



**ANALISIS *WATER INGRESS* STRUKTUR
SANDWICH COMPOSITE PADA *CABIN FLOOR*
PESAWAT AIRBUS A330 MENGGUNAKAN ANSYS**

TESIS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Studi Magister Teknik Mesin

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
Oleh:
AGUS HERMAWAN

55821110005

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2025



**ANALISIS *WATER INGRESS* STRUKTUR
SANDWICH COMPOSITE PADA *CABIN FLOOR*
PESAWAT AIRBUS A330 MENGGUNAKAN ANSYS**

TESIS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Studi Magister Teknik Mesin

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
Oleh:
AGUS HERMAWAN

55821110005

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2025



PENGESAHAN TESIS

Judul : Analisis *Water Ingress* Struktur *Sandwich Composite* pada *Cabin Floor* Pesawat Airbus A330 Menggunakan ANSYS
Nama : Agus Hermawan
NIM : 55821110005
Program Studi : Magister Teknik Mesin
Tanggal : 27 Februari 2025

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Strata S2 pada Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh:

Pembimbing : Muhamad Fitri, S.T., M.Si, Ph.D ()
NIDN : 1013126901
Ketua Penguji : Dra. I G Ayu arwati, MT., Ph.D ()
NIDN : 0010046408
Anggota Penguji : Alfian Noviyanto, Ph.D ()
NIDN : 0319117906

Jakarta, 27 Februari 2025

Mengetahui,

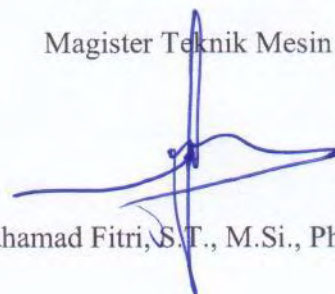
Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT)

Ketua Program Studi

Magister Teknik Mesin



(Muhamad Fitri, S.T., M.Si., Ph.D)

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh :

Nama : AGUS HERMAWAN

NIM : 55821110005

Program Studi : Magister Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir / Tesis : Analisis *Water Ingress* Struktur *Sandwich Composite* Pada *Cabin Floor* Pesawat Airbus A330 Menggunakan ANSYS

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Rabu, 26 Februari 2025** dengan hasil presentase sebesar **17%** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 26 Februari 2025

Administrator Turnitin,



Saras Nur Praticha, S.Psi., MM

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini :

Judul : Analisis *Water Ingress* Struktur *Sandwich Composite* pada *Cabin Floor* Pesawat Airbus A330 Menggunakan ANSYS

Nama : Agus Hermawan

NIM : 52881110005

Program Studi : Magister Teknik Mesin

Tanggal : 27 Februari 2025

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Karya ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 27 Februari 2025



METERAL
TEMPEL
270B8AKX324570824

(Agus Hermawan)

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “Analisis *Water Ingress* Struktur *Sandwich Composite* Pada *Cabin Floor* Pesawat Airbus A330 Menggunakan ANSYS”. Penulisan disusun untuk dapat memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Magister program studi Teknik Mesin Universitas Mercubuana. Dalam Proses pelaksanaan Tesis ini penulis telah mendapatkan banyak bimbingan, saran dan dukungan dari banyak pihak.

Ucapan terima kasih ini dipersembahkan untuk orang-orang yang telah berjasa dalam penyusunan Tesis ini, yaitu:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng, selaku Rektor Universitas Mercubuana
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
3. Muhamad Fitri, S.T., M.Si, Ph.D., selaku Kepala Program Studi Fakultas Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta dan sekaligus sebagai Pembimbing Tesis, terima kasih atas koreksi dan arahnya.
4. Dr. Ir. Haftirman, M.Eng selaku Dosen Penelaah pada saat seminar proposal, seminar hasil 1 dan 2 Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

5. Dra. I G Ayu Arwati, M.T., Ph.D selaku ketua sidang pada saat sidang tesis Program Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
6. Alfian Noviyanto, Ph.D selaku penguji pada saat sidang tesis Program Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
7. Seluruh Dosen Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmunya selama perkuliahan.
8. Kedua orang tua Penulis yang selalu support dengan doa-doa dan motivasi.
9. Apt. Itsnaani Rifisari yaitu istri dan Alula Usfixavia yaitu anak dari Penulis yang selalu mendukung dan penyemangat untuk menyelesaikan Tesis ini.
10. Rekan-rekan seperjuangan Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, terima kasih atas bantuan dan semangat yang telah diberikan.

Dalam hal ini penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang mungkin terjadi dalam penyusunan laporan Tesis ini. Semoga Tesis ini dapat memberikan manfaat kepada seluruh pihak yang membaca.

Jakarta, 27 Februari 2025



(Agus Hermawan)

ABSTRAK

Pesawat Airbus A330 menggunakan material komposit sandwich pada *cabin floor*, yang berperan sebagai pijakan utama penumpang dan kru. Salah satu permasalahan yang sering terjadi adalah water ingress akibat kebocoran atau kondensasi, yang dapat menyebabkan kelembaban, kerusakan struktural, serta gangguan pada sistem elektrik. Untuk mencegah dampak negatif tersebut, inspeksi berkala diperlukan. Penelitian ini menganalisis water ingress pada cabin floor menggunakan metode Non-Destructive Test (NDT) serta simulasi uji beban dengan ANSYS untuk mengevaluasi ketahanan material. Melalui thermography, area dengan *water ingress* berhasil diidentifikasi, di mana area yang lebih gelap menunjukkan adanya kelembaban yang terperangkap di dalam lapisan komposit. Dua kasus dianalisis: satu dengan area yang membutuhkan perbaikan dan lainnya berada dalam batas kerusakan yang dapat diterima berdasarkan Structure Repair Manual (SRM). Penelitian ini juga mensimulasikan efek tekanan dan suhu menggunakan ANSYS. Hasil menunjukkan perbedaan tekanan minimal, dengan nilai berkisar antara 0 hingga 0,80 atm. Simulasi suhu menunjukkan rentang antara 21°C hingga 24°C, yang mengindikasikan kemungkinan terjadinya kondensasi yang dapat menyebabkan *water ingress*. Simulasi struktural mengevaluasi deformasi, regangan elastis, dan distribusi tegangan pada komposit. Deformasi maksimum mencapai 1,864 mm, dengan regangan elastis maksimum sebesar 3,894e-5 mm/mm, dan tegangan von mises mencapai 9,3456 MPa. Penelitian ini menyoroti pentingnya inspeksi berkala dan penggunaan teknik simulasi canggih untuk mempertahankan struktur komposit. Rekomendasi meliputi pemanfaatan metode NDT tambahan, seperti pengujian ultrasonik, untuk meningkatkan akurasi deteksi, serta investigasi kondisi aktual kabin untuk memperbaiki analisis di masa depan.

Kata kunci : water ingress, composite sandwich, cabin floor, NDT, ANSYS

ABSTRACT

The Airbus A330 utilizes sandwich composite materials in its cabin floor, serving as the primary footing for passengers and crew. One common issue is water ingress due to leaks or condensation, which can cause moisture buildup, structural damage, and electrical system malfunctions. To mitigate these risks, regular inspections are necessary. This study analyzes water ingress in the cabin floor using Non-Destructive Testing (NDT) methods and load simulation with ANSYS to evaluate material durability. Using thermography, areas with water ingress were identified, with darker regions indicating trapped moisture within the composite layers. Two cases were analyzed: one with areas requiring repair and another within acceptable damage limits as per the Structure Repair Manual (SRM). The study simulated the effects of pressure and temperature using ANSYS. Results revealed minimal pressure differences, with values ranging between 0 and 0.80 atm. Temperature simulations showed a range of 21°C to 24°C, suggesting potential condensation that could lead to water ingress. Structural simulations evaluated the composite's deformation, elastic strain, and stress distribution. The maximum deformation was 1.864 mm, with elastic strain peaking at 3.894e-5 mm/mm and stress von Mises reaching 9.3456 MPa. This research highlights the importance of periodic inspections and advanced simulation techniques in maintaining composite structures. Recommendations include utilizing additional NDT methods, such as ultrasonic testing, to enhance detection accuracy and investigating actual cabin conditions to refine future analyses.

Keywords : *water ingress, composite sandwich, cabin floor, NDT, ANSYS*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN TESIS.....	ii
SURAT KETERANGAN HASIL <i>SIMILARITY</i>	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTARCT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Novelty.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Material Komposit.....	9
2.2 <i>Cabin Floor</i>	12
2.3 Struktur <i>Sandwich</i>	14

2.4	Tegangan dan regangan.....	15
1.	Tegangan (Stress, σ).....	15
2.	Regangan (Strain, ϵ)	16
3.	Grafik Tegangan-Regangan.....	16
2.5	Metode Non-Destructive Test.....	18
2.6	Review Penelitian Terdahulu.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		25
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	25
3.2	Lokasi Penelitian.....	27
3.3	Objek Penelitian.....	27
3.4	Metodologi Penelitian	28
3.4.1	Tahap Persiapan Awal.....	29
A.	Proses Pengaturan Instrumen Metode Thermograph.....	29
B.	Proses Penggantian <i>Honeycomb</i>	30
3.4.2	Tahap Analisis Data.....	38
3.4.3	Tahap Pengakajian Data.....	38
3.4.4	Tahap Penyelesaian.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		39
4.1	Hasil Pengukuran Luas Area Pada <i>Cabin Floor</i> yang Mengalami Kerusakan.....	39

1. Hasil Identifikasi Area <i>Water Ingress</i> Tidak Dibutuhkan Proses Repair.....	40
2. Hasil Identifikasi Area <i>Water Ingress</i> Yang Dibutuhkan Proses Repair	41
3. Proses Repair Area Yang Mengalami <i>Water ingress</i>	43
4. Penggantian <i>Honeycomb</i>	41
5. Analisis Air yang Terperangkap Diantara Lapisan Luar dengan <i>Honeycomb</i>	44
4.2 Hasil pengukuran luas area yang mengalami kerusakan.....	46
1. Luas Area Pertama Pada <i>Cabin Floor</i> Yang Mengalami Kerusakan.....	46
2. Luas Area Kedua Pada <i>Cabin Floor</i> Yang Mengalami Kerusakan.....	48
4.3 Simulasi Tekanan dengan Menggunakan ANSYS.....	50
4.4 Simulasi Suhu dengan Menggunakan ANSYS	52
4.5 Simulasi Uji Struktural <i>Cabin Floor</i> dengan Menggunakan ANSYS.....	53
A. Deformasi	54
B. <i>Elastic Strain</i>	57
C. <i>Stress Von Misses</i>	60
D. <i>Safety Factor</i>	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	66
1. Kesimpulan.....	67
2. Saran	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69
LAMPIRAN.....	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi komposit Berdasarkan bentuk dari matriks.....	10
Gambar 2.2 Matriks Dari Beberapa Tipe Komposit.....	11
Gambar 2.3 <i>Sandwich Composite</i>	14
Gambar 2.4 Grafik Kurva Tegangan-Regangan.....	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	26
Gambar 3.2 PT. GMF AeroAsia.....	27
Gambar 3.3 <i>Cabin Floor</i>	28
Gambar 3.4 <i>Thermograph</i>	30
Gambar 3.5 <i>Sanding Machine</i>	31
Gambar 3.6 <i>Cutting Wheel</i>	32
Gambar 3.7 <i>Honeycomb</i> Lama Yang Dipotong.....	32
Gambar 3.8 Penggantian <i>Honeycomb</i> Yang Baru.....	33
Gambar 3.9 Kain Nylon.....	34
Gambar 3.10 Pelat Besi Polos.....	34
Gambar 3.11 Air Breather.....	35
Gambar 3.12 Plastik <i>Vacuum Foil</i>	35
Gambar 3.13 <i>Bagging Tape</i>	36
Gambar 3.14 <i>Hose</i>	36
Gambar 3.15 <i>Vacuum Generator</i>	37
Gambar 3.16 Lampu Infrared.....	37
Gambar 3.17 Proses <i>Vacuum</i>	37

Gambar 4.1 Hasil Identifikasi Dengan Metode <i>Thermograph</i>	40
Gambar 4.2 Hasil Marking Area <i>Water Ingress</i>	41
Gambar 4.3 Marking Area <i>Water Ingress</i>	42
Gambar 4.4 Visual Marking Area <i>Water Ingress</i>	42
Gambar 4.5 Hasil Akhir.....	44
Gambar 4.6 Hasil Simulasi Aliran Udara Pada Desain Lavatory Terkait Tekanan. 51	
Gambar 4.7 Hasil Simulasi Aliran Udara Pada Desain Lavatory Terkait Suhu.....	53
Gambar 4.8 Hasil Simulasi Deformasi.....	55
Gambar 4.9 Grafik Simulasi Deformasi.....	56
Gambar 4.10 Hasil Simulasi <i>Elastic Strain</i>	58
Gambar 4.11 Grafik Simulasi <i>Elastic Strain</i>	59
Gambar 4.12 Hasil Simulasi <i>Stress Von Misses</i>	61
Gambar 4.13 Grafik Simulasi <i>Stress Von Misses</i>	62
Gambar 4.14 Hasil Simulasi <i>Safety Factor</i>	64
Gambar 4.15 Grafik Simulasi <i>Safety Factor</i>	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar Review Penelitian Terdahulu.....	21
Tabel 4.1 Tabel <i>Pure Fluid Ingress</i>	47
Tabel 4.2 Tabel Masuknya Cairan Murni	49
Tabel 4.3 Tabel Simulasi Dari Uji Static Struktural Untuk Deformasi.....	56
Tabel 4.4 Tabel Simulasi Dari Uji Static Struktural Untuk <i>Elastic Strain</i>	59
Tabel 4.5 Tabel Simulasi Dari Uji Static Struktural Untuk <i>Stress Von Misses</i>	62
Tabel 4.6 Tabel Simulasi Dari Uji <i>Safety Factor</i>	64

