

Case Based Reasoning Untuk Sistem Identifikasi Kerusakan Pada Landing Gear Pesawat

Sri Mulyani^{1,*}, Harliyus Agustian², Iqbal Dwi Anugerah Pulungan³

¹Program Studi Teknik Dirgantara, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto, Yogyakarta

^{2,3}Program Studi Informatika, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto, Yogyakarta

Article Info

Article history:

Received September 6, 2023

Accepted October 30, 2023

Published November 6, 2023

Keywords:

Landing Gear

Case Based Reasoning

Damage Identification System

ABSTRACT

The damage identification system for aircraft landing gear is an application that can use the CBR approach. Landing gear is an important system in an aircraft that allows the aircraft to land and take off safely. However, damage to landing gear can occur due to various reasons such as material fatigue, wear, structural damage, etc. Identifying damage to landing gear requires extensive knowledge and experience in understanding the characteristics of different damage. This case based reasoning can apply or convey the expertise of a technician in aircraft landing gear systems. Searching for solutions or identifying damage can be obtained quickly, effectively and efficiently. In the results of testing the Damage Identification System application for aircraft landing gear using the CBR method, results were found to be in agreement between system and manual calculations. The test was carried out using 10 sample questions and 59 data in the database.



Corresponding Author:

Sri Mulyani

Program Studi Teknik Dirgantara

Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto, Yogyakarta

Email: *srimulyani042@gmail.com

1. PENGANTAR

Case-Based Reasoning (CBR) adalah sebuah pendekatan dalam bidang kecerdasan buatan yang didasarkan pada penggunaan pengetahuan dan pengalaman dari kasus-kasus yang relevan untuk memecahkan masalah baru yang serupa [1],[2]. CBR melibatkan pengambilan keputusan dengan membandingkan masalah yang ada dengan kasus-kasus yang ada dalam basis pengetahuan untuk menemukan solusi yang paling cocok. Sistem identifikasi kerusakan pada landing gear pesawat merupakan aplikasi yang dapat menggunakan pendekatan CBR karena CBR merupakan solusi didasarkan pada kasus-kasus sebelumnya yang mirip dalam konteks yang relevan. Ini membuatnya sesuai untuk masalah yang konteksnya kritis. Landing gear adalah sistem penting dalam pesawat yang memungkinkan pesawat untuk mendarat dan lepas landas dengan aman. Namun, kerusakan pada landing gear dapat terjadi karena berbagai alasan seperti kelelahan material, keausan, kerusakan struktural, dan lain-lain [1],[3]. Identifikasi kerusakan pada landing gear memerlukan pengetahuan dan pengalaman yang luas dalam memahami karakteristik kerusakan yang berbeda. Landing gear pesawat melibatkan pemahaman tentang pentingnya sistem ini dan tantangan yang terkait dengan desain, konstruksi, dan pemeliharannya. Landing gear pesawat memiliki peran yang sangat penting dalam keselamatan penerbangan [4]–[6]. Metode CBR memiliki terbaruan dalam beberapa hal, antara lain CBR telah mengalami perkembangan dengan penerapan teknologi kecerdasan buatan dan pembelajaran mesin. Algoritma pembelajaran mesin, seperti deep learning, digunakan untuk meningkatkan kemampuan CBR dalam menemukan dan menganalisis kesamaan antara kasus-kasus. CBR juga mulai memanfaatkan teknologi Big Data untuk menyimpan dan mengelola jumlah data kasus yang lebih besar. Ini membantu dalam meningkatkan kemampuan CBR untuk mencari solusi yang relevan. Berikut ini beberapa alasan mengapa landing gear pesawat begitu penting:

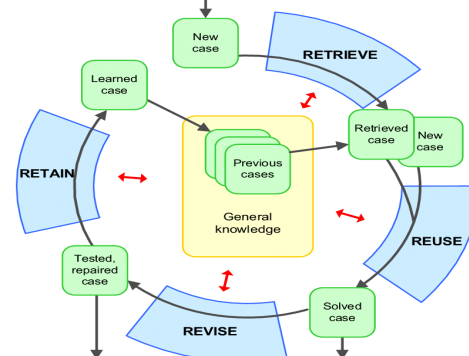
- a) Pendaratan Aman: Landing gear memungkinkan pesawat untuk melakukan pendaratan dan lepas landas dengan aman. Saat pesawat mendekati landasan, landing gear menyerap energi kinetik yang

- dihasilkan oleh pesawat saat mendarat. Hal ini mengurangi beban pada struktur pesawat dan mencegah kerusakan yang dapat terjadi jika pesawat mendarat secara langsung di badan pesawat[7].
- Stabilitas Pesawat: Landing gear membantu menjaga stabilitas pesawat saat berada di tanah. Saat pesawat berada di landasan atau taxiing, landing gear memberikan dukungan struktural yang memungkinkan pesawat tetap dalam posisi yang stabil. Ini memungkinkan awak pesawat dan penumpang untuk naik dan turun dengan aman[8].
 - Operasi di Berbagai Medan: Sistem landing gear dirancang untuk menghadapi berbagai medan pendaratan. Pesawat harus mampu mendarat dan lepas landas di landasan yang berbeda, termasuk landasan beton, landasan rumput, landasan es, dan landasan air. Landing gear yang kuat dan tahan lama memungkinkan pesawat beroperasi di berbagai kondisi dan lingkungan.
 - Perlindungan Terhadap Kerusakan: Landing gear juga berfungsi sebagai perlindungan terhadap kerusakan saat pesawat mendarat. Komponen landing gear, seperti roda dan strut, dirancang untuk menyerap energi yang dihasilkan saat pesawat mendarat dan mengurangi dampak pada struktur pesawat. Ini membantu mencegah kerusakan struktural yang serius dan memperpanjang umur pesawat.
 - Pemeliharaan dan Perawatan: Landing gear pesawat harus menjalani pemeliharaan dan perawatan yang rutin. Pemeriksaan, penggantian komponen yang aus, dan perawatan sistem hidraulik secara teratur diperlukan untuk memastikan keandalan dan kinerja optimal landing gear. Pemeliharaan yang baik meminimalkan risiko kegagalan sistem dan memastikan bahwa landing gear siap digunakan setiap saat.

Dalam CBR, solusi yang telah terbukti efektif dalam kasus-kasus sebelumnya dapat digunakan sebagai panduan awal dalam pengecekan landing gear. Teknisi dapat mencari kasus-kasus yang mirip dalam basis pengetahuan dan menerapkan solusi yang sudah teruji untuk masalah yang serupa. Hal ini membantu dalam efisiensi dan kecepatan dalam menyelesaikan masalah pada landing gear[9]–[11].

2. METODE PENELITIAN

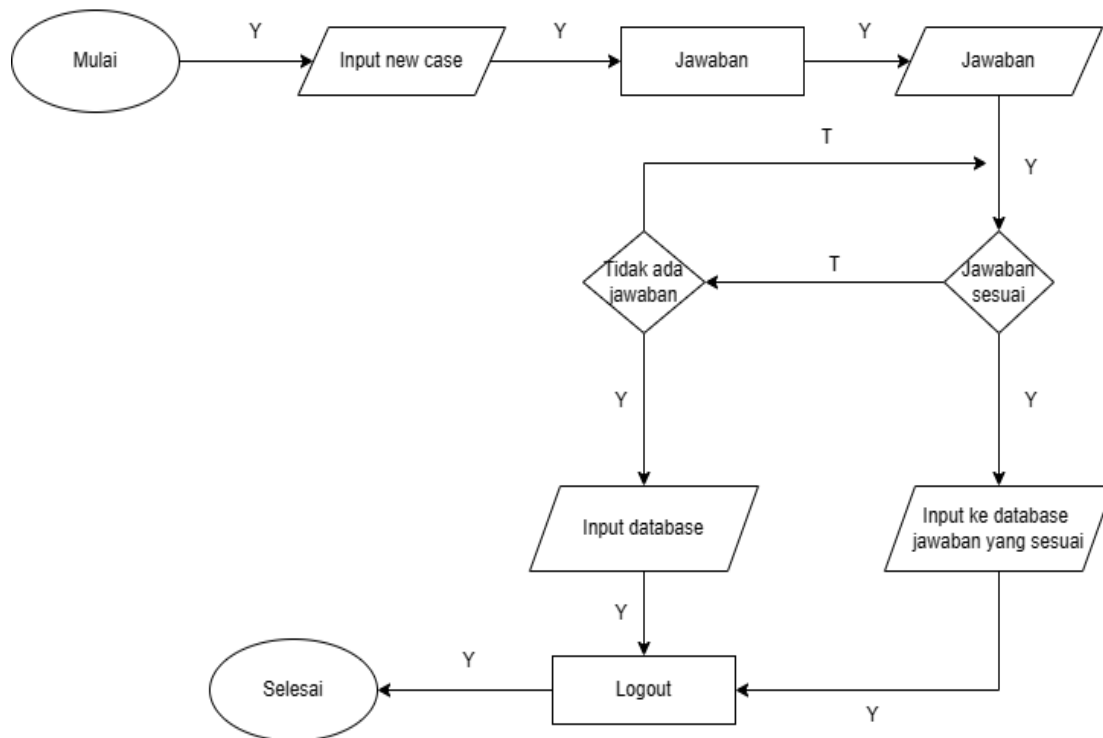
2.1 Metode penelitian yang di gunakan pada proses pembuatan dan perancangan aplikasi Sistem Identifikasi Kerusakan pada *Landing gear* Pesawat Cessna C208B Dengan Metode *Case based reasoning* (CBR) ini menggunakan *hardware* dan *software* untuk mendukung pembuatan aplikasi ini. *Hardware* merupakan perangkat keras yang mendukung dalam pembuatan sistem yang dibangun sebagai perangkat yang digunakan. Sedangkan *Software* yaitu perangkat lunak yang dibutuhkan sebagai pendukung untuk membangun sistem yang telah dirancang. *Case Based Reasoning* adalah salah satu metode yang digunakan untuk membuat sebuah sistem dengan cara pengambilan keputusan dari kasus baru berdasarkan solusi dari kasus-kasus lampau yang pernah terjadi[2],[12]. Konsep *Case Based Reasoning* ini ditemukan bermula dari ide untuk menggunakan pengalaman-pengalaman dari kasus lampau yang pernah terjadi, lalu pengalaman itu digunakan untuk menyelesaikan kasus-kasus yang baru. CBR di bagi menjadi 4 tahapan langkah utama yaitu: *Retrieve*, *Reuse*, *Revise*, dan *Retain*. *Retrieve* adalah tahap memperoleh kasus masalah dari hasil konsultasi dan dianggap memiliki kemiripan dengan masalah yang pernah ada. *Reuse* adalah penggunaan kembali data dari masalah lama dengan mempertimbangkan kemiripan yang paling mendekati kesamaan ke dalam masalah yang baru. *Revise* adalah suatu proses pemecahan masalah yang ada, dan kemudian dilakukan uji coba pada masalah yang nyata, jika dibutuhkan suatu perbaikan, maka akan dilakukan pengecekan ulang agar dapat menemukan kecocokan dengan kasus baru[13], [14]. *Retain* adalah proses dimana menyimpan masalah baru yang telah didapatkan solusinya, sehingga bisa digunakan untuk mencari nilai kemiripan dengan kasus tersebut[11], [12], [14], [15].



Gambar 1 Metode *Case based reasoning*[12]

2.2 Alur penelitian

Alur penelitian yang di gunakan dalam penelitian ini adalah



Gambar 2. Tahap penelitian

3. HASIL DAN ANALISIS

a) *Implementasi*

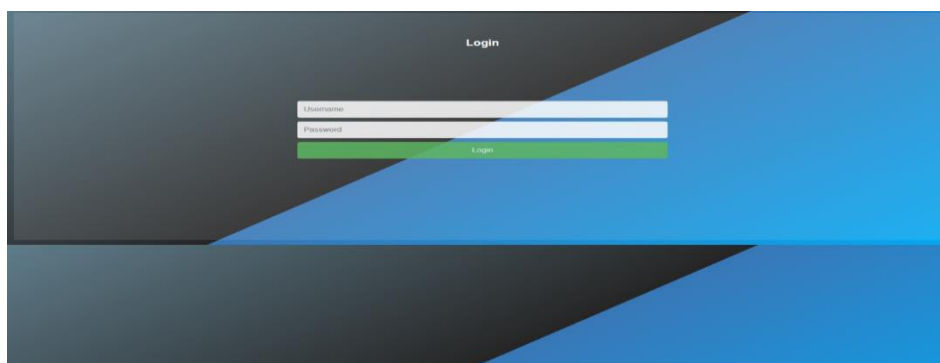
Implementasi Sistem Identifikasi kerusakan pada *landing gear* pesawat Cessna C208B terbagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian *admin* dan bagian *user* sesuai dengan perancangan.

b) *Implementasi Halaman Admin*

Admin merupakan pengguna yang mengelola sistem aplikasi, pada halaman ini admin harus *login* terlebih dahulu agar bisa masuk ke menu awal.

c) *Halaman Login Admin*

Halaman yang akan muncul pertama pada bagian admin adalah halaman *login*, sebelum admin masuk ke sistem admin harus memasukan *username* dan *password* terlebih dahulu. Tampilan halaman *login* admin dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3 Tampilan halaman login

3.1 Pengujian dan Pembahasan

Pada pengujian kali ini akan menggunakan perhitungan manual untuk mengetahui perbandingan hasil perhitungan manual dan perhitungan sistem. Dalam pengujian ini akan dimasukan 10 pertanyaan ke dalam sistem dan akan di hitung secara manual untuk melihat kecocokan hasilnya. Pertanyaan akan dicari kedekatannya dengan 59 data yang telah tersedia pada *database* tberita. Perhitungan dilakukan agar menentukan keselarasan rumus yang digunakan oleh sistem dengan perhitungan manual.

3.2 Hasil Pengujian Perhitungan Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk melihat kesesuaian antara perhitungan yang dilakukan oleh sistem dengan keinginan jawaban dari *user*. Terdapat 10 pertanyaan yang akan di hitung dengan 59 data yang telah disediakan.

Tabel 1. Pengujian perhitungan sistem

No	Pertanyaan <i>user</i>	Id	Jawaban	Presentase jawaban
1	Terjadi kerusakan pada main wheel tire	1625	Landing Gear Tire Mengalami Kerusakan	59.0%
		1574	Terdapat Sobekan O-ring Nose Gear Shock Strut	27.5%
		1586	Ditemukan Sobekan Pada Packing Landing Gear	11.5%
2	Terjadi kebocoran pada brake piston	1614	Ditemukan Sobekan Pada O-ring Brake Piston	73.2%
		1611	Ditemukan Sobekan Pada O-ring Brake Piston	70.6%
		1602	Terdapat Udara Pada Brake Caliper	8.3%
3	Parking brake rusak	1617	Parking Brake Patah	42.2%
		1596	Brake System Tidak Dapat Dioperasikan	33.2%
		1602	Terdapat Udara Pada Brake Caliper	7.0%
4	Ada kebocoran pada brake caliper di bagian kiri	1599	Brake Caliper Mengalami Kebocoran	52.3%
		1614	Ditemukan Sobekan Pada O-ring Brake Piston	50.3%
		1596	Brake System Tidak Dapat Dioperasikan	5.9%
5	Muncul cairan pada piston cylinder	1607	Brake Caliper Mengalami Kebocoran	59.8 %
		1605	Terdapat Kebocoran Cairan Pada Brake Piston Cylinder Hose	45.4%
		1613	Ditemukan Sobekan Pada O-ring Brake Piston	12.3%
6	kurangnya respon pada pedal rudder	1569	Nose Gear Shock Strut Tidak Beroperasi Dengan Benar	72.6 %
		1589	Torque link Assy Mengalami Kelonggaran (Loosen) Dikarenakan Bolt Mengalami Keausan	36.4%
		1568	Nose Gear Shock Strut Tidak Beroperasi Dengan Benar	23.9%
7	terjadi kebocoran pada bagian Nose Gear Strut	1571	Terdapat Kebocoran Pada O-Ring Shock Strut	52.4%
		1584	Ditemukan Sobekan Pada Packing Landing Gear	50.0%
		1623	Landing Gear Tire Mengalami Kerusakan	7.4%
8	Terjadi kesalahan pada brake lining	1597	Brake Lining Mengalami Keausan Melewati Batas	47.3%
		1514	Ditemukan Sobekan Pada O-ring Brake Piston	27.9%
		1602	Terdapat Udara Pada Brake Caliper	6.1%

9	Posisi <i>nose landing gear drag link bushing</i> bergeser	1581	Forward Drag Link Spring Support Pada Nose Landing Gear Liner Bergerak Ke Arah Aftward	88.6%
		1576	Forward Drag Link Spring Support Pada Nose Landing Gear Liner Bergerak Ke Arah Aftward	59.9%
		1568	Nose Gear Shock Strut Tidak Beroperasi Dengan Benar	5.1%
10	Brake tidak berfungsi saat kondisi parking	1620	Brake Master Cylinder Spring Mengalami Keausan	46.6%
		1596	Brake System Tidak Dapat Dioperasikan	44.8%
		1604	Brake Disc Main Landing Gear Mengalami Keausan dan Telah Melewati Batas	8.6%

3.3 Hasil Pengujian Perhitungan Manual

Perhitungan manual dilakukan untuk melihat kemiripan hasil antara perhitungan sistem dengan perhitungan manual menggunakan 2 pertanyaan yang di ambil dari Tabel 4.2.

Hasil kemiripan pertanyaan No 3 dan No 9 pada Tabel 4.2 dengan yang ada pada *database* akan di ambil 2 pertanyaan dengan kedekatan tertinggi dan salah satu nilai tertinggi akan digunakan sebagai uji coba perhitungan manual.

Q : Pertanyaan *User*.

ID : Identitas pertanyaan pada *database*.

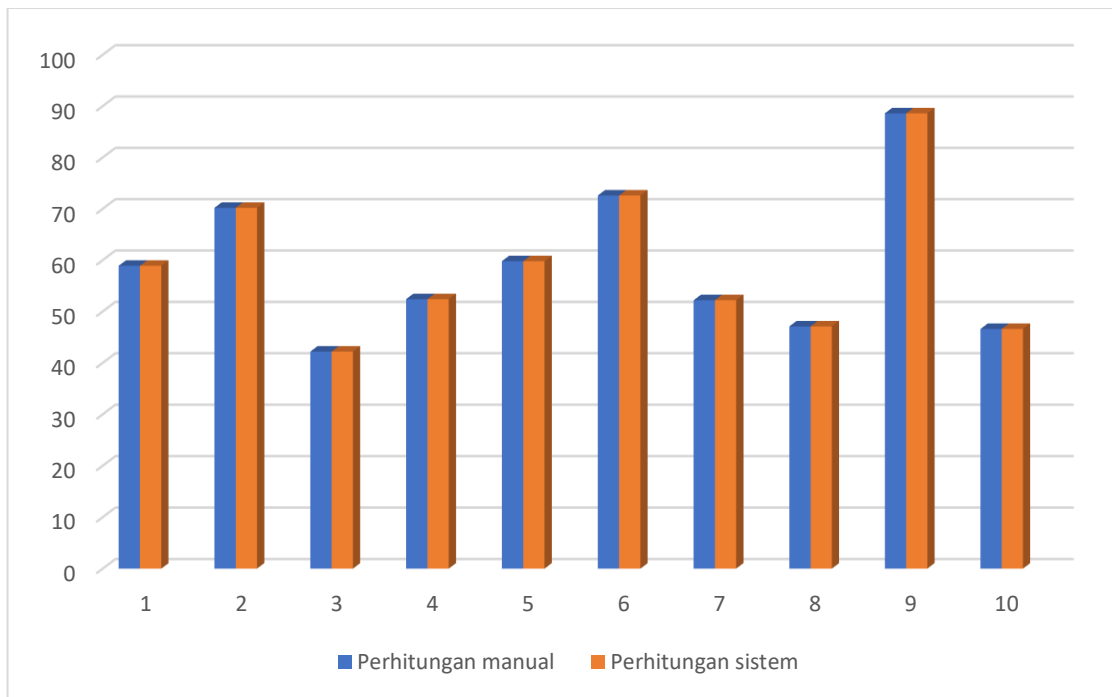
Tabel 2 Hasil kemiripan Q1

No	Informasi ID	Pertanyaan	Hasil kemiripan
1	Q1	Parking brake rusak	80 %
2	ID 1602	Brake Disisi Kanan (Posisi Co-Pilot) Tidak Bekerja Dengan Baik.	7.0 %
3	ID 1617	Parking Brake Tidak Dapat Dioperasikan	42.2 %

Tabel 3. Hasil kemiripan Q2

No	Informasi ID	Pertanyaan	Hasil kemiripan
1	Q2	Posisi <i>nose landing gear drag link bushing</i> bergeser.	61 %
2	ID 1568	Rudder Pedal Susah Untuk Digerakkan Sekitar 1 Menit Saat Rolling Landing.	5.1 %
3	ID 1581	Nose <i>Landing gear Drag Link Bushing</i> Bergeser.	88.6 %

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada setiap menu-menu yang terdapat pada *user* dan *admin* didapatkan hasil bahwa aplikasi dapat berjalan dengan baik. Pengujian pada perhitungan sistem dan perhitungan manual menunjukkan hasil yang sama (sesuai) dengan menggunakan algoritma VSM dan *Cosine similarity*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 10 sampel pertanyaan dan 59 data pada *database*. Hasil pengujian perhitungan manual dan perhitungan sistem dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 4



Gambar 4 Hasil pengujian

4. KESIMPULAN

Sistem Identifikasi Kerusakan Pada *Landing gear* Pesawat Cessna C208B dengan menggunakan metode CBR dapat mempermudah dalam mencari kerusakan bagi pengguna saat belajar tentang kerusakan *landing gear* Cessna C208B. Metode CBR pada pengujian yang telah dilakukan pada setiap menu-menu yang terdapat pada *user* dan *admin* didapatkan hasil bahwa aplikasi berjalan baik sedangkan pengujian pada perhitungan sistem dan perhitungan manual menunjukkan hasil yang sama (sesuai) dengan menggunakan algoritma VSM dan *Cosine similarity*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih atas terlaksananya penelitian ini kepada Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITD Adisutjipto) yang telah memberikan dukungan sehingga kami bisa menyelesaikan penelitian dan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Chen, Q. Xu, Y. Guo, and R. Chen, "Aircraft Landing Gear Retraction/Extension System Fault Diagnosis with 1-D Dilated Convolutional Neural Network," *Sensors*, vol. 22, no. 4, Feb. 2022, doi: 10.3390/S22041367.
- [2] L. ZHANG and C.-L. WANG, "Research on Fault Diagnosis Method of Industrial Robots Based on Case-Based Reasoning," *DEStech Transactions on Engineering and Technology Research*, no. ecae, Jan. 2019, doi: 10.12783/DTETR/ECAE2018/27714.
- [3] J. Tang, Q. Liu, J. Hu, J. Huo, and L. Wang, "Leakage fault diagnosis method of aircraft landing gear hydraulic cylinder based on wavelet packet," *The Journal of Engineering*, vol. 2019, no. 13, pp. 427–431, Jan. 2019, doi: 10.1049/JOE.2018.9037.
- [4] P. D. Srivyas, S. Singh, and B. Singh, "Study Of Various Maintenance Approaches Types Of Failure And Failure Detection Techniques Used In Hydraulic Pumps: A Review," *Industrial Engineering Journal*, vol. 10, no. 5, Feb. 2018, doi: 10.26488/IEJ.10.5.35.
- [5] Z. K. Zandian and M. Keyvanpour, "Systematic identification and analysis of different fraud detection approaches based on the strategy ahead," *International Journal of Knowledge-Based and Intelligent Engineering Systems*, vol. 21, no. 2, pp. 123–134, 2017, doi: 10.3233/KES-170357.

-
- [6] J. Ding, X. Liu, Y. Dong, and C. Wang, "Stability analysis of Mars soft landing under uncertain landing conditions and two landing strategies," *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, vol. 94, no. 10, pp. 1883–1891, Dec. 2022, doi: 10.1108/AEAT-12-2021-0377.
- [7] P. A. Negara, S. Tinggi, T. Kedirgantaraan, and Y. Abstrak, "KERUSAKAN NOSE WHEEL STEERING PADA PESAWAT BOEING 737-200 SERIES," 2017. [Online]. Available: www.aerospace-picture.net
- [8] I. Rismayanti, T. I. Setyadewi, Ii. Nahak, A. Rahmadi, L. N. Muzayadah, and D. Kusumoaji, "Desain Konseptual Jaminan Mutu Pada Operasi Dan Perawatan," in *SINAR KPA-IV*, 2019, pp. 33–44.
- [9] T. Palley, "End of the Expansion: Soft Landing, Hard Landing, or Even Crash?," *Challenge*, vol. 42, no. 6, pp. 6–25, Nov. 1999, doi: 10.1080/05775132.1999.11472128.
- [10] J. Shin, "Effect of Landing Height, Landing Stand Width, and Foot Contact Patterns on Lower Extremity Segments in Landing Motion," *Journal of Sport and Leisure Studies*, vol. 87, pp. 279–290, Jan. 2022, doi: 10.51979/KSSLS.2022.01.87.279.
- [11] D. Heinrich, A. J. Van Den Bogert, and W. Nachbauer, "Peak ACL force during jump landing in downhill skiing is less sensitive to landing height than landing position," *Br J Sports Med*, vol. 52, no. 17, pp. 1086–1090, Sep. 2018, doi: 10.1136/BJSPORTS-2017-098964.
- [12] W. Bai, L. Su, F. Zhu, and L. Guo, "Research on fault diagnosis of telephone network equipment based on case-based reasoning," *J Phys Conf Ser*, vol. 2037, no. 1, Oct. 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2037/1/012075.
- [13] E. Mertova and M. Bures, "Helicopter Landing Sites Identification depending on Slope, Landing Site Dimension and Shape," *AGILE: GIScience Series*, vol. 2, pp. 1–7, Jun. 2021, doi: 10.5194/AGILE-GISS-2-35-2021.
- [14] D. H. Chester, "Comment on 'Aircraft landing gear positioning concerning abnormal landing cases,'" *J Aircr*, vol. 32, no. 4, p. 904, 1995, doi: 10.2514/3.46816.
- [15] Y. Yin, K. Xu, H. Nie, X. Wei, and Z. Zhang, "Research on the performance of an aircraft landing gear hook lock based on bifurcation analysis," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 9, no. 24, Dec. 2019, doi: 10.3390/APP9245278.