



Studi Kasus Penyebab Terjadinya Integrated Drive Generator Oil Leak Pada Pesawat Boeing 737-800

Muhammad Arrafi Kusuma^{1*} dan P. Jannus²

¹Program Studi Teknik Mesin, Konsentrasi Perawatan Rangka dan Mesin Pesawat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Program Studi Teknik Konversi Energi dan Konsentrasi Perawatan Rangka dan Mesin Pesawat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Integrated drive generator merupakan sumber penghasil elektrik yang terdapat di pesawat. Integrated drive generator terdiri dari constant speed driver dan generator yang berfungsi untuk mengatur kecepatan yang bervariasi menjadi kecepatan konstan dengan menggunakan differential gear assembly, sehingga dapat menghasilkan listrik AC 115 Vac dan 400 Hz secara konstan dan terus menerus. Integrated drive generator memerlukan oil system untuk pelumasan dan pendinginan gear assembly serta juga meregulasi kecepatan dari integrated drive generator untuk tetap konstan. Kebocoran oli yang terjadi pada integrated drive generator dapat menurunkan tekanan oli yang terdapat pada system, sehingga integrated drive generator dapat bekerja secara tidak maksimal. Berdasarkan pilot report dan maintenance report sepanjang tahun 2017 sampai 2022 terdapat 17 masalah integrated drive generator oil leak yang terjadi pada pesawat Boeing 737-800. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dan observasi. Data di analisis menggunakan diagram fishbone untuk menentukan faktor-faktor penyebab integrated drive generator oil leak. Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan diagram fishbone, kebocoran oli yang terjadi pada integrated drive generator disebabkan oleh kerusakan seal yang terdapat integrated drive generator dan kerusakan core housing dari integrated drive generator air/oil cooler. Oleh karena itu, dilakukan penggantian seal pada integrated drive generator input shaft atau penggantian satu komponen integrated drive generator air/oil cooler untuk mengatasi kasus integrated drive generator oil leak.

Kata-kata kunci: Integrated drive generator, oil leak, diagram fishbone, seal.

Abstract

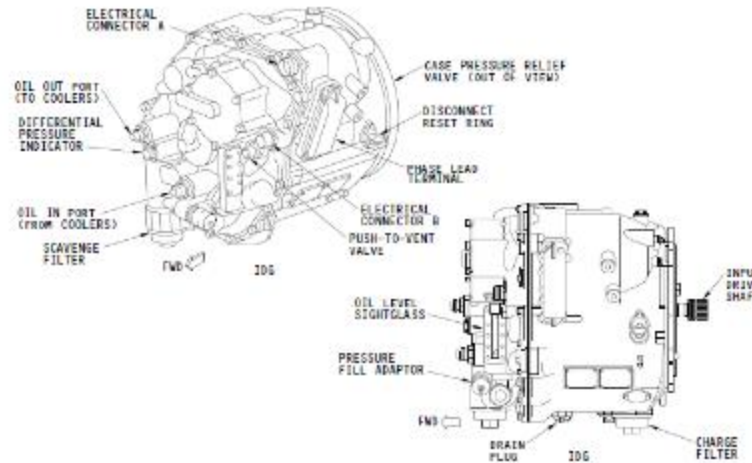
The integrated drive generator is the primary source of the electrical generator found in the aircraft. The integrated drive generator consists of a constant speed driver and a generator that adjusts the varying speed to a constant speed using a differential gear assembly to produce AC power of 115 Vac and 400 Hz constantly and continuously. The integrated drive generator requires an oil system for lubricating and cooling the gear assembly as well as regulating the speed of the integrated drive generator to keep it constant. Oil leaks in the integrated drive generator can reduce the oil pressure in the system so that the integrated drive generator cannot work optimally. Based on pilot and maintenance reports from 2017 to 2022, 17 problems with the integrated drive generator oil leak occurred on the Boeing 737-800 aircraft. The method used in this research is literature study and observation. The data were analyzed using a fishbone diagram to determine the factors causing the integrated drive generator oil leak. Based on the analysis results using a fishbone diagram, oil leaks in the integrated drive generator were caused by damage to the seal contained in the integrated drive generator and damage to the core housing of the integrated drive generator air/oil cooler. Therefore, it was necessary to replace the seal on the integrated drive generator input shaft or replace one component of the integrated drive generator air/oil cooler to overcome the case of the integrated drive generator oil leak on the Boeing 737-800 aircraft.

Keywords: integrated drive generator, oil leak, fishbone diagram, seal.

* Corresponding author E-mail address: muhammad.arrafikusuma.tm19@gmail.com

1. PENDAHULUAN

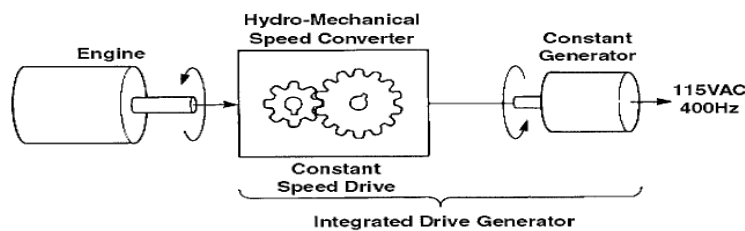
Pada pesawat Boeing 737-800 tenaga listrik dihasilkan oleh *integrated drive generator*. *Integrated drive generator* antara lain terdiri dari *generator* dan *constant speed drive* yang disatukan sehingga lebih *compact*. *Integrated drive generator* terhubung dengan *accessory gearbox*, namun putaran yang dihasilkan oleh *accessory gearbox* tidak terhubung langsung ke *generator* melainkan terhubung pada *constant speed drive* [1].



Gambar 1. *Integrated drive generator* [1].

Constant speed drive merupakan sebuah *hydro-mechanical speed converter* yang terdiri dari *hydraulic pump* dan juga *motor* [2]. *Constant speed drive* bertugas untuk mengubah putaran engine yang bervariasi menjadi putaran konstan. *Constant speed drive* membuat output putaran untuk *generator* menjadi konstan dikecepatan 24,000 RPM, sehingga *generator* dapat menghasilkan daya listrik sebesar 115Vac dan frekuensi sebesar 400Hz [1]. *Integrated drive generator* membutuhkan *constant speed drive* agar frekuensi tegangan bolak-balik yang dihasilkan generator tetap stabil.

Constant speed drive memerlukan lubrikasi untuk mengurangi gesekan kontak antar gir pada gearbox. Selain untuk lubrikasi, *constant speed drive* juga menggunakan oli untuk mendinginkan panas yang dihasilkan oleh gesekan antar gir. Maka dari itu, *integrated drive generator* memiliki *self-contained oil cooling system* yang bertujuan untuk lubrikasi, pendinginan, serta *regulating speed* [2].

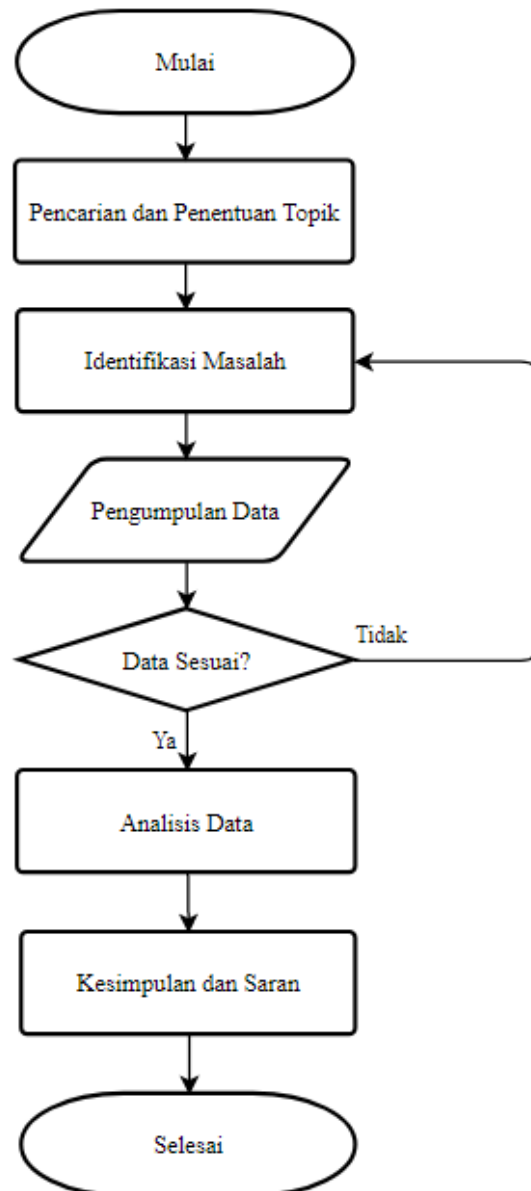


Gambar 2. *Integrated drive generator work principle* [2].

Kurangnya oli dari *integrated drive generator* dapat memengaruhi kemampuan *integrated drive generator* dalam menghasilkan tenaga listrik dan akan berdampak juga pada kegiatan operasional maskapai. Berdasarkan data yang diperoleh, terdapat 17 kasus mengenai kebocoran oli pada *integrated drive generator* dalam kurun waktu 5 tahun. Hal ini menyebabkan pesawat membutuhkan waktu tambahan saat transit karena adanya *troubleshooting* dan *servicing*. Oleh karena itu, dilakukan penelitian mengenai penyebab kebocoran oli pada *integrated drive generator* pada pesawat Boeing 737-800 untuk mempeleajari tentang penyebab kebocoran oli pada *integrated drive generator* dan *maintenance action* yang diperlukan, sehingga dapat meminimalisir dan mengatasi kasus kebocoran oli pada *integrated drive generator* yang dapat mengganggu operasional pesawat.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada studi kasus ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Diagram alir penelitian [10].

Berdasarkan Gambar 3, Menentukan topik merupakan langkah awal dari suatu penelitian. Dengan melakukan pengamatan pada masalah-masalah yang didapat dari unit *engineering*. Topik kasus bahasan yang dipilih adalah studi kasus penyebab *integrated drive generator oil leak* pada pesawat Boeing 737-800. Setelah menentukan topik, dilakukan pengidentifikasian masalah terkait *integrated drive generator oil leak* dengan cara studi literatur dan observasi. Studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan data, data referensi, dan mempelajari literatur seperti *Basic Aircraft Maintenance Training Organization (AMTO) Module*. Langkah selanjutnya adalah Mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk menunjang penelitian dari unit *engineering*. Data yang digunakan terbagi menjadi dua yakni, data primer dan data sekunder. Data primer antara lain terdiri dari *pilot report* dan *maintenance reports* dalam kurun waktu 01 Januari 2017 hingga 01 Januari 2022. Sedangkan, data sekunder antara lain terdiri dari *Aircraft Maintenance Manual* dan *Component Maintenance*

Manual. Pada tahapan ini dilakukan pengecekan mengenai kesesuaian data, apakah data sudah sesuai atau belum. Jika data yang diperoleh sudah sesuai, maka dapat dilanjutkan pada analisis data. Namun, jika data yang diperoleh belum sesuai, maka lakukan identifikasi masalah ulang. Data yang telah dikumpulkan akan disandingkan dengan data yang lain. Data-data tersebut akan dilakukan analisis dengan metode diagram *fishbone* untuk menentukan penyebab kebocoran oli pada *integrated drive generator*. Langkah terakhir adalah dapat menyimpulkan hasil dari Analisa data yang menjawab dari tujuan penelitian dan dapat memberikan saran yang baik bagi penulis, pembaca, dan perusahaan.

Cara analisis yang digunakan pada studi kasus ini adalah diagram *fishbone*. Diagram *fishbone* atau yang lebih familiar dikenal sebagai Cause and Effect Diagram atau Ishikawa Diagram diperkenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa. *Fishbone diagram* digunakan ketika ingin mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah dan terutama ketika cenderung berfikir pada rutinitas [3]. Ishikawa diagram merupakan metode manajemen resiko reaktif dengan mengidentifikasi penyebab potensial dari suatu masalah untuk menemukan akar penyebab masalah melalui sesi brainstorming [4].

Manfaat Ishikawa diagram diantaranya mudah dibaca untuk diagram hubungan sebab akibat, sehingga orang-orang lebih cenderung menggunakan metode ini untuk mengetahui penyebab masalah, untuk meningkatkan produktivitas dan meningkatkan komunikasi internal maupun eksternal [5].

Langkah-langkah pengerjaan diagram *fishbone* [6]

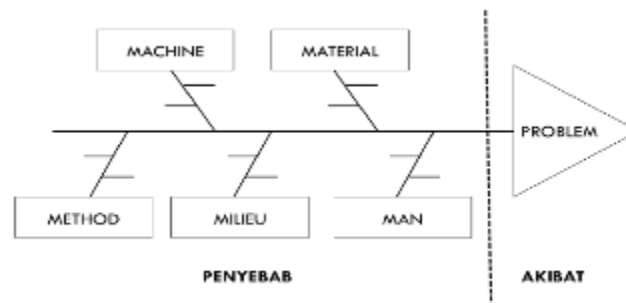
1. Tentukan masalah

Masalah diinterpretasikan sebagai akibat. Diperlukan pemahaman dengan jelas mengenai sifat masalah dan proses atau produk yang akan dibahas.

2. Tentukan kategori penyebab utama

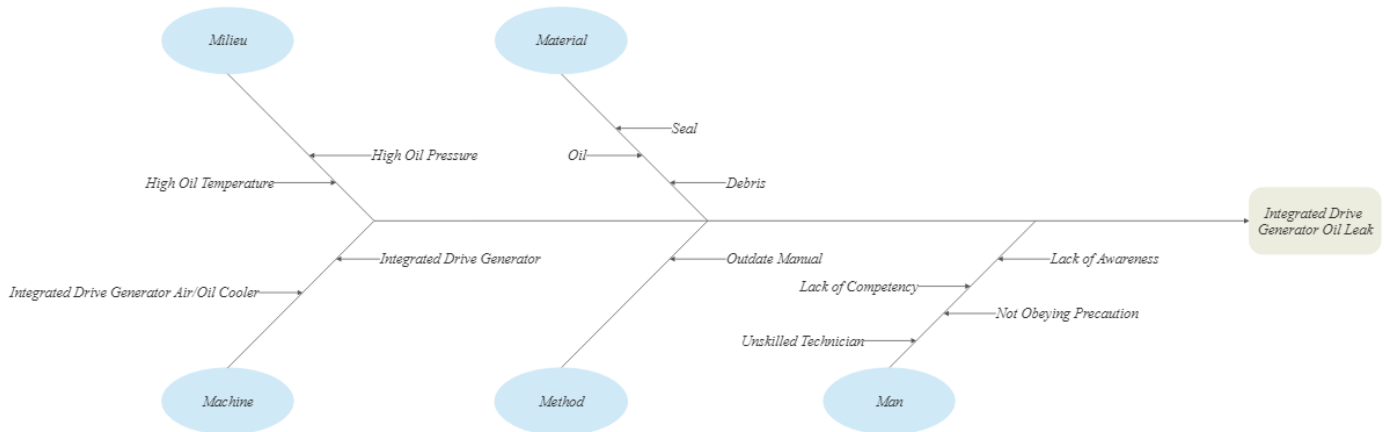
Penyebab masalah dikelompokkan ke dalam kategori utama agar dalam menentukan akar penyebab masalah dapat terstruktur. Industri manufaktur pada umumnya menggunakan kategori 5M, yaitu:

- *Man* (manusia): orang-orang yang berkaitan dengan proses.
- *Methods* (metode): bagaimana proses dilakukan dan memenuhi spesifikasi.
- *Machine* (mesin): peralatan yang digunakan selama proses.
- *Materials*: bahan baku dan reagen yang digunakan selama proses.
- *Milleu/Environment* (lingkungan): kondisi sekelilingnya selama proses berlangsung.



Gambar 4. Ishikawa diagram [7].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 5 Fishbone diagram integrated drive generator oil leak

Berdasarkan Gambar 4, diagram *fishbone* menunjukkan 5 faktor penyebab terjadinya kebocoran oli pada *integrated drive generator*. 5 faktor penyebab terjadinya kebocoran oli pada *integrated drive generator* antara lain terdiri dari: *Man*, *Material*, *Method*, *Milieu* (*Environment*), dan *Machine*. Pada faktor *Man* (Manusia), kebocoran oli pada *integrated drive generator* dapat disebabkan oleh kesalahan manusia. Kebocoran oli pada *integrated drive generator* dapat disebabkan oleh kesalahan manusia yang kurang memperhatikan dan tidak mengikuti manual yang sudah tertera. Selain kedua faktor tersebut, kurangnya pengalaman dan kompetensi akan pemahaman dapat juga menyebabkan kesalahan yang berujung pada kebocoran oli dari *integrated drive generator*.

Pada faktor *Material*, kebocoran oli pada *integrated drive generator* dapat disebabkan oleh material yang terdapat pada *integrated drive generator*. Material yang dapat menyebabkan kebocoran oli pada *integrated drive generator* antara lain adalah *seal*, *debris*, dan oli. *Seal* berfungsi untuk mencegah oli untuk menetes keluar. Kerusakan pada *seal* dapat disebabkan deformasi yang diakibatkan oleh umur pakai dan faktor lingkungan atau karena terdapat *debris* yang merusak *seal*.

Pada faktor *Method* (Metode), kebocoran oli pada *integrated drive generator* dapat disebabkan oleh penggunaan *aircraft maintenance manual* (*AMM*) yang tidak *update*. Penggunaan *outdate aircraft maintenance manual* dapat menyebabkan kesalahan pada prosedur pengerjaan yang berujung pada kebocoran oli dari *integrated drive generator*.

Pada faktor *Milieu* (Lingkungan), kebocoran pada *integrated drive generator* dapat disebabkan oleh faktor lingkungan. Faktor lingkungan yang dapat menyebabkan kebocoran oli dari *integrated drive generator* adalah *high oil temperature* dan *high oil pressure* yang terdapat pada *integrated drive generator oil system*. Kedua faktor lingkungan tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada *seal* yang berujung pada kebocoran oli dari *integrated drive generator*.

Pada faktor *Machine* (Mesin), kebocoran pada *integrated drive generator* dapat disebabkan oleh faktor mesin. Faktor mesin yang dapat membocorkan oli dari *integrated drive generator* adalah *integrated drive generator* dan *integrated drive generator air/oil cooler*.

Berdasarkan data yang diperoleh dari unit *engineering*, dalam kurun waktu 1 Januari 2017 hingga 1 Januari 2022 terdapat 17 kasus kebocoran oli dari *integrated drive generator* yang terjadi pada pesawat Boeing 737-800. Data ini diperoleh dari *spreadsheet pilot report* dan *maintenance report* yang diolah menjadi Tabel 4.1.

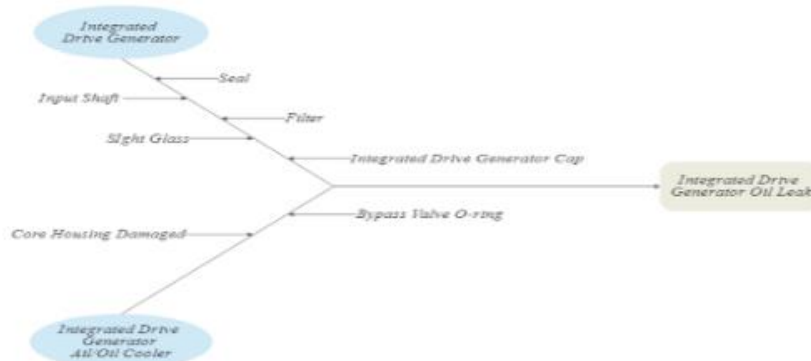
Tabel 4.1 Penyebab *integrated drive generator oil leak*.

Penyebab	Jumlah
<i>Integrated Drive Generator</i>	13
<i>Integrated Drive Generator Air/Oil Cooler</i>	4
Total	17

Berdasarkan data yang diperoleh dari *spreadsheet pilot report* dan *maintenance report* yang diolah menjadi Tabel 4.1, maka didapatkan diagram *fishbone* sebagai berikut:

Berdasarkan Gambar 5, didapatkan faktor-faktor yang menyebabkan kebocoran oli pada *integrated drive generator*, kebocoran oli disebabkan oleh:

1. *Integrated Drive Generator*



Gambar 6 Fishbone diagram causes of integrated drive generator oil leak

Menurut data referensi dari CMM 24-11-85, kebocoran oli dari *integrated drive generator* disebabkan oleh dua faktor, yakni *integrated drive generator case* dan *integrated drive generator input shaft*. Kebocoran pada *case* dari *integrated drive generator* dapat disebabkan oleh *oil filter* yang *clogging* sehingga merusak *seal* dari *oil filter*, kerusakan pada *static seal* (packing), kerusakan pada *seal* dari *integrated drive generator fill cap* yang digunakan untuk mengisi oli dari *integrated drive generator*, dan kerusakan pada *sight glass oil* yang berfungsi untuk melihat kuantitas oli dari *integrated drive generator*. Sedangkan, pada kebocoran oli dari *integrated drive generator input shaft* disebabkan kerusakan pada *input shaft seal* [8]. Berdasarkan data yang diperoleh di lapangan, kebocoran oli dari *integrated drive generator* paling banyak disebabkan oleh *integrated drive generator input shaft*.

2. *Integrated Drive Generator Air/Oil Cooler*

Menurut data referensi dari CMM 24-11-05, kebocoran oli generator pada *integrated drive generator air/oil cooler* disebabkan oleh dua faktor, yaitu *bypass valve O-ring leaking* dan *core housing cracked or damaged* [9]. Berdasarkan data yang diperoleh di lapangan, kebocoran oli generator pada *integrated drive generator air/oil cooler* paling banyak disebabkan oleh *core housing cracked or damaged*.

Maintenance action terhadap integrated drive generator oil leak

Tabel 4.2 Maintenance action integrated drive generator oil leak.

Maintenance Action	Jumlah
<i>Integrated Drive Generator Replacement</i>	9
<i>Integrated Drive Generator Air/Oil Cooler Replacement</i>	4
<i>Integrated Drive Generator Filter O-ring Replacement</i>	3
<i>Integrated Drive Generator Coupling Press Fill Replacement</i>	1
Total	17

Berdasarkan data *pilot reports* dan *maintenance reports*, penyebab kebocoran oli pada *integrated drive generator* disebabkan oleh *integrated drive generator* dan *integrated drive generator air/oil cooler*. Tabel 4.2 menunjukkan *maintenance action* dilakukan oleh teknisi berdasarkan hasil *troubleshooting*. Berdasarkan pada data di tabel 4.2 diketahui bahwa terdapat 4 penyelesaian dari masalah *integrated drive generator oil leak*. Berdasarkan dari data yang diperoleh pada tabel 4.1 dan tabel 4.2, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penyebab *integrated drive generator oil leak* paling banyak disebabkan oleh *integrated drive generator*.
2. *Maintenance action* yang paling sering dilakukan oleh teknisi untuk menyelesaikan masalah *integrated drive generator oil leak* adalah dengan melakukan *integrated drive generator replacement*.

Dalam menangani permasalahan kebocoran oli, *engineer* menentukan langkah perawatan dengan melakukan penggantian komponen *integrated drive generator* dan *integrated drive generator air/oil cooler*. Dalam melakukan perawatan, *engineer* menggunakan *aircraft maintenance manual (AMM) chapter 24* sebagai acuan referensi dalam perawatan pesawat.

4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil analisis dari studi kasus penyebab *integrated drive generator oil leak* pada pesawat Boeing 737-800. Didapati kebocoran oli pada *integrated drive generator* disebabkan *integrated drive generator* dan *integrated drive generator air/oil cooler*.
2. Berdasarkan hasil analisis dari studi kasus penyebab *integrated drive generator oil leak* pada pesawat Boeing 737-800. Didapati Tindakan perawatan yang dilakukan pada kasus kebocoran oli dari *integrated drive generator* adalah dengan melakukan penggantian komponen *integrated drive generator* dan/atau *integrated drive generator air/oil cooler*.

REFERENSI

1. The Boeing Company. (2015). Aircraft Training Manual Boeing 737-800 Chapter 24 Electrical Power. Seattle: The Boeing Company.
2. XYZ Learning Service. (2018). Basic Aircraft Maintenance Training Manual Handbook Module 10 Aircraft Systems. Tangerang: XYZ Learning Service.
3. Wong K. C. (2011). *Using an Ishikawa diagram as a tool to assist memory and retrieval of relevant medical cases from the medical literature. Journal of medical case reports*, 5, 120. <https://doi.org/10.1186/1752-1947-5-120>
4. Tague, Nancy R. (2005). The Quality Toolbox (2nd Ed.). Milwaukee: American Society for Quality, Quality Press
5. Raman, R. S. & Yadavalli, Basavaraj. (2019). *Quality Improvement of Capacitors through Fishbone and Pareto Techniques. International Journal of Recent Technology an Engineering*. 8(2). 2248-2252.
6. Liliana, L. (2016). *A new model of Ishikawa diagram for quality assessment. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 161, 012099. doi:10.1088/1757-899x/161/1/012099
7. Hisprastin, Y., & Musfiroh, I. (2021). *Ishikawa Diagram dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) sebagai Metode yang Sering Digunakan dalam Manajemen Risiko Mutu di Industri. Majalah Farmasetika*, 6(1), 1-9. doi:<http://dx.doi.org/10.24198/mfarmasetika.v6i1.27106>
8. Collins Aerospace. (2022). Integrated Drive Generator Component Maintenance Manual (with Illustrated Parts List) 24-11-85. Illinois: Collins Aerospace.
9. Parker Aerospace. (1996). Oil Cooler and Relief Bypass Valve Assembly. Ohio: Parker Aerospace.
10. Fadhillah, M., & Jannus, P. (2021). *Studi Kasus Terjadinya Flight Spoiler Problem pada Pesawat Boeing 737-800 (Studi Kasus di PT. XYZ). Seminar Nasional Teknik Mesin 2021*, 0, 1414-1421.