

# **Analisis Kegagalan Sistem *Preventive Maintenance* Alat BTT 413 Dengan Menggunakan Metode FMEA Dan FTA Pada Perusahaan Pelayanan Pesawat Di Bandara Soekarno-Hatta**

Ryan Hidayat Viery Hakim

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana  
Jl. Meruya Selatan, Kembangan, Jakarta Barat 11650

Email korespondensi: [rhvieryhakim@gmail.com](mailto:rhvieryhakim@gmail.com)

## **Abstrak**

Perusahaan Pelayanan Pesawat di Bandara Soekarno Hatta pada Departemen Maintenance dan Engineering mengalami penurunan kinerja alat Baggage Towing Tractor pada nomor inventory 413. Pada unit BTT 413 mengalami 20 total kerusakan pada periode Januari sampai juni 2022. Oleh karena itu peneliti mencoba untuk memperbaiki kinerja alat dengan pendekatan Fault Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA). Penggunaan pareto menghasilkan 13 data jenis kerusakan salah satunya, yaitu tidak bisa start dengan bobot sebesar 30%, disk caliper pecah dengan bobot sebesar 10%, dan head lamp mati dengan bobot sebesar 10%. Dengan metode FMEA diketahui hasil RPN dengan nilai tertinggi sebagai prioritas perbaikan, yaitu tidak bisa start dengan nilai RPN 381, flange starter patah dengan nilai RPN 344, dan leaf spring patah dengan nilai RPN 236. Pada analisis FTA didapatkan akar penyebab kerusakan seperti elemen aki rusak, operator tidak melakukan daily check, mekanik tidak melakukan perawatan sesuai check sheet, dan lain sebagainya. Kemudian didapatkan usulan perbaikan untuk meningkatkan keoptimalan pada alat, yaitu melakukan training kepada operator, dan memastikan mekanik melakukan perawatan sesuai check sheet dan manual book.

**Kata kunci:** Pareto, FMEA, FTA

## **Abstract**

*The Aircraft Service Company at Soekarno Hatta Airport in the Maintenance and Engineering Department experienced a decrease in the performance of the Baggage Towing Tractor tool in inventory number 413. The BTT 413 unit experienced 20 total damages in the period from January to June 2022. Therefore researchers are trying to improve the performance of the tool with an approach to Fault Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA). The use of Pareto resulted in 13 data types of damage, one of which was unable to start with a weight of 30%, a caliper disc broke with a weight of 10%, and the headlamp died with a weight of 10%. With the FMEA method, it is known that the RPN results with the highest value are the priority for repair, namely unable to start with an RPN value of 381, a broken starter flange with an RPN value of 344, and a broken leaf spring with an RPN value of 236. In the FTA analysis, the root cause of the damage is found, such as a damaged battery element, operators don't do daily checks, mechanics don't do maintenance according to check sheets, and so on. Then a recommendation for improvement is obtained to increase the optimization of the tool, namely conducting training for operators, and ensuring that mechanics carry out maintenance according to check sheets and manual books.*

**Keywords:** Pareto, FMEA, FTA

## **1. Pendahuluan.**

Dalam Industri Aviasi atau Penerbangan, Ground Handling adalah salah satu bisnis usaha dibidang jasa pelayanan pesawat komersial, kargo maupun militer. Tidak seperti transportasi lain seperti bis tidak memerlukan alat atau mesin khusus dalam melayani penumpang maupun bagasi. Pesawat ketika mendarat di bandara dan berada di apron atau tempat parkir, pesawat membutuhkan alat Ground Handling atau yang disebut dengan GSE (Ground Support Equipment) dalam sistem operasionalnya. Dalam sistem operasionalnya Ground Handling dapat melayani seperti bongkar muatan bagasi atau kargo, pengisian bahan bakar, pengisian listrik, pengisian angin dingin (Air Conditioning), Penumpang dan lain-lain.

Untuk mendukung pelayanan pesawat maka perawatan dan perbaikan secara berkala pada Ground Support Equipment perlu diterapkan agar mencapai target yang optimal. Perawatan dan perbaikan dilakukan untuk mencegah kerusakan yang fatal yang menyebabkan alat berhenti beroperasi. Namun sering kali terdapat kerusakan pada alat tersebut hingga overhaul. Kegiatan perawatan bertujuan menjaga peralatan produksi agar mampu bekerja sesuai dengan yang ditargetkan atau tidak menurun performance (Reza et al., 2017). Apabila peralatan mengalami kerusakan akan berakibat pada gagalnya atau tertundanya proses produksi. Untuk melakukan pencegahan yang optimal maka perlu adanya tindakan analisis terhadap perawatan mesin sehingga dapat menghindari kerusakan fatal yang dapat menyebabkan mesin overhaul.

Tabel 1. Data Kerusakan BTT 413

No.	Kerusakan	Tanggal Kerusakan
1	Flange starter patah	12 Januari 2022
2	Gear box bocor	09 Februari 2022
3	Tie Rod Broken	22 April 2022
4	Parking brake putus	22 Mei 2022
5	Disk caliper pecah	01 Juni 2022
6	Tidak bisa start	01 Juni 2022
7	Tidak bisa start	05 Juni 2022
8	Leaf spring patah	06 Juni 2022
9	Tie rod drag link rusak	11 Juni 2022
10	Disk caliper pecah	13 Juni 2022
11	Carter transmisi bocor	14 Juni 2022
12	Head lamp mati	15 Juni 2022
13	Monting engine rusak	15 Juni 2022
14	Tidak bisa start	16 Juni 2022
15	Tidak bisa start	21 Juni 2022
16	V-Belt alternator putus	25 Juni 2022
17	Tidak bisa start	26 Juni 2022
18	Tidak bisa start	27 Juni 2022
19	Fuel solenoid tidak ada power	27 Juni 2022
20	Head lamp mati	27 Juni 2022

Berdasarkan data tabel kerusakan yang terjadi dalam 1 Semester atau dari tanggal 1 Januari 2022 - 30 Juni 2022, jumlah kerusakan terbesar yaitu pada bulan juni yaitu 16 jenis kerusakan. Terdapat beberapa metode yang mampu menganalisis risiko potensial suatu sistem perawatan dalam upaya mengurangi kerusakan pada mesin. Salah satunya metode yang dapat digunakan adalah FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) dan FTA (Fault Tree Analysis). FMEA adalah sebuah metode untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi kegagalan serta akibatnya (Kholil & Rimawan, 2012). Sedangkan metode FTA (Fault Tree Analysis) adalah teknik analisis, analisis lingkungan, dan operasi untuk menemukan jalur/solusi dari masalah yang muncul (Suhaeri, 2017).

Kegagalan pada kegiatan perawatan akan menyebabkan terhentinya mesin. Bila kebutuhan operasional tidak sesuai dengan ketersediaan alat maka operasional akan terganggu dalam melayani pesawat. Sehingga menyebabkan keterlambatan jadwal penerbangan. Dalam hasil penelitian terdahulu lebih banyak melakukan penelitian terhadap analisis kegagalan pada alat maupun produk. Penelitian yang terkait berdasarkan analisis terhadap kegagalan alat atau sistem preventive maintenance terhadap jenis kerusakannya. Hal tersebut bertujuan untuk dijadikan acuan dalam meningkatkan kinerja alat dalam operasional. Dari hasil menggunakan metode FMEA dan FTA, dapat diketahui jenis kerusakan terbesar dan analisis kegagalan perawatan.

Penelitian yang dilakukan oleh Supraptodan & Ahya (2020), Tentang Analisis kegagalan pada alat unit produksi yang mempengaruhi kinerja dan keoptimalan produktivitas perusahaan dengan menggunakan metode FMEA dan FTA. Hasil penelitian didapatkan prioritas perbaikan dari beberapa jenis kerusakan dan akar permasalahannya. Namun penelitian ini tidak mengacu pada frekuensi kerusakan, namun pada nilai RPN dari jenis kerusakannya. Didapatkan bahwa Chasis Crack menjadi frekuensi 21 kali kerusakan lebih banyak dari pada Error 03 Transmisi dengan frekuensi 14 kali kerusakan. Namun hasil akhirnya Chasis Crack tidak menjadi prioritas perbaikan sedangkan Error 03 Transmisi menjadi prioritas perbaikan, sebab

nilai RPN Error 03 Transmisi 132 lebih tinggi dari pada Chacic Crack dengan nilai RPN 84. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jenis kerusakan mempengaruhi penurunan kinerja alat karena adanya perbaikan. Berdasarkan permasalahan tersebut maka penelitian ini menggunakan metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) dan FTA (Fault Tree Analysis) untuk dapat mengidentifikasi kegagalan dalam sistem perawatan sehingga mampu memberikan saran prioritas dalam perbaikan alat.

## 2. Metode

Dalam penelitian ini, jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kualitatif. Metode penelitian kualitatif adalah metode penelitian yang digunakan untuk meneliti pada kondisi obyek yang alamiah, di mana peneliti adalah sebagai instrumen kunci, teknik pengumpulan data dilakukan secara triangulasi, analisis data bersifat induktif, dan hasil penelitian kualitatif lebih menekankan makna dari pada generalisasi (Abdussamad, 2021).

Jenis data yang dipergunakan dalam penelitian ini dengan memakai 2 sumber yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh seperti data hasil wawancara dengan karyawan, Data hasil diskusi mengenai faktor penyebab tidak optimalnya kinerja BTT 413. Sedangkan data sekunder berupa data studi literatur, data kerusakan unit Line Maintenance, data Perbaikan unit Heavy Maintenance.

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) adalah pendekatan yang sangat terstruktur di mana semua mode kegagalan potensial dari suatu sistem dan efeknya dapat diidentifikasi, dievaluasi, dan diprioritaskan (Shafiee et al., 2019). Teknik ini dapat menghasilkan penghematan biaya atau waktu ketika digunakan selama tahap desain awal dengan memaparkan kemungkinan tantangan operasional dan menghilangkan kegagalan bertingkat. Sedangkan menurut Kholil et al (2021), FMEA adalah metodologi dalam pengembangan produk dan manajemen operasi untuk menganalisis potensi kegagalan dalam sistem yang diklasifikasikan berdasarkan tingkat keparahan dan kemungkinan kegagalan. Dalam teknik ini, skor risiko untuk setiap mode kegagalan diperoleh dengan mengalikan skor individu untuk tiga faktor risiko severity (S), occurrence (O), dan detectability (D).

Menurut Wirawati & Juniarti (2020), kegunaan metode FMEA adalah untuk pemakaian proses baru, ketika diperlukan tindakan pencegahan sebelum masalah terjadi, ketika ingin mengetahui atau mendata alat deteksi yang akan terjadi kegagalan, perubahan atau penggantian komponen peralatan dan pemindahan komponen atau proses ke arah yang baru. Metode ini dinilai mampu menganalisis suatu kegagalan pada proses maupun produk.

Dalam penerapan metode FMEA terdapat beberapa variabel utama yang harus diperhatikan. Variabel-variabel tersebut adalah tingkat kemunculan (occurrence), tingkat keparahan (severity), dan tingkat mampu deteksi (detectability) (Qosim, 2017). Setiap mode kegagalan dan efek yang ditimbulkan, ditandai dengan penilaian kritis berdasarkan probabilitas Tingkat Kemunculan (occurrence = O), Tingkat Keparahannya/bahaya (severity = S) dan Tingkat Mampu Deteksi (detectability = D) yang masing-masing diberi skala rating 1 s/d 10. Hasil perkalian  $S \times O \times D$  disebut Risk Priority Number (RPN) yaitu nilai kritis adanya risiko kegagalan dengan skala rating maksimum s/d 10.

### a. Severity

Severity adalah penilaian terhadap keseriusan dari efek yang ditimbulkan. Dalam arti setiap kegagalan yang timbul akan dinilai seberapa besar tingkat keseriusannya. Skala 1 sampai 10 digunakan untuk menentukan nilai severity (Anthony, 2018).

Tabel 2. Tabel *Severity*

Ranking	Severity	Deskripsi
10	Berbahaya tanpa peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek sangat berbahaya
9	Berbahaya dengan peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek berbahaya
8	Sangat tinggi	Sistem tidak beroperasi
7	Tinggi	Sistem beroperasi tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh
6	Sedang	Sistem beroperasi dan aman tetapi mengalami penurunan

Ranking	Severity	Deskripsi
5	Rendah	performa sehingga mempengaruhi <i>output</i>
4	Sangat rendah	Mengalami penurunan kinerja secara bertahap
3	Kecil	Efek yang kecil pada performa sistem
2	Sangat kecil	Sedikit berpengaruh pada kinerja sistem
1	Tidak ada efek	Efek yang diabaikan pada kinerja sistem
		Tidak ada efek

Sumber : Faqih, M., Arini, N. R., & Prasetya, H. E. G. (2021).

#### b. Occurance

Occurance merupakan penilaian dari keseriusan atau tingkatan dari efek yang dihasilkan oleh potensi modus kegagalan (Kurniawan et al., 2017).

Tabel 3. Tabel *Occurrence*

Ranking	Occurrence	Deskripsi
1		
2	Tidak ada efek	Hampir tidak ada kegagalan
3		
4	Rendah	Sangat kecil terjadi kegagalan
5		
6	Sedang	Jarang terjadi kegagalan
7		
8	Tinggi	Kegagalan yang berulang
9		
10	Sangat tinggi	Sering gagal

Sumber : Faqih, M., Arini, N. R., & Prasetya, H. E. G. (2021).

#### c. Detection

Detection merupakan tingkatan untuk menunjukkan ketelitian alat deteksi yang dipakai. Tingkatan dalam hal ini berupa ranking dari 1 hingga 10. Angka 1 menunjukkan kepastian terdapatnya mode kegagalan yang terdeteksi pada sistem tersebut, sedangkan angka 10 menunjukkan kemampuan rendah dalam deteksi sistem (Pibisono et al., 2020).

Tabel 4. Tabel *Detection*

Ranking	Detection	Deskripsi
1	Hampir pasti	Potensi penyebab dan kegagalan akan selalu terdeteksi.
2	Sangat tinggi	Sangat tinggi kemungkinan untuk dideteksi.
3	Tinggi	Kemungkinan besar untuk dideteksi.
4	Menengah ke atas	Kemungkinan cukup tinggi untuk dideteksi.
5	Sedang	Kemungkinan sedang untuk dideteksi.
6	Rendah	Kemungkinan kecil untuk dideteksi.
7	Sangat rendah	Sangat kecil kemungkinannya untuk dideteksi.
8	Kecil	Kemungkinan kecil untuk dideteksi.
9	Sangat kecil	Sangat kecil kemungkinannya untuk dideteksi.
10	Tidak pasti	Tidak terdeteksi.

Sumber : Faqih, M., Arini, N. R., & Prasetya, H. E. G. (2021).

#### d. RPN

Risk Priority Number (RPN) merupakan hubungan antara tiga buah variabel yaitu Severity (Keparahan), Occurrence (Frekuensi Kejadian), Detection (Deteksi Kegagalan) yang menunjukkan tingkat risiko yang mengarah pada tindakan perbaikan (Kurnia et al., 2018). Nilai RPN dihitung dengan rumus di bawah ini:







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

#### FTA (*Fault Tree Analysis*)

FTA (*Fault Tree Analysis*) adalah salah satu teknik yang dapat diandalkan, di mana kegagalan yang tidak diinginkan, diatur dengan cara menarik kesimpulan dan dipaparkan dengan gambar Ansori & Mustajib (2013). FTA sendiri digambarkan dalam bentuk pohon yang menggambarkan kegagalan sebab akibat yang dihubungkan dengan logika gerbang sederhana yaitu "AND" dan "OR". Menurut Krisnaningsih et al.,

(2021), FTA memiliki simbol-simbol khusus dalam pembuatannya. Simbol-simbol dan pengertiannya dapat dilihat pada Tabel 5.

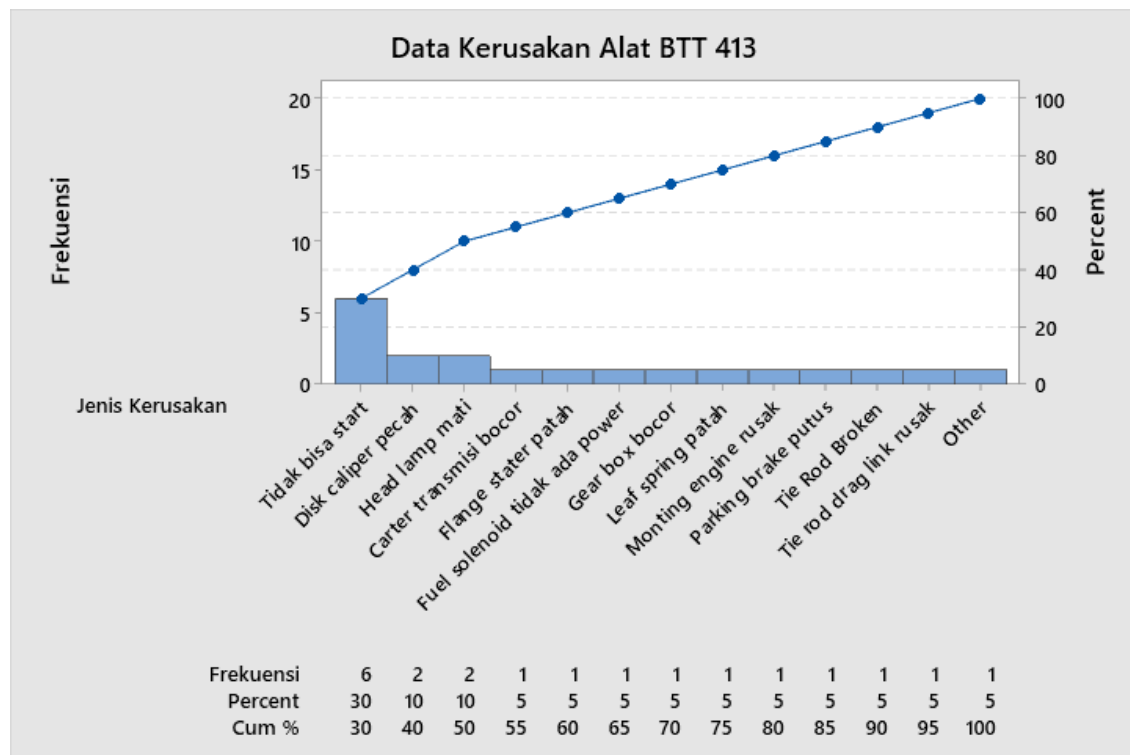
**Tabel 5. Simbol-Simbol FTA**

Simbol	Arti
	<i>Basic Event</i> Dasar inisiasi kesalahan yang tidak membutuhkan pengembangan yang lebih jauh
	<i>Conditioning Eventy</i> Kondisi <i>specifiy</i> yang dapat diterapkan ke berbagai gerbang logika.
	<i>Undevelopment Event</i> <i>Event</i> yang tidak dapat dikembangkan lagi karena informasi tidak tersedia.
	<i>Extenal Event</i> <i>Event</i> yang diekspektasikan muncul
	Gerbang <i>AND</i> Kesalahan muncul akibat semua input masalah yang terjadi.
	Gerbang <i>OR</i> Kesalahan muncul akibat salah satu input masalah yang terjadi.

Sumber : Krisnaningsih et al., (2021)

### 3. Hasil Penelitian

Berdasarkan pengolahan diagram pareto dapat disimpulkan bahwa terdapat 13 jenis kerusakan pada alat BTT 413 kerusakan yang paling dominan sampai yang terendah pada bulan Januari – Juni 2022 adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Tabel 6 Hasil Analisis Pareto

pada diagram pareto chart maka dapat diketahui bahwa tidak bisa start menjadi jenis kerusakan dengan jumlah data atau persentase kerusakan terbanyak dalam periode 1 Januari – 30 Juni 2022.

Hasil Analisis FMEA

Berdasarkan hasil kuisioner analisis FMEA dengan berbagai pihak terkait, maka didapatkan nilai severity, occurance dan detection. Kemudian dihitung untuk mendapatkan nilai RPN seperti pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis FMEA

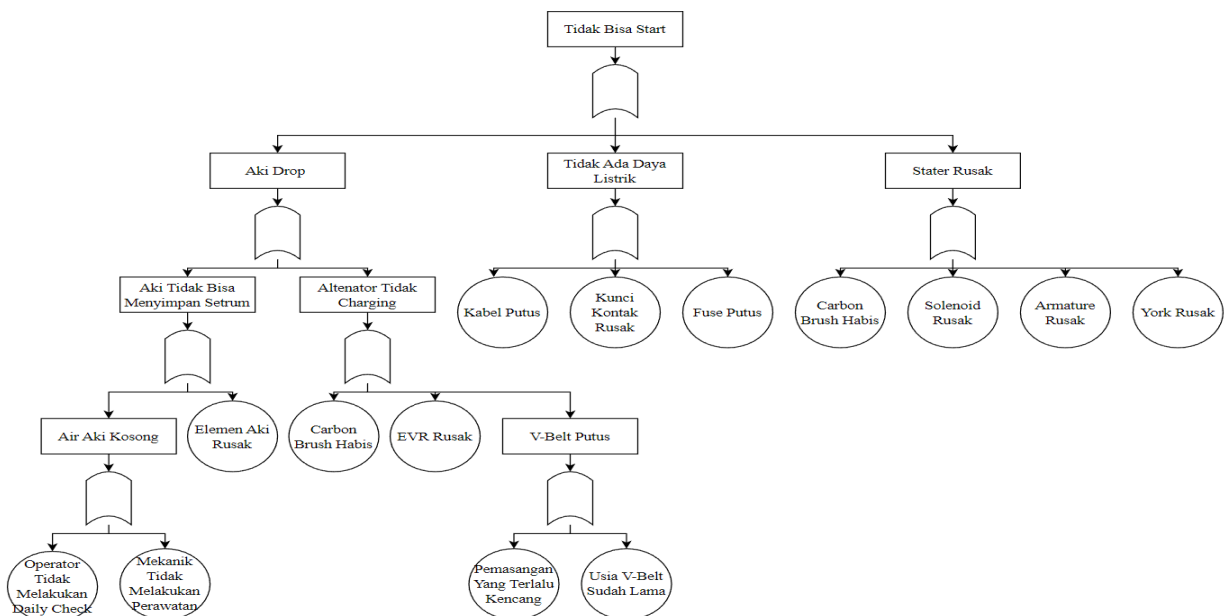
Mode kegagalan	S	O	D	RPN	Ranking
Tidak bisa start	8	7	7	381	1
Flange starter patah	8	6	8	344	2
Leaf spring patah	7	6	6	236	3
V-Belt alternator putus	7	4	5	148	4
Tie Rod Broken	7	5	4	139	5
Disk caliper pecah	7	4	5	131	6
Fuel solenoid tidak ada power	8	5	3	125	7
Tie rod drag link rusak	7	5	4	116	8
Gear box bocor	6	5	3	107	9
Parking brake putus	6	4	4	103	10
Head lamp mati	4	5	5	100	11
Carter transmisi bocor	7	4	3	96	12
Monting engine rusak	6	4	3	80	13

Dari hasil analisis FMEA tersebut didapatkan nilai RPN dari mulai yang tertinggi sampai terendah. Berikut ini adalah hasil dari analisa FMEA 3 jenis kerusakan tertinggi sebagai prioritas perbaikan pada alat BTT 413 yaitu tidak bisa start dengan nilai RPN sebesar 381, flange starter patah dengan nilai RPN sebesar 344, dan leaf spring patah dengan nilai RPN 236.

**Hasil Analisis FTA**

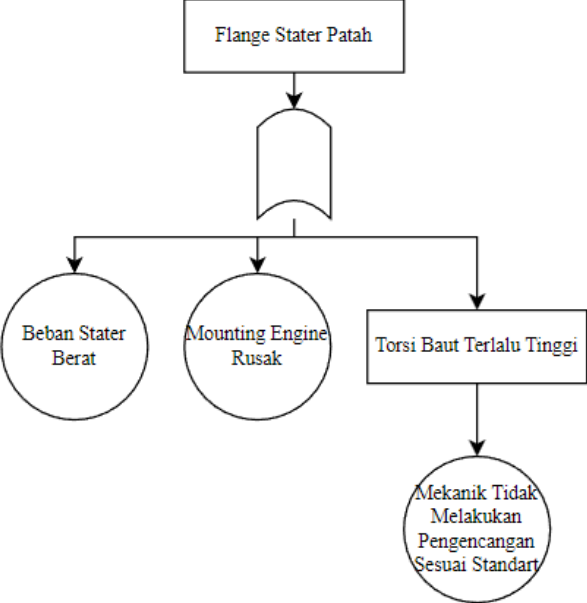
Hasil analisis dengan metode FMEA pada permasalahan pada perusahaan pelayanan pesawat pada 3 prioritas perbaikan pada alat BTT 413 penyebab terjadinya kerusakan yaitu tidak bisa start, flange starter patah dan leaf spring patah. Kemudian pada masing-masing kerusakan mempunyai akar penyebab sebagai berikut :

a. Tidak Bisa Start



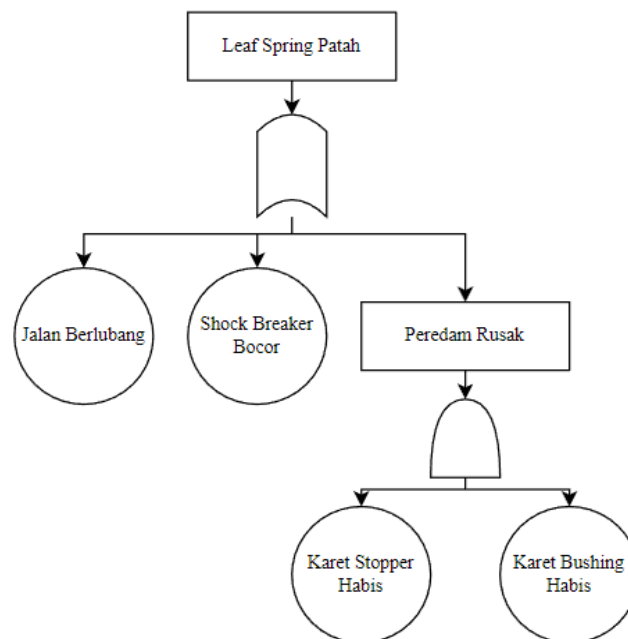
Gambar 1. Tidak Bisa Start

b. Flange Starter Patah



Gambar 2. Flange Starter Patah

c. Leaf Spring Patah



Gambar 3. Leaf Spring Patah

#### 4. Diskusi. Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan bertujuan untuk menemukan solusi yang tepat untuk mengatasi 3 jenis kerusakan tertinggi yang sudah didapatkan dari hasil analisis menggunakan metode FMEA sebagai prioritas perbaikan penyebab kerusakan terhadap akar penyebab kerusakan yang didapatkan dari hasil analisis menggunakan metode FTA. Pada tahap ini usulan perbaikan dengan menggunakan metode 5W+1H dari akar penyebab terjadinya tidak bisa start, flange starter patah dan leaf spring patah. Berikut usulan perbaikan dengan menggunakan metode 5W+1H:

a. Tidak Bisa Start

Tabel 7. Tidak Bisa Start

Penyebab Kegagalan	What	Why	Where	When	Who	How
Operator tidak melakukan <i>daily check</i>	Operator perlu diberikan <i>training</i> atau sosialisasi cara melakukan <i>daily check</i> baik sesudah dan sebelum menggunakan alat	Karena alat perlu dilakukan <i>daily check</i> agar dapat menghindari risiko kerusakan minimum saat sedang digunakan	Area Parking Stand atau Area Bengkel	Setiap saat ada operator baru atau operator yang belum mengerti cara melakukan <i>daily check</i> pada alat	Supervisor Operator	Operator melakukan pelatihan cara melakukan <i>daily check</i> dan menggunakan form pencatatan pengecekan pada alat
Mekanik tidak melakukan perawatan	Mekanik harus mengikuti instruksi perawatan sesuai daftar perawatan	Supaya perawatan alat lebih optimal dan meminimalisir kerusakan	Area Bengkel	Setiap melakukan perawatan pada alat	Mekanik	Dengan cara mematuhi instruksi perawatan sesuai <i>check sheet</i>



Penyebab Kegagalan	What	Why	Where	When	Who	How
Elemen aki rusak	pada <i>check sheet</i> Melakukan pengecekan dengan spesial <i>tool</i> hydrometer dan battery tester	Mencegah kerusakan elemen aki dan komponen aki lainnya secara dini	Area Bengkel	Setiap melakukan perawatan pada alat	Mekanik	Pada saat perawatan dilakukan pengecekan nilai kadar asam pada air aki dan melakukan pengecekan tingkat kesehatan aki dengan battery tester
Carbon brush alternator habis	Memberikan batas minimum ukuran pergantian pada carbon brush	Mencegah carbon brush habis saat alat digunakan	Area Bengkel	Setiap melakukan perawatan pada alat	Mekanik	Membuat batas minimum pergantian pada <i>check sheet</i>
AVR rusak	Melakukan pergantian pada part yang rusak	Supaya arus tegangan listrik pada sistem <i>charging</i> dapat distabilkan	Area Bengkel	Setiap melakukan perbaikan atau perawatan pada komponen	Mekanik	Melakukan pergantian pada part AVR
Pemasangan yang terlalu kencang pada v-belt	Mekanik harus mengikuti instruksi kekencangan sesuai <i>manual book</i>	Supaya risiko v-belt putus saat alat digunakan dapat dihindari	Area Bengkel	Setiap melakukan perawatan pada alat	Mekanik	Menambahkan Intruksi kekencangan pada <i>check sheet</i>
Usia V-belt sudah lama	Membuat batas waktu pemakaian pada v-belt	Supaya risiko v-belt putus saat alat digunakan dapat dihindari	Area Bengkel	Setiap melakukan perawatan dan <i>daily check</i> pada alat	Mekanik dan Operator	Membuat batas waktu pemakaian alat pada form <i>check sheet</i> dan <i>daily check</i>
Kabel Putus	Melakukan pergantian pada kabel yang putus	Supaya arus tegangan listrik dapat diteruskan ke komponen listrik lainnya	Area Bengkel	Setiap melakukan perbaikan atau perawatan pada komponen	Mekanik	Melakukan pergantian kabel dan diberikan isolasi listrik atau cover pelindung kabel
Kunci kontak rusak	Melakukan pergantian pada kunci kontak	Supaya arus tegangan listrik ke komponen listrik lainnya dapat diteruskan dan dimatikan	Area Bengkel	Setiap melakukan perbaikan atau perawatan pada komponen	Mekanik	Melakukan pergantian kunci kontak
Fuse Putus	Melakukan pergantian pada fuse yang putus	Supaya arus tegangan listrik dapat diteruskan ke komponen listrik lainnya	Area Bengkel	Setiap melakukan perbaikan atau perawatan	Mekanik	Melakukan pergantian fuse

Penyebab Kegagalan	What	Why	Where	When	Who	How
Carbon brush starter habis pada starter	Memberikan batas minimum ukuran pergantian pada carbon brush	Mencegah carbon brush habis saat alat digunakan	Area Bengkel	Setiap melakukan perawatan pada alat	Mekanik	Membuat batas minimum pergantian pada <i>check sheet</i>
Solenoid rusak	Melakukan pergantian pada solenoid yang rusak	Supaya dapat menggerakkan drive pinion dan bisa menhidupkan engine	Area Bengkel	Setiap melakukan perbaikan atau perawatan pada komponen	Mekanik	Melakukan pergantian solenoid
Armature rusak	Melakukan pergantian pada armature yang rusak	supaya dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dan engine bisa dihidupkan	Area Bengkel	Setiap melakukan perbaikan atau perawatan pada komponen	Mekanik	Melakukan pergantian armature
Yoke rusak	Melakukan pergantian pada yoke yang rusak	Supaya menghindari hubungan arus pendek pada komponen yoke	Area Bengkel	Setiap melakukan perbaikan atau perawatan pada komponen	Mekanik	Melakukan pergantian yoke

b. Flange Starter Patah

Tabel 2. Flange Starter Patah

Penyebab Kegagalan	What	Why	Where	When	Who	How
Beban starter berat	Melakukan modifikasi penambahan bracket mounting starter	Agar getaran pada starter dapat diminimalisir	Area Bengkel	Setiap melakukan perawatan pada alat	Engineer dan Mekanik	Dengan cara melakukan analisis dan percobaan terhadap modifikasi
Mounting engine rusak	Melakukan pergantian mounting yang rusak	Supaya meredam getaran yang dihasilkan oleh engine	Area Bengkel	Setiap melakukan perbaikan atau perawatan pada komponen	Mekanik	Melakukan pergantian mounting engine
Mekanik tidak melakukan pengencangan baut sesuai standar	Mekanik harus mengikuti instruksi keencangan sesuai <i>manual book</i>	Supaya retak atau patah pada permukaan alat dapat dihindari	Area Bengkel	Setiap melakukan perbaikan atau perawatan pada komponen	Mekanik	Menambahkan Instruksi keencangan pada <i>check sheet</i>

c. Leaf Spring Patah

Tabel 3. Leaf Spring Patah

Penyebab	What	Why	Where	When	Who	How
----------	------	-----	-------	------	-----	-----

Kegagalan						
Jalan berlubang	Membuat laporan perbaikan jalan	Supaya tidak mengganggu mobilitas alat saat berjalan	Air Side Bandara	Setiap terdapat jalan yang berlubang atau rusak	Otoritas Bandara	Menambal atau membuat kembali jalan
Shock breaker bocor	Melakukan pergantian seal atau shock breaker bocor	Supaya membantu menyerab beban tekanan atau guncangan pada leaf spring	Area Bengkel	Setiap melakukan perbaikan atau perawatan pada komponen	Mekanik	Melakukan pergantian seal atau shock breaker
Karet stopper habis	Melakukan pengecekan secara berkala saat melakukan kegiatan perawatan	Supaya menghindari leaf spring patah akibat guncangan yang berlebih yang disebabkan oleh karet stopper yang habis	Area Bengkel	Setiap melakukan perawatan pada alat	Mekanik	Menambahkan daftar pengecek dan pergantian pada form <i>check sheet</i>
karet bushing habis	Melakukan pengecekan secara berkala saat melakukan kegiatan perawatan	Supaya menghindari leaf spring patah akibat guncangan berlebih yang disebabkan oleh karet bushing yang habis	Area Bengkel	Setiap melakukan perawatan pada alat	Mekanik	Menambahkan daftar pengecek dan pergantian pada form <i>check sheet</i>

## 5. Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan dapat diketahui 3 jenis kerusakan yang paling sering terjadi adalah tidak bisa start dengan bobot sebesar 30% dengan jumlah frekuensi sebanyak 6 kali, disk caliper pecah dengan bobot sebesar 10% dengan jumlah frekuensi sebanyak 2 kali, dan head lamp mati dengan bobot sebesar 10% dengan jumlah frekuensi sebanyak 2 kali.

Berdasarkan hasil pembahasan terdapat 3 jenis kerusakan dengan nilai RPN tertinggi pada tahap analisis metode FMEA yaitu tidak bisa start dengan nilai RPN sebesar 381, flange starter patah dengan nilai RPN sebesar 344, dan leaf spring patah dengan nilai RPN 236. Dapat disimpulkan bahwa jumlah frekuensi pada jenis kerusakan pada alat belum tentu mempengaruhi kinerja atau keoptimalan alat untuk operasional. Namun, nilai RPN yang telah mempengaruhi kinerja atau keoptimalan alat untuk operasional. Sebab, RPN mencakup nilai severity sebagai nilai efek kegagalan dari kerusakan alat, occurrence sebagai nilai tingkat keseriusan, dan nilai detection sebagai nilai kepastian dari kerusakan pada alat. Oleh karena itu 3 jenis kerusakan dengan nilai RPN tertinggi inilah yang menjadi prioritas utama dalam hal perbaikan. Kemudian melakukan identifikasi akar penyebab kerusakan dengan metode FTA.

### Saran

Hasil identifikasi upaya perbaikan terhadap akar penyebab kerusakan pada alat yaitu melakukan training kepada operator, memastikan mekanik melakukan perawatan sesuai check sheet dan manual book, melakukan pengecekan komponen tertentu dengan special tool, membuat batasan minimum pergantian pada check sheet, melakukan pergantian komponen yang rusak, modifikasi braket starter, dan melaporkan kerusakan jalan di bandara

### Daftar Pustaka

- Abdussamad, Z. (2021). *Metode Penelitian Kualitatif* (P. Rapanna, Ed.; Cetakan I, Vol. 1). CV. syakir Media Press.
- Ansori, N., & Mustajib, M. I. (2013). *Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System)* (N. Ansori & M. I. Mustajib, Eds.; Edisi Pertama). Graha Ilmu.
- Anthony, M. B. (2018). ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN HOT ROOLER TABLE DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA). *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 4(1), 1–8. <http://ejournal.lppmunsera.org/index.php/INTECH/article/view/851>
- Budiyanto, E., & Yuono, L. D. (2021). *Proses Manufaktur*.
- Corder, A. (1992). *Teknik Manajemen Pemeliharaan*.
- Daryus, A. (2007). *MANAJEMEN PEMELIHARAAN MESIN*.
- Firmansyah, I. S., & Suparno. (2020). Improvement of Overhaul Maintenance Management System Based on Failure Method Operation Failure Analysis Using The FMEA Method. *IPTeK Journal*, 3. <https://iptek.its.ac.id/index.php/jps/article/view/11224>
- ISWANTO, A. H. (2008). *MANAJEMEN PEMELIHARAAN MESIN-MESIN PRODUKSI*.
- Kholil, M., Haekal, J., Suparno, A., Oktaandhini, D. S., & Widodo, T. (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). <https://doi.org/10.51542/ijscia.v2i5.8>
- Kholil, M., & Rimawan, E. (2012). ANALISA KEGAGALAN DESAIN KOMPONEN ELEMENT COVER (ELCO) OIL FILTER DENGAN METODE FMEA (FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS) DI PT. SELAMAT SEMPURNA TBK.
- Krisnaningsih, E., Gautama, P., & Syams, M. F. K. (2021). USULAN PERBAIKAN KUALITAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE FTA DAN FMEA. *Jurnal InTent*, 4(1). <http://ejournal.lppmunbaja.ac.id/index.php/intent/article/view/1401>
- Kurnia, D., Handjoyo, S., & Budiawan, W. (2018). IDENTIFIKASI PENYEBAB KERUSAKAN MESIN ASPHALT MIXING PLANT (AMP) PT PURI SAKTI PERKASA MENGGUNAKAN METODE FMEA & LTA. *Industrial Engineering Online Journal*, 6(4). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/20499>
- Kurniawan, B. H., Yusuf, M., & Parwati, C. I. (2017). EVALUASI PERAWATAN MESIN DENGAN METODE FAULT TREE ANALYSIS (FTA) DAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) PADA CV. JULANG MARCHING. *Jurnal REKAVASI*, 5(2), 80–86. <https://journal.akprind.ac.id/index.php/rekavasi/article/view/267>
- Moch. Faqih, Nu Rhahida Arini, & Hendrik Elvian Gayuh Prasetya. (2021). The Development of A Reliability Evaluation Application for Power Plant Steam Turbine Vibrations to Predict Its Failure. *EMITTER International Journal of Engineering Technology*, 9(2), 268–282. <https://doi.org/10.24003/emitter.v9i2.619>
- Nugraha, E., & Sari, R. M. (2019). Analisis Defect dengan Metode Fault Tree Analysis dan Failure Mode Effect Analysis. *Organum: Jurnal Saintifik Manajemen Dan Akuntansi*, 2(2), 62–72. <https://doi.org/10.35138/organu>
- Pibisono, A., Suprpto, & Ahya, R. (2020). ANALISIS KEGAGALAN MAINTENANCE UNIT PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE FMEA DAN FTA DI PT.SAPTAINDRA SEJATI. JAPTI: *Jurnal Aplikasi Ilmu Teknik Industri*, Pp 1-10, 1(2), 1–10. <http://journal.univetbantara.ac.id/index.php/japti/article/view/1257>
- Qosim, nanang. (2017). ANALISIS KEGAGALAN KOMPRESOR TORAK PK 60-150 DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS. *Jurnal Penelitian Saintek*, 22(2), 80–89. <https://journal.uny.ac.id/index.php/saintek/article/download/15444/10293>
- Reza, D., Supriyadi, & Ramayanti, G. (2017). ANALISIS KERUSAKAN MESIN MANDREL TENSION REEL DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA).
- Shafiee, M., Enjema, E., & Kolios, A. (2019). An integrated FTA-FMEA model for risk analysis of engineering systems: A case study of subsea blowout preventers. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/app9061192>
- Shrivastava, R., & Singh, A. (2018). Research on Failure Mode and Effect Analysis of Diesel Engine *IRJET Journal. Nternational Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 5(05). <https://www.academia.edu/download/58282089/IRJET-V5I5753.pdf>

- Singh Bhangu, N., & Grover, S. (2019). RISK ASSESSMENT OF GEAR BOX OF WIND TURBINE USING FMEA APPROACH. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD)*, 9(6), 2249–6890. [www.tjprc.org](http://www.tjprc.org)
- Suhaeri. (n.d.). *Analisa Pengendalian Kualitas Produk Jumbo Roll Dengan Menggunakan Metode FTA (Fault Tree Analysis) Dan FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) Di PT. Indah Kiat Pulp & Paper, Tbk.*
- Syahza, A. (2021). *METODOLOGI PENELITIAN (Edisi Revisi)*. UR Press Pekanbaru. <https://www.researchgate.net/publication/354697863>
- Syukron, A., & Kholil, M. (2012). *Six Sigma Quality for Business Improvement*.
- Wirawati, S. M., & Juniarti, A. D. (2020). PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK BENANG CARDED UNTUK MENGURANGI CACAT DENGAN MENGGUNAKAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA). *Jurnal InTent*, 3(2). <http://ejournal.lppm-unbaja.ac.id/index.php/intent/article/view/954>