

SKRIPSI

**SIMULASI *CRASHWORTHINESS EASIEST TO BREAK*
RANGKA PELINDUNG SENSOR SRIFADA DARI
*ALUMINIUM ALLOY 2024***



Oleh :

MUHAMMAD AKBAR FAYAKUN

03051282025082

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

SKRIPSI

**SIMULASI *CRASHWORTHINESS EASIEST TO BREAK*
RANGKA PELINDUNG SENSOR SRIFADA DARI
*ALUMINIUM ALLOY 2024***

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



OLEH

MUHAMMAD AKBAR FAYAKUN

03051282025082

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**SIMULASI *CRASHWORTHINESS EASIEST TO BREAK*
RANGKA PELINDUNG SENSOR SRIFADA DARI
*ALUMINIUM ALLOY 2024***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

MUHAMMAD AKBAR FAYAKUN

03051282025082

Palembang, 24 Juli 2024

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

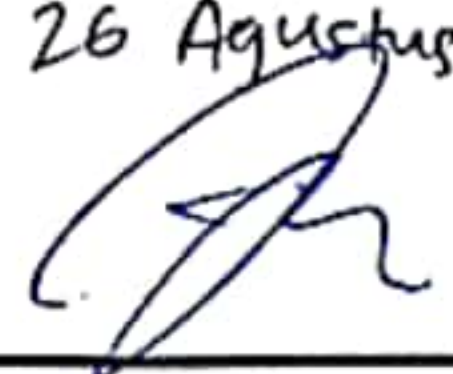


Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.,IPM.
NIP. 197112251997021001

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Diah Kusuma Pratiwi', is written over the text.

Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.
NIP. 196307191990032001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. : 123/TM/AK/2024
Diterima Tanggal : 26 Agustus 2024
Paraf : 

SKRIPSI

NAMA : MUHAMMAD AKBAR FAYAKUN
NIM : 03051282025082
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : SIMULASI *CRASHWORTHINESS EASIEST TO BREAK* RANGKA PELINDUNG SENSOR SRIFADA DARI *ALUMINIUM ALLOY 2024*
DIBUAT TANGGAL : 31 MEI 2023
SELESAI TANGGAL : 31 JULI 2024

Palembang, 8 Agustus 2024

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.
NIP. 197112251997021001

Pembimbing



Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.
NIP. 19630719199003200

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “SIMULASI CRASHWORTHINESS EASIEST TO BREAK RANGKA PELINDUNG SENSOR SRIFADA DARI ALUMINIUM ALLOY 2024” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Juli 2024.

Palembang, 24 Juli 2024

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

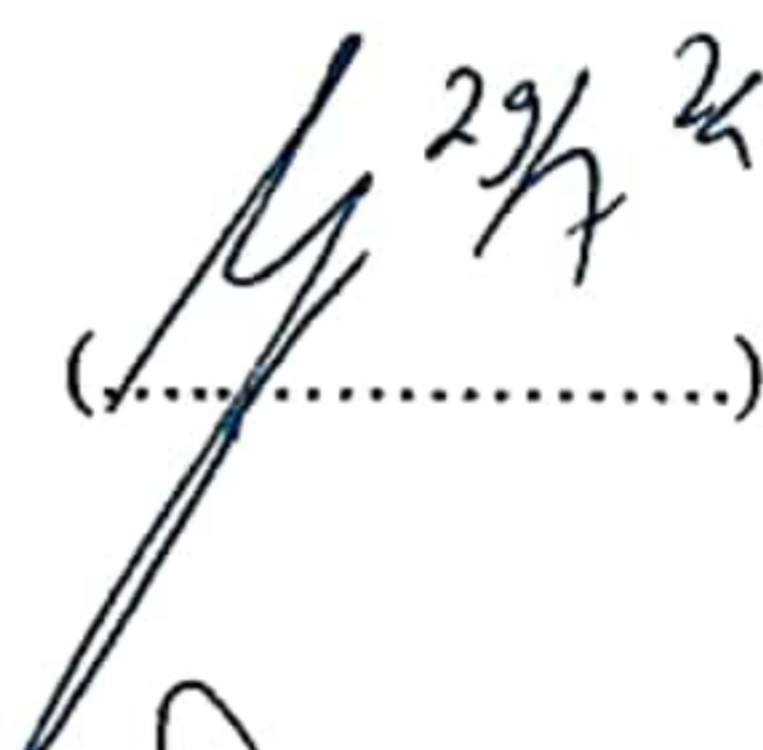
Ketua

1. Qomarul Hadi, S.T., M.T.
NIP. 196902131995031001


(.....)

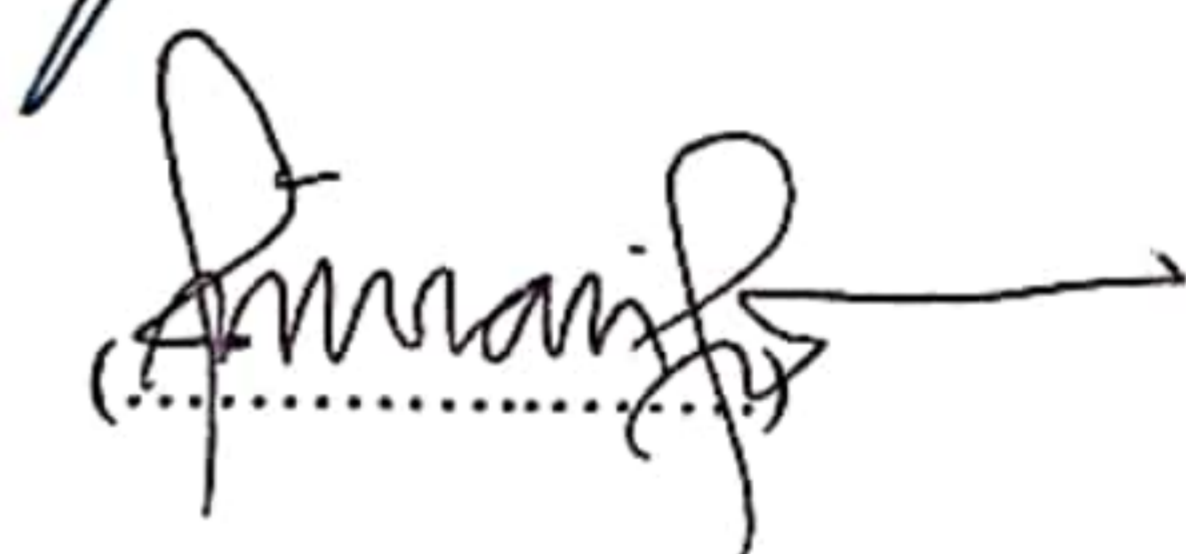
Sekretaris

2. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197901052003121002


(.....)

Anggota

3. Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197909272003121004


(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.
NIP. 197112251997021001

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi



Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.
NIP. 196307191990032001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis atas kehadiran Allah Swt. yang telah memberikan Rahmat, Nikmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Penulis juga ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih atas dukungan, bantuan dan bimbingan yang didapatkan oleh penulis selama tahap penyusunan proposal ini kepada:

1. Kedua orang tua saya bapak Winata dan ibu Weny serta anggota keluarga lainnya nenek Partiw, nenek Ermiwati dan Ridwan, nenek Maryam, ibu Detti, ibu Henny, ibu Helda, tante Rika, tante Lia, om Indra, om Toyok, om Jaya, om Ian, om Yuda, adik-adik tersayang, kakek guru syekh Yahya Senawat dan masih banyak lagi.
2. Ketua Jurusan bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
3. Bapak Amir Arifin, S.T., M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak memberikan dukungan, arahan dan saran selama penyusunan proposal skripsi ini.

Semoga proposal skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi dalam dunia Pendidikan dan industri.

Palembang, 24 Juli 2024



Muhammad Akbar Fayakun
NIM 03051282025082

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Akbar Fayakun

NIM : 03051282025082

Judul : Simulasi *Crashworthiness Easiest to Break* Rangka Pelindung Sensor Srifada dari *Aluminium Alloy 2024*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (corresponding author).

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Indralaya, 24 Juli 2024



Muhammad Akbar Fayakun
NIM 03051282025082

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Akbar Fayakun

NIM : 03051282025082

Judul : Simulasi *Crashworthiness Easiest to Break* Rangka Pelindung Sensor Srifada dari *Aluminium Alloy 2024*

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, 24 Juli 2024



Muhammad Akbar Fayakun

NIM. 03051282025082

RINGKASAN

SIMULASI *CRASHWORTHINESS EASIEST TO BREAK* RANGKA
PELINDUNG SENSOR SRIFADA DARI *ALUMINIUM ALLOY 2024*

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Karya tulis ilmiah berupa skripsi , Juli 2024

Muhammad Akbar Fayakun, dibimbing oleh Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.

Xxix + 73 halaman, 29 gambar, 3 tabel, 14 lampiran

RINGKASAN

Landasan pacu bandara harus selalu dalam keadaan kering dan tidak terdapat genangan air pada permukaannya. Apabila terdapat genangan air, pemantauannya harus terdeteksi secepatnya dikarenakan genangan air pada landasan pacu merupakan faktor penyebab kecelakaan pesawat. Kebutuhan sensor pendeteksi genangan air dengan akurasi milimeter pada landasan pacu merupakan solusi untuk pemantauan real time yang efisien dibandingkan dengan pemantauan secara manual. Penelitian sensor tersebut telah dilakukan dari sebelum penelitian ini, namun diperlukan pula perancangan kerangka pelindung untuk melindungi sensor dari tekanan angin, pencurian, dan dari ancaman kerusakan lain. Simulasi tabrakan dengan tujuan *easiest to break* dilakukan penelitian ini sebagai solusi kebutuhan kerangka pelindung sensor. Perancangan desain kerangka akan disimulasikan dengan tujuan “*easiest to break*” dan berfokus menganalisa kemampuan patah kerangka pelindung diantara tiga desain kerangka pelindung sensor berbahan *Aluminium Alloy 2024*. Ketiga desain kerangka pelindung sensor tersebut disimulasikan menggunakan metode analisis elemen hingga atau *Finite Element Method* (FEA) untuk melihat hasil kerusakan yang terjadi pada masing-masing desain ketika kerangka pelindung sensor ditabrak oleh beban dari roda pesawat sehingga nanti dapat disimpulkan jenis desain yang paling mudah rusak (*easiest to break*) diantara ketiganya. Faktor-faktor yang dipertimbangkan pada analisis ini

termasuk deformasi, tegangan ekuivalen (*von-Mises*), faktor keamanan (*safety factor*), momentum, energi kinetik, dan gaya kontak. Hasil dari simulasi memperlihatkan bahwa Desain 2 memiliki faktor keamanan yang paling rendah sebesar 0,012597, gaya kontak paling rendah sebesar 9924,4 N, tegangan ekuivalen yang paling tinggi sebesar 22228 MPa, serta momentum dan energi kinetik yang relatif rendah yang menandakan bahwa desain 2 mudah rusak ketika ditabrak. Dengan membandingkan kriteria yang ada, desain 2 jauh lebih mudah rusak dibandingkan desain lain karena desain 2 memenuhi dari tiga kriteria yang dibutuhkan, sehingga desain 2 dapat disimpulkan sebagai desain yang *easiest to break*.

Kata kunci : *easiest to break*, kerangka pelindung sensor, landasan pacu

SUMMARY

SIMULATION OF CRASHWORTHINESS EASIEST TO BREAK SRIFADA
SENSOR PROTECTION FRAME FROM ALUMINUM ALLOY 2024

SRIWIJAYA UNIVERSITY

Scientific paper in the form of a thesis, July 2024

Muhammad Akbar Fayakun, supervised by Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.

Xxix + 73 pages, 29 figures, 3 tables, 14 attachments

SUMMARY

Airport runways should always be dry and not have standing water on the surface. If there are puddles, the monitoring must be detected as soon as possible because puddles on runways are a contributing factor to aircraft accidents. The need for puddle detection sensors with millimeter accuracy on runways is a solution for efficient real time monitoring compared to manual monitoring. Research on such sensors has been carried out from before this research, but it is also necessary to design a protective frame to protect the sensor from wind pressure, theft, and from other threats of damage. Collision simulation with the aim of easiest to break is carried out by this research as a solution to the need for a sensor protective frame. The design of the frame design will be simulated with the aim of “easiest to break” and focuses on analyzing the breaking ability of the protective frame among three designs of the sensor protective frame made of Aluminum Alloy 2024. The three designs of the sensor protection frame are simulated using the Finite Element Method (FEA) to see the results of the damage that occurs in each design when the sensor protection frame is hit by the load from the aircraft wheel so that later it can be concluded which type of design is the easiest to break among the three. Factors considered in this analysis include deformation, equivalent stress (von-Mises), safety factor, momentum, kinetic energy, and contact force. The results of the simulation show that Design 2 has the lowest safety factor of 0.012597, the lowest

contact force of 9924.4 N, the highest equivalent stress of 22228 MPa, and relatively low momentum and kinetic energy, indicating that Design 2 is easily damaged when struck. By comparing the criteria, design 2 is much easier to break than the other designs because design 2 fulfills all three required criteria, so design 2 can be concluded as the easiest to break design.

Keywords: easiest to break, sensor protection frame, runway

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ix
KATA PENGANTAR	xi
HALAMAN PERNYATAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xv
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL.....	xxv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxvii
DAFTAR SIMBOL.....	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kecelakaan Pesawat di Landasan Pacu	7
2.2 Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan Bandar Udara.....	8
2.2.1 Pengaturan Internasional.....	8
2.2.2 Pengaturan Nasional	10
2.3 <i>Runway Excursion</i>	12
2.3.1 <i>Hydroplaning</i>	13
2.3.2 <i>Rubber Deposit</i> (Penumpukan Karet).....	14
2.3.3 Kajian Pengaruh Angin.....	15
2.4 Sensor Ketinggian Air	16
2.5 Kerangka Pelindung.....	18
2.6 Aluminium Alloy 2024.....	19

2.7	Teori Kegagalan	20
2.7.1	Teori Tegangan Geser Maksimum	21
2.7.2	Teori Energi Distorsi Maksimum (Von-Mises)	22
2.7.3	<i>Safety Factor</i> (Faktor Keamanan)	23
2.8	Aplikasi <i>Finite Element Modelling</i> (FEM)	23
2.9	Aplikasi LS Dyna	25
2.10	Metode Elemen Hingga.....	26
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		27
3.1	Diagram Alir Penelitian	27
3.2	Prosedur Penelitian.....	28
3.2.1	Studi Literatur	28
3.2.2	Simulasi Pengujian Impak.....	31
3.2.3	Simulasi Pengujian Impak.....	32
3.2.3.1	Pembuatan 3D Model Uji Impak	32
3.2.3.2	Pengaturan Simulasi Uji Impak.....	36
3.2.3.3	Pengambilan Data Uji Beban Impak.....	41
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1.	Hasil Simulasi <i>Crashworthiness</i> Kerangka Pelindung Sensor.....	43
4.1.1	Hasil Visual Deformasi	43
4.1.2	Hasil Visual <i>Equivalent Stress</i> (Von-mises)	45
4.1.3	Hasil Visual <i>Safety Factor</i>	47
4.1.4	Hasil Analisa Grafik Momentum	48
4.1.5	Hasil Analisa Grafik Energi Kinetik	51
4.1.6	Hasil Analisa Grafik <i>Contact Force</i>	53
4.2	Pembahasan	56
BAB 5 KESIMPULAN		59
5.1	Diagram Alir Penelitian	59
5.2	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....		61
LAMPIRAN		67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Pesawat yang <i>landing</i> ketika landasan terdapat genangan air akibat hujan.....	2
Gambar 2.1 Diagram Jumlah Kecelakaan Transportasi Udara (2015-2020).....	8
Gambar 2.2 Pesawat Trigana Air tergelincir di Bandara Halim Perdanakusuma Tahun 2021	12
Gambar 2.3 Ilustrasi Fenomena <i>Hydroplaning</i>	13
Gambar 2.4 <i>Rubber Deposit</i> pada Landasan Pacu	14
Gambar 2.5 Sensor HC-SR04	17
Gambar 2.6 Sensor JSN-SR04T.....	17
Gambar 2.7 Set-up percobaan pengukuran level air menggunakan FBG dengan modulasi intensitas cahaya laser dioda	18
Gambar 2.8 <i>Fiber Bragg Grating</i>	18
Gambar 2.9 Kurva Tegangan-regangan pada Material	20
Gambar 2.10 Grafik Teori Tegangan Geser Maksimum dan Teori Energi Distorsi Maksimum	22
Gambar 2.11 <i>Pre-processing</i> dan <i>post-processing</i>	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 3.2 <i>Drawing</i> Desain Kerangka Sensor	33
Gambar 3.3 Detail <i>Mesh Setting</i>	36
Gambar 3.4 Hasil <i>Mesh</i> Benda Uji	37
Gambar 3.5 Skema Kondisi Batas Uji Beban Impak.....	38
Gambar 3.6 <i>Initial Condition</i> Pada Roda Pesawat.....	39
Gambar 3.7 <i>Analysis Setting</i>	40
Gambar 4.1 Uji Visual Deformasi	44
Gambar 4.2 Hasil Visual <i>Equivalent Stress</i> (Von Mises).....	45
Gambar 4.3 Hasil Visual <i>Safety Factor</i>	47
Gambar 4.4 Grafik Momentum Desain 1.....	48
Gambar 4.5 Grafik Momentum Desain 2.....	49
Gambar 4.6 Grafik Momentum Desain 3.....	50

Gambar 4.7 Grafik Energi Kinetik Desain 1	51
Gambar 4.8 Grafik Energi Kinetik Desain 2	52
Gambar 4.9 Grafik Energi Kinetik Desain 3	52
Gambar 4.10 Grafik <i>Contact Force</i>	53

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Sifat Fisik Aluminium Alloy 2024	28
Tabel 3.2 Sifat Material Aluminium Alloy 2024	28
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 3D Modelling Desain Kerangka Sensor.....	67
Lampiran 2. <i>Preprocessing</i> Ansys LS Dyna	67
Lampiran 3. Sifat Material Aluminium Alloy 2024.....	67
Lampiran 4. Pengaturan Geometri Desain Kerangka dan Roda Pesawat	68
Lampiran 5. Kondisi Batas Geometri Desain Kerangka dan Roda	69
Lampiran 6. <i>Point Mass</i> Roda Pesawat.....	70
Lampiran 7. Arah Kecepatan Roda Pesawat	70
Lampiran 8. Arah Kecepatan Roda Pesawat	71
Lampiran 9. Area ‘RIGID’ pada Geometri Kerangka.....	71
Lampiran 10. Proses <i>Meshing</i> Geometri	71
Lampiran 11. Skema Uji Tabrak	72
Lampiran 12. <i>Tabular Data</i> Desain 1.....	74
Lampiran 13. <i>Tabular Data</i> Desain 2.....	74
Lampiran 14. <i>Tabular Data</i> Desain 3.....	75
Lampiran 15. Formulir Konsultasi Tugas Akhir	76
Lampiran 16. Form Pengecekan Tugas Akhir.....	78
Lampiran 17. Hasil Akhir Similaritas (Turnitin).....	79
Lampiran 18. Surat Keterangan Pengecekan Similaritas	80
Lampiran 19. Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme.....	81

DAFTAR SIMBOL

n	: Faktor Keamanan
σ_{xx}	: Tegangan Normal (N/m^2)
σ_{yy}	: Tegangan Geser (N/m^2)
σ_{vm}	: Tegangan Von-mises (N/m^2)
σ_e	: Tegangan Ekuivalen (N/m^2)
σ_1	: Tegangan maksimum (N/m^2)
σ_2	: Tegangan minimum (N/m^2)
σ_y	: Tegangan leleh (N/m^2)
τ_{max}	: Tegangan geser maksimum (N/m^2)
p	: Momentum (kg.m/s)
m	: Massa (kg)
μ	: Koefisien Gesek
N	: Gaya normal pada benda (N)
Ek	: Energi Kinetik (Joule)
m	: Massa benda (kg)
v	: Kecepatan (m/s)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bandar udara (bandara) berperan sebagai pusat dalam sistem transportasi udara dan memiliki fungsi vital sebagai terminal untuk perpindahan penumpang dan kargo. Salah satu fasilitas utama di bandar udara adalah landasan pacu, yang harus dirancang sesuai dengan jenis pesawat yang beroperasi.

Menurut data dari Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT), 32% kecelakaan penerbangan di Indonesia terjadi di bandara. Penyebab utamanya adalah kondisi landasan pacu yang sering licin, seperti yang umum terjadi di bandara-bandara di Indonesia. Landas pacu menjadi licin terutama karena adanya genangan air saat hujan turun. Data dari ICAO menunjukkan bahwa landas pacu yang tidak memadai menyebabkan 59% kecelakaan penerbangan di bandara di seluruh dunia antara tahun 2006 hingga 2012 (Pakan, 2019).

Saat pesawat mendarat, genangan air dapat menimbulkan bahaya hydroplaning, di mana ban pesawat bisa tergelincir akibat air yang terperangkap di tapak ban. Dalam kondisi ini, sistem pengereman pesawat tidak berfungsi secara efektif, dan roda pesawat dapat melayang di permukaan saat hydroplaning terjadi. Hal ini berpotensi menyebabkan pesawat tergelincir dan kehilangan kendali, yang meningkatkan risiko kecelakaan saat pendaratan (Bagariang dkk., 2021)..

Faktor-faktor berikut menyebabkan landas pacu tergenang oleh air antara lain: drainase air yang buruk, permukaan landasan pacu yang cekung, dan kerusakan landas pacu akibat beban pesawat yang berlebihan secara terus menerus adalah beberapa penyebab utama genangan air di landas pacu. Tingkat daya serap landas pacu terhadap air, yang bergantung pada material penyusunnya, adalah faktor tambahan. Lapisan aspal atau beton harus digunakan

pada permukaan landas pacu. Permukaan tidak boleh memiliki ketidakteraturan yang mengakibatkan kerusakan pada karakteristik gesekan (Munandar dkk., 2018).



Gambar 1.1 Pesawat *Landing* dan *Take Off* saat Runway Berair di Bandara Ngurah Rai (Pratama, 2023)

Salah satu upaya untuk mengantisipasi terjadinya genangan air adalah mendeteksinya dengan bantuan alat sensor. Sensor yang digunakan harus dapat mengukur tiga faktor: curah hujan, intensitas hujan, dan deteksi genangan air untuk mengetahui kemungkinan terjadinya genangan air. Dengan menempatkan sensor curah hujan dan pendeteksi genangan air, mereka dapat mengetahui bagaimana curah hujan memengaruhi deteksi genangan air di landasan pacu. Penelitian mengenai pengembangan prototipe alat untuk mengukur ketinggian genangan air (*standing water*) di landasan pacu telah dilakukan oleh tim peneliti dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS) pada tahun 2018 sebagai respon terhadap kasus tersebut. Dalam penelitian ini, sistem sensor dipasang di landas pacu bandar udara untuk memantau tingkat genangan air yang dihasilkan oleh hujan. Sistem ini akan bekerja dengan menghitung jumlah genangan air yang ada dan mengukur ketinggiannya. Mengetahui tingkat dan volume genangan air di landasan pacu akan mempermudah pengambilan keputusan terkait izin penerbangan, khususnya dalam menentukan apakah pesawat dapat melakukan lepas landas atau mendarat saat terdapat genangan di

landasan. Dengan informasi ini, risiko kecelakaan pesawat udara yang mengancam keselamatan penumpang akan diminimalkan.

Fakta di lapangan tidak menunjukkan hanya dengan pemasangan sensor saja sudah cukup mengatasi masalah yang ada. Terdapat tantangan lainnya yang akan dihadapi, seperti pencurian, cuaca buruk, dan ada juga kemungkinan terjadinya kerusakan pada sensor dikarenakan roda pesawat yang menabrak sensor yang terpasang. Satu solusi yang dapat digunakan yaitu dengan pemasangan kerangka sebagai pelindung sensor.

1.2 Rumusan Masalah

Kecelakaan pesawat dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk faktor teknis, kondisi cuaca, dan kesalahan manusia. Kecelakaan yang disebabkan oleh landasan pacu yang tidak memenuhi standar operasional merupakan contoh dari kecelakaan yang disebabkan oleh faktor teknis. Faktor cuaca yang mendukung penyebab terjadinya kecelakaan pesawat adalah hujan lebat. Akibat dari turunnya hujan berpotensi menyebabkan pesawat tergelincir karena terdapat genangan air di landas pacu. Untuk menghindari peristiwa tergelincirnya pesawat di landas pacu akibat tergenangnya air atau disebut *hydroplaning*, landas pacu didesain agar tetap kering. Menjawab permasalahan yang ada, telah diteliti dan dirancang sensor untuk mengukur ketinggian genangan air secara *real-time*. Berhubungan dengan pemasangan sensor tersebut, dibutuhkan juga kerangka yang dapat melindungi sensor dari tekanan angin, pencurian dan memiliki sifat mudah rusak agar tidak menjadi hambatan laju pesawat apabila ditabrak roda sehingga tidak menambah risiko kerusakan yang lebih besar apabila suatu kecelakaan terjadi pada pesawat dari arah 90° di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa batasan untuk memastikan bahwa fokusnya tetap pada inti dari masalah-masalah yang ingin diselesaikan sesuai dari tema judul penelitian yang akan ditulis ini. “Simulasi *Crashworthiness Easiest To Break* Rangka Pelindung Sensor Srifada dari Aluminium Alloy 2024”. Berikut akan disebutkan secara spesifik permasalahan-permasalahan yang ada dalam penelitian ini :

1. Pengembangan model kerangka sensor dengan menggunakan perangkat lunak SolidWorks.
2. Melakukan simulasi kerusakan rangka sensor pengukur ketinggian air menggunakan aplikasi Ansys LS Dyna
3. Menganalisis kerusakan rangka sensor menggunakan material aluminium *alloy* 2024
4. Pengujian ini disimulasikan dengan pengujian impact
5. Kecepatan tabrakan 260 km/jam
6. Beban pada ban pesawat terbang seberat 5055 kg.

1.4 Tujuan Penelitian

Berikut tujuan dari penelitian ini, antara lain:

1. Menganalisa dan meneliti sifat *breakable* aluminium alloy 2024 sebagai material pelindung sensor pengukur ketinggian air di Bandara Sultan Mahmud Baddarudin II melalui beban impact akibat ditabrak pesawat terbang dari arah 90°
2. Menganalisis variasi desain rangka pelindung sensor yang paling tepat untuk kondisi *breakable* menggunakan aplikasi LS-Dyna
3. Mengkaji kondisi rangka sensor akibat beban impact

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Sumber literatur dan referensi bagi penelitian yang relevan
2. Menjadi masukan bagi para praktisi pada landasan pacu pesawat.
3. Menjadi pertimbangan untuk peneliti dalam mengembangkan sensor ketinggian air tahap selanjutnya

DAFTAR PUSTAKA

- Arianto, A. D., & Kebumian, L. D. (2018). Analisis Perkiraan Penumpukan Rubber Deposit Berdasarkan Variasi Dan Frekuensi Pesawat (Studi Kasus: Bandar Udara Internasional Juanda) (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- ASM Handbook. (1990). Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials (Vol. 2). ASM International
- Avner, S. H. (1974). Introduction To Physical Metallurgy (Vol. 2, pp. 481-497). New York: McGraw-hill.
- Benasciutti, D. (2014). Some analytical expressions to measure the accuracy of the “equivalent von Mises stress” in vibration multiaxial fatigue. *Journal of Sound and Vibration*, 333(18), 4326–4340.
- Budiarso, Z. (2012). Sistem Monitoring Tingkat Ketinggian Air Bendungan Bebas Mikrokotroller.
- Callister, W. D. (2007). *Materials Science and Engineering: An Introduction* (7th ed.). Wiley.
- Chawla, K. K. (1998). *Composite Materials: Science and Engineering*. Springer.
- Fadholi, A. (2012). Analisa Pola Angin Permukaan di Bandar Udara Depati Amir Pangkalpinang Periode Januari 2000–Desember 2011. *Statistika*, 12(1).
- Galang, G. A. P., & Setiawan, F. (2022). Analisis Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel Pada Material Aluminium Seri 2024 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Dengan Metode Elektroplating. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(2), 199-205.
- Gere, J. (2004). *Mechanics of Materials* (6th ed.). Thomson Learning, Inc.
- Gere, J. M., & Timoshenko, S. P. (1997). *Mekanika Bahan* (Terjemahan

- Bambang Suryoatmono, ed. ke-4). Penerbit Erlangga.
- Google Maps. (2023). Bandara Internasional Sultan Mahmud Badaruddin II, Jalan Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II, Talang Betutu, Kota Palembang, Sumatera Selatan.
- Hatch, J. E. (1984). *Engineering Properties of Aluminium Alloys*. ASM International.
- Hibbeler, R. C. (2005). *Mechanics of Materials* (14th ed.). Pearson Prentice Hall.
- Hotmartua Bagariang, I. F., & Hendrick, H. (2022). Alat Pengukur Ketinggian Air Pada Landasan Pacu Pesawat Dengan Metode Image Processing. *Elektron : Jurnal Ilmiah*, 74–78.
- Ishak, S., & Lukito, I. (2020). Analisa Pengaruh Arah Dan Kecepatan Angin Saat Take Off Dan Landing Di Bandara Adisutjipto Yogyakarta. *Sainstek (e-Journal)*, 8(2), 91-95.
- Jiang, B., & Wang, H. (2023). An integrated analytical model for friction characteristics of aircraft tire on wet runway pavement. *Tribology International*, 185, 108501.
- Jokosisworo, S., & Sebastian, J. (2012). Analisa Fatigue Kekuatan Stern Ramp Door Akibat Beban Dinamis Pada KM. Kirana I Dengan Metode Elemen Hingga Diskrit Elemen Segitiga Plane Stress. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, 8(3), 119–125.
- Khan, A., & Huang, Y. (2006). *Mechanical Behavior of Materials*. Elsevier.
- Mardiah, P. A. (2019). Rancang Bangun Model Detektor Ketinggian Air Di Landasan Pacu Pesawat Terbang Berbasis Internet Of Things (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Padang).
- Mazumdar, S. (2002). *Cost Estimation Handbook for Advanced Composites*. CRC Press.
- Munandar, Muhammad & Muntini, Melania & Prayogi, Apib & Achmadi, Tri & Anggoro, Diky & Faridawati, & S, Gusti & Syaifuddin, Mohamad. (2018). Research and Development of Prototype Equipment for Measuring Standing Water on Runways/ Penelitian Pengembangan Prototype Peralatan Untuk Mengukur Genangan Air (Standing Water) Di Landas

Pacu. Surabaya.

- Nafi'Alfaridzi, M. A., & Endrawijaya, I. (2023). Analisis Data Angin Permukaan Di Bandar Udara Budiarto Dengan Menggunakan Metode Wind Rose Untuk Meningkatkan Keselamatan Terbang Taruna. *Energy: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 13(1), 28-43.
- Pakan, W. (2014). Faktor Penyebab Kecelakaan Penerbangan Di Landas Pacu. *Warta Penelitian Perhubungan*, 26(3), 169-176.
- Pratama, D. S. (2023) Gambar Pesawat Ketika Landing. Homecare24. <https://homecare24.id/pesawat-landing/>
- Pratomo, A. N. (2021) Perangkat Lunak LS-DYNA dan LS-PrePost untuk Analisis Daya Gempur. Dr. Arief Nur Pratomo.
- Pujono, P. (2017). Perubahan Nilai Kekuatan Tarik Pada Hasil Pengelasan Friction Stir Welding Aluminium 2024-T3 Yang Menggunakan Perlakuan Transient Thermal. *Bangun Rekaprima: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa, Sosial dan Humaniora*, 3(1, April), 1-9.
- Purwanto, H., Riyadi, M., Astuti, D. W. W., & Kusuma, I. W. A. W. (2019). Komparasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Dan Jsn-Sr04t Untuk Aplikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 10(2), 717-724.
- Purwantoro, R. C. M. S. A., & Idris, S. T. A. M. (2022). Dampak Penumpukan Rubber Deposit di Runway Terhadap Keselamatan Penerbangan di Bandar Udara Internasional Halim Perdanakusuma Jakarta. *Jurnal Kewarganegaraan*, 6(2).
- Rahmawati, R., Martono, M., Pangesti, R. D., & Mahbub, J. (2021). Persentase Jumlah Kecelakaan Dan Accident Causation Model Transportasi Udara Di Indonesia Pada Masa Pandemi Covid Tahun 2020. *Bangun Rekaprima: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa, Sosial dan Humaniora*, 7(2, Oktober), 62-70.
- Rochman, R., Hariyati, P., & Purbo, C. (2010). Karakterisasi Sifat Mekanik Dan

Pembentukan Fasa Presipitat Pada Aluminium Alloy 2024-T81 Akibat Perlakuan Penuaan. *Mekanika*, 8(2).

Rosolem, J. B., Dini, D. C., Penze, R. S., Florida, C., Leonardi, A. A., Loichate, M. D., & Durelli, A. S. (2013). Fiber optic bending sensor for water level monitoring: Development and field test: A review. *IEEE Sensors Journal*, 13(11), 4113-4120.

Saputra, A. D. (2017). Studi Analisis Penyebab Runway Excursion di Indonesia Berdasarkan Data Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) Tahun 2007-2016. *Warta Ardhia*, 43(2), 93-104.

Saputri, P. D., & Ginusti, G. N. (2022). Analisis Proses Rubber Deposit Removal Pada Runway Bandar Udara Fatmawati Soekarno Bengkulu Terhadap Keselamatan Penerbangan. *Jurnal Penelitian*, 7(1), 12-23.

Setiono, A., & Sari, R. Y. (2016). Pengukuran Level Ketinggian Air Menggunakan Fiber Bragg Grating (FBG) Berbasis Modulasi Intensitas Laser Dioda. In *Prosiding Seminar Nasional Fsisika (E-Journal) (Vol. 5, pp. SNF2016-CIP)*.

Shahrial, Y. R., Hendarti, L., & Ratih, S. Y. (2022). Pengaruh Pembersihan Rubber Deposit Terhadap Nilai Uji Kekesatan Pada Landas Pacu. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 6(1), 46-58.

Smart Motorist. (2023). What Cause Hydroplaning? (8 Tips To Avoid). *Smart Motorist*. <https://www.smartmotorist.com/hydroplaning>

Sun, W., Lv, K., Lou, Y., Zeng, D., & Lin, X. (2022). Highly durable superhydrophobic surfaces based on a protective frame and crosslinked PDMS-candle soot coatings. *Materials Research Express*, 9(9), 096401.

Supardam, D., Fitrianti, R., & Yulia, S. N. (2020). Dampak Kurangnya Informasi mengenai Kondisi Runway setelah Hujan terhadap Keselamatan Penerbangan. *AIRMAN: Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi*, 3(1), 30-34.

Suteja, J. (2021). Pesawat Trigana Air Tergelincir Di Bandara Halim. *Beritasatu*.

<https://www.beritasatu.com/news/748475/pesawat-trigana-air-tergelincir-di-bandara-halim>

Traffic Systems Ltd. (2021). How Runways Survive Planes: Runway Rubber Removal. TSL. <https://www.trafficsys.co.nz/runway-rubber-removal/>

Utami, A. H. D. (2012). Analisis Pengembangan Runway Dan Fasilitas Alat Bantu Pendaratan Di Bandar Udara Depati Amir Bangka. Skripsi. Jurusan Teknik Penerbangan Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta.

Vargel, C. (2020). Corrosion of aluminium. Elsevier.

Winaya, I. B. G., & ALW, L. T. (2016). Pengaturan Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan: Studi Tentang Pelaksanaan Kewenangan Pemerintah Daerah Dalam Mengendalikan Pembangunan Dan Benda Tumbuh Di Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan Bandar Udara Ahmad Yani Semarang. *Law Reform*, 12(1), 17-46.

Wuwung, V., Anggreyni, N., Hitoyo, V. M., & Bintoro, C. (2017). Justifikasi Cfd Kedalaman Groove Ban Pada Proses Perawatan Harian Pesawat B737-800 Akibat Hydroplaning (B737-800 Tire Groove Depth Cfd Justification On Its Daily Maintenance Process Due To Hydroplaning). *Jurnal Teknologi Dirgantara*, 15(1), 29-44.

