



Analisis Kegagalan *Battery* P/N 2758 dengan Menggunakan Metode RCM pada Pesawat Airbus 320 di PT XYZ

Fadel Rachmat Hidayat

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

Lilies Esthi Riyanti

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

Muhammad Faridh Al Farisy

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

Alamat: Kabupaten Tangerang, Banten 15820

Korespondensi penulis: fadelrchmt29@gmail.com

Abstract. *The Battery component on the Airbus 320 plays an important role in the aircraft's electrical system, especially when the aircraft is on the ground, during the start process of the Auxiliary Power Unit (APU), and in emergency conditions. Battery P/N 2758 is categorized as a NO GO item, meaning that if it fails, the aircraft is not permitted to fly. This component is a hard time component with a specific service life limit. Based on PT XYZ data, there were 184 cases of component removal within one year, indicating a high failure frequency before the end of its service life, which increases maintenance costs and disrupts flight schedules. This study analyzes the causes of Battery P/N 2758 failures and determines maintenance strategies using the Reliability Centered Maintenance (RCM) method with Failure Mode Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA) approaches. The FMEA results identify four failure modes: Low Voltage, Battery Weak, Battery Drop, and Low Insulation, with Low Voltage having the highest RPN value of 192. FTA identifies three main causes: human error, improper work procedures, and environmental conditions. The recommended RCM strategies include Scheduled On-Condition Task and Failure Finding Task, with preventive actions such as voltage inspection, cleanliness maintenance, and proper storage temperature. This approach effectively minimizes failures by improving procedural discipline and regular inspections.*

Keywords: *Battery, Failure Mode Effect Analysis (FMEA), Fault Tree Analysis (FTA), Reliability Centered Maintenance (RCM).*

Abstrak. Komponen *Battery* pada pesawat *Airbus 320* berperan penting dalam sistem kelistrikan, terutama saat pesawat di darat, proses start *Auxiliary Power Unit (APU)*, dan kondisi darurat. *Battery P/N 2758* termasuk *NO GO item*, artinya jika rusak pesawat tidak diizinkan terbang. Komponen ini merupakan *hard time component* dengan batas usia pakai tertentu. Berdasarkan data PT XYZ terdapat 184 kasus *component removal* dalam

satu tahun, menunjukkan frekuensi kegagalan tinggi sebelum usia pakai tercapai, yang berdampak pada meningkatnya biaya perawatan dan terganggunya jadwal penerbangan. Penelitian ini menganalisis penyebab kegagalan Battery P/N 2758 dan menentukan strategi pemeliharaan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* dengan pendekatan *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)* dan *Fault Tree Analysis (FTA)*. Hasil *FMEA* menunjukkan empat mode kegagalan, yaitu *Low Voltage*, *Battery Weak*, *Battery Drop*, dan *Low Insulation*, dengan *Low Voltage* memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 192. *FTA* mengidentifikasi tiga penyebab utama, yaitu *human error*, prosedur kerja yang salah, dan kondisi lingkungan. Strategi *RCM* yang direkomendasikan meliputi *Scheduled On-Condition Task* dan *Failure Finding Task* dengan tindakan pencegahan seperti pemeriksaan tegangan, kebersihan, dan suhu penyimpanan. Pendekatan ini efektif meminimalkan kegagalan dengan meningkatkan disiplin prosedur dan inspeksi berkala.

Kata kunci: Baterai, *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)*, *Fault Tree Analysis (FTA)*, *Reliability Centered Maintenance (RCM)*.

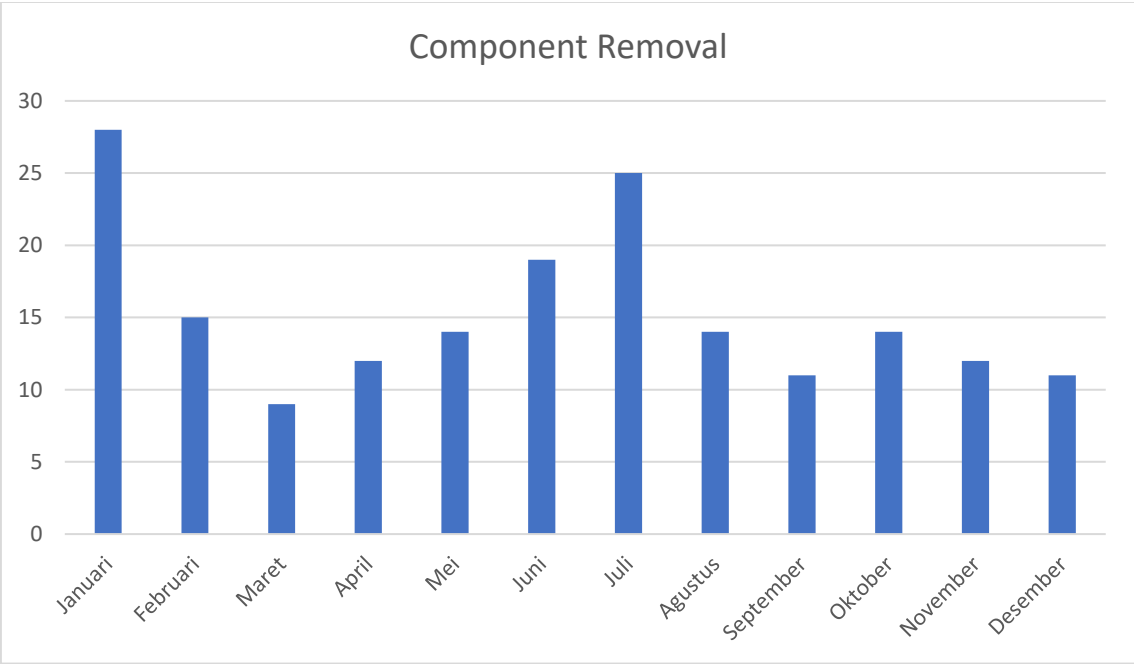
LATAR BELAKANG

Penerbangan merupakan bagian dari sistem transportasi nasional yang memiliki sifat dapat bergerak dalam waktu cepat, memanfaatkan teknologi canggih, padat modal, manajemen yang andal, serta memerlukan jaminan keselamatan dan keamanan yang maksimal, perlu dikembangkan potensi dan fungsinya secara efektif dan efisien, serta mendukung terciptanya pola distribusi nasional yang stabil dan dinamis (UU No.1 Tahun 2009). Menurut (Shevilia, 2023) Perawatan pesawat udara unsur penting dalam penerbangan. Perawatan adalah semua kegiatan yang dilakukan untuk memastikan pesawat dalam keadaan laik udara. Untuk melaksanakan pemeliharaan dengan benar, maka setiap pesawat diharuskan memiliki program perawatan. Hal ini sesuai dengan Undang-Undang Nomor 1 tahun 2009 pasal 46 yang menyatakan bahwa “Setiap individu yang mengoperasikan pesawat udara wajib merawat pesawat udara, mesin pesawat udara, baling-baling pesawat terbang, dan komponennya untuk mempertahankan keandalan dan kelaikudaraan (*airworthiness*) secara berkelanjutan”.

Sistem yang harus dilakukan perawatan adalah *Battery*. *Battery* pesawat berfungsi sebagai penyuplai aliran listrik Ketika di darat, penyuplai aliran listrik pada saat keadaan *emergency* dan sebagai penyuplai arus *DC*. Terdapat dua jenis *Battery* yaitu *lead-acid* dan *nickel-cadmium (NiCd)*. *Battery lead-acid* banyak digunakan oleh *small aircraft* dan *Battery nickel-cadmium (NiCd)* banyak digunakan oleh pesawat komersial (Federal

Aviation Adminstration, 2023). Berdasarkan data yang penulis dapatkan dari PT. XYZ pada kurun waktu 1 tahun terdapat 184 *component removal* yang terjadi pada *Battery* pesawat Airbus 320-200.

Tabel 1. Jumlah *Component Removal*



Bulan	Jumlah
Januari	28
Februari	15
Maret	9
April	12
Mei	14
Juni	19
Juli	25
Agustus	14
September	11
Oktober	14
November	12
Desember	11
Total	184

Sumber: PT XYZ (2024).

Sebagaimana yang tertera pada Tabel 1. telah tercatat 184 *component removal* dalam kurun waktu 1 tahun. *Battery* termasuk ke dalam komponen *hard time*, artinya komponen ini sudah memiliki interval waktu yang sudah ditentukan di dalam *maintenance program*. Walaupun memiliki jadwal *maintenance* yang sudah ditetapkan namun, masih sering ditemukan kegagalan sebelum memasuki waktu untuk *maintenance* komponen tersebut. Berdasarkan *Minimum Equipment List (MEL)*, *Battery* juga termasuk ke dalam item “*NO GO*” yang apabila terjadi kerusakan pada komponen ini pesawat tidak dapat diizinkan untuk terbang.

Banyaknya kasus kegagalan yang terjadi pada komponen ini berdampak langsung terhadap operasional penerbangan, khususnya dalam bentuk keterlambatan (*delay*). Selain itu, kegagalan-kegagalan tersebut juga menyebabkan peningkatan biaya operasional. Hal ini tentunya memengaruhi efisiensi dan keandalan sistem secara keseluruhan. Dalam rangka meningkatkan performa *Battery* P/N 2758 pada pesawat Airbus 320, penulis akan melakukan analisis kegagalan menggunakan pendekatan *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. *RCM* merupakan suatu proses sistematis untuk menentukan tindakan pemeliharaan yang tepat agar suatu aset fisik dapat terus menjalankan fungsinya secara optimal dalam konteks operasional saat ini (Prayoga dkk., 2021).

Dalam implementasinya, penulis menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dan *Fault Tree Analysis (FTA)* sebagai bagian dari analisa dalam pendekatan *RCM*. *FMEA* digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi modus kegagalan pada komponen *Battery* berdasarkan tiga parameter utama, yaitu tingkat keparahan (*Severity – S*), kemungkinan terjadinya (*Occurrence – O*), dan kemampuan deteksi (*Detectability – D*), yang kemudian dikombinasikan dalam *Risk Priority Number (RPN)* untuk menentukan tingkat prioritas risiko (Alijoyo dkk., 2020). Selain itu, *Fault Tree Analysis (FTA)* digunakan untuk memodelkan secara grafis hubungan sebab-akibat dari berbagai kejadian yang dapat memicu terjadinya kegagalan sistem. *FTA* membantu dalam memahami bagaimana kegagalan pada satu atau lebih komponen dapat mengarah pada kegagalan keseluruhan sistem, khususnya pada sistem *electrical power* pesawat (Alijoyo dkk., 2020).

KAJIAN TEORITIS

A320 *Family* adalah kategori pesawat *single-aisle* yang terpopuler di dunia karena merupakan pilihan utama bagi maskapai penerbangan, mulai dari maskapai berbiaya rendah yang kini menjadi pilihan utama, hingga model bisnis baru yang memanfaatkan tingkat performa dan kenyamanan bagi penumpang (Airbus,2021). Pesawat ini juga memiliki memiliki panjang 44.51m, tinggi 11,76m dan lebar 3.95m. A320 menggunakan *engine* CFM56- 5B dan V2500-A5 (Airbus Technical Appendices, 2009). Dengan satu pesawat memiliki ukuran (A319, A320 & A321), A320 *Family* dapat menampung 120 hingga 244 penumpang dengan nyaman dan memungkinkan operator menyesuaikan ukuran pesawat yang tepat dengan permintaan yang mencakup seluruh pasar, mulai dari rute kepadatan rendah hingga tinggi hingga rute jarak jauh. Hanya A320 *family* yang menawarkan *containerized cargo*/peti kemas, yang dapat meningkatkan efisiensi operasional maskapai (Airbus, 2021).

Perawatan pesawat udara adalah pemeriksaan yang perlu dilakukan terhadap semua komponen pesawat udara dalam waktu dan penggunaan yang telah ditentukan. Guna menjamin komponen tersebut bekerja dengan sesuai dan aman untuk terbang. Setiap pesawat yang beroperasi harus memiliki jadwal perawatan yang telah ditentukan. Setiap pesawat memiliki program perawatan atau disebut *Maintenance Program* yang berisi tentang bagaimana cara dan waktu untuk melakukan perawatan pada suatu komponen. Perawatan sangat diperlukan karena setiap komponen di pesawat memiliki batas usia yang telah ditentukan. Salah satu komponen yang perlu dirawat di dalam pesawat yaitu *Battery*. *Battery* adalah perangkat penyimpanan energi yang bergantung pada reaksi elektrokimia untuk menghasilkan energi. *Battery* pesawat digunakan untuk banyak hal, seperti memberikan listrik ketika pesawat berada di darat, memberikan listrik dalam situasi darurat, memberikan arus *DC* ke pesawat, dan sebagainya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif karena metode ini tepat untuk memahami secara mendalam fenomena teknis yang kompleks dan kontekstual, yaitu kegagalan komponen *Battery* P/N 2758 pada pesawat Airbus 320. Permasalahan teknis dalam sistem pemeliharaan pesawat tidak selalu dapat di sederhanakan ke dalam bentuk angka atau data statistik, melainkan juga melibatkan dimensi perilaku manusia,

pengalaman teknisi, hingga berbagai macam kondisi operasional. Pendekatan metode kualitatif ialah memberikan ruang bagi peneliti untuk menafsirkan makna dari gejala-gejala teknis berdasarkan sudut pandang partisipan. Menurut (Sugiyono, 2022) pendekatan kualitatif digunakan Ketika peneliti ingin memahami realitas sosial atau teknis yang bersifat dinamis, subjektif, dan dibentuk oleh pengalaman individu, bukan semata-mata berdasarkan variabel tetap dan terukur.

Dengan menggunakan metode ini sangat relevan karena dalam konteks pemeliharaan *Battery*, kegagalan tidak hanya muncul hanya dari aspek teknis seperti desain atau usia pakai, melainkan juga dipengaruhi oleh kondisi kerja, pola perawatan, serta keputusan teknisi dalam menyikapi gejala abnormal. Oleh karena itu, dengan menggunakan metode kualitatif, peneliti dapat menggali lebih dalam mengenai persepsi teknisi terhadap penyebab kegagalan. Pengalaman teknisi akan digunakan untuk mengidentifikasi *failure mode* laten yang tidak terdata secara eksplisit dalam dokumen resmi. Hal ini sejalan dengan pandangan (Alaslan, 2022) yang menekankan bahwa metode kualitatif efektif dalam mengeksplorasi faktor-faktor tak terstruktur dalam studi keandalan sistem Teknik.

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dan *Focus Group Discussion (FGD)* dengan melibatkan teknisi pemegang type rating Airbus 320 di PT XYZ. Proses dimulai dari observasi, yaitu mengamati fenomena atau kondisi yang memerlukan analisis lebih lanjut. Setelah melakukan observasi penulis melakukan pengumpulan data, yang terdiri data primer (hasil wawancara, *Focus Group Discussion (FGD)* dan observasi langsung di lapangan) dan data sekunder (dokumen, literatur, manual, serta data historis Perusahaan). Data yang sudah dikumpulkan kemudian diolah dan dianalisis menggunakan metode yang telah ditentukan, yaitu *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)*, *Fault Tree Analysis (FTA)*, dan *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi mode kegagalan utama, menentukan akar penyebab permasalahan dan memberikan usulan perbaikan terhadap Perusahaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Failure Mode Effect Analysis

Dalam metode *FMEA*, terdapat tiga variabel utama yang digunakan untuk menilai tingkat risiko suatu kegagalan, yaitu *Severity* (keparahan), *Occurrence* (frekuensi kejadian), dan *Detection* (kemungkinan terdeteksi). Ketiga variabel berfungsi untuk menentukan tingkat keseriusan dari *Potential Failure Mode*. Penilaian dilakukan menggunakan skala 1 hingga 10, di mana skala 1 menunjukkan dampak paling rendah, sementara skala 10 menunjukkan dampak paling tinggi. Penentuan skala ini harus disesuaikan dengan *Potential Failure Mode* serta didukung oleh studi literatur (Rachman dkk., 2016).

Untuk menentukan hasil *FMEA* penulis melakukan wawancara kepada 4 teknisi Airbus 320 untuk mendapatkan hasil untuk *severity* dan *detection* untuk *occurence* di dapatkan dari *data component removal*. Skala penilaian yang didapatkan dari data diatas yang akan digunakan untuk menghitung Nilai *RPN* sesuai persamaan 1 berikut:

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

Berdasarkan Tabel 2, terdapat empat mode kegagalan utama yang telah diidentifikasi, yaitu *Low Voltage*, *Battery Weak*, *Battery Drop*, dan *Low Insulation*. Sehingga masing- masing mode kegagalan diatas memiliki penyebab dan dampak yang berbeda terhadap sistem kelistrikan pesawat. Berdasarkan data yang telah dihitung dengan parameter *severity*, *occurence*, dan *detection*. Penulis akan lebih mendalami permasalahan yang paling dominan, yaitu “*Low Voltage*” dengan nilai *RPN* sebesar 192. Dan sebaliknya permasalahan dengan nilai *RPN* terkecil dan sama ialah *Battery Drop* dan *Low Insulation* memiliki nilai *RPN* sebesar 84. Penulis akan menggunakan nilai *RPN* tertinggi untuk melakukan analisis selanjutnya dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis*.

Tabel 2. Hasil *FMEA*

Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>
<i>Battery</i>	Menyuplai daya listrik <i>DC</i> untuk <i>start APU</i> dan menjadi <i>electrical power</i> pada saat di <i>ground</i> dan <i>emergency</i>	<i>Low Voltage</i>	8	4	6	192
		<i>Battery Weak</i>	8	2	6	96
		<i>Battery Drop</i>	7	2	6	84
		<i>Low Insulation</i>	6	2	7	84

Sumber: Data Penelitian Penulis (2025).

Fault Tree Analysis

Dalam proses analisis menggunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)*, penulis merujuk kepada buku panduan mengenai metode *FTA* yang diterbitkan oleh (Stamatelatos dkk., 2002). Dijelaskan pada buku tersebut bahwa ruang lingkup permasalahan yang dianalisis melalui metode ini ialah aspek lingkungan kerja, kegiatan operasional, perangkat keras, kesalahan manusia (*human factor*), perangkat lunak, serta berbagai faktor lain yang dapat memicu terjadinya *top event*. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan oleh penulis yang menjadi penyebab permasalahan yang ada pada perusahaan tersebut didapatkan bahwa *human factor*, *environment* dan *maintenance procedure*. Karena untuk PT. XYZ sendiri sudah *capable* dalam perihal *hardware* yaitu dengan *tools* peralatan lengkap dan sudah mempunyai *shop* untuk memperbaiki *battery*. Dan untuk *software* mempunyai sistem perawatan syang sudah cukup mumpuni baik dari segi *job card maintenance* serta unit *quality assurance* untuk mengontrol semuanya.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan dan digabungkan dengan pendekatan *Fault Tree Analysis* untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya gangguan *low voltage* pada *Battery P/N 2758*. Penulis menemukan 3 faktor utama yang dapat menyebabkan kegagalan utama: yaitu *Human factor*, *Environmental*, *Maintenance/Operational factor*. Pada faktor *Man* menjadi salah satu penyebab terjadinya kegagalan pada komponen *battery*. Terdapat dua kesalahan yang terjadi pada kategori ini. Pertama, personel tidak melepas *battery* dari pesawat saat melakukan *maintenance (storage)* karena jika berdasarkan *Aircraft Maintenance Manual (AMM)*, maka komponen *battery* harusnya dilepas pada saat *maintenance/* pesawat pada saat keadaan prolong. Akibat jika tidak dilepas maka tegangan pada *battery* akan terus terpakai. Kedua, terkadang personel lupa menekan kembali tombol *switch off* setelah menyelesaikan *operational check*, sehingga *battery* tetap menyuplai daya meskipun sistem telah keadaan *electrical off*.

Selanjutnya, kegagalan yang terjadi pada faktor *method* ialah tidak melakukan *recharging* ketika tegangan dari *battery* mulai menurun. Sesuai dengan *AMM*, jika tegangan dari *battery* mengalami penurunan tegangan maka *battery* harus segera di *charge*. Terutama pada saat *ground power unit* tersedia. Kelalaian dalam melaksanakan

prosedur ini menyebabkan tegangan *battery* terus menurun hingga melewati batas hingga akhirnya mengakibatkan kegagalan fungsi. Dan pada faktor lingkungan (*environment*), terbagi menjadi dua kesalahan utama yang dapat menyebabkan kegagalan *battery*. Pertama, *battery* kotor bisa meningkatkan resistansi dan juga menyebabkan korosi, sehingga efisiensi terhadap komponen *battery* menurun sehingga bisa menyebabkan gangguan pada *battery* dan harus disimpan pada *storage* yang bersih.

Namun kenyataannya, *battery* disimpan di pesawat dan tidak sesuai dengan *storage*-nya dan yang kedua ialah suhu penyimpanan yang tidak sesuai dengan *Component Maintenance Manual (CMM)* dapat menyebabkan kegagalan tersebut terjadi karena jika berdasarkan *CMM*, temperature juga bisa menyebabkan kegagalan pada komponen tersebut. Untuk memastikan kesesuaian data yang digunakan dalam analisis *FTA*, penulis melakukan triangulasi teknik melalui perbandingan antara hasil wawancara, dokumen resmi dan observasi lapangan. Hasil triangulasi menunjukkan bahwa ketiga sumber informasi mendukung tiga faktor utama penyebab kegagalan *battery*. Tabel 3 menunjukkan hasil triangulasi teknik.

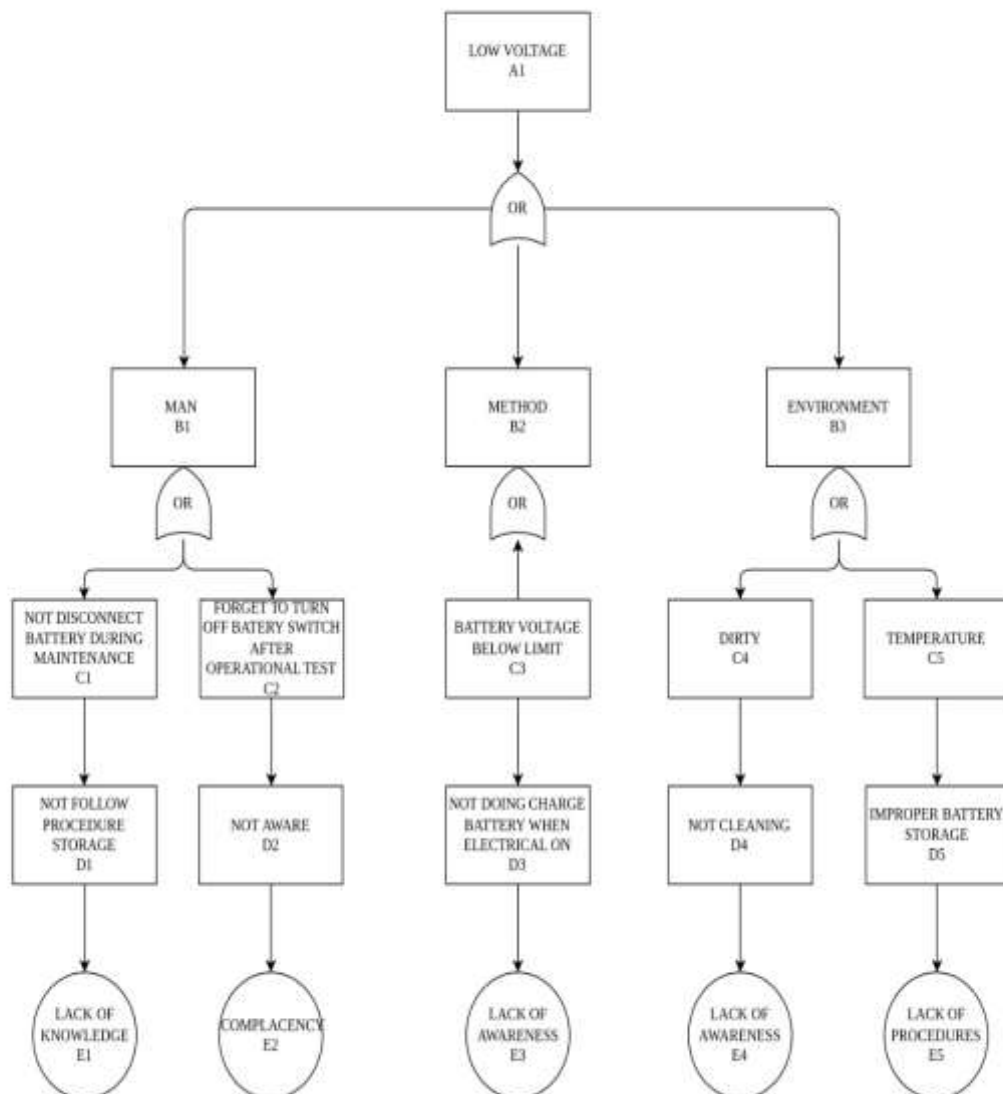


Tabel 3. Hasil Triangulasi Teknik

Jenis	Wawancara	Dokumen Resmi	Observasi	Sintesis
<i>Human</i>	Responden menyebut kelalaian teknisi terjadi karena kurangnya pengetahuan teknisi terhadap storage <i>Battery</i> dan terlalu percaya diri terhadap pengalaman pribadi.	<i>AMM</i> menyatakan bahwa jika pesawat tidak digunakan/prolong maka komponen <i>Battery</i> harus <i>disconnect</i> dari kelistrikan di pesawat dan terkadang pada saat operational check yang menggunakan <i>Battery</i> , <i>switch Battery</i> tidak di matikan kembali.	Pengamatan menunjukkan kalau <i>Battery</i> harus dilepas pada saat pesawat prolong, dan mengabaikan hal kecil seperti <i>Battery</i> setelah digunakan.	<i>Human error</i> terjadi karena terkadang teknisi tidak melepas <i>Battery</i> pada saat pesawat prolong dan terkadang teknisi lupa menonaktifkan <i>Battery</i> lagi setelah digunakan.
<i>Method</i>	Responden mengatakan bahwa <i>Battery</i> tidak dilakukan pengisian ketika tegangannya sudah mulai berkurang, dan tegangan tidak dicek secara periodik.	<i>AMM</i> pesawat menyatakan bahwa jika tegangan dari <i>Battery</i> dibawah 25 V maka <i>Battery</i> harus segera di <i>charge</i> supaya bisa digunakan.	Prosedur ini terkadang dilewatkan karena pada saat <i>maintenance</i> komponen <i>Battery</i> tidak diperhatikan tegangannya.	Metode kerja juga dapat menjadi penyebab kegagalan ini karena seharusnya komponen <i>Battery</i> dilakukan charge secara berkala.
<i>Environment</i>	<i>Battery</i> terkadang tidak berada di tempat yang seharusnya. Responden mengakui kurangnya perhatian terhadap lingkungan penyimpanan.	<i>CMM</i> menyatakan bahwa <i>Battery</i> harus disimpan di suhu ruang stabil dan lingkungan bersih untuk mencegah terjadinya korosi pada <i>Battery</i> .	Ditemukan <i>Battery</i> disimpan di dalam pesawat dimana <i>temperature</i> sekitar sana tidak sesuai dengan yang ditentukan <i>CMM</i> .	Kondisi lingkungan tidak sesuai ketentuan dalam dokumen resmi, berkontribusi besar pada kerusakan <i>Battery</i> .

Sumber: Data Penelitian Penulis (2025).

Triangulasi ini memperkuat bahwa data penyebab yang digunakan dalam *FTA* tidak hanya berasal dari satu sumber saja, melainkan tervalidasi secara silang dari ketiga sumber utama. Berdasarkan tiga faktor penyebab utama (*Human, Method, Environment*), Penulis menyusun diagram *FTA* dengan menggunakan logika *OR*. Yang berarti bahwa cukup satu penyebab yang terjadi, maka kegagalan tersebut dapat terjadi. Gambar 1 menggambarkan diagram *FTA* dari kegagalan *low voltage*:



Sumber: Data Penelitian Penulis (2025).

Gambar 1. Diagram *FTA* Kegagalan *Battery*

Reliability Centered Maintenance (RCM)

Setelah melakukan analisis dengan *Fault Tree Analysis*, diperoleh bahwa kegagalan utama yang terjadi pada komponen *Battery* adalah *low voltage*. Penyebabnya berasal dari berbagai *faktor*, seperti kelalaian teknisi, ketidaksesuaian prosedur perawatan, dan kondisi penyimpanan yang tidak sesuai standar. Sebagai lanjutan dari hasil *FTA* tersebut, penulis melakukan pendekatan *Reliability Centered Maintenance (RCM)* untuk menganalisis lebih lanjut setiap kegagalan yang telah diidentifikasi. *RCM Information sheet* digunakan untuk menguraikan fungsi utama komponen, kegagalan fungsi (*Functional failure*) yang mungkin terjadi, serta *failure mode* yang menjadi penyebabnya. Pendekatan ini bertujuan untuk merancang Tindakan perbaikan.

Penyusunan *RCM Information sheet* ini berasal dari penyebab yang telah dianalisis dalam diagram *FTA*, sehingga seluruh mode kegagalan yang dimasukkan ke dalam *RCM Information sheet* Adalah hasil pelacakan sistematis dari akar permasalahan yang sebelumnya telah dipetakan. Dengan demikian, pendekatan *RCM* dalam penelitian ini bukan hanya berdiri sendiri melainkan merupakan kelanjutan terintegrasi dari analisis *FTA*. Hasil tersebut kemudian disusun dalam format *RCM Information sheet* sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. RCM Information Sheet

<i>Function</i>		<i>Functional Failure (Loss Of Function)</i>		<i>Failure Mode (Cause of Failure)</i>	
1	Menyuplai daya listrik DC untuk start APU dan menjadi electrical power pada saat di ground dan emergency	A	Low Voltage	A	Not disconnect Battery during maintenance
				B	Forget to turn off Battery switch after operational test
				C	Battery voltage dropping due to lack of charging
				D	Corrosion
				E	Temperature

Sumber: Data Penelitian Penulis (2025).

Berdasarkan data pada Tabel 4. *RCM Information Sheet* dapat diketahui terdapat lima *failure mode* yang menyebabkan terjadinya kondisi *tegangan rendah (low voltage)* pada komponen *Battery P/N 2758*. Kegagalan tersebut ialah: *Battery* tidak dilepas

pada saat pesawat *maintenance/storage*, *Switch off* yang tidak dimatikan kembali ketika pesawat sudah selesai digunakan, tegangan yang tidak segera di *charge* ketika sudah mengalami penurunan, dan kondisi penyimpanan *Battery* yang tidak sesuai dengan *CMM*. Setelah dilakukan identifikasi kegagalan fungsi dan dampaknya melalui *RCM Information Sheet*, penentuan tindakan pemeliharaan dilakukan menggunakan *RCM Decision Worksheet* yang didapatkan dari hasil Focus Group Discussion bersama 2 teknisi pesawat Airbus.

Tabel 5. *RCM Decision Sheet*

RCM Decision Worksheet			Battery P/N 2758												
Information Reference			Consequence Evaluation												
							H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Default Task			Proposed Task	Can be done by	
F	FF	FM	H	S	E	O				H4	H5	S4			
1	A	Not disconnect Battery during maintenance (storage)	N	N	N	Y	Y							Do the scheduled on condition task Melakukan <i>removal Battery</i> pada saat <i>maintenance</i> sesuai dengan yang tertera pada AMM	Teknisi
1	A	Forget to turn off Battery switch after OPC	N	N	N	Y	Y							Do the scheduled on condition task Melakukan pemeriksaan kembali terhadap <i>switch Battery</i> ketika <i>electrical</i> pada pesawat akan di matikan	Teknisi
1	A	Battery Voltage Dropping due to lack of charging	N	N	N	Y	Y							Do the scheduled on condition task Periksa secara berkala terhadap tegangan <i>Battery</i> pada saat pesawat sedang melaksanakan <i>maintenance</i>	Teknisi

ANALISIS KEGAGALAN BATTERY P/N 2758 DENGAN MENGGUNAKAN METODE RCM PADA PESAWAT AIRBUS 320 DI PT XYZ

RCM Decision Worksheet			Battery P/N 2758													
Information Reference			Consequence Evaluation												Proposed Task	Can be done by
							H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Default Task						
F	FF	FM	H	S	E	O				H4	H5	S4				
1	A	Corrosion	N	N	Y	Y	N	N	N	Y			Do Failure Finding Task Menyiapkan Task untuk melakukan inspeksi dan <i>Lubrication</i> secara berkala terhadap <i>Battery</i>	Teknisi		
1	A	Temperature	Y	N	Y	Y	N	N	N	Y			Do the Failure-Finding Task Melakukan pemeriksaan berkala terhadap <i>temperature</i> pada suhu ruangan <i>Battery</i> yang disesuaikan dengan <i>CMM</i>	Teknisi		

Sumber: Data Penelitian Penulis (2025).



Dari Tabel 5 Dapat disimpulkan bahwa kegagalan *Battery* dapat dicegah dengan hasil *RCM Decision Worksheet*, Berikut kesimpulan dari tabel diatas:

1. Pada *failure mode* pertama ialah “*Not disconnect Battery during maintenance*” pada kegagalan ini berdampak kepada operasional, karena ketika ingin digunakan tegangan dari *Battery* sudah menurun dan tidak dapat digunakan kembali, sehingga disarankan dilakukan *Scheduled On-Condition Task* berupa pelepasan *Battery* sesuai dengan prosedur yang dinyatakan oleh *AMM*.
2. Pada *failure mode* kedua ialah “*Forget to turn off batter switch after operational check*” pada kegagalan ini mempengaruhi *operational* karena ketika tegangan *Battery* sudah menurun maka *Battery* harus dikirim ke *shop* untuk melakukan *charging*. Sehingga disarankan untuk melakukan perbaikan *Scheduled On-Condition Task* untuk melakukan pemeriksaan kembali setelah melakukan *operational check*.
3. Pada *failure mode* ketiga ialah “*Battery voltage dropping due to lack of charging*” Dampak dari kegagalan ini pun mempengaruhi operasional pada maskapai tersebut. Karena ketika ingin digunakan tegangan dari *Battery* sudah mengalami penurunan. Sehingga disarankan untuk melakukan perbaikan *Scheduled On-Condition Task* untuk melakukan pemeriksaan secara berkala pada saat pesawat sedang *maintenance*.
4. Pada *failure mode* keempat ialah “*Corrosion*” pada kegagalan ini juga termasuk kegagalan yang tersembunyi karena teknisi terkadang tidak memperhatikan kondisi *Battery* dan kondisi ini juga mempengaruhi lingkungan karena *Battery* yang kotor dapat menjadi penyebab kegagalan tersebut. Seperti yang dijelaskan pada *Component Maintenance Manual*, komponen *Battery* harus disimpan di ruangan yang bersih. Sehingga disarankan untuk melakukan perbaikan *Failure finding Task* untuk menyiapkan *task* melakukan pemeriksaan visual terhadap *Battery* secara rutin untuk menghindari debu dan melakukan *lubrication* terhadap *Battery*.
5. Terakhir, *Failure mode* “*Temperature*” yaitu komponen *Battery* seharusnya disimpan pada ruangan dengan suhu tertentu untuk mencegah terjadinya percepatan pada kerusakan *Battery* sesuai dengan yang disebutkan oleh *CMM*. Sehingga kegagalan tersebut termasuk ke dalam kegagalan yang tersembunyi karena terkadang teknisi tidak peduli akan hal tersebut, dan kegagalan ini juga berdampak pada lingkungan.

Rekomendasi Perawatan

Rekomendasi Tindakan perawatan yang dihasilkan dengan pendekatan *Reliability Centered Maintenance (RCM)* sebagai perencanaan Tindakan terhadap masing-masing *failure mode* pada komponen dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekomendasi *Maintenance Task*

No	Category	Failure Mode
1.	<i>Scheduled on condition</i>	<i>Not disconnect Battery during maintenance (storage), Forget to turn off Battery switch after OPC, Battery voltage dropping due to lack of charging</i>
2.	<i>Scheduled restoration</i>	
3.	<i>Scheduled discard</i>	
4.	<i>Failure finding</i>	<i>Corrosion, Temperature</i>
5.	<i>Redesign</i>	
6.	<i>No scheduled Maintenance</i>	

Sumber: Data Penelitian Penulis (2025).

Pada Tabel 6 didapatkan rekomendasi pada *Battery* dengan perawatan *scheduled on condition task* yaitu Pemeliharaan berdasarkan kondisi aktual komponen untuk mendeteksi potensi kegagalan sebelum terjadi kegagalan fungsional. Kegiatan perawatan yang dilakukan ialah komponen *Battery* harus dilepas pada saat maintenance sesuai dengan *AMM*, Teknisi tidak mematikan *switch Battery* setelah melakukan *Operational test* sehingga pada saat *electrical ground supply* dimatikan dan pesawat sudah tidak aktif maka tegangan dari komponen *Battery* masih terus terpakai pada pesawat dan tidak segera melakukan *charging* Ketika komponen *battery* sudah mengalami penurunan tegangan.

Selanjutnya, rekomendasi *finding failure* Adalah Pemeriksaan berkala terhadap fungsi tersembunyi yang tidak menunjukkan tanda kegagalan secara langsung yang harus dilakukan ialah pemeriksaan kepada komponen *battery*. Ketika pesawat melaksanakan *maintenance* karena *battery* yang dipenuhi oleh debu dapat menyebabkan korosi pada *Battery* tersebut dan *Temperature storage Battery* yang tidak sesuai dengan *CMM* juga dapat menjadi penyebab *low voltage*. Hasil akhir dari proses *RCM* menunjukkan bahwa mode kegagalan *Low Voltage* pada *Battery P/N 2758* dapat dimitigasi melalui kombinasi tindakan pemeliharaan “*Scheduled On-Condition*” dan

“Failure Finding”. Tidak ada indikasi perlunya *redesign* atau *discard*, mengingat mode kegagalan dapat dikendalikan dari peningkatan disiplin prosedur dan inspeksi berkala.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis pada komponen Battery P/N 2758 pesawat *Airbus 320 series*, dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan metode *FMEA* terhadap nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* menunjukkan kegagalan dengan nilai *RPN* tertinggi terjadi pada mode kegagalan *low voltage* dengan nilai 192 berdasarkan hasil kuesioner dari empat teknisi bersertifikat *Airbus 320*. Analisis *Fault Tree Analysis (FTA)* menunjukkan tiga faktor utama penyebab kegagalan, yaitu *man*, *method*, dan *environment*. Faktor *man* mencakup kurangnya pemahaman prosedur perawatan dan kelalaian dalam menonaktifkan *switch* setelah *operational check*, faktor *method* berkaitan dengan tidak adanya pemeriksaan tegangan berkala, sedangkan faktor *environment* mencakup kondisi *battery corrosion* dan penyimpanan pada suhu yang tidak sesuai standar. Ketiga faktor tersebut berkontribusi terhadap terjadinya *low voltage*.

Usulan perbaikan menggunakan metode *RCM decision worksheet* menghasilkan dua kategori utama perawatan. Pertama, tiga *failure mode* ditangani dengan *Scheduled On-Condition Task*, yaitu pemeriksaan komponen sebelum kegagalan terjadi, memastikan *battery removal* sesuai prosedur *AMM*, menonaktifkan *switch* setelah penggunaan, dan menjaga tegangan sesuai batas manual. Kedua, dua *failure mode* ditangani dengan *Failure Finding Task* melalui pembersihan *battery* untuk mencegah korosi dan penyimpanan pada suhu sesuai *CMM*. Pendekatan ini diharapkan mampu mengurangi kegagalan dan meningkatkan keandalan komponen Battery P/N 2758.

DAFTAR REFERENSI

- Airbus. (2021). *A320 family: Technical information manual*. Airbus SAS.
- Alaslan, A. (2022). *Metode penelitian kualitatif*. Depok: Rajawali Pers.
- Alijoyo, A., Wijaya, Q. B., & Jacob, I. (2020). *Failure mode effect analysis: Analisis modus kegagalan dan dampak risk evaluation risk analysis: Consequences probability level of risk*. CRMS, 19.
- Federal Aviation Administration. (2018). *Aviation maintenance technician handbook – Airframe* (Vol. 31B). General: Amazon Digital Services LLC.
- Prayoga, D. A., Achmadi, F., & Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. (2022). *Analisa komponen kritis dan penerapan reliability centered maintenance II (RCM II) (Studi kasus: Gas turbine compressor (GTC) pada fasilitas eksplorasi dan produksi lepas pantai PT X)* [Tugas akhir, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya].
- Rachman, A., Adianto, H., & Liansari, G. P. (2016). Perbaikan kualitas produk ubin semen menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis dan Failure Tree Analysis di Institusi Keramik. *Jurnal Teknik Industri*, 4(1), 1–8.
- Shevilia, A. E. (2023). Kajian maintenance pesawat penumpang di Indonesia. *Jurnal Teknik SILITEK*, 3(1), 12–19.
- Stamatelatos, M., Caraballo, M. J., Vesely, W., Dugan, J., Fragola, M. J., Minarick, M. J., Railsback, M. J., & NASA Johnson Space Center. (2002). *Fault tree handbook with aerospace applications*. National Aeronautics and Space Administration (NASA).
- Sugiyono. (2022). *Metode penelitian kualitatif, kuantitatif, dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan. (2009). *Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 1*.