

SKRIPSI

**SIMULASI *CRASHWORTHINESS EASIEST TO BREAK*
RANGKA PELINDUNG SENSOR SRIFADA DARI
BAJA ST 52**



Oleh:

RIDHO PRASTIA

03051182025007

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

SKRIPSI

**SIMULASI *CRASHWORTHINESS EASIEST TO BREAK*
RANGKA PELINDUNG SENSOR SRIFADA DARI
BAJA ST 52**

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



**OLEH
RIDHO PRASTIA
03051182025007**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

**SIMULASI *CRASHWORTHINESS EASIEST TO BREAK*
RANGKA PELINDUNG SENSOR SRIFADA DARI BAJA ST 52
SKRIPSI**

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

Oleh:

RIDHO PRASTIA

03051182025007

Palembang, 24 Juli 2024

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi

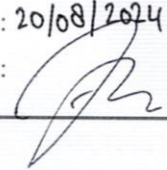
Mengetahui,



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

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

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. : 114/ITM/AK/2024
Diterima Tanggal : 20/08/2024
Paraf : 

SKRIPSI

NAMA : RIDHO PRASTIA
NIM : 03051182025007
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : SIMULASI *CRASHWORTHINESS EASIEST TO BREAK* RANGKA PELINDUNG SENSOR SRIFADA DARI BAJA ST 52
DIBUAT TANGGAL : 31 MEI 2023
SELESAI TANGGAL : 31 JULI 2024

Palembang, 08 Agustus 2024

Mengetahui,



Pembimbing



Irsyadyani, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.
NIP. 197112251997021001

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 BAJA ST 52” 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. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197901052003121002

24/7

(.....)

Sekretaris

2. Qomarul Hadi, S.T., M.T.

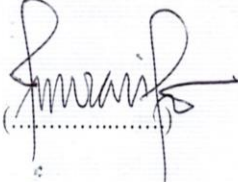
NIP. 196902131995031001


(.....)

Anggota

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

NIP. 197909272003121004

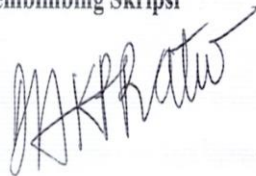

(.....)



Irsvadi Vani, 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 yang berjudul “Simulasi *Crashworthiness Easiest To Break* Rangka Pelindung Sensor Srifada Dari Baja ST 52” disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis menyampaikan rasa terima kasih atas segala bimbingan yang telah diberikan dalam penyusunan skripsi ini kepada:

1. Bapak Sholihin dan Ibu Andriani selaku orang tua penulis yang selalu mendukung baik secara lahir maupun batin.
2. Putri Lestari selaku kakak penulis yang selalu mendukung baik secara lahir maupun batin.
3. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
4. Bapak Prof Amir Arifin, S.T., M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M. T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama perkuliahan.
7. Teman – teman seperjuangan Teknik Mesin Angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan kepada penulis.

Dalam penyusunan laporan ini penulis menyadari adanya keterbatasan dalam wawasan yang penulis miliki. Penulis mengharapkan semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya

Palembang, 31 Juli 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to be the name 'Ridho Prastia' written in a stylized, cursive script.

Ridho Prastia
03051282025007

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ridho Prastia

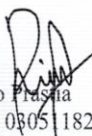
NIM : 03051182025007

Judul : Simulasi *Crashworthiness* *EasiesT To Break* Rangka Pelindung Sensor Srifada Dari Baja ST 52

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, 31 Juli 2024


Ridho Prastia
NIM. 03051182025007

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ridho Prastia

NIM : 03051182025007

Judul : Simulasi *Crashworthiness Easiest To Break* Rangka Pelindung Sensor Srifada Dari Baja ST 52

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, 31 Juli 2024



Ridho Prastia

NIM. 03051182025007

RINGKASAN

SIMULASI *CRASHWORTHINESS EASIEST TO BREAK* RANGKA
PELINDUNG SENSOR SRIFADA DARI BAJA ST 52

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, 24 Juli 2024

Ridho Prastia, dibimbing oleh Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.

xxix + 78 halaman, 3 tabel, 35 gambar, 10 lampiran

RINGKASAN

Salah satu penyebab terjadinya kecelakaan pesawat terbang di darat adalah adanya genangan air di landasan pacu, terutama karena saat ini belum ada alat yang mampu memantau kondisi tersebut secara *real-time*. Sistem pemantauan manual yang digunakan saat ini belum efisien, tetapi juga berbahaya bagi operator yang harus terjun langsung ke lapangan untuk melakukan pengukuran kondisi genangan air di landasan pacu. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan pengembangan sistem sensor otomatis yang dapat secara akurat mengukur ketinggian genangan air di landasan pacu dengan tingkat akurasi hingga skala milimeter. Meskipun sensor tersebut telah dikembangkan melalui penelitian sebelumnya, namun diperlukan perancangan kerangka sensor untuk melindungi sensor tersebut dari berbagai ancaman seperti tekanan angin, risiko pencurian, serta memastikan bahwa kerangka tidak menghalangi lajunya pesawat terbang, terutama ketika pesawat terbang tergelincir dari arah 11° di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang, sehingga diperlukan perancangan desain kerangka yang akan disimulasikan dengan tujuan menentukan desain yang paling mudah rusak atau "*easiest to break*". Pemilihan material dan bentuk pada struktur rangka memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja dan ketahanan kerangka tersebut. Penelitian ini berfokus untuk menyelidiki *crashworthiness easiest to break* dan kemampuan patah rangka sensor yang terbuat dari baja ST 52, yang merupakan bahan umum untuk aplikasi struktural. Terdapat tiga desain kerangka sensor berbeda yang akan disimulasikan dengan menggunakan metode analisis elemen hingga (FEA) untuk menganalisis

respons kerangka sensor terhadap beban tumbukan yang dihasilkan dari roda pesawat agar dapat menentukan desain yang "*easiest to break*". Analisis ini mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk deformasi, tegangan ekuivalen (*von-Mises*), faktor keamanan, momentum, energi kinetik, dan gaya kontak. Terdapat tiga kriteria utama yang harus dipenuhi dari pengujian beban impact ini untuk menentukan desain yang paling mudah rusak yaitu nilai *equivalent stress von-Mises* tertinggi, *safety factor* terendah, dan momentum terendah. Setelah dilakukan simulasi terhadap ketiga desain, didapati hasil simulasi dari desain yang memenuhi kriteria "*easiest to break*" yaitu desain 3 dengan material Baja ST 52. Desain ini menunjukkan nilai *equivalent stress von-Mises* tertinggisebesar 40447 MPa, *safety factor* terendah sebesar 0,0061809, dan momentum terendah sebesar 267,07 kg-m/s. Berdasarkan hasil tersebut, studi ini menyimpulkan bahwa desain 3 adalah desain yang paling mudah rusak atau "*easiest to break*" di antara ketiga desain, karena memenuhi kriteria *easiest to break* dalam pengujian beban impact.

Kata Kunci : *easiest to break*, metode elemen hingga, landasan pacu

Kepustakaan : 32

SUMMARY

SIMULATION OF CRASHWORTHINESS EASIEST TO BREAK SRIFADA
SENSOR PROTECTIVE FRAME FROM ST 52 STEEL

UNIVERSITY SRIWIJAYA

Scientific Writing in the form of a Thesis, 24 July 2024

Ridho Prastia, supervised by Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.

xxix + 78 pages, 3 tables, 35 figures, 10 attachment

SUMMARY

One of the causes of aircraft accidents on the ground was the presence of water puddles on the runway, especially since there were no real-time monitoring tools available at that time. The manual monitoring systems used were inefficient and also dangerous for operators who had to go into the field to measure the water puddle conditions on the runway. To address this problem, the development of an automatic sensor system that could accurately measure the height of water puddles on the runway to a millimeter scale was required. Although the sensor had been developed through previous research, the design of a protective frame for the sensor was necessary to shield it from various threats such as wind pressure, theft risk, and to ensure that the frame did not obstruct the movement of aircraft, especially when the aircraft skidded from the 11° direction at Sultan Mahmud Badaruddin II Airport in Palembang. Therefore, a frame design needed to be developed and simulated with the goal of determining the design that was "easiest to break." The choice of material and shape in the frame structure had a significant impact on the performance and durability of the frame. This study focused on investigating the crashworthiness and breakability of a sensor frame made from ST 52 steel, a common material for structural applications. Three different sensor frame designs were simulated using finite element analysis (FEA) to analyze the frame's response to impact loads from the aircraft wheels to determine the "easiest to break" design. The analysis considered various factors, including deformation, von-Mises equivalent stress, safety factor, momentum, kinetic energy, and contact forces.

Three main criteria were used to determine the most easily breakable design: the highest von-Mises equivalent stress, the lowest safety factor, and the lowest momentum. After simulating the three designs, the results showed that the design meeting the "easiest to break" criteria was design 3 with ST 52 steel material. This design displayed the highest von-Mises equivalent stress of 40447 MPa, the lowest safety factor of 0.0061809, and the lowest momentum of 267,07 kg-m/s. Based on these results, the study concluded that design 3 was the most easily breakable design among the three, as it met the "easiest to break" criteria in the impact load testing.

Keywords : easiest to break, finite element method, runway

Literature : 32

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERSETUJUAN	ix
KATA PENGANTAR	xi
HALAMAN PERNYATAAN 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	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan	5
2.2 <i>Runway Excursion</i>	6
2.2.1 <i>Hydroplaning</i>	8
2.2.2 <i>Rubber Deposite</i>	8
2.3 Sensor Ketinggian Air	10
2.3.1 Sensor Tekanan.....	11
2.3.2 Sensor Ultrasonik.....	11
2.3.3 Sensor Kapasitif.....	12
2.4 Kerangka Pelindung.....	13
2.5 Baja ST 52	13
2.6 Teori Kegagalan.....	15

2.6.1	Teori Tegangan Normal Maksimum (Teori Rankine)	16
2.6.2	Teori Tegangan Geser Maksimum(Tresca).....	16
2.6.3	Teori Energi Distorsi (Teori <i>Von Mises</i>).....	17
2.6.4	Faktor Keamanan	19
2.7	Metode Elemen Hingga.....	19
2.8	Aplikasi <i>Finite Element Modelling</i> (FEM)	20
2.8.1	<i>Finite Element Analysis</i> (FEA)	21
2.8.2	<i>Preprocessing</i>	22
2.8.3	General Processing	23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		25
3.1	Rancangan Penelitian	25
3.2	Prosedur Penelitian.....	26
3.2.1	Studi Literatur	26
3.2.2	Kondisi Lapangan	26
3.2.3	Simulasi Pengujian Impak.....	27
3.2.3.1	Pembuatan 3D Model Uji Beban Impak	28
3.2.3.2	Pengaturan Simulasi Uji Beban Impak (<i>Impact Force</i>).....	32
3.2.3.3	Pengambilan Data Uji Beban Impak (<i>Impact Force</i>).....	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Hasil Simulasi <i>Crashworthiness</i>	37
4.1.1	Hasil Visual Total Deformasi.....	37
4.1.2	Hasil Visual <i>Equivalent Strees (Von-Mises)</i>	39
4.1.3	Hasil Uji Visual <i>Safety Factor</i>	41
4.1.4	Hasil Grafik Momentum	43
4.1.5	Hasil Visual Energy Kinetik	46
4.1.6	Hasil Grafik <i>Contact Force</i>	48
4.2	Pembahasan.....	50
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		55
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....		57
LAMPIRAN		61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Data Kecelakaan Pesawat Terbang (Database KNKT, 2016).....	6
Gambar 2.2 <i>Runway</i> SMB II Palembang Dari Arah 11° (Google Maps, 2023).....	7
Gambar 2.3 Pesawat Tergelincir Keluar Landasan (Andina Librianty, 2021)	7
Gambar 2.4 Tiga Tipe <i>Hydroplaning</i> (FAA, 2011)	8
Gambar 2.5 <i>Rubber Deposit</i> (tslgroup, 2021)	9
Gambar 2.6 Sensor Tekanan Barometrik (Amaluddin & Haryoko 2019)	11
Gambar 2.7 Sensor Ultrasonik (Arief, 2011)	12
Gambar 2.8 Rangkaian Sensor Kapasitif (Astuti & Fauzi 2018).....	12
Gambar 2.9 Kurva Tegangan-Regangan Baja	14
Gambar 2.10 Diagram Teori Tegangan Normal Maksimum	16
Gambar 2.11 Grafik Tegangan Geser Maksimum Dan Distorsi Maksimum	18
Gambar 2.12 Skema Persamaan <i>Von Mises</i>	18
Gambar 2.13 <i>Pre-processing</i> dan <i>post processing</i>	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	25
Gambar 3.2 <i>Drawing</i> Rangka Sensor	31
Gambar 3.3 Hasil <i>Mesh</i> Benda Uji dan Roda Pesawat	33
Gambar 3.4 Skema Kondisi Batas Uji Beban Impak.....	34
Gambar 4.1 Hasil Deformasi Rangka 1.....	38
Gambar 4.2 Hasil Deformasi Desain 2	38
Gambar 4.3 Hasil Deformasi Desain 3	39
Gambar 4.4 Hasil <i>Equivalen Stress</i> Rangka 1	40
Gambar 4.5 Hasil <i>Equivalen Stress</i> Rangka 2	40
Gambar 4.6 Hasil <i>Equivalen Stress</i> Rangka 3	41
Gambar 4.7 Hasil <i>Safety Factor</i> Desain 1.....	42
Gambar 4.8 Hasil <i>Safety Factor</i> Desain 2.....	42
Gambar 4.9 Hasil <i>Safety Factor</i> Desain 3.....	43
Gambar 4.10 Grafik Momentum Desain 1.....	44
Gambar 4.11 Grafik Momentum Desain 2.....	44
Gambar 4.12 Grafik Momentum Desain 3.....	45

Gambar 4.13 Grafik Energi Kinetik Desain 1	46
Gambar 4.14 Grafik Energi Kinetik Desain 2	47
Gambar 4.15 Grafik Energi Kinetik Desain 3	47
Gambar 4.16 <i>Contact Force</i> Desain 1	48
Gambar 4.17 <i>Contact Force</i> Desain 2	49
Gambar 4.18 <i>Contact Force</i> Desain 3	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Mekanik	15
Tabel 3.1 Sifat Material Baja ST 52.....	26
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 3D Modelling Rangka Pelindung Sensor	61
Lampiran 2. Material <i>Properties</i>	64
Lampiran 3. Proses <i>Meshing</i>	64
Lampiran 4. Pengaturan Kondisi Batas	68
Lampiran 5. Pengambilan Data	71
Lampiran 6. Lembar Konsultasi Tugas Akhir	72
Lampiran 7. Hasil Akhir Similaritas (Turnitin)	74
Lampiran 8. Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme	76
Lampiran 9. Surat Keterangan Pengecekan Similaritas	77
Lampiran 10. Form Pengecekan Format Tugas Akhir	78

DAFTAR SIMBOL

n	: Faktor Keamanan
τ_{max}	: Tegangan geser maksimum (Pa)
σ_1	: Tegangan maksimum (Pa)
σ_2	: Tegangan minimum (Pa)
σ_y	: Tegangan leleh (Pa)
σ_{vM}	: Tegangan <i>von-Mises</i> atau tegangan ekuivalen (Pa)
σ_x	: Tegangan normal pada sumbu x (Pa)
σ_y	: Tegangan normal pada sumbu y (Pa)
σ_z	: Tegangan normal pada sumbu z (Pa)
τ_{xy}	: Tegangan geser pada bidang xy (Pa)
τ_{yz}	: Tegangan geser pada bidang yz (Pa)
τ_{zx}	: Tegangan geser pada bidang zy (Pa)
p	: Momentum (kg-m/s)
m	: Massa (kg)
V	: Kecepatan (m/s)
μ	: Koefisien gesek
N_s	: Gaya normal pada benda (N)
Ek	: Energi kinetik (Joule)
m	: Massa benda (kg)
v	: Kecepatan (m/s)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kecelakaan merupakan sebuah kejadian yang tentunya tidak diinginkan apalagi disengaja menelan korban manusia sekaligus kerugian fisik disertai aspek lainnya. Sementara disini yang dimaksudkan kecelakaan pesawat terbang merupakan sebuah kejadian yang terjadi diluar prediksi manusia dan berkaitan dengan operasional pesawat udara yang menyebabkan kerugian korban jiwa manusia, kerusakan fisik pesawat maupun sarana fasilitas lainnya.

Kecelakaan pesawat dapat terjadi baik diudara maupun didarat, apabila kejadian terjadi didarat kecelakaan dapat terjadi didalam ataupun disekitar bandar udara maupun diluar bandar udara. Lokasi yang sering terjadi biasanya pada wilayah landas pacu atau *runway* baik pada saat pesawat melakukan take off atau lepas landas maupun disaat melakukan pendaratan atau landing. Salah satu peristiwa yang biasanya terjadi didaerah landas pacu atau *runway* adalah *runway excursion* atau biasanya dinamakan tergelincir. Pesawat akan mengalami *runway excursion* disaat pesawat berhenti diposisi luar baik disebelah kiri ataupun kanan (*over off*) dari landasan maupun diujung akhir landasan (*overrun*).

Statistik penelitian menyatakan bahwa pesawat terbang yang mengalami kecelakaan dihimpun sekaligus diinvestigasi oleh Komite Nasional Keselamatan Transportasi atau biasa disingkat KNKT. Dalam jangka waktu 10 tahun dimulai 2007 hingga 2016 Kementerian Perhubungan Republik Indonesia menegaskan bahwa jumlah terjadinya insiden kecelakaan pesawat terbang (*accident and serious incident*) sebanyak 280 kali disertai persentase kasus sebesar 37,5% atau 105 kasus yang diantaranya itu meliputi insiden *runway excursion* dapat diperkirakan sekitar 10 kali per tahunnya. Insiden pesawat tergelincir atau dinamakan *runway excursion* di Indonesia yang relatif tinggi perlu untuk

dianalisa dan dituntaskan dengan mencari penyebab sekaligus solusi agar dunia penerbangan yang terdapat di negara ini menjadi lebih baik lagi (Saputra 2017). Berdasarkan data yang didapat dari situs KNKT, presentasi dari faktor penyebab kecelakaan adalah lingkungan 4,79%, teknis 12,33%, fasilitas 15,75%, dan faktor manusia 67,12% (Pasaribu & Solichin 2017).

Dunia investigasi kecelakaan yang terjadi didunia penerbangan diartikan dengan dua situasi yang berbeda, yaitu kejadian (*incident*) dan kecelakaan (*accident*). Kedua istilah ini tentunya didasari oleh perbedaan sekaligus aspek dari akibat yang diperoleh baik berupa luka-luka, korban jiwa, serta kerugian lainnya. Secara umum kecelakaan adalah peristiwa yang terjadi tidak sesuai dengan yang diinginkan baik itu dikarenakan ulah manusia (*human*), cuaca (*weather*) dan teknis (*machine*) (Saputra dkk., 2019).

Hydroplaning adalah suatu insiden saat pesawat melakukan pendaratan diwilayah permukaan *runway* yang telah terkontaminasi karena adanya lapisan air ataupun salju. Ketika di *runway* terdapat lapisan air maka hubungan atau kontak antara roda pesawat dengan permukaan *runway* berkurang sehingga memicu terjadinya pengurangan pada efisiensi rem. Apabila proses pengereman berkurang maka secara otomatis pesawat bisa mengalami *overrun*, *set off*, serta *hard landing* (Puspita, 2017).

Pemantauan di Indonesia mengenai ketinggian air pada landasan pacu pesawat terbang masih dengan memakai metode manual. Petugas bandara akan sesegera mungkin melihat ketinggian air pada kawasan jangkauan landasan pacu pesawat, dimana hal ini pasti sangat beresiko mengancam keselamatan dan sangat berbahaya ketika terjadinya hujan dan cara ini pula sangatlah tidak efektif. Di Indonesia sistem yang mendeteksi ketinggian air sebetulnya sudah banyak direalisasikan dan terus dikembangkan dengan memantau ketinggian air disungai sebagai *flood early warning*, ataupun memantau ketinggian air yang terdapat pada bak-bak penampungan air, namun ukuran yang digunakan berperan sebagai batas ambang dengan skala inchi dan meter pada detektor-detektor tersebut. Namun pada hakikatnya yang diketahui ambang batas yang digunakan dalam mencegah insiden *hydroplaning* pada landasan pacu pesawat

terbang sudah diterapkan dengan memakai skala milimeter, karena itu diperlukan pembuatan sistem deteksi khusus, dimana sistem ini dapat membaca skala ketinggian air hingga skala milimeter. Problematika yang perlu dituntaskan dalam membuat sistem seteksi ketinggian air di landasan pacu pesawat terbang di Indonesia didasari oleh konsep pembuatan sistem deteksi yang mampu memberikan informasi secara langsung ke petugas bandara tanpa harus terjun kelandasan pacu pesawat terbang, dan juga konsep ini tentunya mengacu kepada metode bagaimana membuat sistem deteksi air di landasan pacu yang mampu mengukur hingga skala milimeter yang berlokasi di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II.

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan, penulis memberikan solusi alternatif untuk menciptakan kerangka yang *breakable* untuk melindungi sensor pengukur ketinggian air melalui tulisan skripsi dengan judul: **SIMULASI CRASHWORTHINESS EASIEST TO BREAK RANGKA PELINDUNG SENSOR SRIFADA DARI BAJA ST 52.**

1.2 Rumusan Masalah

Sebagian besar kecelakaan pesawat di darat terjadi karena landasan pacu yang tergenang air dengan ketinggian melebihi 3 mm. Saat ini, belum ada sistem yang dapat memberikan informasi secara *real-time* terkait pendaratan kepada pilot. Solusi untuk mengatasi masalah ini, tengah dirancang sensor untuk mengukur ketinggian air secara *real-time*. Sehubungan dengan itu diperlukan simulasi untuk menguji ketahanan rangka pelindung sensor srifada dari tekanan angin, pencurian, dan tidak menyebabkan kerusakan pada pesawat terbang ketika terjadi benturan karena tergelincir pada landasan pacu yang licin dari arah 11° di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun batasan masalah yang lebih terperinci dalam penelitian ini antara lain:

1. Pembuatan model rangka sensor menggunakan perangkat lunak *Solidworks*.
2. Melakukan simulasi kerusakan kerangka sensor pengukur ketinggian air menggunakan perangkat lunak Ansys LS-Dyna.
3. Kecepatan tabrakan sebesar 260 km/jam.
4. Berat ban pesawat terbang sebesar 14.322 Kg.
5. Menganalisis kerusakan rangka sensor menggunakan material baja ST 52.
6. Pengujian ini disimulasikan menggunakan beban impact.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengkaji sifat *breakable* baja ST 52 pelindung sensor pengukur ketinggian air
2. Menganalisis rangka sensor yang paling tepat untuk kondisi *breakable* menggunakan aplikasi Ansys LS-Dyna.
3. Mengkaji kondisi rangka sensor akibat pengujian beban impact.

1.5 Manfaat Penelitian

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

- Abdul, Bandara, dan Rachman Saleh. 2017. "928X Print) E67 Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Evaluasi." 6(2).
- Abidin, Z., & Rama, B. R. (2015). Analisa distribusi tegangan dan defleksi connecting rod sepeda motor 100 cc menggunakan metode elemen hingga. *Jurnal Rekayasa Mesin Universitas Sriwijaya*, 15(1), 30-39
- Amaluddin, Fitroh, dan Andy Haryoko. 2019. "Analisa Sensor Suhu Dan Tekanan Udara Terhadap Ketinggian Air Laut Berbasis Mikrokontroler." *Antivirus: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika* 13(2):98–104. doi: 10.35457/antivirus.v13i2.843.
- Arianto, A. D. 2018. "Analisis Perkiraan Penumpukan Rubber Deposit Berdasarkan Variasi Dan Frekuensi Pesawat (Studi Kasus: Bandar Udara Internasional Juanda)."
- Arief, Ulfah Mediaty. 2011. "Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air." *Jurnal Ilmiah "Elektrikal Enjiniring" UNHAS* 09(02):72–77.
- Astuti, Widy, dan Abdurahman Fauzi. 2018. "Perancangan Deteksi Banjir Menggunakan Sensor Kapastif Mikrokontroler ATMega328p dan SMS Gateway." *Jurnal Informatika* 5(2):255–61. doi: 10.31311/ji.v5i2.3868.
- Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2011). *Shigley's Mechanical Engineering Design* (9th ed.). McGraw-Hill.
- Cahyo Maulana, Robbi, Susilo Adi Purwantoro, Suyono Thamrin, dan Abdi Manab Idris. 2022. "Dampak Penumpukan Rubber Deposit di Runway Terhadap Keselamatan Penerbangan di Bandar Udara Internasional Halim Perdanakusuma Jakarta." *Jurnal Kewarganegaraan* 6(2).
- Cook, R. D., & Suryoatmono, B. (1990). *Konsep dan aplikasi metode elemen hingga*. ERESKO.
- D. Gransberg, Douglass. (2008) "Impact of Airport Rubber Removal Techniques on Ruway". Aircraft Cooperative Research Program (ACRP) Synthesis 11, Washington D.C.
- Fadholi, Akhmad. 2012. "Analisa Pola Angin Permukaandi Bandar Udara Depati Amir Pangkalpinang Periode Januari 2000 – Desember 2011." *Statistika* 12(1):19–28.
- 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.

- Hayat, Latiful, dan Dian Nova Kusuma Hardani. 2021. "Deteksi Level Ketinggian Air Dengan Nikelin, Encoder dan Sensor Tekanan Untuk Sistem Peringatan Dini Banjir." *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences* 1:45–49. doi: 10.30595/pspfs.v1i.132.
- Hibbeler, R. C. (2005). *Mechanics of Materials* (14th ed.). Pearson Prentice Hall.
- International Civil Aviation Organization (ICAO). (2001). ICAO Annex 3 - 75. In *International Civil Aviation Authority* (Issue July 2010).
- International Civil Aviation Organization (ICAO). (2004). *Aerodrome Design and Operations: Vol. I: Vol. I* (Issue July).
- International Civil Aviation Organization (ICAO). (2015). *Aeronautical Information Services - Annex 15 to the Convention on International Civil Aviation*. 1–41. <https://www.icao.int/ESAF/Documents/ICAO-IATA-EURO CONTROL 2017/FINAL PDF Papers/DP-1D - Consolidated>.
- Lutfi, Muhamad. 2017. "Analisis Pengaruh Faktor Iklim Setempat (klimatologi) terhadap Pengembangan Landasan Pacu (Runway) Pada Bandar Udara." *Jurnal Komposit* 1(2):69–75.
- Pasaribu, Alfredo, dan Achmad Solichin. 2017. "Pengembangan Aplikasi Knowledge Management System Helicopter Landing Officer Pada PT Pacific Aviation Indonesia." *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)* 1(3):232–38. doi: 10.29207/resti.v1i3.108.
- Prasetyo, Budi, Taufik Rohman, Solihin Solihin, Sundoro Sundoro, dan Nawang Kalbuana. 2021. "Sosialisasi Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP)." *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM) Langit Biru* 2(1):31–38. doi: 10.54147/jpkm.v2i01.451.
- Prayogo, J. 2015. "Pemodelan Konstruksi Portal Rangka Baja Berbasis Finite Element Method (FEM)." Makassar: Universitas Hasanudin.
- Puspita, Rika, Gutika Putri. 2017. "Evaluasi Runway Bandar Udara Juanda Terhadap Efek Hydroplaning." *Evaluasi Runway Bandar Udara Juanda Terhadap Efek Hydroplaning*.
- Roodgari, M. R., Jamaati, R., & Aval, H. J. (2020). Microstructure and mechanical properties of IF/St52 steel composite produced by friction stir lap welding. *Materials Science and Engineering: A*, 772, 138775.
- Rosolem, J. B., Dini, D. C., Penze, R. S., Floridia, 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, Abadi Dwi. 2017. "Studi Analisis Penyebab Runway Excursion di Indonesia Berdasarkan Data Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) Tahun 2007-2016." *Warta Ardhia* 43(2):93–104. doi: 10.25104/wa.v43i2.305.93-104.

- Saputra, Abadi Dwi, Sigit Priyanto, Imam Muthohar, dan Magda Bhinnety. 2019. "Studi Tingkat Kecelakaan Pesawat Terbang Di Indonesia Dari Tahun 1988-2012." *Warta Penelitian Perhubungan* 27(4):263. doi: 10.25104/warlit.v27i4.790.
- Sun, Wenwen, Kai Lv, Yisha Lou, Dongdong Zeng, dan Xiangde Lin. 2022. "Highly durable superhydrophobic surfaces based on a protective frame and crosslinked PDMS-candle soot coatings." *Materials Research Express* 9(9). doi: 10.1088/2053-1591/ac8c1f.
- Wang, X. W. 1998. "Elemene." *Drugs of the Future* 23(3):266. doi: 10.1358/dof.1998.023.03.450862.
- Wriggers, P. (2008). *Nonlinear finite element methods*. Springer Science & Business Media.
- Wriggers, Peter. 2001. "Nichtlineare Finite-Element-Methoden." *Nichtlineare Finite-Element-Methoden* (May). doi: 10.1007/978-3-642-56865-7.
- 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.