

## **ANALISIS KEANDALAN MAIN BATTERY PESAWAT CRJ-1000 DI MASKAPAI GARUDA INDONESIA**

**Haidar Hardiansyah<sup>(1)</sup>, Freddy Franciscus<sup>(2)</sup>, Endah Yuniarti<sup>(3)</sup>**

(1)(2)(3)Teknik Penerbangan, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan, Universitas Dirgantara  
Marsekal Suryadarma Komplek Bandara Halim Perdanakusuma, Jakarta 13610, Indonesia

\*Corresponding Author : haidarhardiansyah@gmail.com

**Abstrak** - *Main battery* pada pesawat CRJ-1000 merupakan komponen penting dalam sistem listrik pesawat. *Main battery* berfungsi sebagai sumber tenaga listrik utama pada saat pesawat dalam kondisi mati atau pada saat mesin pesawat tidak beroperasi. Apabila terdapat *failure* pada baterai pesawat bisa menyebabkan terganggunya sistem yang lain sehingga pesawat tidak boleh terbang atau *Aircraft on Ground (AOG)*. Pada baterai Pesawat CRJ-1000 Garuda Indonesia terdapat beberapa temuan dimana baterai mengalami *failure* sebelum mencapai waktu *schedule removal*. Studi ini bertujuan untuk menganalisis kehandalan *main battery* pesawat CRJ-1000 di maskapai Garuda Indonesia. Metode analisis dilakukan dengan mengumpulkan data historis kegagalan *main battery* dan menghitung nilai *Mean Time Between Failure (MTBF)* serta *Availability* pada periode tertentu. Selain itu, dilakukan juga analisis terhadap prosedur pemeliharaan dan penggantian *main battery* yang dilakukan oleh teknisi maskapai Garuda Indonesia. Hasil analisis menunjukkan bahwa *MTBF main battery* pesawat CRJ-1000 di maskapai Garuda Indonesia memiliki nilai yang cukup baik, namun perlu adanya perbaikan pada prosedur pemeliharaan dan penggantian *main battery* untuk meningkatkan *Availability*. Rekomendasi yang diusulkan adalah melakukan evaluasi terhadap prosedur pemeliharaan dan penggantian *main battery*, serta meningkatkan ketersediaan suku cadang *main battery* yang dapat mempercepat waktu perbaikan dalam situasi kegagalan.

**Kata kunci** : CRJ-1000, *Main Battery*, *Realibility*, *Mean Time Between Failure (MTBF)*.

**Abstract** – *The main battery on the CRJ-1000 aircraft is an important component in the aircraft's electrical system. The main battery functions as the main source of electric power when the aircraft is turned off or when the aircraft engine is not operating. If there is a failure in the aircraft's battery it can cause disruption to other systems so that the aircraft cannot fly or Aircraft on Ground (AOG). In Garuda Indonesia's CRJ-1000 aircraft battery, there were several findings where the battery failed before reaching the scheduled removal time. This study aims to analyze the reliability of the CRJ-1000 main battery on the Garuda Indonesia airline. The analytical method is carried out by collecting historical data on main battery failures and calculating the Mean Time Between Failure (MTBF) and Availability values for a certain period. In addition, an analysis was also carried out on maintenance procedures and replacement of the main battery carried out by Garuda Indonesia airline technicians. The results of the analysis show that the MTBF of the CRJ-1000 main battery on Garuda Indonesia airlines has a fairly good value, but there is a need for improvement in maintenance procedures and replacement of the main battery to increase availability. The recommendations proposed are evaluating the main battery maintenance and replacement procedures, as well as increasing the availability of main battery spare parts which can speed up repair times in failure situations.*

**Keywords** : CRJ-1000, *Main Battery*, *Realibility*, *Mean Time Between Failure (MTBF)*

## I. PENDAHULUAN

*Main battery* adalah salah satu komponen utama pada berbagai sistem listrik, termasuk di industri penerbangan. Sebagai sumber daya listrik utama, *main battery* harus memenuhi standar kehandalan yang sangat tinggi untuk menjaga sistem listrik berjalan dengan lancar dan mencegah kegagalan yang dapat membahayakan keselamatan dan kesehatan manusia, lingkungan, dan aset.

*Main battery* pada pesawat CRJ-1000 sangat penting untuk menyediakan daya listrik yang diperlukan untuk menjalankan sistem-sistem pesawat yang vital, seperti sistem avionik, pencahayaan, dan komunikasi. Namun, terdapat beberapa permasalahan yang terkait dengan *main battery* pada pesawat CRJ-1000 yang dapat memengaruhi kinerja keseluruhan sistem pesawat. Beberapa masalah yang mungkin terjadi adalah pemadaman atau kegagalan *battery*, pengurangan kapasitas *battery*, penurunan daya tahan, dan peningkatan resistansi internal. Masalah-masalah tersebut dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti umur *battery* yang sudah tua, ketidakcocokan antara *battery* dengan sistem kelistrikan pesawat, suhu lingkungan yang terlalu tinggi atau rendah, serta kondisi operasional yang ekstrem.

Oleh karena itu dilakukan penelitian tentang analisis kehandalan *main battery* CRJ-100 untuk pengembangan *main battery* yang andal, aman, dan efektif menjadi sangat penting untuk menjamin keselamatan dan kehandalan sistem pesawat, terutama pada pesawat CRJ-1000 yang banyak digunakan dalam penerbangan komersial.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1 Maintenance

*Maintenance* (perawatan) adalah serangkaian tindakan yang dilakukan untuk menjaga, memperbaiki, dan meningkatkan kondisi atau kinerja suatu barang atau sistem[1]. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa barang atau sistem tersebut beroperasi dengan baik dan memenuhi persyaratan kinerja yang

ditetapkan. *Maintenance* dapat dilakukan pada berbagai jenis barang atau sistem, seperti kendaraan, mesin, peralatan rumah tangga, sistem listrik, dan sebagainya.

### 2.2 Reliability Centered Maintenance (RCM)

*Reliability centered maintenance* (RCM) adalah sebuah pendekatan perawatan yang didesain untuk meningkatkan keandalan (reliabilitas) suatu sistem atau peralatan melalui identifikasi dan pengelolaan risiko terhadap kegagalan<sup>[2]</sup>. RCM merupakan metode yang digunakan untuk mengembangkan dan merencanakan program perawatan terencana dengan fokus pada mengurangi kegagalan pada suatu sistem atau peralatan dan meningkatkan kinerja sistem atau peralatan tersebut.

### 2.3 Failure Rate

*Failure rate* (tingkat kegagalan) adalah ukuran yang digunakan untuk menggambarkan frekuensi kegagalan atau kerusakan pada suatu sistem atau peralatan selama periode waktu tertentu. *Failure rate* dinyatakan dalam satuan waktu, biasanya per jam atau per tahun<sup>[3]</sup>.

Ketika membahas tentang *failure rate*, maka rumus yang digunakan yaitu jumlah komponen yang gagal, dibagi total waktu beroperasi semua komponen, kemudian hasilnya dipresentasikan dalam kegagalan per jam.

### 2.4 Mean Time Between Failures (MTBF)

Merupakan singkatan dari *Mean Time Between Failures*, yaitu rata-rata *uptime* alat berat di antara *failure* (kegagalan/kerusakan) yang terjadi.

$$\text{Failure Rate} = \frac{\text{Jumlah Kegagalan}}{\text{Waktu Operasi}} \quad (1.1)$$

MTBF diaplikasikan pada alat yang bersifat 'dapat diperbaiki' setelah mengalami kerusakan. Dengan menggunakan MTBF, perusahaan dapat mengetahui ketersediaan dan ketahanan dari alat berat atau komponen<sup>[4]</sup>.

$$MTBF = \frac{\text{Total Hours of Operation}}{\text{Total Number of Failure}} \quad (1.2)$$

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} \quad (1.3)$$

$$MTBF = MTTF + MTTR \quad (1.4)$$

## 2.5 Distribusi Weibull

Distribusi Weibull ditemukan oleh Waloddi Weibull pada tahun 1937, ia mengklaim bahwa distribusi ini dapat menjangkau berbagai macam persoalan. Waloddi Weibull menemukan bahwa metoda Weibull dapat bekerja dengan *sample* yang sangat kecil, bahkan dua atau tiga kegagalan untuk analisis reliabilitas.

Biasanya distribusi ini digunakan pada komponen mekanik atau peralatan permesinan. Distribusi Weibull merupakan distribusi kontinu dan biasanya digunakan untuk representasikan data karena merupakan suatu distribusi yang fleksibel yang dapat meniru karakteristik-karakteristik dari banyak distribusi-distribusi yang lain<sup>[5]</sup>. Distribusi Weibull banyak digunakan dalam bentuk dua parameter yaitu (parameter bentuk/shape parameter) dan (parameter skala/scale parameter dan juga disebut karakteristik hidup).

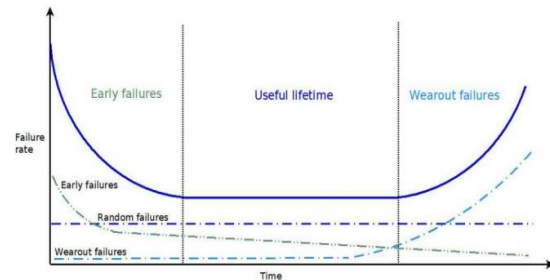
Weibull mempunyai sifat tertentu ataupun ekuivalen dengan distribusi tertentu sebagai berikut :

Nilai	Sifat
$0 < \beta < 1$	Fungsi kerusakan menurun/ <i>decreasing failure rate</i> .
$\beta = 1$	Fungsi kerusakan konstan/ <i>constant failure rate</i> . Distribusi <i>Eksponensial</i> .
$1 < \beta < 2$	Fungsi kerusakan meningkat/ <i>Increasing failure rate</i> . Kurva berbentuk konkaf.
$\beta = 2$	Fungsi kerusakan linier/ <i>linier failure rate</i> . Distribusi <i>Rayleigh</i> .
$\beta > 2$	Fungsi kerusakan meningkat/ <i>Increasing failure rate</i> . Kurva berbentuk konveks.
$3 \leq \beta \leq 4$	Fungsi kerusakan meningkat/ <i>Increasing failure rate</i> . Distribusi <i>Normal</i> Kurva berbentuk simetris

Kurva laju kerusakan atau *Bathtub Curve* merupakan suatu kurva yang menunjukkan pola laju kerusakan sesaat yang umum bagi suatu produk. Pada umumnya laju kerusakan suatu sistem selalu berubah sesuai dengan bertambahnya waktu. Dari hasil percobaan

dan pengalaman dapat diketahui bahwa laju kerusakan suatu produk akan mengikuti suatu pola dasar sebagai berikut Setiap periode waktu mempunyai karakteristik tertentu, yang ditentukan oleh laju kerusakannya<sup>[6]</sup> :

a. Kerusakan awal (*early failure*) Periode ini disebut sebagai *running period* (*wear in period*), yang ditandai dengan penurunan laju kerusakan.



b. Pengoperasian normal (*useful life region/chance failure*) Periode waktu ini ditandai dengan laju kerusakan yang konstan.

c. Periode wear out (*wear out failure*) Periode ini ditandai dengan laju kerusakan yang meningkat tajam, karena memburuknya kondisi peralatan.

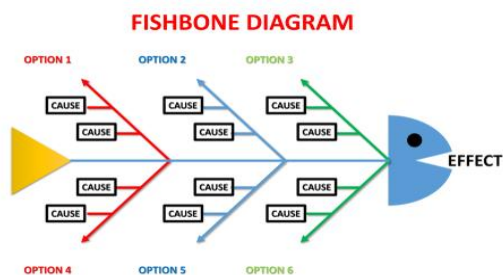
## 2.6 Minitab19

*Minitab* adalah program komputer yang dirancang untuk melakukan pengolahan statistik. *Minitab* mengkombinasikan kemudahan penggunaan layaknya *Microsoft Excel* dengan kemampuannya melakukan analisis statistik yang kompleks. *Minitab* dikembangkan di Pennsylvania State University oleh periset Barbara F. Ryan, Thomas A. Ryan, Jr., dan Brian L. Joiner pada tahun 1972. Keunggulan utama dari *minitab* adalah *user friendly*, dan fitur asistennya. Analisis data dapat dilakukan lebih menyeluruh dengan *minitab* yang *user friendly*, sehingga data substansi dapat ditarik bahkan oleh orang-orang tanpa pengetahuan statistik. User juga dibantu dalam analisis data dan menghasilkan interpretasi oleh fitur asisten.

## 2.7 Analisis Fishbone

Analisis *fishbone* dikenal sebagai analisis sebab-akibat atau diagram Ishikawa adalah sebuah alat analisis kualitatif yang digunakan untuk

mengidentifikasi dan memahami faktor-faktor penyebab suatu masalah atau situasi yang tidak diinginkan. Analisis *fishbone* biasanya digunakan dalam konteks perbaikan kualitas, di mana tim perbaikan kualitas menggunakan alat ini untuk membantu mereka memahami dan mengidentifikasi akar penyebab masalah yang terjadi dalam proses atau sistem. Namun, analisis *fishbone* juga dapat digunakan dalam konteks lain, seperti dalam manajemen proyek, manajemen risiko, dan lain-lain.



Gambar 2.1 Fishbone Diagram

### 2.8 Main Battery CRJ-1000

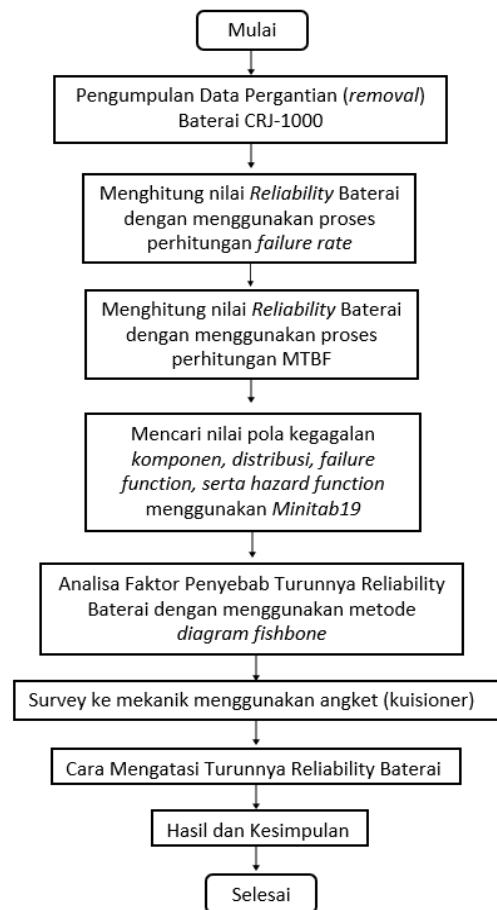
Baterai utama (*main battery*) pada pesawat CRJ-1000 adalah baterai yang digunakan untuk memasok listrik ke sistem utama pesawat ketika mesin pesawat dimatikan atau dalam kondisi darurat. Baterai ini terletak di ruang avionik pesawat dan memiliki kapasitas daya sebesar 24 volt DC<sup>[7]</sup>.

### 2.9. Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini data yang dikumpulkan didapatkan dari unit Engineering berupa data *remove/install* dalam kurun waktu tahun 2019 hingga tahun 2020. Data kemudian diolah dalam perhitungan metode kuantitatif, yaitu metode secara statistik melalui dua proses yang pertama mencari *failure rate* kemudian *Mean Time Between Failure*. Lalu, data kerusakan di *input* ke Minitab19 untuk mengetahui pola kegagalan dari komponen, distribusi, *failure function*, serta *hazard function* pada baterai CRJ-1000.

Kemudian mengumpulkan informasi terkait kerusakan yang dialami *Main Battery* berdasarkan data *Workshop Report*, Data informasi yang telah terkumpulkan dari *Shop Report*, kemudian dicari penyebab kegagalannya menggunakan dua proses metode, yang pertama menggunakan

kuisisioner angket yang ditujukan ke mekanik dan *shopman* terkait penanganan *maintenance main battery*, kedua menggunakan *tool diagram fishbone*. Setelah menemukan penyebab kegagalan menggunakan metode kuisisioner angket dan *tool fishbone*, dilakukan langkah pencegahan untuk menaikan keandalan *Main Battery*.



Gambar 2.2 Diagram Alir

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengumpulan Data Kegagalan

Berdasarkan laporan yang didapatkan dari engineering workshop, terdapat beberapa Baterai PN : 024637-000 (Main Battery CRJ-1000)

Berdasarkan pada **Tabel 3.1** tercatat dari bulan januari 2019 sampai dengan januari 2020 terdapat 23 kasus *unschedule removal*. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya kegagalan pada baterai. Semua

masalah dapat terselesaikan dengan mengganti baterai. *Normal operating condition* untuk baterai adalah 2500 *flight hours* (*Maintenance Program Garuda*

*Indonesia*. Dari data *removal* tersebut, kemudian dilakukan analisis *reliability* untuk menentukan karakteristik kegagalan dari *main battery*.

**Tabel 3.1** Data Kegagalan Baterai 024637-000

NO	PART NUMBER	SERIAL NUMBER	REGISTRASI	DATE REMOVAL	REASON	FLIGHT HOURS
1	024637-000	0905200234211	PK-GRC	19/01/2019	MAIN BATTERY WAS WEAK	1840
2	024637-000	09052001A5FCC	PK-GRP	16/02/2019	FOUND BATT LOW VOLTAGE	2002
3	024637-000	0905200137E40	PK-GRO	19/02/2019	BATT SYS FAULT	1965
4	024637-000	0905200199116	PK-GRS	22/02/2019	MAIN BATTERY WAS WEAK	2048
5	024637-000	09052001F15B0	PK-GRM	11/03/2019	FOUND BATT LOW VOLTAGE	1983
6	024637-000	0905200137E3E	PK-GRH	16/03/2019	ELECT BATT FAULT	2098
7	024637-000	09052001FFB12	PK-GRL	05/05/2019	BATTERY VOLTAGE DROP	1879
8	024637-000	09052002675JK	PK-GRR	03/06/2019	MAIN BATTERY WAS WEAK	1955
9	024637-000	09052001DF7A0	PK-GRE	16/06/2019	FOUND BATT LOW VOLTAGE	2083
10	024637-000	0905200128F87	PK-GRN	15/07/2019	BATT SYS FAULT	2043
11	024637-000	09052001EC74D	PK-GRA	24/07/2019	MAIN BATTERY WAS WEAK	1969
12	024637-000	0905200117D65	PK-GRF	30/07/2019	FOUND BATT LOW VOLTAGE	1909
13	024637-000	090520012FE20	PK-GRO	20/08/2019	FOUND BATT LOW VOLTAGE	2002
14	024637-000	090520015TP17	PK-GRQ	09/09/2019	BATT SYS FAULT	2005
15	024637-000	090520042GH80	PK-GRG	23/10/2019	FOUND BATT LOW VOLTAGE	2100
16	024637-000	090520063TO83	PK-GRK	05/12/2019	ELECT BATT FAULT	2092
17	024637-000	090520055PA21	PK-GRI	28/09/2019	BATTERY VOLTAGE DROP	1929
18	024637-000	090520035BG11	PK-GRJ	03/01/2020	ELECT BATT FAULT	2063
19	024637-000	090520042MM22	PK-GRT	05/01/2020	MAIN BATTERY WAS WEAK	2037
20	024637-000	0905200150707	PK-GRC	12/01/2020	MAIN BATTERY WAS WEAK	2057
21	024637-000	090520055ST58	PK-GRF	17/01/2020	FOUND BATT LOW VOLTAGE	1959
22	024637-000	090520051AA03	PK-GRA	24/01/2020	FOUND BATT LOW VOLTAGE	1921
23	024637-000	090520077AT60	PK-GRP	30/01/2020	ELECT BATT FAULT	1892
<b>TOTAL</b>						<b>45831</b>

### 3.2 Menghitung Failure Rate

*Failure rate* ( $\lambda$ ) dapat diketahui melalui cara membandingkan jumlah kerusakan dengan total waktu operasi, besarnya *failure rate* adalah

$$\lambda = \frac{\text{jumlah kerusakan}}{\text{waktu operasi}}$$

$$= \frac{23}{45813} = 0.0005/\text{jam}$$

Dari *formula* di atas akan menghasilkan laju kerusakan komponen dengansatuan jam. Jumlah kerusakan ialah total dari jumlah baterai PN 024637-000 selama periode Jan 2019 sampai Jan 2020. Total waktu operasi adalah akumulasi jumlah *flight hours* pada saat baterai tersebut diturunkan (*removed*). Jadi pada rentang waktu tersebut laju kegagalan *Main Battery*

adalah 0.000501843730 kegagalan per jam.

### 3.2 Menghitung Mean Time Between Failure (MTBF)

*Mean Time Between Failure* (MTBF) merupakan waktu rata-rata terjadinya kerusakan pada suatu komponen. MTBF memiliki arti waktu komponen tersebut beroperasi hingga terjadi kerusakan.

Nilai MTBF berbanding terbalik dengan *failure rate* ( $\lambda$ ) yang mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$$MTBF = \frac{45831}{23} = 1992,6 \text{ hours}$$

Sehingga diperoleh persentase *reliability* dari baterai ialah:

$$\frac{1992,6}{2500} \times 100 = 79,7\%$$

Hasil dari perhitungan diatas belum dapat menggambarkan pola kegagalan komponen dan distribusinya, untuk itu dilakukan analisa Weibull.

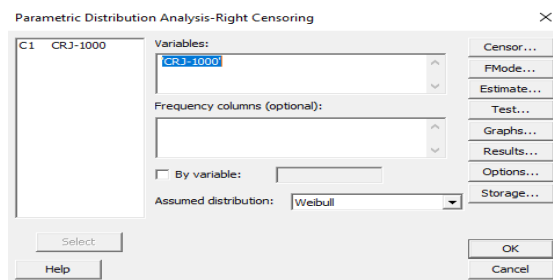
### 3.3 Distribusi Weibull

Analisa Weibull digunakan untuk mengetahui pola kegagalan dari komponen, distribusi, *failure function*, serta *hazard function*<sup>[6]</sup>. Analisa ini menggunakan alat bantu berupa software yaitu Minitab19. Pertama, masukan data *flight hours* pada kolom C1.

↓	C1
	CRJ-1000
1	1840
2	1909
3	1969
4	2002
5	1965
6	2048
7	2005
8	1983
9	1879
10	2100
11	1955
12	2057
13	2083
14	2092
15	1959
16	1921
17	2098
18	1929
19	2043
20	2002
21	1892
22	2063
23	2037

**Gambar 3.1** Input Minitab19

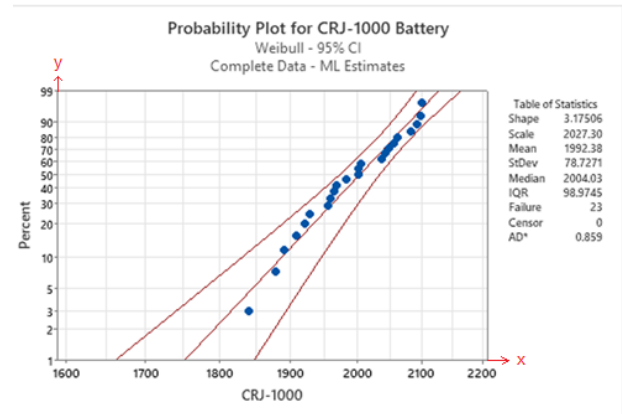
Kemudian pada menu Minitab, dipilih menu *Stat > Reliability/Survival > Distribution Analysis (Right Censoring) > Parametric Distribution Analysis*



**Gambar 3.3** Minitab Menu *Parametric Distribution*

Pada menu parametric *distirbution analysis* ditentukan variabel yang akan diolah pada kolom C1 yaitu CRJ-1000 (BATTERY), pada *Assumed distribution* dipilih Weibull.

Berikut hasil dari olah data minitab19.



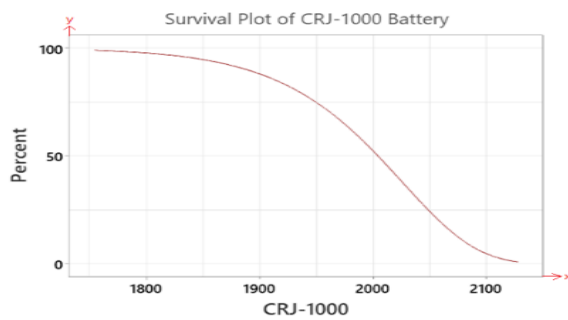
**Gambar 3.4** Grafik *Distribution Overview Plot* CRJ-1000 Battery

**Tabel 3.3** CRJ-1000 Battery Weibull Percentage

Percent	Percentile
1	1753.86
2	1792.86
3	1816.19
4	1833.02
5	1846.25
6	1875.19
7	1866.54
8	1874.72
9	1882.01
10	1888.59
20	1933.75
30	1962.53
40	1984.86
50	2004.03
60	2021.73
70	2039.19
80	2057.91
90	2081.26
91	2084.19
92	2087.33
93	2090.72
94	2094.43
95	2098.58
96	2103.33
97	2109.01
98	2116.29
99	2127.19

Pada **Gambar 3.4** Sumbu (x) mewakili waktu dalam jam, sedangkan sumbu (y) adalah presentase kegagalan. Grafik *Probability Plot* menggambarkan letak presentase kegagalan suatu komponen dibandingkan dengan keseluruhan data. Garis merah adalah presentase kemungkinan dari 1% hingga 99% yang nilainya terdapat pada Gambar 4.5, kemudian titik-titik biru adalah letak kegagalan ke 23 komponen. Sebagai contoh, komponen dengan umur 1840jam

(paling bawah) adalah komponen dengan kemungkinan sebaran peluang di 2.99%.



Gambar 3.5 Grafik Survival Plot CRJ-1000 Battery

Tabel 3.4 Grafik Survival Percentage

CRJ-1000 Battery	Percent
1760	98,8834
1780	98,4053
1800	97,734
1820	96,7971
1840	95,4988
1860	93,7144
1880	91,2864
1900	88,0228
1920	83,7034
1940	78,0985
1960	71,0097
1980	62,3397
2000	52,1937
2020	40,9925
2040	29,5435
2060	18,9751
2080	10,448
2100	4,68535
2120	1,59946
2140	0,380319

Pada Gambar 3.4 Sumbu (x) adalah waktu dalam jam, sumbu (y) adalah presentase survival dari komponen. Nilai dari garis merah terdapat pada tabel disebelahnya. Grafik Survival Plot. menggambarkan presentase komponen mampu bertahan. Sebagai contoh, kemungkinan komponen bertahan hidup pada 1760 jam adalah 98,8834% dan kemungkinan hidup pada 2140 jam adalah 0,380319%.

Pada Gambar 3.6, sumbu (x) adalah waktu pada jam sedangkan sumbu y adalah rate atau laju potensi kegagalan. Pada 1760 jam laju kegagalan 0,0002 sedangkan pada 2140 laju kegagalan meningkat ke 0,08267, laju kegagalan menurun karena terdapat banyak kegagalan pada fase awal. Hasil olah data *minitab19* menghasilkan *shape parameter* 3,17506 grafik menunjukkan pola shape  $3 \leq \beta \leq 4$  yaitu Fungsi kerusakan meningkat / *Increasing failure rate*.

### 3.4 Analisis Menggunakan Diagram Fishbone

Setelah melakukan pengamatan langsung kegiatan di lapangan, menganalisa data kegagalan baterai dan berdiskusi dengan personil serta *Mekanik* di lapangan, berikut hasil analisis kegagalan baterai.

Tabel 3.6 Shop Finding Baterai CRJ-1000

DATE OF REMOVAL	PART NUMBER	SERIAL NUMBER	SHOP FINDING
19/01/2019	024637-000	0905200234211	LOW LEVEL LIQUID
16/02/2019	024637-000	09052001A5FCC	LOW LEVEL LIQUID
19/02/2019	024637-000	0905200137E40	LOW LEVEL LIQUID
22/02/2019	024637-000	0905200199116	NEED RECHARGE BATTERY FLAT
11/03/2019	024637-000	09052001F15B0	POWER BOARD DAMAGE
16/03/2019	024637-000	0905200137E3E	NEED RECHARGE BATTERY FLAT
05/05/2019	024637-000	09052001FFB12	LOW LEVEL LIQUID
03/06/2019	024637-000	09052002675JK	NEED RECHARGE BATTERY FLAT
16/06/2019	024637-000	09052001DF7A0	LOW LEVEL LIQUID
15/07/2019	024637-000	0905200128F87	LOW LEVEL LIQUID
24/07/2019	024637-000	09052001EC74D	POWER BOARD DAMAGE
30/07/2019	024637-000	0905200117D65	LOW LEVEL LIQUID
20/08/2019	024637-000	090520012FE20	NEED RECHARGE BATTERY FLAT
09/09/2019	024637-000	090520015TP17	LOW LEVEL LIQUID
23/10/2019	024637-000	090520042GH80	POWER BOARD DAMAGE
05/12/2019	024637-000	090520083TO83	LOW LEVEL LIQUID
28/09/2019	024637-000	090520055PA21	NEED RECHARGE BATTERY FLAT
03/01/2020	024637-000	090520035BG11	POWER BOARD DAMAGE
05/01/2020	024637-000	090520042MM22	LOW LEVEL LIQUID
12/01/2020	024637-000	0905200150707	POWER BOARD DAMAGE
17/01/2020	024637-000	090520055ST58	LOW LEVEL LIQUID
24/01/2020	024637-000	090520051AA03	POWER BOARD DAMAGE
30/01/2020	024637-000	090520077AT60	LOW LEVEL LIQUID

Tabel 3.7 Jumlah Kasus Kegagalan Baterai

NO	SHOP FINDING	JUMLAH KASUS
1	LOW LEVEL LIQUID	12
2	NEED RECHARGE BATTERY FLAT	5
3	POWER BOARD DAMAGE	6
TOTAL KASUS		23

Berdasarkan Tabel 3.7, dapat disimpulkan bahwa LOW LEVEL LIQUID menjadi penyebab kegagalan terbesar pada baterai, dengan 12 kasus. Kemudian dari *finding shop* dibuatkan angket kuisisioner tentang penanganan baterai CRJ-1000 yang di *handle* oleh tim mekanik lapangan, berikut pertanyaan angket tersebut :

1. Seberapa sering anda mengalami kondisi low voltage main battery pada pesawat CRJ-1000
2. Apakah saat melakukan *maintenance* penggunaan *external power/ground power* tersedia ?
3. Apakah anda pernah menemukan keadaan electrical component yang tidak dimatikan saat ketika anda ingin menyalakan pesawat (energizing the aircraft) ?
4. Apakah ada *task instruction* untuk

mencabut koneksi *main battery* ketika pesawat dalam keadaan tidak beroperasi cukup lama ?

5. Apakah anda pernah mengecek kondisi keadaan sekitar *main battery* ?
6. Apakah keadaan sekitar area *main battery* kotor ?
7. Apakah Anda memiliki pengalaman atau pengetahuan tentang kerusakan *power board main battery* pada pesawat akibat *overcharge*?

8. Apakah anda pernah mendapatkan pelatihan/training khusus mengenai perawatan alat elektrikal (*electrical system*) atau *mandatory training* ?

Berikut hasil data dari angket kuisisioner yang dibagikan ke beberapa mekanik lapangan dan shopman PT. GMFAeroasia ditunjukkan pada **Tabel 3.8**

**Tabel 3.8** Tabel hasil angket kuisisioner

No	Nama	Unit	Jabatan	PERTANYAAN KUISISIONER KE-							
				1	2	3	4	5	6	7	8
1	Argono Sihombing	TLH-1	MEKANIK	JARANG	TIDAK	TERKADANG	TIDAK TAHU	TIDAK	TIDAK	YA	YA
2	Galar Pranowo	TLH-1	ENGINEER	TIDAK PERNAH	YA	YA	YA	TIDAK	TIDAK	TIDAK	YA
3	Artanto Narpati	TLH-1	MEKANIK	JARANG	TIDAK	TERKADANG	YA	YA	YA	TIDAK	YA
4	Mujur Permadi	TLH-1	MEKANIK	KADANG-KADANG	TIDAK	TERKADANG	TIDAK TAHU	TIDAK	TIDAK	YA	TIDAK
5	Cahyo Saptono	TLH-1	ENGINEER	KADANG-KADANG	YA	TIDAK	YA	TIDAK	TIDAK	YA	YA
6	Wisnu Mangunsong	TLH-1	MEKANIK	TIDAK PERNAH	TIDAK	TIDAK	YA	TIDAK	TIDAK	YA	TIDAK
7	Pandu Megantara	TLH-2	ENGINEER	JARANG	TIDAK	YA	TIDAK TAHU	YA	YA	TIDAK	YA
8	Saiful Mansur	TLH-2	MEKANIK	KADANG-KADANG	TIDAK	YA	YA	TIDAK	TIDAK	YA	TIDAK
9	Paiman Nugroho	TLH-2	ENGINEER	TIDAK PERNAH	YA	TERKADANG	TIDAK TAHU	TIDAK	TIDAK	TIDAK	YA
10	Olga Kurniawan	TLH-2	MEKANIK	JARANG	YA	TERKADANG	YA	YA	YA	TIDAK	TIDAK
11	Hendri Wacana	TLH-2	ENGINEER	KADANG-KADANG	YA	TERKADANG	TIDAK TAHU	TIDAK	TIDAK	YA	YA
12	Cawisno Prasetya	TLH-2	ENGINEER	JARANG	YA	YA	YA	TIDAK	TIDAK	TIDAK	TIDAK
13	Ganep Mustofa	TLH-3	MEKANIK	KADANG-KADANG	TIDAK	YA	TIDAK TAHU	YA	TIDAK	TIDAK	TIDAK
14	Limar Pranowo	TLH-3	MEKANIK	JARANG	TIDAK	TERKADANG	YA	TIDAK	TIDAK	YA	YA
15	Hartaka Kuswoyo	TLH-3	MEKANIK	KADANG-KADANG	YA	YA	TIDAK TAHU	YA	YA	YA	TIDAK
16	Wira Simanjuntak	TLH-3	ENGINEER	KADANG-KADANG	TIDAK	TERKADANG	YA	TIDAK	TIDAK	TIDAK	TIDAK
17	Cahyadi Prasasta	TLH-3	ENGINEER	JARANG	YA	TERKADANG	YA	TIDAK	TIDAK	TIDAK	TIDAK
18	Prayogo Waskita	TLG-1	MEKANIK	TIDAK PERNAH	TIDAK	TERKADANG	YA	YA	YA	YA	YA
19	Ikhshan Pranowo	TLG-1	ENGINEER	JARANG	TIDAK	TIDAK	YA	TIDAK	TIDAK	TIDAK	TIDAK
20	Ghani Wibowo	TLG-1	MEKANIK	KADANG-KADANG	TIDAK	TERKADANG	YA	TIDAK	TIDAK	YA	TIDAK
21	Nasab Suwarno	TLG-1	MEKANIK	KADANG-KADANG	YA	YA	TIDAK TAHU	TIDAK	TIDAK	YA	YA
22	Muhammad Rajata	TLG-2	ENGINEER	JARANG	TIDAK	TERKADANG	TIDAK TAHU	TIDAK	TIDAK	YA	YA
23	Bagas Prakasa	TLG-2	ENGINEER	TIDAK PERNAH	YA	YA	YA	TIDAK	TIDAK	YA	TIDAK
24	Tirta Ardianto	TLG-2	ENGINEER	KADANG-KADANG	TIDAK	TERKADANG	YA	TIDAK	YA	YA	YA
25	Rosman Ramadan	TLG-2	MEKANIK	JARANG	TIDAK	TERKADANG	YA	YA	TIDAK	TIDAK	TIDAK
26	Prabowo Putra	TLG-3	MEKANIK	KADANG-KADANG	TIDAK	YA	YA	TIDAK	TIDAK	YA	YA
27	Kemal Ismayudi	TLG-3	ENGINEER	TIDAK PERNAH	YA	TERKADANG	TIDAK TAHU	TIDAK	YA	YA	TIDAK
28	Irsad Setiawan	TLG-3	MEKANIK	JARANG	TIDAK	YA	YA	TIDAK	TIDAK	YA	TIDAK
29	Bayu Prayoga	TLG-3	ENGINEER	KADANG-KADANG	YA	TERKADANG	YA	TIDAK	TIDAK	TIDAK	YA
30	Eko Saputra	TLG-3	MEKANIK	JARANG	TIDAK	TERKADANG	YA	TIDAK	TIDAK	YA	TIDAK

Selanjutnya hasil dari data diatas dibuatkan Analisa dalam bentuk diagram fishbone, berikut hasil diagramnya ditampilkan pada **Gambar 3.7** dan **Gambar 3.8**

Dari hasil analisis menggunakan diagram *fishbone*, maka ditemukan beberapa faktor yang dapat menyebabkan kegagalan pada baterai, antarlain sebagai berikut:

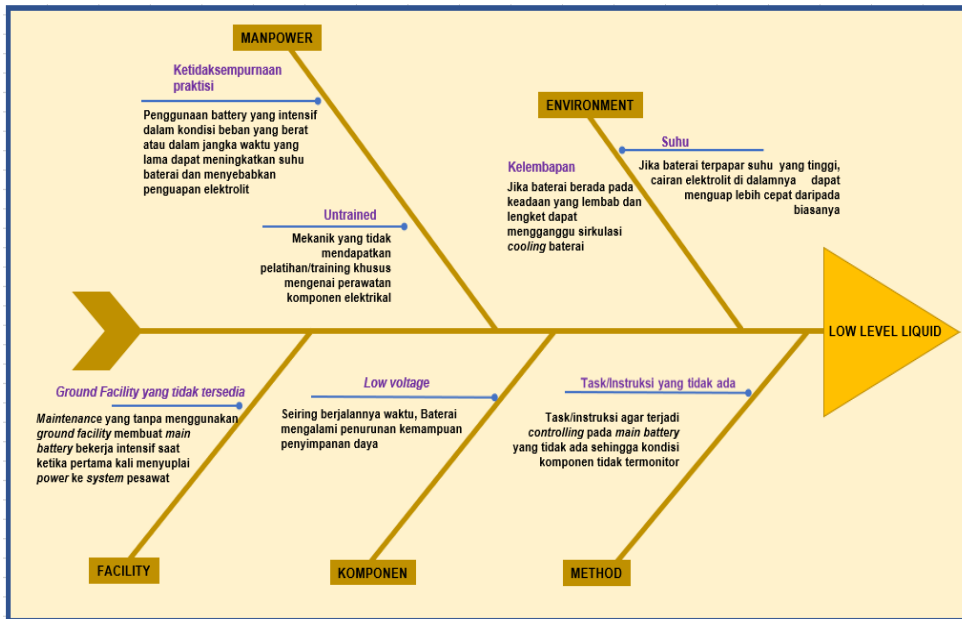
### 1. Manpower

Pada saat proses *maintenance* ; Penggunaan *battery* yang intensif dalam kondisi beban yang berat atau dalam

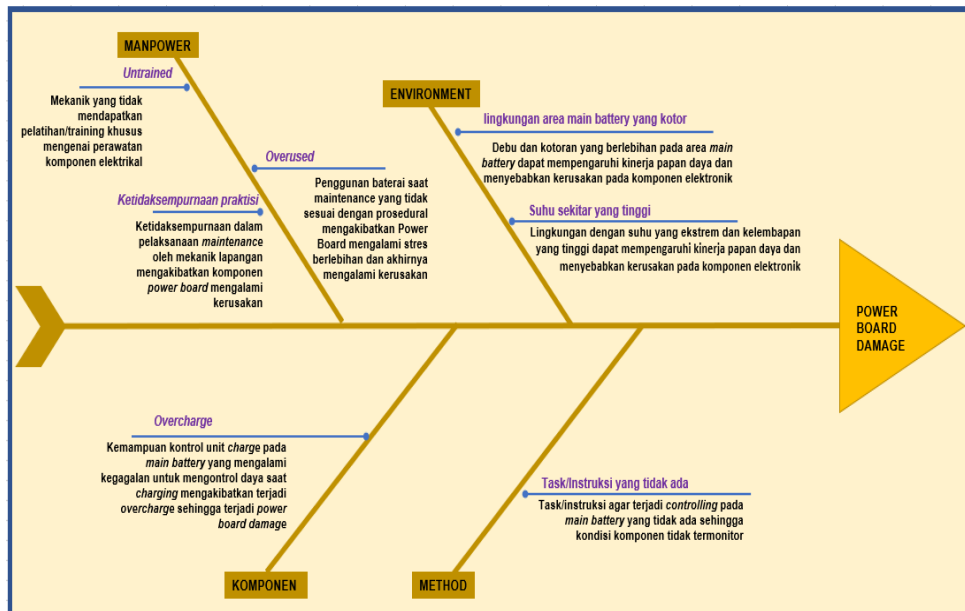
jangka waktu yang lama dapat meningkatkan suhu baterai dan menyebabkan penguapan elektrolit, hal ini juga berdampak kepada *Power Board* dimana stres yang diberikan berlebihan dan akhirnya mengalami kerusakan.

### 2. Environment

Udara yang panas di area baterai membuat liquid yang ada di dalam baterai menguap sehingga cepat habis. Serta keadaan baterai yang lembab membuat debu-debu menjadi lengket dan menghambat sirkulasi udara di ventilasi baterai yang menjadikan pendinginan baterai tidak optimal.



Gambar 3.15 Diagram Fishbone Low Level Liquid



Gambar 3.16 Diagram Fishbone Power Board Damage

### 3. Method

Task / instruksi yang tidak ada membuat controlling kepada komponen main battery tidak termonitor sehingga kondisi (lingkungan dan komponen) kotor dan panas yang pada akhirnya menurunkan umur life time dari main battery.

### 4. Ground Facility

Maintenance yang dilakukan dilapangan tanpa menggunakan ground facility membuat main battery bekerja secara intensif saat Ketika pertama kali main battery menyuplai power ke pesawat, hal

ini juga membuat penurunan umur pada main battery.

### 5. Komponen

Kemampuan control unit charge pada main battery yang mengalami kegagalan untuk mengontrol daya saat charging mengakibatkan main battery overcharge sehingga power board mengalami kerusakan (damage). Seiring berjalannya waktu pemakaian main battery juga membuat main battery mengalami penurunan kemampuan penyimpanan daya<sup>[8]</sup>.

Setelah mendapatkan penyebab dari kerusakan pada baterai, maka diperlukan peningkatan *reliability*. Adapun beberapa hal yang dilakukan yaitu:

a) Melakukan *retraining/refreshing* penanganan baterai kepada personil baik yang dilapangan (mekanik) atau *shopman* (orang shop) agar dapat melakukan *maintenance* sesuai dengan prosuderal penanganan baterai.

b) Meminta kepada unit terkait untuk memperbaiki sistem manajemen *maintenance* baterai yang andal. Hal ini melibatkan pemantauan dan pengendalian suhu, tegangan, arus, dan tingkat pengisian baterai secara terus-menerus. Sistem manajemen baterai yang baik dapat membantu menghindari kondisi yang berisiko dan melindungi baterai dari kerusakan.

c) Saran untuk operator agar melakukan pengadaan *task controlling* terkait kebersihan area (*environment*) pada komponen *main battery* (pengecekan langsung ke komponen) agar kondisi *main battery* dapat di *control*, sehingga dapat diberikan tindakan langsung seperti membersihkan area jikalau area dalam kondisi kotor, saran berikutnya adalah memberikan kelas *training* kepada seluruh mekanik lapangan agar mendapatkan ilmu terkait penanganan *maintenance* komponen elektrik, khususnya pada komponen *main battery* agar supaya *life time* meningkat.

#### IV. PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, adapun kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil olah data dari shop report, dimana diperoleh nilai untuk MTBF yaitu setara dengan 79,7% *reliability*. Dengan menggunakan Weibull Distribution didapati shape parameter 3,17506, grafik menunjukkan pola shape  $3 \leq \beta \leq 4$  yaitu Fungsi kerusakan meningkat / Increasing failure rate.

2. Penyebab dari kegagalan baterai disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu manpower, environment, method, ground

facility, dan komponen sehingga life time dari main battery mengalami penurunan.

3. Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan *reliability* pada baterai adalah melakukan brifing serta melakukan *retraining/refreshing* secara berkala terhadap personil yang bersentuhan langsung dengan baterai dan meminta kepada unit terkait untuk memperbaiki sistem manajemen *maintenance* baterai yang andal, Hal ini dapat meningkatkan *reliability* pada baterai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ansori, N & Mustajib, M.I, 2003. *Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System)*, Graha Ilmu, Jakarta
- [2] Moulbray, John 1997, *Realibility-Centered Maintenance*, Buttworth-Heinemann, Massachusetts
- [3] Finkelstein, Maxim 2008. *Failure rate modelling for Realibility and Risk*, Springer London, London
- [4] Iwan Nauli Daulay, Sri Sitiani Nurutami dan Dian Denisha Daniel. (2013). *Analisis Maintenance Reliability Terhadap MTBF (Mean Time Between Failures) Facilities Pada Industri Pulp dan Paper. Jurnal Ekonomi. XXI.*
- [5] Rinne, Horst 2008. *The Weibull distribution*, CRC PRESS, London
- [6] Gulati, R & Smith, R 2009, *Maintenance and Realibility Best Practices*, Industrial Press, New York
- [7] ATA Chapter 24 (*electrical*), CRJ-1000 *Training Manual*
- [8] SAFT *Componen Maintenance Manual Battery Aircraft CRJ-1000*