Dilihat dari garis batas pada nilai RPN yang sudah dihitung pada Gambar 2. Nilai yang ada pada batas sebesar 44 diperoleh dari hasil rata-rata berdasarkan nilai RPN dan komponen mesin yang bermasalah. Batas tersebut sekaligus merupakan tolak ukur yang perlu diketahui untuk memprioritaskan komponen yang bermasalah dengan melihat nilai yang melebihi batas tersebut. Nilai rata-rata itu adalah batas agar dapat melakukan pencegahan dan perawatan terhadap komponen mesin AHU. Sedangkan berdasarkan pada

hasil analisis di Gambar 2 juga memperlihatkan komponen yang mempunyai nilai prioritas dalam perawatan, komponen tersebut adalah *motor* dan *blower* (RPN 74) dan *filter* udara (RPN 51).

**Diagram Pareto**

Dengan menggunakan diagram *Pareto* dapat diketahui jenis kerusakan yang domain pada mesin AHU dengan melihat kumulatifnya. Diagram *Pareto* ini juga memiliki prinsip yaitu 80/20, dimana 20% jenis kerusakan merupakan 80% dari penyebab kerusakan dari keseluruhan kerja mesin [10], dengan itu dapat diasumsikan bahwa 80% masalah utama kerusakan pada mesin AHU disebabkan oleh 20% kerusakan komponen lainnya. Komponen yang masuk dalam 80% tersebut yaitu *motor* dan *blower* (45%), *filter* udara (28%) dan saluran pipa (24%). Kerusakan pada ketiga komponen tersebut direkomendasikan untuk diprioritaskan dalam perawatan secara korektif dan berkala jika mengalami kegagalan mesin AHU. Dengan kata lain jika komponen yang termasuk dalam 80% tersebut diprioritaskan perawatannya maka akan semakin naik juga kualitas mesin AHU. Diagram Pareto akan ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Pareto Mesin AHU

Setelah melihat Gambar 3 di atas diperlukan penanganan pada komponen *motor blower* serta *filter udara*, lantaran memiliki nilai RPN diambang batas dan posisi kritis yang harus diprioritaskan perawatannya di diagram *Pareto*. Setelah mengetahui komponen mana yang perlu diprioritaskan maka upaya perawatan/perbaikan pada masing-masing komponen yaitu: pada komponen motor & *blower* merupakan komponen yang paling diprioritaskan maka upaya yang diperlukan untuk mengurangi masalah tersebut adalah memastikan komponen ini dapat berfungsi dan bekerja dengan baik, sedangkan pada komponen *filter udara* membutuhkan pergantian komponen yang sangat banyak sehingga komponen ini harus memiliki stok material yang paling banyak daripada komponen lainnya.

#### KESIMPULAN

Hasil analisis metode FMEA dan diagram Pareto yang didapat dari lapangan terkait tentang kerusakan/trouble pada komponen mesin AHU, yaitu: vibration tinggi pada motor & blower; tekanan udara turun pada saluran pipa; temperature naik pada saluran pipa; humidity naik pada spray nozzle; perbedaan tekanan tinggi pada filter udara. Sesuai prinsip Pareto bahwa 80% kerusakan pada mesin disebabkan 20% penyebab kerusakan, maka kerusakan pada motor & blower, saluran pipa, filter udara harus diprioritaskan perawatannya agar semakin andal dan efisien.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Stampa, E. Schipmann, C. dan Hamm, U. 2020. Consumer perceptions preferences and behavior regarding pasture-raised livestock products: a review, *Food Quality and Preferences*, Vol. 82, p. 103872
- [2] Sallati, C. Bertazzi, J. dan Schutzer, K. 2019. Professional skills in the product development process: the contribution of learning environments to professional skills in the industry 4.0 scenario, *Procedia CIRP*, Vol. 84, pp. 203-208.
- [3] Kayana, M. Nugraha, N. dan Dantes, K. 2019. Analisa pengaruh laju aliran *fluida* air pada saluran pipa AHU terhadap capaian suhu optimum mesin pendingin mini water chiller, *Jurnal Terapan Teknik Mesin [JTTM]*, Vol. 7 (3), pp. 129-134.
- [4] Subriadi, A. and Najwa, N. 2020. The consistency analysis of failure mode and effect analysis (FMEA) in information technology risk assessment, *Heliyon*, Vol. 6 (1), p.e03161.
- [5] Zhang, X. Liao, H. Zeng, J. Shi, G. dan Zhao, B. 2021. Optimal Condition-based opportunistic maintenance and spare parts provisioning for a two-unit system using a state partitioning, *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 209, p.107451
- [6] Rahman, A. Perdana, S. 2021. Analisis perbaikan kualitas produk carton box di PT XYZ dengan metode DMAIC dan FMEA, *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, Vol. 3 (1), 33-37
- [7] Yen, T. Wang, K. and Wu, C. 2020. Reliability-based measure of a retrial machine repair problem with working breakdowns under the F-policy, *Computers & Industrial Engineering*, 106885
- [8] Saputra, R. Santoso, D. 2021. Analisa kegagalan proses produksi plastik pada mesin cutting di PT.PKF dengan pendekatan Failure Mode and Effect Analysis, *Journal Unsika*, Vol. 6 (1) pp. 322-327
- [9] Suherman, A. Cahyana, B. 2019. Pengendalian kualitas dengan metode *failure mode effect and analysis* (FMEA) dan pendekatan kaizen untuk mengurangi jumlah kecacatan dan penyebabnya. *Semmastek*. pp 1-9
- [10] Krisnaningsih, E. Gautama, P. Syams, M. 2021. Usulan perbaikan kualitas dengan menggunakan metode FTA dan FMEA. *Jurnal InTent*. Vol. 4 (1) pp. 41-54