

**ANALISIS WATER INGRESS PADA *STRUCTURE* KOMPOSIT RUDDER
AIRBUS A330 PK-GPE DENGAN METODE *NON-DESTRUCTIVE TEST***



ONGKI ARIYA NUGRAHA

NIM : 41317120002

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA 2019

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS *WATER INGRESS* PADA *STRUCTURE* KOMPOSIT RUDDER AIRBUS A330 PK-GPE DENGAN METODE *NON-DESTRUCTIVE TEST*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh :

Nama : Ongki Ariya Nugraha

NIM : 41317120002

Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (1)
AGUSTUS 2019

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ongki Ariya Nugraha

NIM : 41317120002

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul : “Analisis *Water Ingress* Pada *Structure* Komposit Rudder Airbus A330 PK-GPE Dengan Metode *Non-Destructive Test*”

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

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 20 Agustus 2019



(Ongki Ariya Nugraha)

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS *WATER INGRESS* PADA *STRUCTURE* KOMPOSIT RUDDER AIRBUS
A330 PK-GPE DENGAN METODE *NON-DESTRUCTIVE TEST***



Disusun Oleh :

Nama : Ongki Ariya Nugraha
NIM : 41317120002
Program Studi : Teknik Mesin

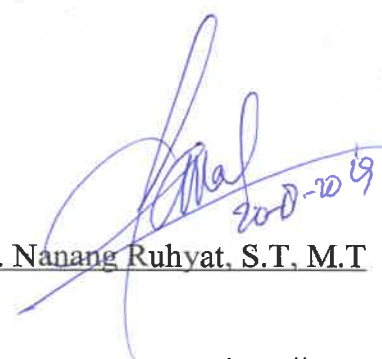


Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing
Pada Tanggal: 20 Agustus 2019

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Koordinator Tugas Akhir


Dr. Nanang Ruhyat, S.T, M.T


Alief Avicenna Luthfie. S.T, M. Eng.

PENGHARGAAN

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT Tuhan Semesta Alam atas segala karunia dan hidayah-Nya yang diberikan kepada kita sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir dengan judul “Analisis *Water Ingress* Pada *Structure* Komposit Rudder Airbus A330 PK-GPE Dengan Metode *Non-Destructive Test*”. Laporan akhir ini penulis susun sebagai persyaratan untuk menyelesaikan program Kesarjanaan Strata 1 Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Mercu Buana, Jakarta. Topik yang dipilih penulis sebagai Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian yang dilakukan di PT. GMF Aeroasia.

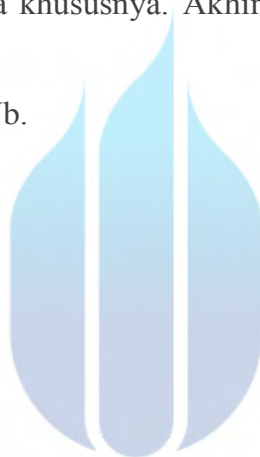
Kami menyadari tanpa adanya dukungan dan kerjasama dari berbagai pihak, kegiatan ini tidak akan dapat berjalan dengan baik. Untuk itu, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ngadino Surip, MS selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Danto Sukmajati, ST. M.Sc. Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Hadi Pranoto, ST., MT selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Haris Wahyudi, ST, MSc selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Ir. Nanang Ruhyat, MT., selaku Dosen Pembimbing Utama Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan dukungan hingga penyusunan laporan ini selesai
6. Kedua orang tua tercinta yang tak pernah berhenti memberikan doa dan restu kepada penulis
7. Dosen-dosen pengajar di Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan bimbingan dan ilmunya
8. Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin Universitas Mercubuana Kampus Meruya

9. Cherly Nova Diana, istri tercinta yang menemani serta memberi semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir.
10. Giovano Zafran Shakeel, anak tercinta yang juga menjadi semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir
11. Mas Aris yang membantu dalam pencarian data tentang Tugas Akhir ini

Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan hingga pembuatan Laporan Akhir ini selesai. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan ini, untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan dari pembaca untuk diperbaiki oleh penulis dikemudian hari. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Jakarta, 20 Agustus 2019

UNIVERSITAS Ongki Ariya Nugraha
MERCU BUANA

ABSTRAK

Dalam perawatan pesawat, inspeksi structure pesawat merupakan hal penting mengingat banyak kecelakaan pesawat disebabkan oleh kerusakan *structure* pesawat. Pada tahun 1999, rudder pesawat F / A 18 terpisah dari pesawat karena terjadi *water ingress* dalam jangka panjang antara kulit Aluminium dan *honeycomb core*. *Water ingress* menyebabkan perekat epoksi memisahkan kedua permukaan dan dengan demikian menyebabkan kegagalan rudder pada stabilizer vertikal. Telah dilakukan penelitian pada komposit rudder pesawat Airbus A330 dengan menggunakan metode NDT yaitu *Thermographic* untuk mendeteksi lokasi *water ingress* pada area rudder. Analisis ini bertujuan untuk Menentukan limitasi area *Rudder* yang terindikasi *water ingress* sesuai *Structure Repair Manual* (SRM). Metode *Thermographic* menggunakan alat Thermacam Infrared Camera dengan cara menembakkan langsung ke *Rudder Surface*. Melalui alat *Thermographic*, terlihat di monitor area yang mengandung air berwarna gelap. Semakin gelap warna, semakin banyak kandungan air yang terjebak di *composite*. Keterbatasan dari metode ini yaitu hanya dapat digunakan untuk mencari *water ingress* saja. Untuk hasil analisis pengukuran di area 1 sebesar 450 mm². Pada area 2 luas areanya sebesar 450 mm². Pada area 3 luas areanya sebesar 2100 mm². Jadi kesimpulannya, menurut SRM limitasi disebutkan bahwa luas ketiga area masuk kategori *no repair necessary* karena luas areanya dibawah 3.000 mm².

Kata kunci : *NDT, Thermographic, Water Ingress, Composite, Perawatan.*



**THE ANALYSIS OF WATER INGRESS IN THE STRUCTURE OF AIRBUS A330
PK-GPE RUDDER COMPOSITES WITH THE NON-DESTRUCTIVE TEST
METHOD**

ABSTRACT

In aircraft maintenance, aircraft structure inspection is important considering that many aircraft accidents are caused by damage to aircraft structure. In 1999, the F/A 18 aircraft rudder was separated from the aircraft due to long-term water ingress between the Aluminum shell and honeycomb core. Water ingress causes the epoxy adhesive to separate the two surfaces and thus causes rudder failure in the vertical stabilizer. Research has been carried out on the composite aircraft of the Airbus A330 rudder using the NDT method Thermographic to detect the location of water ingress in the rudder area. This analysis aims to determine the limitation of the Rudder area indicated by water ingress according to the Structure Repair Manual (SRM). The Thermographic Method uses the Thermacam Infrared Camera tool by firing directly at the Rudder Surface. Through a Thermographic device, it looks on the monitor area that contains dark water. The darker the color, the more water content is trapped in the composite. The limitation of this method is that it can only be used to search for water ingress. For the results of the analysis of measurements in area 1 of 450 mm². In area 2 the area is 450 mm². In area 3 the area is 2100 mm². So in conclusion, according to the SRM limitation it is mentioned that the area of the three areas falls into the category of no repair necessary because the area under 3,000 mm².

Keywords: *NDT, Thermographic, Water Ingress, Composite, Maintenance.*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Komposit	4
2.1.1 Material Komposit	5
2.1.2 Glass Reinforced Fibre Plastic	6
2.1.3 Core (inti)	6
2.1.4 Nomex Honeycomb	7
2.1.5 PVC Foam	7
2.2 Delaminasi Struktur Komposit Pesawat	8
2.3 Efek Kelembaban Dan Temperatur Pada Struktur Komposit	9
2.4 Water Ingress Honeycomb Core Pada Struktur Komposit Pesawat	9
2.5 Airbus Rudder	11
2.6 Mode Kegagalan	13
2.7 Non-Destructive Test	14

2.7.1	Metode Non-Destructive Test	14
2.7.2	Magnetic Particle Inspection	14
2.7.3	Liquid Penetrant Inspection	16
2.7.4	Eddy Current	17
2.7.5	Visual Test	18
2.7.6	Ultrasonic	18
2.7.7	Thermographic	20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Pendahuluan	21
3.2	Lokasi Penelitian	21
3.3	Objek Penelitian	22
3.4	Metodologi Penelitian Secara Umum	22
3.4.1	Tahap Persiapan Awal	23
3.4.2	Tahap Penganalisaan Data	23
3.4.3	Tahap Pengkajian Data	23
3.4.4	Tahap Penyelesaian	23
3.5	Diagram Alir	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Instrument Setting Metode Thermographic	25
4.2	Hasil Deteksi Water Ingress Dengan Metode Thermographic	25
4.3	Analisis	28
4.3.1	Pengukuran	28
4.4	<i>Water Ingress</i> Yang Perlu Proses Repair	31
4.4.1	Analisis	31
4.4.2	Pengukuran	31
4.4.3	Repair	33
4.4.4	Penggantian Inti Honeycomb	33
4.4.5	Analisis Visual Struktur Komposit	37

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran	39

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Halaman
2.1 Komposit Serat	5
2.2 <i>Laminate Composites</i>	6
2.3 <i>Delamination</i>	8
2.4 <i>Water Ingress</i>	10
2.5 <i>Vertical Stabilizer</i>	11
2.6 Konstruksi Rudder Panel	12
2.7 <i>F/A 18 Rudder Failure and Honeycomb Sandwich</i>	13
2.8 <i>Tiga Mode Failure</i>	13
2.9 <i>Magnetic Particle Inspection</i>	15
2.10 <i>Liquid Penetrant Inspection</i>	16
2.11 Proses Kapilaritas pada <i>Specimen Uji</i>	17
2.12 <i>Eddy Current</i>	18
2.13 <i>Ultrasonic Test</i>	19
2.14 <i>Thermographic</i>	20
3.1 GMF Aeroasia	21
3.2 <i>Rudder Surface</i>	22
3.3 Diagram Alir Penelitian	24
4.1 <i>Thermacam Infrared Camera</i>	25
4.2 Proses NDT <i>Thermographic</i>	26
4.3 Lokasi Area <i>Water Ingress</i>	27
4.4 <i>Marking Area</i>	28
4.5 <i>Area Water Ingress</i>	29
4.6 <i>Marking Area</i>	31
4.7 <i>Marking Area Titik A</i>	32
4.8 <i>Marking Area Titik B</i>	32
4.9 Pematangan <i>Outer Skin Rudder</i>	34
4.10 <i>Cutting Wheel Tool</i>	34
4.11 Penggantian Inti Honeycomb Lama	35
4.12 Penggantian Inti Honeycomb Baru	36
4.13 Proses Vacuum	36
4.14 Hasil Akhir Repair	37
4.15 <i>Honeycomb</i>	37

4.16 *Honeycomb* Dilihat dari Mikroskop

38



DAFTAR TABEL

No. Tabel		Halaman
2.1	Ketebalan Nomex Core and PVC foam Cores	7
4.1	Tabel limitasi <i>damage rudder skin</i>	30
4.2	Tabel limitasi <i>damage rudder skin</i>	33

