

# Analisa Kontaminasi Fluida Hidrolik pada Sistem Hidrolik Pesawat Berbadan Sempit (Narrow Body) Airbus A320 Setelah 2000, 3000 dan 5000 Jam Terbang

**Indra Wdarmadi**

Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta

*indrawidarmadi8@gmail.com*

## Abstrak

Mengingat pentingnya fungsi sistem hidrolik pada pesawat terbang maka fluida hidrolik pada sistem hidrolik pesawat terbang juga menjadi bagian penting. Permasalahan dalam proses operasionalnya fluida hidrolik sangat rentan untuk terkontaminasi, dua jenis kontaminasi yang dapat terjadi pada fluida hidrolik yaitu *chemical contamination* dan *solid particle contamination*. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kapan waktu penggantian yang tepat dan mengetahui apakah fluida hidrolik tersebut masih layak digunakan. Metode penelitian analisa kontaminasi fluida hidrolik pada sistem hidrolik pesawat Airbus A320 menggunakan metode deskripsi khusus menggunakan data sekunder dengan menggunakan bantuan software pengolahan data Minitab 19 dengan rentang waktu 2000, 3000 dan 5000 jam terbang. Hasil pengujian diperoleh bahwa setelah 2000 jam terbang, *chemical contamination* dan *solid particle contamination* masih memenuhi nilai limitasi yang diizinkan. Setelah 3000 jam terbang, terdapat kontaminasi partikel dengan ukuran 5-15  $\mu\text{m}$  sebanyak 268333 per 100 mL dan 25-50  $\mu\text{m}$  sebanyak 4267 per 100 mL dengan NAS class 11 dari maksimal NAS class 9. Setelah 5000 jam terbang, terdapat *chemical contamination* untuk TAN (*total acid number*) 4.1669 mg KOH/g, *water content* 3.3533 %, *electrical conductivity* 0.257  $\mu\text{S/cm}$  dan terjadi *solid particle contamination* untuk semua *particle size* yang membuat hasil pengujian *out of limit* dan fluida hidrolik tidak layak digunakan. Sehingga waktu penggantian yang tepat adalah dibawah rentang waktu 3000 sampai 5000 jam terbang. Dan dengan menggunakan analisis regresi linier sederhana menunjukkan bahwa keberagaman nilai *chemical contamination* dan *solid particle contamination* pada rentang jam terbang tertentu adalah sebesar 78.78% dan 97.455%.

Kata kunci : sistim hidrolik, kontaminasi, jam terbang

## 1. PENDAHULUAN

Pesawat terbang adalah sistem yang kompleks. Pesawat terbang memiliki banyak sistem yang terintegrasi untuk dapat membuat pesawat terbang tersebut dapat beroperasi dengan aman dan nyaman. Berikut ini adalah beberapa sistem dalam pesawat terbang: *Power Plant/Engine, Electrical System, Hydraulics System, Navigation System, Flight Control System, Ice Protection System (anti-icing and de-icing), Cooling System* dan *Landing Gear*.

Sistem hidrolik adalah suatu perangkat kuat yang terdiri dari beberapa komponen yang bekerja sesuai dengan fungsinya sehingga dapat merubah tenaga mekanis menjadi tenaga hidrolik dan diubah menjadi tenaga mekanis kembali. Pada pesawat terbang khususnya tipe Airbus A320 terdapat tiga sistem hidrolik yaitu *green, blue* dan *yellow system*. Ketiga sistem hidrolik tersebut memberikan tekanan masing-masing sebesar 3000 psi untuk *users*-nya yaitu *flight controls,*

*landing gear, brakes, nose wheel steering, cargo doors, thrust reverser operation, Constant Speed Motor/Generator (CSM/G).*

Mengingat pentingnya fungsi sistem hidrolik tersebut maka judul “Analisa Kontaminasi Fluida Hidrolik Pada Sistem Hidrolik Pesawat Berbadan Sempit (*Narrow Body*) Airbus A320 Setelah 2000 jam, 3000 jam dan 5000 Jam Terbang” di angkat sebagai bahan penelitian, karena fluida pada sistem hidrolik pesawat terbang tidak selalu diganti maka penting untuk mengetahui kontaminan yang terdapat dalam fluida hidrolik setelah beberapa waktu digunakan agar memastikan bahwa fluida hidrolik tersebut masih memenuhi standar limitasi yang diizinkan.

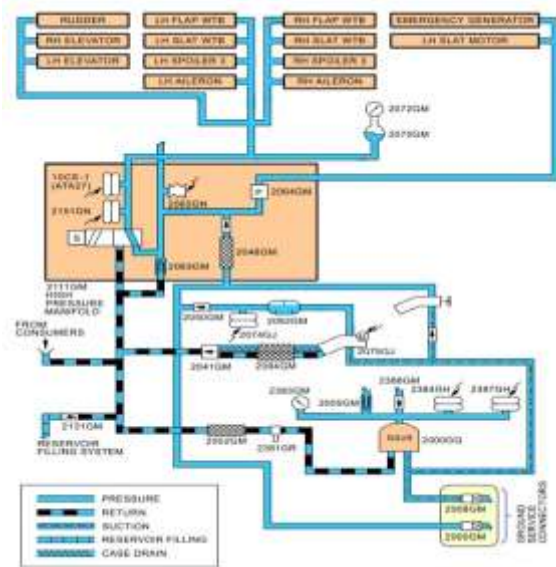
Airbus A320 adalah pesawat penumpang komersial jarak dekat sampai menengah yang diproduksi oleh Airbus. A320 merupakan pesawat penumpang pertama dengan sebuah sistem kendali *fly-by-wire* digital, di mana pilot mengendalikan penerbangan melalui penggunaan sinyal elektronik dan bukan

secara mekanik dengan hendel dan sistem hidrolik. A320 memiliki sebuah ECAM (*Electronic Centralised Aircraft Monitor/Monitor Pesawat Elektronik Terpusat*) yang memberikan informasi kepada awak pesawat mengenai semua sistem di dalam pesawat.



Gambar 1. *Flight Controls* Airbus A320  
 Sumber: Airbus A318/A319/A320/A321 (CFM56) Category A+C Training Manual Rev.4. (2018), PT. GMF AeroAsia, Jakarta, Departement GMF Learning Services.<sup>[1]</sup>

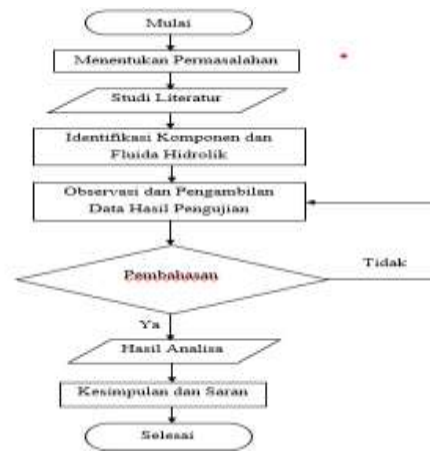
Berikut adalah skema diagram Sistem Hidrolik yang di teliti.



Gambar 2. Sistem Hidrolik *Blue*  
 Sumber: Airbus A320 Aircraft Maintenance Manual, (2018), PT. GMF AeroAsia, Jakarta, Departement Reability and Engineering Services.<sup>[2]</sup>

## 2. METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan sesuai urutan diagram alir sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian  
 (Sumber dokumen pribadi)

Analisa fluida hidrolik dimulai dengan *jobcard* “*Analyze Hydraulic Fluid*” dengan *AMM Reference*. 12-32-29-281-001-A yang berisi perintah untuk melakukan *sampling* fluida hidrolik. Pengambilan *sampling* fluida hidrolik dilakukan untuk ketiga sistem hidrolik yaitu *Green, Blue* dan *Yellow*. Proses pengambilan *sampling* dan proses analisa dari hasil pengujian sampel fluida hidrolik di laboratorium diperoleh dari *Aircraft Maintenance Manual* (AMM). Pembahasan dan analisis data yang diperoleh untuk mengetahui kontaminasi pada fluida hidrolik di sistem hidrolik *blue* Airbus A320.



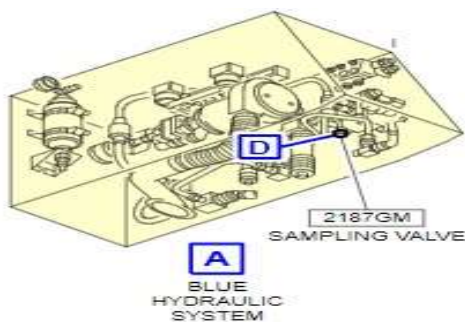
Gambar 4. Botol Sampel  
 (Sumber: dokumen pribadi)

Berdasarkan *AMM Ref.* 12-32-29-281-001-A dibutuhkan *bottle sample* karena menurut perintah kerja proses pengambilan *sampling* fluida hidrolik sebanyak 0.2 Liter (0.0528 USgal). Untuk kemudian sampel fluida hidrolik dikirim ke laboratorium.



Gambar 5. Wire Twister  
Sumber: dokumen pribadi

Walaupun *wire twister* tidak disebutkan di AMM Ref. 12-32-29-281-001-A tetapi *wire twister* sangat dibutuhkan untuk membuka dan memasang kembali *safety wire* di *sampling cap*. Tang pelintir kawat pengaman (*twister safety wire*) memiliki tepi tajam untuk memotong kawat, pegangan pengunci untuk menahan kawat saat memutar dan mekanisme spiral pegas yang memutar dan mengencangkan kawat di pegangan tang. *Safety wire* sering digunakan untuk mengamankan *fasteners* dalam penerbangan dan aplikasi lain di mana getaran dapat menyebabkan *fasteners* membuka.



Gambar 6. Lokasi *Sampling* Sistem Hidrolik *Blue*  
Sumber: Airbus A320 Aircraft Maintenance Manual, (2018), PT. GMF AeroAsia. Jakarta, Departement Reability and Engineering Services<sup>[2]</sup>

Berdasarkan AMM Ref. 12-32-29-281-001-A pada penjelasan prosedur *sampling cap* terdapat pada *sampling valve* masing-masing sistem hidrolik

Tabel 1. *Tools and Consumable Materials*

A. *Reference, Tools, Test and Support Equipment*

REFERENCE	QTY	DESCRIPTION
No specific	3	BOTTLE - SAMPLE
No specific	1	CONTAINER - CLEAN, APPLICABLE
No specific	1	WARNING NOTICE

B. *Consumable Materials*

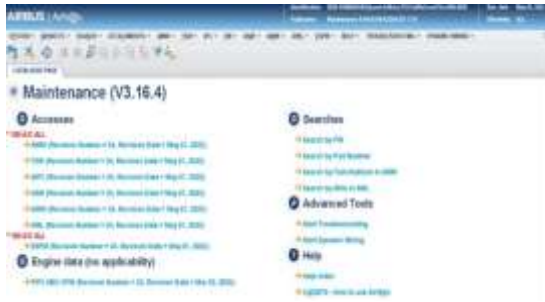
REFERENCE	DESCRIPTION
12-32-29-281-001	Non-Aqueous Cleaner - Petroleum Based -
12-32-29-281-001	Non-Aqueous Cleaner - Petroli Ethyl Alcohol
12-32-29-281-001	Wire-Locking Wire 0.5mm (0.020 inch) ORES Nickel Alloy
12-32-29-281-001	Wire-Locking Wire 0.6mm ORES Nickel Alloy
12-32-29-281-001	Twist-Lock Pin Cutter

Sumber : Airbus A320 Aircraft Maintenance Manual, (2018), PT. GMF AeroAsia. Jakarta, Departement Reability and Engineering Services<sup>[2]</sup>

Untuk mengakses ke AMM Airbus A320 melalui ADOC N@vigator, versi adoc yang digunakan dalam penelitian ini adalah adoc navigator versi 3.16.4 yang digunakan oleh *customer* Citilink Indonesia untuk memuat *Aircraft Maintenance Manual* yang ada di PT. GMF Aeroasia.



Gambar 7. Tampilan Jendela Loading Aplikasi ADOC N@vigator Airbus  
Sumber Maintenance Program A320 CT-TD-02A-A320, (2021), PT. Citilink Indonesia, Jakarta GMF AeroAsia<sup>[3]</sup>



Gambar 8. Tampilan Antar Muka Aplikasi ADOc N@vigator Airbus  
 Sumber: E-Techpub - Technical Publication System, PT. GMF AeroAsia. Jakarta, Departement Reability and Engineering Services, 2022<sup>[4]</sup>

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan data hasil pengujian yang dilakukan oleh beberapa laboratorium diantaranya SGS, Trakindo, Sucofindo dan Intertek kemudian melakukan perbandingan dengan limitasi yang ditentukan menurut referensi AMM (*Aircraft Maintenance Manual*). Sehingga mampu menyelidiki kemungkinan hubungan sebab-akibat, dengan tidak melakukan eksperimen kembali tetapi melakukan pengamatan terhadap data yang diperoleh dari divisi *Engineering* dan *Reability* PT. GMF AeroAsia yang diduga menjadi penyebab dan sebagai pembanding.

Berdasarkan hasil pengujian *hydraulic fluid analysis* pada pesawat Airbus A320 dengan registrasi PK-GQN yang telah menempuh 2000 jam terbang diperoleh nilai *chemical contamination* yang masih memenuhi nilai limitasi yang diizinkan sesuai *Aircraft Maintenance Manual* (AMM). Hasil pengujian dari tabel yang disajikan diperbolehkan untuk tidak dilakukan *recovery action* fluida hidrolik dan menyatakan bahwa fluida hidrolik masih layak untuk digunakan.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian *Contamination* Fluida Hidrolik pada 2000 Jam Terbang

PK-GQN	19 AUG 2020-18 MAY 2021	FH=2001,82~2000 JAM TERBANG			
KONTAMINASI	SATUAN	SISTEM (0.2L)	DATA SEKUNDER	LIMITASI	KETERANGAN
TAN (TOTAL ACID NUMBER)	(mg KOH/g)	Blue System	0,03	max 1,5	within limit
DENSITY	(kg/m <sup>3</sup> )	Blue System	1011,4	970-1066	within limit
WATER CONTENT	(%)	Blue System	0,16	max 0,8	within limit
KINEMATIC VISCOSITY	(cSt)	Blue System	11,07	6-12,5	within limit
CHLORINE CONTENT	(ppm)	Blue System	0,003	max 200	within limit
ELECTRICAL CONDUCTIVITY	(microS/cm)	Blue System	0,321	min 0,3	within limit

(Sumber dokumen pribadi hasil uji lab)

Berdasarkan hasil pengujian *hydraulic fluid analysis* pada pesawat Airbus A320 dengan registrasi PK-GQN yang telah menempuh 2000 jam terbang diperoleh nilai *solid particle contamination* yang masih memenuhi nilai limitasi yang diizinkan sesuai *Aircraft Maintenance Manual* (AMM) seperti pada tabel 2.2. Nilai hasil pengujian menunjukkan NAS *class* 9 dan hasil pengujian dari tabel yang disajikan diperbolehkan untuk tidak dilakukan *recovery action* fluida hidrolik karena nilai NAS *class* maksimum yang diizinkan adalah *class* 9. Dan dapat disimpulkan bahwa fluida hidrolik masih layak digunakan.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian *Solid Particle Contamination* Fluida Hidrolik pada 2000 Jam Terbang

PK-GQN	19 AUG 2020-18 MAY 2021	FH=2001,82~2000 JAM TERBANG			
KONTAMINASI (PARTICLE SIZE)	SATUAN	SISTEM (100 mL)	DATA SEKUNDER	LIMITASI	KETERANGAN
5 - 15	µm	Blue System	10310	max 128000	within limit
15 - 25	µm	Blue System	2100	max 22800	within limit
25 - 50	µm	Blue System	1020	max 4050	within limit
50 - 100	µm	Blue System	200	max 720	within limit
> 100	µm	Blue System	70	max 128	within limit

(Sumber dokumen pribadi hasil uji lab)

Berdasarkan hasil pengujian *hydraulic fluid analysis* pada pesawat Airbus A320 dengan registrasi PK-GQJ yang telah menempuh 3000 jam terbang diperoleh nilai *chemical contamination* yang masih memenuhi nilai limitasi yang diizinkan sesuai *Aircraft Maintenance Manual* (AMM). Hasil pengujian dari tabel yang disajikan diperbolehkan untuk tidak dilakukan *recovery action* fluida hidrolik dan menyatakan bahwa fluida hidrolik masih layak untuk digunakan.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian *Chemical Contamination* Fluida Hidrolik pada 3000 Jam Terbang

PK-GQJ	07 MAR 2019-26 MAR 2021	FH=2987,06~3000 JAM TERBANG			
KONTAMINASI	SATUAN	SISTEM (0.2L)	DATA SEKUNDER	LIMITASI	KETERANGAN
TAN (TOTAL ACID NUMBER)	(mg KOH/g)	Blue System	0,1236	max 1,5	within limit
DENSITY	(kg/m <sup>3</sup> )	Blue System	1021	970-1066	within limit
WATER CONTENT	(%)	Blue System	0,1865	max 0,8	within limit
KINEMATIC VISCOSITY	(cSt)	Blue System	9,29	6-12,5	within limit
CHLORINE CONTENT	(ppm)	Blue System	7,73	max 200	within limit
ELECTRICAL CONDUCTIVITY	(microS/cm)	Blue System	0,609	min 0,3	within limit

(Sumber dokumen pribadi hasil uji lab)



Tabel 5. Data Hasil Pengujian *Solid Particle Contamination* Fluida Hidrolik pada 3000 Jam Terbang

PK-GQJ 07 MAR 2019-26 MAR 2021 FH=2987,06~3000 JAM TERBANG					
KONTAMINASI (PARTICLE SIZE)	SATUAN	SISTEM (100 mL)	DATA SEKUNDER	LIMITASI	KETERANGAN
5 - 15	µm	Blue System	268333	max 128000	out of limit
15 - 25	µm	Blue System	13900	max 22800	within limit
25 - 50	µm	Blue System	4267	max 4050	out of limit
50 - 100	µm	Blue System	467	max 720	within limit
> 100	µm	Blue System	100	max 128	within limit

(Sumber dokumen pribadi hasil uji lab)

Berdasarkan hasil pengujian *hydraulic fluid analysis* pada pesawat Airbus A320 dengan registrasi PK-GQJ yang telah menempuh 3000 jam terbang diperoleh beberapa nilai *solid particle contamination* telah terjadi kontaminasi fluida hidrolik dengan hasil *out of limit*. Nilai hasil pengujian menunjukkan NAS class 11 sesuai *Aircraft Maintenance Manual* (AMM) seperti pada tabel 2.2. Nilai hasil pengujian yang menunjukkan NAS class diatas 9 telah terjadi kontaminasi partikel pada fluida hidrolik. Jika fluida hidrolik terkontaminasi lebih dari nilai class 9 didalam salah satu sistem hidrolik, maka dilakukan prosedur penanganan kontaminasi dan aturan-aturan yang mengacu kepada *Aircraft Maintenance Manual* (AMM). Prosedur penanganan kontaminasi yaitu ada 3 (tiga) jenis *fluid change*, *fluida cleaning* dan *fluid reclaim*. Ketiga prosedur tersebut terdapat pada Lampiran 3 (AMM 12-32-29-281-001-A Rev. Date May 01, 2022) sehingga dapat dinyatakan fluida hidrolik tersebut tidak layak digunakan pada sistem hidrolik yang terkontaminasi.

Demikian untuk hasil data dan analisa untuk 5000 jam terbang, beberapa bagian menunjukkan sudah terkontaminasi.

Tabel 6. Data Hasil Pengujian *Chemical Contamination* Fluida Hidrolik pada 5000 Jam Terbang

PK-GQD 18 JUL 2018-15 MAY 2020 FH=5000 JAM TERBANG					
KONTAMINASI	SATUAN	SISTEM (0.2L)	DATA SEKUNDER	LIMITASI	KETERANGAN
TAN (TOTAL ACID NUMBER)	(mg KOH/g)	Blue System	4,1669	max 1,5	out of limit
DENSITY	(kg/m3)	Blue System	1013,32	970-1066	within limit
WATER CONTENT	(%)	Blue System	3,3533	max 0,8	out of limit
KINEMATIC VISCOSITY	(cSt)	Blue System	7,98	6-12,5	within limit
CHLORINE CONTENT	(ppm)	Blue System	7,64	max 200	within limit
ELECTRICAL CONDUCTIVITY	(microS/cm)	Blue System	0,257	min 0,3	out of limit

(Sumber dokumen pribadi hasil uji lab)

Berdasarkan hasil pengujian *hydraulic fluid analysis* pada pesawat Airbus A320 dengan registrasi PK-GQD yang telah menempuh 5000 jam terbang diperoleh beberapa nilai *chemical contamination* telah terjadi kontaminasi fluida hidrolik dengan hasil *out of limit* yaitu nilai TAN (*Total Acid Number*) yang menunjukkan 4.1669 dari limitasi yang diizinkan yaitu maksimal 1.5 (mg KOH/g), nilai *Water Content* yang menunjukkan nilai 3.3533 % dari limitasi yang diizinkan yaitu maksimal 0.8 % dan nilai *Electrical Conductivity* yang menunjukkan 0.257 dari limitasi yang diizinkan yaitu minimal 0.3 (microS/cm). Jika fluida hidrolik terkontaminasi menurut parameter nilai TAN, *Water Content* dan *Electrical Conductivity* maka dilakukan prosedur penanganan kontaminasi yaitu mengganti fluida hidrolik yang ada di *reservoir blue hydraulic system* dengan yang baru, prosedur tersebut terdapat pada Lampiran 4 (AMM 12-36-29-600-003-A Rev. Date May 01, 2022) sehingga dapat dinyatakan fluida hidrolik tersebut tidak layak digunakan pada sistem hidrolik yang terkontaminasi.

#### 4. KESIMPULAN

1. Setelah 2000 jam terbang kontaminasi masih memenuhi nilai limitasi yang diizinkan, Tetapi setelah 3000 jam terbang dan 5000 jam terbang terjadi kontaminasi. Dan berdasarkan analisis regresi keberagaman nilai *chemical contamination* dan *solid particle contamination* pada rentang jam terbang tertentu adalah sebesar 78.78% dan 97.455%.

2. Nilai kontaminasi setelah 2000, 3000 dan 5000 jam terbang adalah sebagai berikut nilai *viskositas kinematis* 11.07 cSt, 9.29 cSt dan 7.98 cSt. Nilai TAN (*total acid number*) 0.03 mg KOH/g, 0.1236 mg KOH/g dan 4.1669 mg KOH/g. Nilai *density* 1011.4 kg/m<sup>3</sup>, 1021 kg/m<sup>3</sup> dan 1013.32 kg/m<sup>3</sup>. Nilai *water content* 0.16 %, 0.1865 % dan 3.3533 %. Nilai *chlorine content* 0.003 ppm, 7.73 ppm dan 7.64 ppm. Nilai *electrical conductivity* 0.321 μS/cm, 0.609 μS/cm dan 0.257 μS/cm. Nilai *solid particle contamination* (NAS class).

3. Waktu penggantian yang tepat adalah dibawah rentang waktu 3000 dan 5000 jam terbang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Airbus A318/A319/A320/A321 (CFM 56) Category A+C Training Manual Rev.4. (2018)., PT. GMF AeroAsia, Jakarta, Departement GMF Learning Services.
- Airbus A320 Aircraft Maintenance Manual, (2018), PT. GMF AeroAsia. Jakarta, Departement Reability and Engineering Services.
- Maintenance Program A320* (CT-TD-02A-A320), (2021), PT. Citilink Indonesia, Jakarta, GMF AeroAsia.
- E-Techpub -Technical Publication System, PT. GMF AeroAsia. Jakarta, Departement Reability and Engineering Services, 2022.