

**ANALISIS KEBOCORAN SISTEM HIDROLIK PADA *LANDING GEAR*
PESAWAT AIRBUS A330 SERIES MENGGUNAKAN
METODE PDCA**



**ANTA SURA
NIM : 41319110042**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2021**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS KEBOCORAN SISTEM HIDROLIK PADA *LANDING GEAR*
PESAWAT AIRBUS A330 SERIES MENGGUNAKAN
METODE PDCA**



Disusun Oleh :

Nama : Anta Sura
NIM : 41319110042
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
(JUNI) 2021**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KEBOCORAN SISTEM HIDROLIK PADA LANDING GEAR PESAWAT AIRBUS A330 SERIES MENGUNAKAN METODE PDCA

Disusun Oleh:

Nama : Anta Sura
NIM : 41319110042
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui tanggal: 22 Juni 2021


Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA



Yudhi Chandra Dwiaji, ST, MT
NIP. 615780087

Penguji Sidang II



Agung Wahyudi B, ST., MM., MT.
NIP. 0329106901

Penguji Sidang I



Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng.
NIP. 216910097

Penguji Sidang III



Nur Indah, S.ST., MT.
NIP. 615800118


Mengetahui,

Kaprodik Teknik Mesin



Munamad Fitri, M.Si., Ph.D.
NIP. 185490140

Koordinator TA



Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng.
NIP. 216910097

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Anta Sura
NIM : 41319110042
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Kebocoran Sistem Hidrolik Pada *Landing Gear*
Pesawat Airbus A330 Series Menggunakan Metode PDCA

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya tersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercubuana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Tangerang, 22 Juni 2021



Anta Sura

PENGHARGAAN

Bismillahirrahmaanirrahi. Assalamualaikum wr.wb. Dengan Rahmat Allah yang maha kuasa bagi seluruh alam Semesta saya panjatkan puja dan puji syukur atas kehadirat-Nya yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal Tugas Akhir tepat dibulan suci Ramadhan 1439 H yang bertepatan ditahun 2021 dengan judul “Analisis Kebocoran Sistem Hidrolik Pada Landing Gear Pesawat Airbus A330 Series Menggunakan Metode PDCA dengan baik dan benar. Penulisan Proposal Tugas Akhir ini disusun untuk dapat memenuhi salah satu persyaratan kurikulum Sarjana strata satu (S1) di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercubuana. Penyusun menyadari tanpa dan bimbingan pengarahan dan bantuan dari semua pihak tentunya laporan ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik oleh karena itu Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Muhamad Fitri, MSi, Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercubuana Meruya
2. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST. M Eng, selaku Koordinator tugas akhir sekaligus Seketaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercubuana Meruya
3. Bapak Yudhi Chandra Dwiaji ST, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah sabar dalam membimbing dan mengarahkan selama proses penyusunan laporan tugas akhir
4. Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercubuana Meruya yang telah membimbing selama perkuliahan.
5. Seluruh civitas akademika Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercubuana Meruya, atas kerjasama dan bantuannya selama proses pembelajaran dan proses penyusunan laporan ini.
6. Kedua Orang Tua saya Bapak Herlan S.pd dan Ibu Salamiah S.pd yang selalu memberikan dukungan berupa doa dan nasihatnya sehingga dapat termotivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman tercinta yang telah banyak memberikan semangat sehingga laporan tugas akhir ini terselesaikan.
8. Teman baik saya yaitu Intania Maedawati Amd.T yang telah support saya selama ini.

9. Bang Ariski Nugroho ST selaku Engineer terbaik saya yang telah membantu mengarahkan saya dalam memberikan pengalaman dan ilmunya.

10. Dan keluarga saya di Medan Pasar Gunung Kab.Langkat Sumatra Utara yang selalu menyemangati saya.

Semoga laporan ini bermanfaat bukan hanya untuk penulis tetapi juga untuk para pembaca agar mendapatkan ilmu dan pengetahuan bagi kita semua. Tidak ada hasil Karya yang sempurna, karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Oleh sebab itu sekiranya terdapat kesalahan, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Kritik dan saran sekiranya dapat diberikan agar laporan ini menjadi lebih baik



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Tangerang, 22 Juni 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Anta Sura', written over a horizontal line.

Anta Sura

ABSTRAK

Landing gear airbus A330 menggunakan sistem hidrolik *green* yang saat ini masih ditemukan beberapa kebocoran sehingga tenaga penggerak pada *landing gear* tidak berfungsi secara normal maka pilot harus menggunakan sistem *freefall* pada saat melakukan pendaratan. Data kebocoran sistem hidrolik diambil pada bulan januari 2020 sampai dengan Desember 2020 dengan adanya total kasus sistem hidrolik bocor pada *landing gear area* sebanyak 49 kasus dimana *Flexible hose* memiliki tingkat kebocoran yang sangat tinggi jika dibandingkan dengan *Swivel valve* yang ada 5 kasus serta *Pitch trimmer* 12 kasus. Tidak ada inspeksi yang spesifik terkait dengan perawatan *flexible hose* dan membuat kasus kebocoran sistem hidrolik yang disebabkan oleh *flexible hose* sering terjadi secara terus menerus. Sehingga telah terjadi penurunan keselamatan penerbangan pesawat udara Airbus A330 milik Garuda Indonesia. Pesawat udara harus melakukan *Return To Base* (RTB) akibatnya dilakukan pembatalan penerbangan. Dari sisi *maintenance* mekanik dan *engineer* harus bertanggung jawab dan menanggung resiko karena telah *perform job card* inspeksi di *zone landing gear area*. Untuk mengidentifikasi penyebab kebocoran sistem hidrolik peneliti menggunakan dua buah metode pengukuran menggunakan *tool ultrasonic internal leak* dan *hydraulic fluid analysis*. *Internal leak* digunakan untuk mengetahui *flow*/aliran hidrolik sedangkan *fluid analysis* untuk mengetahui kontaminasi cairan fluida hidrolik. Dari 10 registrasi terdapat 5 memperoleh hasil terkontaminasi partikel sedangkan *internal leak* memperoleh hasil *satisfied* sehingga diketahui bahwa laju *flow*/aliran bukan penyebab terjadinya kebocoran. Hasil identifikasi kebocoran penyebab kebocoran sistem hidrolik dikarenakan kontaminasi partikel didalam sistem hidrolik *green system*. Peneliti membuat sebuah *improvement* perbaikan menggunakan metode PDCA untuk mengurangi tingkat resiko kebocoran pada sistem hidrolik dengan membuat *engineering order* (EO). Implementasi EO dengan mengganti semua *flexible hose* disetiap *maintenance C-check* kedua atau 4 tahun. Melakukan *check airtrap* pada sistem *green hydraulic system*. Berdasarkan akar permasalahan penyebab kontaminasi partikel yang diperoleh dari sebab akibat (*fishbone*) maka dapat dilakukan upaya perbaikan dengan menggunakan metode PDCA. Upaya berkaitan *plan* menggunakan prinsip 5w+1h untuk meningkatkan kapabilitas mekanik dan *engineer*. Upaya berkaitan *Do* dengan melaksanakan EO *replacement flexible hose* dan melaksanakan *check airtrap* sistem hidrolik *green*. Upaya perbaikan *check* dengan memonitor keandalan sistem hidrolik setelah dilakukan perbaikan. Upaya perbaikan *Action* dengan melaksanakan standarisasi yaitu membuat standar baru agar permasalahan sebelumnya tidak terulang kembali dan kasus kebocoran dapat di minimasi.

Key word: *Ultrasonic internal leakage, Hydraulic fluid analysis, Flexible hose replacement, engineering order, metode PDCA,*

**ANALYSIS OF HYDRAULIC SYSTEM LEAKAGE ON LANDING GEAR
AIRCRAFT A330 SERIES USING
PDCA METHOD**

ABSTRACT

The landing gear of the Airbus A330 uses a green hydraulic system, which is currently still finding some leaks so that the driving force on the landing gear does not function normally, so the pilot must use the freefall system when landing. The hydraulic system leak data was taken from January 2020 to December 2020 with a total of 49 cases of leaky hydraulic system in the landing gear area where Flexible hose had a very high leakage rate compared to Swivel valve which had 5 cases and Pitch trimmer 12 cases. There are no specific inspections related to flexible hose maintenance and cases of hydraulic system leaks caused by flexible hoses often occur continuously. So that there has been a decrease in the safety of the flight of Garuda Indonesia's Airbus A330 aircraft. Aircraft must perform Return To Base (RTB) as a result of flight cancellations. In terms of maintenance, mechanics and engineers must be responsible and bear the risk because they have performed inspection job cards in the landing gear area zone. To identify the cause of leaks in the hydraulic system, researchers used two measurement methods using ultrasonic internal leak tools and hydraulic fluid analysis. Internal leak is used to determine hydraulic flow, while fluid analysis is used to determine contamination of hydraulic fluid. Of the 10 registrations there are 5 obtained results of particle contamination while internal leak obtained satisfied results so that it is known that the flow rate is not the cause of the leak. The results of the identification of leaks causing hydraulic system leaks are due to particle contamination in the green system hydraulic system. Researchers made an improvement using the PDCA method to reduce the level of risk of leakage in the hydraulic system by making an engineering order (EO). Implementation of EO by replacing all flexible hoses in every second or 4 years C-check maintenance. Check the airtrap on the green hydraulic system. Based on the root cause of particle contamination obtained from fishbone, it can be repaired using the PDCA method. Efforts related to the plan use the 5w+1h principle to improve the capabilities of mechanics and engineers. Efforts related to Do by implementing EO replacement flexible hose and carrying out a green hydraulic system airtrap check. Check repair efforts by monitoring the reliability of the hydraulic system after repairs are made. Efforts to improve Action by implementing standardization, namely making new standards so that previous problems do not recur and cases of leakage can be minimized.

Key word: *Ultrasonic internal leakage, Hydraulic fluid analysis, Flexible hose replacement, Engineering order, PDCA method.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENULISAN	4
1.4 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 PENGERTIAN PEMELIHARAAN (<i>MAINTENANCE</i>)	6
2.1.1 Pemeliharaan Pencegahan (<i>Preventive Maintenance</i>)	7
2.1.2 <i>Corrective</i> atau <i>Breakdown Maintenance</i>	7
2.2 <i>PLAN, DO, CHECK, ACTION</i> (PDCA)	8
2.3 KLASIFIKASI PERAWATAN PESAWAT UDARA	10
2.4 SISTEM <i>LANDING GEAR</i>	13
2.5 SISTEM HIDROLIK PESAWAT AIRBUS A330 SERIES	19
2.6 <i>GREEN HYDRAULIC SYSTEM</i>	21
2.7 ULTRASONIC INTERNAL LEAK GST 6108	22

2.8	PENGENDALIAN KONTAMINASI SISTEM HIDROLIK	23
2.9	PENELITI TERDAHULU	26
	BAB III METODOLOGI	32
3.1	DIAGRAM ALIR	32
	3.1.1 Studi Literatur	33
	3.1.2 Studi Lapangan	34
	3.1.3 Pengumpulan Data	34
3.2	ALAT DAN BAHAN	34
	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1	PENGUKURAN	49
	4.1.1 <i>Internal Leakage Meter</i>	49
	4.1.2 <i>Hydraulic Fluid Analysis</i>	52
4.2	IDENTIFIKASI MASALAH KEBOCORAN	62
4.3	<i>PLAN, DO, CHECK ACTION</i>	67
	4.3.1 <i>Plan</i>	67
	4.3.2 <i>Do</i>	71
	4.3.3 <i>Check</i>	78
	4.3.4 <i>Action</i>	79
	BAB V PENUTUP	84
5.1	KESIMPULAN	84
5.2	SARAN	85
	DAFTAR PUSTAKA	86
	LAMPIRAN	88
	Lampiran 1 - Hasil Pengujian <i>Hydraulic Fluid Analysis</i> PK-ABC	
	Lampiran 2 - Hasil Pengujian <i>Hydraulic Fluid Analysis</i> PK-DEF	
	Lampiran 3 - Hasil Pengujian <i>Hydraulic Fluid Analysis</i> PK-GHI	

Lampiran 4 - Hasil Pengujian *Hydraulic Fluid Analysis* PK-JKL

Lampiran 5 - Hasil Pengujian *Hydraulic Fluid Analysis* PK-MNO

Lampiran 6 - Hasil Pengujian *Hydraulic Fluid Analysis* PK-PQR

Lampiran 7 - Hasil Pengujian *Hydraulic Fluid Analysis* PK-STU

Lampiran 8 - Hasil Pengujian *Hydraulic Fluid Analysis* PK-VWX

Lampiran 9 - Hasil Pengujian *Hydraulic Fluid Analysis* PK-YZA

Lampiran 10 - Hasil Pengujian *Hydraulic Fluid Analysis* PK-BCD

Lampiran 11 - *Additional Jobcard*

Lampiran 12 - *Jobcard external leakage*

Lampiran 13 - Halaman pengesahan

Lampiran 14 - Kartu Asistensi Tugas Akhir

Lampiran 15 - Kartu Asistensi Tugas Akhir



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus PDCA	8
Gambar 2. 2 Siklus PDCA	10
Gambar 2. 3 <i>MLG and door</i>	14
Gambar 2. 4 <i>Nose Landing gear</i>	15
Gambar 2. 5 <i>Steering Actuator</i>	17
Gambar 2. 6 LGCIU dan <i>Proximity sensor</i>	18
Gambar 2. 7 <i>L/G lever</i>	18
Gambar 2. 8 <i>Free Fall Actuator</i>	19
Gambar 2. 9 Lokasi sistem hidrolik A330	20
Gambar 2. 10 Sistem Hidrolik Airbus 330	21
Gambar 2. 11 Suplai Sistem Hidrolik Green	22
Gambar 2. 12 Transit dari Sinyal Ultrasonik Melalui Media	22
Gambar 2. 13 Perbedaan Waktu Transit	23
Gambar 2. 14 Keausan Komponen dan Tingkat Kerusakan Selama Masa Pakai Alat	24
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 3. 2 Carrying Case (008) With Measuring Instrument and Accessories	36
Gambar 3. 3 <i>Data Plate, Transmitter</i>	36
Gambar 3. 4 - <i>Data Plate, Transmitter</i>	37
Gambar 3. 5 Kalibrasi <i>Tool Internal Leak</i>	37
Gambar 3. 6 Koneksi <i>Transduser</i>	39
Gambar 3. 7 <i>Tubing Line</i> Hidrolik	40
Gambar 3. 8 Lokasi Pemasangan <i>Tool Tranducer</i>	40
Gambar 3. 9 Pemasangan <i>Tranducer</i> pada Pipa Hidrolik	41
Gambar 3. 10 Jangan Menggunakan <i>Thin Layer</i> dari <i>Mineral Oil Base Grease</i> dengan Berlebihan	43
Gambar 3. 11 <i>Thin Layer</i> dari <i>Mineral Oil Base Grease</i>	43
Gambar 3. 12 Pengukuran	44
Gambar 3. 13 Pengukuran <i>Internal Leakage Meter</i>	44
Gambar 3. 14 <i>Tools Drawer</i>	45

Gambar 3. 15 Botol <i>Sampling</i>	46
Gambar 3. 16 Lokasi Pengambilan <i>Sampling</i>	46
Gambar 3. 17 <i>Drain Valve</i>	47
Gambar 3. 18 Lokasi <i>Drain Valve</i>	47
Gambar 3. 19 Fluida <i>Hydraulic Sistem Green</i>	48
Gambar 4. 1 <i>Aircraft Maintenance Manual</i>	50
Gambar 4. 2 Pengukuran <i>Internal Leakage Meter</i>	51
Gambar 4. 3 Pengukuran <i>Internal Leakage Meter</i>	51
Gambar 4. 4 Pengukuran <i>Internal Leakage Meter</i>	52
Gambar 4. 5 Nilai Analisa <i>Chemical</i>	61
Gambar 4. 6 <i>Diagram Fishbone</i>	63
Gambar 4. 7 <i>Hydraulic Test Car</i>	65
Gambar 4. 8 <i>Hydraulic Test Car</i>	65
Gambar 4. 9 Tabung <i>Reservoir Hydraulic Test Car</i>	66
Gambar 4. 10 Lokasi Adapter Sistem Hidrolik <i>Green</i>	66
Gambar 4. 11 <i>Check For Air Green System</i>	72
Gambar 4. 12 <i>Movement Pointer Check For Air Green System</i>	73
Gambar 4. 13 Inspeksi <i>External Hidrolik Area</i>	74
Gambar 4. 14 Area Inspeksi <i>External Leak</i>	75
Gambar 4. 15 <i>Engineering Order</i>	76
Gambar 4. 16 <i>Remove Flexible Hose</i>	77
Gambar 4. 17 Pemasangan <i>Flexible Hose</i> yang Baru	77
Gambar 4. 18 <i>Safety Briefing Sheet</i>	81

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kebocoran sistem hidrolik A330	2
Tabel 2. 1 <i>Typical Tire</i>	16
Tabel 2. 2 Penelitian - Penelitian Terdahulu	26
Tabel 3. 1 Deskripsi <i>Tool Internal Leakage Meter</i>	35
Tabel 3. 2 Spesifikasi <i>Tool Internal Leakage Meter</i>	38
Tabel 3. 3 <i>Circuit Braker</i>	42
Tabel 4. 1 - Data Hasil Pengukuran Menggunakan Tool Ultrasonic Internal Leakage Meter	49
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian <i>Fluid Analysis</i> PK-ABC	53
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian <i>Fluid Analysis</i> PK-DEF	53
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian <i>Fluid Analysis</i> PK-GHI	54
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian <i>Fluid Analysis</i> PK-JKL	55
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian <i>Fluid Analysis</i> PK-MNO	56
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian <i>Fluid Analysis</i> PK-PQR	56
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian <i>Fluid Analysis</i> PK-STU	57
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian <i>Fluid Analysis</i> PK-VWX	58
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian <i>Fluid Analysis</i> PK-YZA	58
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian <i>Fluid Analysis</i> PK-BCD	59
Tabel 4. 12 <i>Recovery Action</i>	60
Tabel 4. 13 Data Hasil Pengukuran <i>Hydraulic Fluid Analysis</i>	60
Tabel 4. 14 Hasil Internal Leak dan <i>Hydraulic Fluid Analysis</i>	62
Tabel 4. 15 Why's Kontaminasi fluida hidrolik	67
Tabel 4. 16 Rencana Perbaikan Kontaminasi Fluida Hidrolik	69
Tabel 4. 17 Periode Kebocoran Hidrolik	78
Tabel 4. 18 <i>Result Delay Technical Log</i>	79
Tabel 4. 19 Tindakan Standarisasi	80
Tabel 4. 20 Tindakan Standarisasi	80
Tabel 4. 21 Tindakan Standarisasi	81