

STUDI KASUS KEGAGALAN SISTEM POMPA BAHAN BAKAR UTAMA AIRBUS A320-200

**Erma Candra Putra¹⁾, Wowo Rossbandrio¹⁾, Nurul Laili Arifin¹⁾, Domi Kamsyah^{1*)},
Roza Puspita¹⁾, Nugroho Pratomo Ariyanto¹⁾ dan Budi Baharudin¹⁾**

¹⁾Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam, Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461,
Indonesia

^{*)}E-mail: domi@polibatam.ac.id

Abstract

The fuel pump system in the Airbus A320 aircraft serves the function of supplying fuel from the tank to the aircraft's engine. Failure in the operation of this system can lead to consequences ranging from minor to fatal. To prevent failures in the fuel pump system, it is crucial to identify the factors that can impede its operation. In this research, data on fuel pump system failures were collected from aircraft maintenance logs and aircraft documents providing insights into the causal factors of system failures. Once the data on fuel pump system failures were obtained, it was analyzed using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method and a fishbone diagram. Based on the available data, the primary causes of fuel pump system failures in the Airbus A320 aircraft were identified as mechanical damage to the pump, relay malfunctions, and circuit breaker issues. To prevent fuel pump damage, it is recommended to conduct regular inspections. These inspections should be carried out after the aircraft has completed its operation, serving as an early detection measure for component damage.

Keywords: *FMEA, Fisbone diagram, fuel pump*

Abstrak

Sistem pompa bakar pada pesawat Airbus A320 memiliki fungsi untuk mensuplai bahan bakar dari tangki menuju mesin pesawat. Kegagalan operasi sistem ini dapat memiliki konsekuensi ringan hingga fatal. Sebagai upaya untuk menghindari kegagalan pada sistem pompa bahan bakar maka perlu diketahui faktor apa saja yang dapat membuat sistem tidak dapat beroperasi. Pada penelitian dilakukan dengan cara mengumpulkan data kerusakan pada sistem pompa bahan bakar dari *aircraft maintenance log* dan dokumen pesawat yang memberikan petunjuk faktor penyebab kegagalan sistem tersebut. Setelah data kegagalan sistem pompa bahan bakar didapat maka selanjutnya data tersebut diolah menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dan *fishbone diagram*. Berdasarkan data yang ada penyebab utama dari kegagalan sistem pompa bahan bakar utama pesawat Airbus A320 adalah kerusakan mekanik pada pompa, kerusakan relay, dan circuit breaker. Solusi untuk mencegah kerusakan pompa bahan bakar maka disarankan untuk melakukan pemeriksaan berkala. Pemeriksaan dilakukan ketika pesawat selesai dioperasikan, sebagai upaya deteksi awal kerusakan pada komponen.

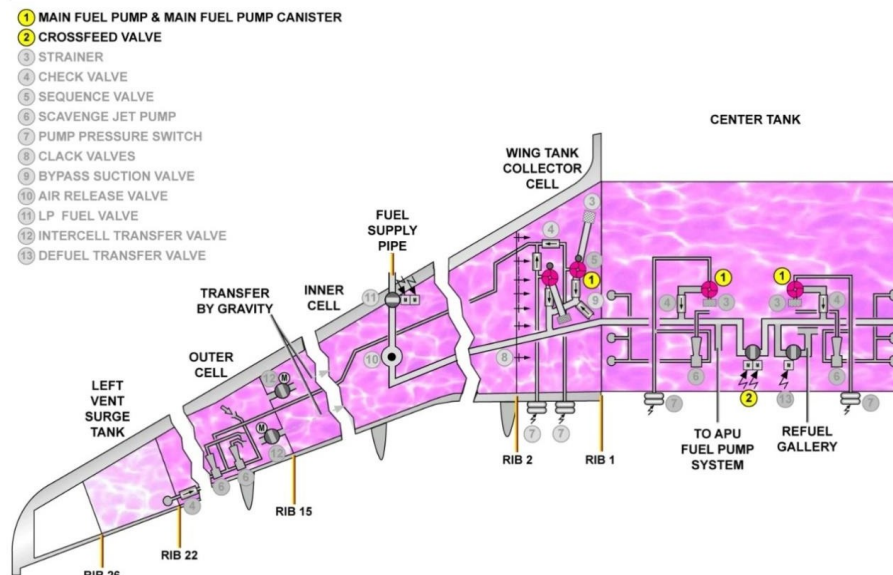
Kata Kunci: *FMEA, Fisbone diagram, pompa bahan bakar*

PENDAHULUAN

Keselamatan dan keamanan penumpang transportasi udara merupakan faktor penting yang tersirat dalam Undang-Undang Penerbangan No.1 Tahun 2009. Keselamatan dan keamanan penerbangan didapat melalui penyelenggaraan penerbangan yang sesuai prosedur operasi, persyaratan kelaikan teknis, dan bebas dari gangguan yang melawan hukum (Pasal 1 Peraturan Pemerintah RI No.3 Tahun 2001). Pesawat dituntut harus senantiasa dalam kondisi laik terbang (*airworthy*), artinya pesawat harus sesuai dengan

type design dan aman untuk terbang, sebagaimana diatur dalam ICAO Annex 8 : *Airworthiness of Aircraft* dan *Civil Aviation Safety Regulation (CASR) Part 21 : Certification Procedure For Product And Part*. Salah satu persyaratan kelaikan teknis yang harus diperhatikan saat pesawat terbang adalah kinerja dari sistem pompa bahan bakar utama.

Sistem pompa bahan bakar utama berfungsi mensuplai bahan bakar yang tersimpan di dalam *wing tank* dan *center tank* ke kedua mesin pesawat. Sistem ini terdiri atas enam buah pompa bahan bakar; empat terpasang pada setiap *wing tank inner cell* dan dua lagi pada *center tank*. Pompa bahan bakar bekerja bersama-sama secara terus menerus untuk memastikan kelancaran suplai bahan bakar ke mesin, mekanisme *sequence valve* dibutuhkan untuk memastikan bahan bakar didalam *center tank* lebih dahulu habis. Sistem ini juga dilengkapi dengan *crossfeed*; salah satu pompa bahan bakar baik kanan atau kiri bisa mensuplai bahan bakar ke kedua mesin saat pompa bahan bakar yang lain rusak atau dimatikan.



Gambar 1. Komponen sistem pompa bahan bakar pesawat Airbus 320 (Airbus, 2006)

Jika terjadi kerusakan pada sistem pompa bahan bakar pesawat Airbus A320, maka *Centralized Fault Display System (CFDS)* akan memberikan informasi kerusakan kepada awak pesawat. Indikasi kerusakan pompa akan muncul pada *Multifunction Control and Display Unit (MCDU)* di *cockpit* sehingga pilot atau teknisi bisa segera melakukan beberapa tindakan mengidentifikasi dan memvalidasi penyebab kegagalan tersebut. Pesan yang diberikan berupa indikasi tekanan rendah dari pompa bahan bakar serta indikasi lampu peringatan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor apa saja yang dapat

membuat sistem tidak dapat beroperasi. Melalui penelitian ini diharapkan memberikan pengetahuan tambahan untuk perawatan sistem pompa bahan bakar utama pesawat Airbus 320.

METODE PENELITIAN

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah data kerusakan pada sistem pompa bahan bakar utama pesawat Airbus 320. Data kerusakan sistem diambil selama kurun waktu 1 Januari 2023 sampai dengan 1 Juli 2023. Lokasi pengambilan data dilakukan pada salah satu perusahaan penerbangan nasional di Indonesia. Data kerusakan dicatat sesuai dengan *server maintenance record* (e-mro) dari perusahaan penerbangan tersebut. Pencatatan data kerusakan meliputi waktu kejadian, registrasi pesawat, deskripsi kerusakan, jumlah kejadian kerusakan, dan tindakan perawatan yang dilakukan.

Setelah semua data kerusakan sistem terkumpul selanjutnya dilakukan proses pengolahan data menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Melalui FMEA ini data di olah menjadi sebuah informasi tentang kemungkinan penyebab dari kerusakan sistem pompa bahan bakar utama pesawat A320. Pada proses FMEA maka akan jelaskan secara sistematis apa saja efek kegagalan, penyebab kegagalan, dan juga tingkat keparahan dari kerusakan tersebut. Dari proses FMEA didapat risk priority number (RPN), angka ini menunjukkan bahwa kerusakan menjadi prioritas untuk diselesaikan terlebih dahulu.

Proses berikutnya melakukan analisa yaitu menganalisa akar penyebab kerusakan pada sistem pompa bahan bakar menggunakan metode *fishbone diagram*. *Problem* dengan angka RPN tertinggi diletakan di kepala pada *fishbone diagram*, lalu faktor utama penyebab kegagalan di letakan pada tulang utama dan faktor penunjang diletakan pada tulang kecil. Setelah semua faktor yang berpotensi menyebabkan *problem* tervisualisasikan oleh *fishbone diagram*, maka langkah selanjutnya menentukan solusi permasalahan yang dihadapi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dan pengumpulan data ini dimulai pada 1 Januari 2023 sampai 1 Juli 2023, dalam kurun waktu 6 bulan tersebut, tercatat ada 20 kasus terkait kegagalan *main fuel pump system* yang dilaporkan terjadi pada beberapa pesawat Airbus A320-200 yang dioperasikan oleh Lion Group. Data ini diperoleh dari server maintenance record (e-

mro) PT. Batam Aero Technic yang didalamnya tersimpan informasi detail tentang terjadinya kegagalan dan tindakan penyelesaiannya.

Tabel 3.1. adalah daftar laporan kegagalan *main fuel pump system* pada pesawat Airbus A320-200 yang dioperasikan oleh Lion Group beserta tindakan penyelesaiannya dalam kurun waktu 6 bulan terakhir . Berdasarkan data Tabel 3.1, *Fuel pump* merupakan komponen yang paling banyak mengalami kerusakan yakni sebanyak 8 kasus. Kerusakan disebabkan karena penggunaan secara terus menerus, usia *fuel pump* yang tua, kontaminasi fuel, *overheat*, dsb. Selain komponen *fuel pump*, kerusakan juga sering terjadi pada komponen Relay GFI (*Ground Fault Interruptor*) terkait malfungsi *center tank fuel pump*. Tindakan perbaikan yang paling banyak dilakukan adalah pergantian komponen. Lalu, tindakan terbanyak kedua adalah melakukan reset pada *circuit breaker* dan *operational test* pada sistem. *Center Tank Pump 1 Low Pressure* menjadi *defect* yang paling banyak dilaporkan yakni sebanyak 9 kasus dan sebagian besar terjadi karena rusaknya Relay GFI (*Ground Fault Interruptor*). Dalam kurun waktu 6 bulan terakhir ada 20 pesawat yang mengalami kegagalan *main fuel pump system*, jumlah ini cukup banyak sehingga diperlukan penanganan khusus agar laporan kegagalan ini tidak meningkat.

Berdasarkan Tabel 3.2 FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) diketahui bahwa *failure mode CENTER TANK PUMP 1 LOW PRESSURE* memiliki nilai RPN terbesar sehingga penanganannya harus diprioritaskan yakni dengan rutin melakukan *daily check* dan *operational test* pada komponen terkait setiap hari saat pesawat RON (*Remain Over Night*) sebagai upaya deteksi awal kerusakan pada komponen. Sementara itu *failure mode* dengan nilai RPN terkecil adalah *CENTER TANK PUMP 2 PUSH BUTTON SWITCH NOT ILLUMINATE* dimana saran pencegahannya adalah dengan melakukan *weekly check* dan *operational test* setiap satu minggu sekali untuk memastikan kondisi dan kinerja komponen terkait serta melihat apakah terdapat gejala atau tanda-tanda kerusakan.

Tabel 1
Data Kegagalan Main Fuel Pump System Airbus A320-200 Lion Group (Sumber :
emro.batamaerotechnic.com)

No.	A/C Msn	Reported Date	Defect Description
1.	05900	09 Jan 2023	L TK PUMP 1 LO PR
2.	05092	18 Jan 2023	R Tk Pump 2 Lo Pr
3.	04637	24 Feb2023	Ctr Tk Auto Feed Fault
4.	02275	25 Feb 2023	Ctr Tk Pump 2 Lo Pr
5.	04457	14 Maret 2023	Ctr Tk Pump 2 Lo Pr
6.	07496	28 Maret 2023	L TK PUMP 1 LO PR
7.	04868	08 April 2023	Ctr Tk Pump 1 Lo Pr
8.	05893	08 April 2023	L Tk Pump 2 Lo Pr
9.	05744	10 April 2023	Ctr Tk Pump 1 Lo Pr
10.	05218	12 April 2023	L Tk Pump 2 Lo Pr
11.	04965	19 April 2023	Both Ctr Tk Pump Lo Pr
12.	05027	23 April 2023	Ctr Tk Pump 1 Lo Pr
13.	03541	05 Mei 2023	Ctr Tk Pump 2 Pb-Sw Not Illuminate
14.	02953	10 Mei 2023	Both Ctr Tk Pump Lo Pr
15.	05262	17 Mei 2023	Ctr Tk Pump 1 Lo Pr
16.	05090	07 Juni 2023	Ctr Tk Pump 1 Lo Pr
17.	03414	08 Juni 2023	Ctr Tk Pump 1 Lo Pr
18.	04457	13 Juni 2023	R Tk Pump 1 Lo Pr
19.	05024	16 Juni 2023	Ctr Tk Pump 1 Lo Pr
20.	05362	16 Juni 2023	Ctr Tk Auto Feed Fault

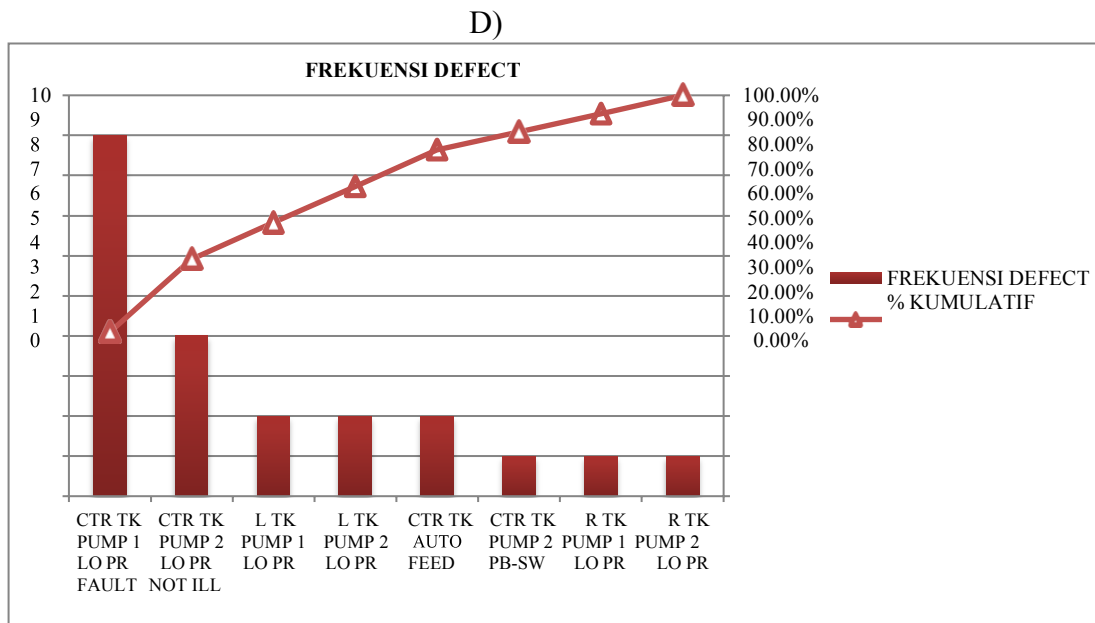
Keterangan :

1. L TK PUMP 1 LO PR, pompa bahan bakar nomor 1 di wing tank kiri menghasilkan tekanan yang rendah.
2. L TK PUMP 2 LO PR, pompa bahan bakar nomor 2 di wing tank kiri menghasilkan tekanan yang rendah.
3. R TK PUMP 1 LO PR, pompa bahan bakar nomor 1 di wing tank kanan menghasilkan tekanan yang rendah.
4. R TK PUMP 2 LO PR, pompa bahan bakar nomor 2 di wing tank kanan menghasilkan tekanan yang rendah.
5. CTR TK PUMP 1 LO PR, pompa bahan bakar nomor 1 di center tank menghasilkan tekanan yang rendah.
6. CTR TK PUMP 2 LO PR, pompa bahan bakar nomor 2 di center tank menghasilkan tekanan yang rendah.
7. CTR TK PUMP 2 PB-SW NOT ILL, lampu indikasi pompa bahan bakar nomor 1 di center tank tidak menyala.
8. CTR TK AUTO FEED FAULT, sistem suplai bahan bakar otomatis pada center tank tidak berfungsi normal.

Tabel 2.
FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

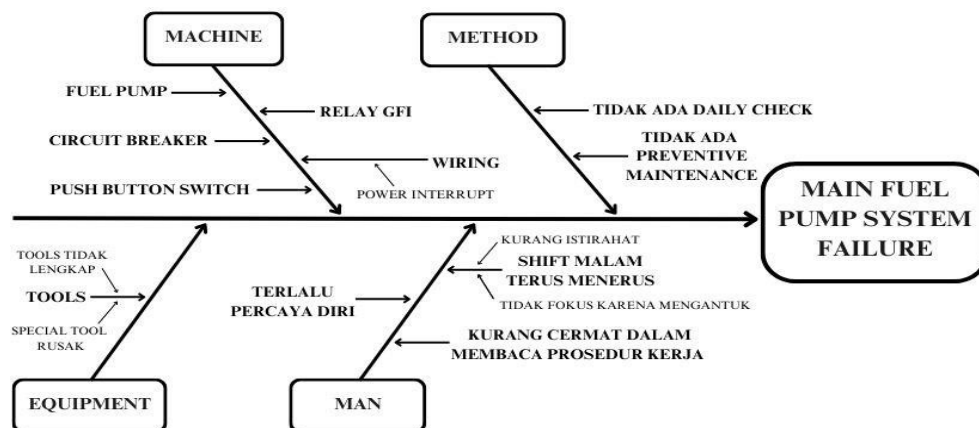
No.	Failure Mode	Effect OfFailure	Cause OfFailure	S	O	D	Rpn	Recommendation
1.	Center Tank Pump 1 Low Pressure	Pump 1 Center Tank Menghasilkan Tekanan Yang Rendah	Kerusakan Main Pump, Relay & Power Interrupt	8	8	1	64	Lakukan Daily Check Dan Operational Test Setiap Pesawat Ron
2.	Center Tank Pump 2 Low Pressure	Pump 2 Center Tank Menghasilkan Tekanan Yang Rendah	Kerusakan Main Pump, Relay & Circuit Breaker	8	7	1	56	Lakukan Daily Check Dan Operational Test Setiap Pesawat Ron
3.	Left Tank Pump 2 Low Pressure	Pump 2 Wing Tank Kiri Menghasilkan Tekanan Yang Rendah	Kerusakan Main Pump & Power Interrupt	8	6	1	48	Lakukan Weekly Check Dan Operational Test Setiap Seminggu Sekali
4.	Left Tank Pump 1 Low Pressure	Pump 1 Wing Tank Kiri Menghasilkan Tekanan Yang Rendah	usakan Main Pump	8	6	1	48	Lakukan Weekly Check Dan Operational Test Setiap Seminggu Sekali
5.	Right Tank Pump 2 Low Pressure	Pump 2 Wing Tank Kanan Menghasilkan Tekanan Yang Rendah	usakan Main Pump	8	5	1	40	Lakukan Weekly Check Dan Operational Test Setiap Seminggu Sekali
6.	Right Tank Pump 1 Low Pressure	Pump 1 Wing Tank Kanan Menghasilkan Tekanan Yang Rendah	Power Interrupt	8	5	1	40	Lakukan Weekly Check Dan Operational Test Setiap Seminggu Sekali
7.	Center Tank Auto Feed Fault	Sistem Suplai Otomatis Center Tank Tidak Berfungsi Normal	Power Interrupt	7	5	1	35	Lakukan Weekly Check Dan Operational Test Setiap Seminggu Sekali
8.	Center Tank Pump 2 Pb-Sw Not Illuminate	Lampu Indikasi Push Button Switch Center Tank 2 Tidak Menyala	Kerusakan Push Butttton Switch	6	5	1	30	Lakukan Weekly Check Dan Operational Test Setiap Seminggu Sekali

Keterangan : S = Severity, O = Occurence, D = Detection, RPN = Risk Priority Number (S x O x



Gambar 2. Diagram pareto jenis defect terhadap frekuensi defect dengan absis x adalah jenis masalah(fault not ill) dan ordinat y adalah jumlah frekuensi kerusakan

Setelah menganalisis dan mengurutkan data dengan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), analisis dilanjutkan dengan membuat diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) untuk menggali lebih dalam berbagai variabel atau faktor yang terkait dengan kegagalan sistem pompa bahan bakar utama pesawat Airbus A320-200 berdasarkan pengamatan langsung di lapangan dan hasil diskusi dengan engineer yang bertugas dilapangan



Gambar 3. Fishbone Diagram Main Fuel Pump System Failure

Dari analisa *fishbone diagram* Gambar 3, dapat diketahui bahwa penyebab kegagalan *main fuel pump system* adalah kerusakan komponen karena adanya penurunan

performa seiring dengan pemakaian yang terus menerus dan kesalahan perawatan karena tidak adanya pemeriksaan rutin atau tindakan *preventive maintenance* lainnya sehingga hanya mengandalkan perbaikan pada saat komponen rusak bukan berdasarkan pada jadwal pergantian komponen. Peralatan yang tidak lengkap, beban kerja yang berat, dan rasa percaya diri yang terlalu tinggi juga mempengaruhi hasil kerja engineer menjadi kurang baik. Oleh karena itu, pencegahan kerusakan dapat dilakukan melalui tindakan *preventive maintenance* seperti membuat sistem penjadwalan pergantian komponen, melakukan *daily check* dan *weekly check* secara rutin sebagai usaha deteksi awal tanda-tanda kerusakan pada *main fuel pump system*, dsb..

SIMPULAN

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, penyebab utama terjadinya kegagalan pada *main fuel pump system* pesawat Airbus A320-200 adalah *fuel pump*. Kerusakan pada *fuel pump* paling banyak disebabkan karena pemakaian dengan durasi yang lama dan ditambah usia *fuel pump* yang sudah tua. Penyebab lain yang paling sedikit ditemui adalah *fuel contamination* yang menyebabkan penumpukan kotoran pada *fuel pump*. Disarankan untuk melakukan *Daily Check* dan *Weekly Check* untuk mendeteksi gejala atau tanda-tanda kerusakan pada beberapa komponen *main fuel pump system*.

DAFTAR PUSTAKA

- AIAG & VDA, "FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) Handbook," 1st edition, 2019.
- Airbus Training Centre, "Airbus Single Aisle Technical Training Manual ATA Chapter 28 Fuel System (Metric Units)," April 2013.
- Airbus Training Centre, "Airbus Single Aisle Technical Training Manual ATA Chapter 24 Electrical Power," April 2013.
- Batam Aero Technic, "E-MRO," Batam Aero Technic E-MRO, 2023
- D.H. Stamatis, "Failure Mode and Effect Analysis : FMEA from Theory to Execution", Milwaukee : ASQC Quality, 1995.
- Ishikawa, Kaoru, "Guide to Quality Control, Asian Productivity Organization", UNIPUB, 1976, ISBN 92-833-1036-5
- The Airbus Company, "Aircraft Maintenance Manual (AMM) Airbus A320-200 ATA Chapter 28 Fuel System," May 2023.
- The Airbus Company, "Aircraft Wiring Manual (AWM) Airbus A320-200 ATA Chapter 28 Fuel System," May 2023.

The Airbus Company, “Illustrated Part Catalog (IPC) Airbus A320-200 ATA Chapter 28 Fuel System,” May 2023

The Airbus Company, “Trouble Shooting Manual (TSM) Airbus A320-200 ATA Chapter 28 Fuel System,” May 2023.