

Analisis Pemilihan Warehouse untuk *Aircraft On Ground* dan *Rush Order* case dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process*

Analysis of Warehouse Selection for Aircraft On Ground and Rush Order cases using the Analytical Hierarchy Process method (Studi Kasus: PT. Batam Aero Teknik)

Mukhammad Yusuf Hakim¹, Abubakar As'siddiq², Rafli Junaidi³

¹Jurusan Logistik Industri Penerbangan, Politeknik Kirana

²Jurusan Teknik Pemeliharaan Pesawat Udara, Politeknik Kirana

³Rafli Junaidi, Logistik Industri Penerbangan, Politeknik Kirana

¹myusuf.hakim@politeknikkirana.ac.id, ²abubakar@politeknikkirana.ac.id

ABSTRACT

Lion Group is one of the largest airlines in Southeast Asia and even in the world. Lion Air Group itself has six airlines in its business process. With such a large fleet, Lion Air Group must also maintain its aircraft to ensure they are airworthy to support its operational processes. Approximately 360-400 aircraft undergo routine maintenance, both scheduled and unscheduled. For unscheduled maintenance, Lion Group faces challenges related to the delivery and storage of spare parts, especially for aircraft categorized as AOG (Aircraft On Ground), where the handling process requires high speed and accuracy to meet safety standards and provide passenger service in a short time. Warehouses for AOG spare parts are very limited and are still mixed with general warehouses. Considering that the criteria for determining warehouses in the aircraft maintenance process are quite strict, a special study is needed to determine them. The best warehouse location is determined using the AHP method based on several necessary criteria, expert assessments, and processing of the company's AOG material transaction data. The initial stage of this method involves collecting primary data from several sample parts, followed by a field study of the relevant warehouse. The third stage involves interviews with experts in the field. Then, at the end, data processing and analysis were carried out. From the results collected and the data obtained, it was found that there are three levels of warehouses that are most suitable for storing AOG Parts and their relationship with Rush Order purchases.

Keywords: Warehouse Management, Aircraft on Ground, Analytical Hierarchy Process, Multi Criteria Decision Making

ABSTRAK

Lion Group merupakan salah satu maskapai penerbangan terbesar di Asia Tenggara dan bahkan di dunia. Dalam proses bisnisnya Lion Air Group sendiri memiliki sebanyak 6 maskapai. Dari sekian banyak armada yang dimiliki, Lion Air Group juga harus melakukan perawatan pesawatnya untuk dapat layak terbang untuk mendukung proses operasionalnya. Sebanyak kurang lebih sebanyak 360 – 400an pesawat dilakukan perawatan rutin baik terjadwal maupun tidak terjadwal. Untuk perawatan tidak terjadwal Lion Group memiliki kendala terkait dengan proses pengiriman dan penyimpanan suku cadang, khususnya pesawat yang masuk kategori AOG (*Aircraft On Ground*) dimana dalam proses handlingnya diperlukan kecepatan dan ketepatan tinggi mengingat harus dapat memenuhi standar keamanan dan layanan ke penumpang dalam waktu singkat. Warehouse untuk *spare part* jenis AOG sangat terbatas dan masih bercampur dengan gudang umum. Mengingat dalam penentuan kriteria *warehouse* dalam proses *maintenance* pesawat udara cukup ketat, sehingga diperlukan adanya kajian khusus dalam penentuannya. Penentuan lokasi *warehouse* terbaik dilakukan dengan menggunakan metode AHP berdasarkan beberapa kriteria yang diperlukan, penilaian para ahli dan juga pengolahan data transaksi material AOG yang dimiliki perusahaan. Tahapan awal metode ini dilakukan dengan proses pengumpulan data primer dari beberapa *sample parts*, lalu dilanjutkan dengan studi lapangan ke *warehouse* terkait, ditahapan ketiga dilakukan interview dengan *expert* dibidangnya, lalu dibagian akhir dilakukan pengolahan data dan analisa. Dari hasil yang dihimpun dan data yang dilah didapatkan bahwa ada tiga tingkatan *warehouse* yang paling sesuai untuk digunakan dalam penyimpanan *AOG Parts* dan kaitannya dengan pembelian secara *Rush Order*.

Kata Kunci: Analytical Hierarchy Process, Aircraft on Ground, Warehouse Management, Inventory.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lion Group dikenal sebagai salah satu kelompok maskapai penerbangan dengan skala operasi terbesar di kawasan Asia Tenggara dan memiliki jaringan operasional yang luas di tingkat internasional. Dalam menjalankan aktivitas bisnisnya, Lion Group mengelola enam maskapai penerbangan, yaitu Lion Air Indonesia, Lion Air Thailand, Batik Air Indonesia, Batik Air Malaysia, Super Air Jet, dan Wings Air. Keberadaan beberapa entitas maskapai tersebut menunjukkan tingkat kompleksitas operasional yang tinggi, terutama dalam pengelolaan armada pesawat yang jumlahnya mencapai ratusan unit.

Sebagai bagian dari upaya menjaga kelangsungan operasional penerbangan, Lion Group wajib memastikan seluruh armada pesawatnya selalu memenuhi persyaratan kelaikudaraan. Hal ini dilakukan melalui kegiatan perawatan pesawat yang mencakup perawatan terjadwal maupun tidak terjadwal. Secara keseluruhan, diperkirakan sekitar 360 hingga 400 pesawat secara rutin menjalani proses perawatan guna menjamin keselamatan penerbangan serta kepatuhan terhadap regulasi yang berlaku.

Permasalahan utama cenderung muncul pada perawatan yang bersifat tidak terjadwal, khususnya ketika pesawat mengalami kondisi Aircraft on Ground (AOG). Dalam situasi AOG, pesawat tidak dapat dioperasikan akibat gangguan teknis atau keterbatasan ketersediaan suku cadang, sehingga diperlukan penanganan yang cepat dan akurat. Setiap keterlambatan dalam penanganan AOG berpotensi mengganggu jadwal penerbangan, menurunkan kualitas layanan kepada penumpang, serta menimbulkan dampak finansial yang signifikan bagi maskapai.

Salah satu kendala yang dihadapi Lion Group dalam menangani kondisi AOG berkaitan dengan sistem penyimpanan dan distribusi suku cadang pesawat. Ketersediaan warehouse yang secara khusus didedikasikan untuk suku cadang AOG masih terbatas, dan dalam praktiknya suku cadang tersebut masih disimpan bersama dengan gudang umum. Kondisi ini berpotensi menghambat kecepatan pengambilan dan pengiriman suku cadang, serta meningkatkan risiko ketidaksesuaian terhadap standar penyimpanan dan ketertelusuran yang dipersyaratkan dalam industri penerbangan.

Di sisi lain, penentuan warehouse dalam kegiatan perawatan pesawat udara tidak dapat dilakukan secara sembarangan karena harus memenuhi persyaratan yang ketat, baik dari aspek keselamatan, kepatuhan regulasi, maupun efektivitas operasional. Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian khusus yang mampu mengidentifikasi dan mengevaluasi kriteria penentuan warehouse yang paling sesuai untuk mendukung proses maintenance pesawat, terutama dalam penanganan kondisi AOG. Kajian tersebut diharapkan dapat menjadi dasar pengambilan keputusan yang lebih terstruktur dan objektif dalam meningkatkan keandalan serta keselamatan operasional penerbangan.

1.2 Regulasi Kelaikudaraan dan Pengelolaan Suku Cadang Pesawat

Dalam industri penerbangan, pengambilan keputusan logistik terkait suku cadang pesawat tidak dapat dilepaskan dari kerangka regulasi kelaikudaraan yang berlaku. Di Indonesia, Civil Aviation Safety Regulations (CASR), khususnya CASR Part 145, mewajibkan setiap Approved Maintenance Organization (AMO) untuk memastikan bahwa seluruh suku cadang yang digunakan dalam kegiatan perawatan berasal dari sumber yang disetujui, memiliki dokumentasi lengkap, dapat ditelusuri (traceable), serta disimpan sesuai dengan persyaratan pabrikan dan otoritas penerbangan. Ketentuan ini menjadi dasar utama dalam pengelolaan material dan logistik perawatan pesawat.

Kepatuhan terhadap CASR tidak hanya bersifat administratif, tetapi juga berdampak langsung pada keselamatan penerbangan. Oleh karena itu, keputusan pemilihan warehouse dalam rantai pasok penerbangan harus mempertimbangkan aspek kepatuhan regulasi sebagai faktor utama, khususnya pada kondisi operasional yang bersifat kritis seperti Aircraft on Ground (AOG).

1.3 Peran Warehouse dalam Sistem Maintenance, Repair, and Overhaul (MRO)

Dalam konteks Maintenance, Repair, and Overhaul (MRO), warehouse berfungsi sebagai simpul strategis dalam rantai pasok perawatan pesawat. Warehouse bertanggung jawab terhadap penyimpanan, pengendalian, dan distribusi suku cadang yang digunakan dalam kegiatan perawatan. MRO harus memastikan bahwa seluruh aktivitas tersebut memenuhi ketentuan CASR Part 21 terkait sertifikasi produk dan CASR Part 43 terkait pelaksanaan perawatan pesawat udara.

Pemilihan warehouse dalam sistem MRO tidak semata-mata didasarkan pada efisiensi biaya, tetapi juga harus mempertimbangkan keandalan dokumentasi, keamanan penyimpanan, serta kemampuan distribusi yang cepat dan tepat. Hal ini menjadi semakin krusial pada situasi AOG, di mana keterlambatan distribusi suku cadang dapat menyebabkan gangguan operasional dan kerugian finansial yang signifikan.

1.4 Aircraft on Ground (AOG) dan Dampaknya terhadap Rantai Pasok

Aircraft on Ground (AOG) merupakan kondisi di mana pesawat tidak dapat dioperasikan akibat kerusakan teknis, ketidaktersediaan suku cadang, atau menunggu tindakan perawatan tertentu. Kondisi ini berdampak langsung terhadap kinerja operasional maskapai dan MRO. Bazargan (2016) menyatakan bahwa satu kejadian AOG dapat menimbulkan kerugian finansial mulai dari ribuan hingga jutaan dolar per hari, tergantung pada jenis pesawat dan tingkat intensitas operasi.

Dalam konteks rantai pasok penerbangan, warehouse tidak hanya berperan sebagai fasilitas penyimpanan, tetapi juga sebagai pusat respons strategis dalam situasi darurat AOG. Warehouse yang tepat harus mampu menjamin kecepatan distribusi, kepatuhan terhadap regulasi kelaikudaraan, serta keamanan dan ketertelusuran suku cadang pesawat (Bazargan, 2016). Oleh karena itu, penentuan lokasi dan pemilihan warehouse menjadi faktor kunci dalam meminimalkan waktu henti pesawat.

1.5 Analytical Hierarchy Process (AHP) sebagai Metode Pengambilan Keputusan

Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan metode Multi-Criteria Decision Making (MCDM) yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1980. AHP dirancang untuk membantu pengambilan keputusan yang kompleks dengan menguraikan permasalahan ke dalam struktur hierarki yang terdiri dari tujuan, kriteria, sub-kriteria, dan alternatif (Saaty, 1980). Metode ini menggunakan perbandingan berpasangan untuk menentukan bobot relatif setiap elemen keputusan berdasarkan tingkat kepentingannya.

Keunggulan AHP terletak pada kemampuannya mengintegrasikan data kuantitatif dan kualitatif secara sistematis serta menyediakan pengujian konsistensi melalui Consistency Ratio (CR). Saaty dan Vargas (2012) menegaskan bahwa AHP sangat efektif digunakan pada permasalahan keputusan yang melibatkan banyak kriteria yang saling bertentangan dan sangat bergantung pada penilaian pakar.

1.6 Penerapan AHP dalam Logistik dan Supply Chain Penerbangan

Dalam bidang logistik dan manajemen rantai pasok, AHP telah digunakan secara luas untuk pemilihan lokasi fasilitas, seleksi pemasok, evaluasi risiko, dan optimasi distribusi. Kumar, Vrat, dan Shankar (2016) menyatakan bahwa AHP memungkinkan organisasi mengevaluasi berbagai kriteria seperti biaya, lokasi, kapasitas, dan tingkat layanan secara simultan, sehingga keputusan yang dihasilkan menjadi lebih objektif dan transparan.

Penelitian oleh Govindan, Khodaverdi, dan Jafarian (2013) menunjukkan bahwa AHP sangat sesuai untuk pengambilan keputusan strategis dalam rantai pasok karena kemampuannya memprioritaskan kriteria operasional yang berdampak langsung terhadap kinerja sistem logistik. Hal ini menjadikan AHP relevan untuk diterapkan pada industri penerbangan yang memiliki tingkat kompleksitas dan risiko operasional yang tinggi.

1.7 AHP dalam Pemilihan Warehouse pada Kondisi AOG

Pemilihan warehouse dalam industri penerbangan memiliki karakteristik khusus karena tuntutan keselamatan, kepatuhan regulasi kelaikudaraan, serta kebutuhan respons cepat terhadap kondisi AOG. Govindan dan Jepsen (2016) menjelaskan bahwa AHP memungkinkan pengambil keputusan untuk memberikan bobot yang lebih besar pada kriteria kritis seperti response time, keandalan pasokan, dan tingkat kepatuhan regulasi, dibandingkan hanya berfokus pada aspek biaya.

Dalam konteks AOG, warehouse yang optimal bukanlah yang memiliki biaya terendah, melainkan yang mampu menyediakan suku cadang dengan waktu pengiriman tercepat dan risiko terendah. Saaty (2008) menekankan bahwa fleksibilitas AHP dalam penyesuaian bobot kriteria menjadikan metode ini sangat sesuai untuk situasi yang bersifat dinamis dan darurat.

Keputusan penanganan AOG sering kali harus dilakukan dalam waktu singkat dengan keterbatasan informasi. Dalam kondisi tersebut, AHP berperan sebagai kerangka pendukung keputusan

yang membantu manajer logistik mengintegrasikan pengalaman, intuisi, dan data teknis ke dalam model keputusan yang terstruktur. Dengan demikian, penerapan AHP dalam pemilihan warehouse suku cadang pesawat pada kondisi AOG memberikan pendekatan yang sistematis untuk mendukung kecepatan, ketepatan, serta keselamatan operasional penerbangan.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode Multi-Criteria Decision Making (MCDM), yaitu Analytic Hierarchy Process (AHP). Pendekatan ini dipilih karena permasalahan pemilihan lokasi warehouse untuk suku cadang pesawat dalam kondisi Aircraft on Ground (AOG) melibatkan banyak kriteria yang saling bertentangan, baik yang bersifat kuantitatif maupun kualitatif, serta membutuhkan keputusan yang objektif dan konsisten.

Menurut Saaty (1980), AHP sangat sesuai untuk permasalahan pengambilan keputusan strategis yang kompleks karena mampu memetakan struktur keputusan dalam bentuk hirarki serta mengukur prioritas melalui perbandingan berpasangan.

Objek penelitian ini adalah **Analisis Pemilihan Warehouse untuk Aircraft On Ground dan Rush Order case dengan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process** pada lingkungan **Maintenance, Repair, and Overhaul (MRO) / Approved Maintenance Organization (AMO)**.

Penelitian dilakukan dengan studi kasus pada Warehouse internal MRO dengan lokasi yakni berada di: Balaraja, Bandara Mas dan Lion *Operation Center*. Alternatif warehouse dipilih berdasarkan ketersediaan fasilitas, status persetujuan regulator, dan relevansinya terhadap operasional AOG.

Dalam penelitian ini dilakukan pengambilan data baik berupa data primer dan data sekunder. Dibawah ini data yang digunakan untuk penelitian, diantaranya:

A. Data Primer

Wawancara dan kuesioner kepada:

- ✓ Manajer MRO
- ✓ Quality Manager / Compliance Manager
- ✓ Logistic & Material Control Staff
- ✓ Expert yang memahami CASR dan AOG handling

B. Data Sekunder

- ✓ Regulasi CASR (Part 21, Part 43, Part 145)
- ✓ Maintenance Manual dan Material Control Procedure
- ✓ Data historis AOG dan downtime
- ✓ Literatur ilmiah terkait AHP dan supply chain penerbangan

C. Data Kriteria Keputusan

Kriteria pemilihan warehouse ditentukan berdasarkan literatur, regulasi CASR, dan kebutuhan operasional AOG, meliputi:

Tabel 2.1 Kriteria Keputusan

Kode Kriteria	Kriteria	Keterangan
C1	Compliance CASR	Kepatuhan Warehouse Terhadap CASR Part 145
C2	Cost	Biaya operasional dan distribusi
C3	Capacity & Flexibility	Kapasitas dan kemampuan menangani lonjakan AOG

D. Data Alternatif Warehouse

Tabel 2.2 Alternatif Warehouse

Kode Kriteria	Keterangan
A1	Warehouse Balaraja
A2	Warehouse Bandara Mas
A3	Warehouse Lion Operation Center

E. Data Expert Judgement

Data utama AHP diperoleh dari **penilaian pakar** dalam bentuk:

- **Perbandingan berpasangan antar kriteria**
- **Perbandingan berpasangan antar alternatif pada setiap kriteria**

Skala yang digunakan adalah **Skala Saaty (1–9)**:

Tabel 2.3 Pemeringkatan *Expert Judgement*

SKALA	KETERANGAN
1	Sama Penting
3	Sedikit Lebih Penting
5	Lebih Penting
7	Sangat Penting
9	Mutlak Lebih Penting

2.1 Tahapan Penyusunan

A. Penyusunan Struktur Hirarki

Hirarki keputusan disusun dalam tiga tingkat:

- Tujuan: Menentukan lokasi warehouse terbaik untuk part pesawat AOG
- Kriteria: Compliance CASR, Biaya, Kapasitas & Fleksibilitas
- Alternatif: Warehouse A1, A2, A3

B. Penyusunan Matrik Perbandingan Berpasangan

Matriks perbandingan berpasangan disusun untuk:

- Antar kriteria
- Antar alternatif pada setiap kriteria

Nilai diperoleh dari rata-rata geometrik penilaian para pakar.

C. Normalisasi Matrik dan Perhitungan Bobot

Setiap matriks dinormalisasi untuk memperoleh:

- Priority Vector (bobot kriteria)
- Bobot alternatif pada setiap kriteria

D. Uji Konsistensi (Consistency Ratio)

Konsistensi penilaian diuji menggunakan:

- Consistency Index (CI)
- Consistency Ratio (CR)

Keputusan dianggap konsisten jika:

$$CR \leq 0.10$$

Jika nilai $CR > 0.10$, maka penilaian pakar perlu diperbaiki.

E. Perhitungan Skor Akhir dan Pemeringkatan

Skor akhir tiap alternatif dihitung dengan persamaan:

$$\text{Final Score} = \sum (\text{Bobot Kriteria} \times \text{Bobot Alternatif})$$

Alternatif dengan nilai skor tertinggi ditetapkan sebagai **warehouse optimal untuk kondisi AOG**.

F. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan:

- Perhitungan AHP
- Validasi hasil dengan uji konsistensi
- Visualisasi hasil dalam bentuk tabel dan grafik

G. Keterkaitan Metodologi dengan CASR dan AMO

Setiap kriteria dan alternatif dalam AHP dikaitkan langsung dengan:

- CASR Part 145 (Material Control & Storage)
- CASR Part 43 (Continuing Airworthiness)
- Sistem Safety Management System (SMS) AMO

Hal ini memastikan bahwa keputusan yang dihasilkan tidak hanya optimal secara logistik, tetapi juga patuh terhadap regulasi keselamatan penerbangan.



Gambar 2.1 Bagan Alur Penentuan AHP

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Masalah

Dalam proses pengadaan *spare parts* untuk perawatan pesawat udara diketahui bahwa memerlukan serangkaian proses yang panjang dan kompleks. Tidak hanya harus mengacu pada aturan internal perusahaan saja, namun juga aturan berdasarkan CASR (*Civil Aviation Safety Regulation*) yang berlaku baik mulai proses awal hingga pesawat dilakukan *Return to Service* kepada customer. Beberapa hal yang melatarbelakangi permasalahan ini adalah adanya pemilihan *warehouse* yang harus sesuai dan dapat mendukung secara penuh baik proses *schedule* maupun *unschedule maintenance*. *Warehouse* tersebut juga harus memenuhi kriteria dari segi *compliance to CASR*, biaya yang ditimbulkan selama proses pengadaan dan distribusi, dan Kapasitas *warehouse* selama proses *maintenance* khususnya *Aircraft on Ground type*.

B. Identifikasi Penyebab

1. Persyaratan CASR untuk proses pengadaan, penyimpanan dan pendistribusian barang-barang komponen pesawat cukup rumit, sehingga maskapai memiliki kendala dalam hal memenuhi 100% ketersediaan.

2. Biaya penanganan: Lahan, pajak, manpower, biaya listrik, air dan biaya lainnya juga menjadi faktor utama dalam pemilihan *warehouse* untuk penyimpanan *spare part* pesawat udara.
3. Kapasitas yang cukup memadai, area segregasi yang harus sesuai dan kaitannya dengan jumlah *spare parts* yang banyak, mengakibatkan adalah kebutuhan kapasitas yang cukup luas. Mengingat dalam peletakkan *spare parts* harus sesuai dengan ketentuan yang dipersyaratkan.
4. Fleksibilitas dalam hal proses masuk barang dimana memerlukan proses *quality check dan inspection, compliance check, pooling system, wms systems* yang memadai juga diperlukan dalam proses handling *spare parts AOG* ini.

C. Output yang dihasilkan dari penelitian ini meliputi:

1. Bobot prioritas kriteria pemilihan warehouse AOG
2. Peringkat alternatif warehouse
3. Rekomendasi lokasi warehouse optimal
4. Model pengambilan keputusan berbasis AHP yang dapat direplikasi oleh MRO/AMO
5. Tujuan Keputusan
Menentukan **lokasi warehouse terbaik** untuk mendukung penanganan **Aircraft on Ground (AOG)** pada proses perawatan pesawat udara oleh BAT / MRO.

6. Kriteria Keputusan

Tabel 3.1 Kriteria Keputusan AHP

Kode Kriteria	Kriteria	Keterangan
C1	Compliance CASR	Kepatuhan Warehouse Terhadap CASR Part 145
C2	Cost	Biaya operasional dan distribusi
C3	Capacity & Flexibility	Kapasitas dan kemampuan menangani lonjakan AOG

7. Alternatif Warehouse

Tabel 3.2 Alternatif Warehouse Lion Group

Kode Kriteria	Keterangan
A1	Warehouse Balaraja
A2	Warehouse Bandara Mas
A3	Warehouse Lion Operation Center

8. Proses Perhitungan dengan metode AHP

9. AHP untuk kriteria warehouse

a. Matriks Perbandingan Kriteria Berpasangan

Untuk setiap kriteria i dan j :

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika } i = j \\ \text{skala Saaty (1-9)}, & \text{jika } i \neq j \end{cases}$$

Sifat matriks:

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$$

Bentuk matriks:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Tabel 3.3 Matrik Perbandingan Kriteria Berpasangan

KRITERIA	CASR	COST	CAP
CASR	1	0.1	0.2
COST	9	1.0	1.8
CAP	5	0.6	1.0
SUM	15	2	3

b. Normalisasi Matriks Perbandingan

Jumlahkan setiap kolom:

$$\sum_{i=1}^n a_{ij}$$

Normalisasi elemen matriks:

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

Matriks normalisasi:

$$N = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \cdots & n_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ n_{n1} & n_{n2} & \cdots & n_{nn} \end{bmatrix}$$

Tabel 3.4 Normalisasi Matrik Perbandingan Kriteria Berpasangan

KRITERIA	CASR	COST	CAP
CASR	0.1	0.1	0.1
COST	0.6	0.6	0.6
CAP	0.3	0.3	0.3
SUM	1.0	1.0	1.0

c. Perhitungan Bobot / Priority Vector

Dalam bentuk vektor:

$$WSV_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} \times w_j$$

$$WSV = A \times W$$

Tabel 3.5 Prioritas Vektor Kriteria

KRITERIA	JUMLAH
CASR	0.2
COST	1.8
CAP	1.0
SUM	3.0

d. Perhitungan Weighted Sum Vector (WSV)

Bobot kriteria w_i diperoleh dari rata-rata baris matriks normalisasi:

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n n_{ij}$$

Vektor bobot:

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$$

Syarat:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Tabel 3.6 Prioritas / Bobot Kriteria

KRITERIA	PRIORITAS
CASR	0.1
COST	0.6
CAP	0.3
SUM	0.6

e. Perhitungan Nilai Eigen (λ) Tiap Kriteria

$$\lambda_i = \frac{WSV_i}{w_i}$$

Tabel 3.7 Nilai eigen per kriteria

KRITERIA	EIGEN VALUE
CASR	1.0
COST	1.0
CAP	1.0

f. Perhitungan Nilai Eigen Maksimum (λ_{max})

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lambda_i$$

Tabel 3.8 Eigen Maksimum Kriteria

KRITERIA	EIGEN VALUE MAX
CASR	1.0
COST	1.0
CAP	1.0
SUM	3.0

g. Consistency Index (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Tabel 3.9 Konsistensi Indeks Kriteria

CI	0.000
RI	0.580
CR	0.000

h. Consistency Ratio (CR)

i. Tabel Random Index

Tabel 3.10 Tabel Random Indeks Per kriteria

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

Rumus perhitungan *consistency ratio*:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Tabel 3.11 Konsistensi Rasio Kriteria

CI	0.000
RI	0.580
CR	0.000

Kriteria konsistensi

$CR \leq 0.10 \Rightarrow$ Penilaian konsisten

$CR > 0.10 \Rightarrow$ Penilaian perlu diperbaiki

g. Skor Global Alternatif

Tabel 3.12 Skor Global Alternatif Kriteria

Compliance CASR	0.08
Cost	0.54
Capacity & Flexibility	0.38

10. Perhitungan Matrik AHP Compliance CASR, COST, Capacity & Flexibility

i. Matriks Perbandingan Berpasangan (Compliance CASR)

Tabel 3.13 Matrik Perbandingan Berpasangan Compliance CASR

CASR	<CASR	>CASR	=CASR
<CASR	3	0.1	0.2
>CASR	7	1.0	1.4
=CASR	5	0.7	1.0
SUM	13	2	3

Tabel 3.14 Matrik Perbandingan Berpasangan COST

COST	LOW	HIGH	MEDIUM
LOW	5	0.6	1.0
HIGH	9	1.0	1.8
MEDIUM	5	0.6	1.0
SUM	13	2	5

Tabel 3.14 Matrik Perbandingan Berpasangan Capacity & Flexibility

CAPABILITY	MEDIUM	FAST	MEDIUM
MEDIUM	3	0.4	1.0
FAST	7	1.0	1.4
MEDIUM	3	0.7	1.0
SUM	13	2	3

j. Normalisasi Matrik Perbandingan

Tabel 3.15 Matrik Normalisasi Compliance CASR

CASR	<CASR	>CASR	=CASR
<CASR	0.1	0.1	0.1
>CASR	0.5	0.5	0.5
=CASR	0.4	0.4	0.4
SUM	1.0	1.0	1.0

Tabel 3.16 Matrik Normalisasi Cost

COST	LOW	HIGH	MEDIUM
LOW	0.2	0.2	0.2
HIGH	0.5	0.5	0.8
MEDIUM	0.2	0.2	0.0
SUM	1.0	1.0	1.0

Tabel 3.17 Normalisasi Capacity & Flexibility

CAPABILITY	MEDIUM	FAST	MEDIUM
MEDIUM	0.1	0.1	0.1
FAST	0.5	0.5	0.5
MEDIUM	0.4	0.4	0.4
SUM	1.0	1.0	1.0

k. Perhitungan Bobot / Priority Vector

Tabel 3.18 Total Bobot Vektor Compliance CASR

CASR	JUMLAH
<CASR	0.2
>CASR	1.6
=CASR	1.2
SUM	3.0

Tabel 3.19 Total Bobot Vektor Cost

COST	JUMLAH
LOW	0.6
HIGH	1.9
MEDIUM	0.5
SUM	3.0

Tabel 3.20 Total Bobot Vektor Capability & Flexibility

CAPABILITY	Jumlah
MEDIUM	0.2
FAST	1.6
MEDIUM	1.2
SUM	3.0

l. Perhitungan Weighted Sum Vector (WSV)

Tabel 3.21 Weighted Sum Vector (WSV) Compliance CASR

CASR	PRIORITAS
<CASR	0.6
>CASR	1.4
=CASR	1.0
SUM	3.0

Tabel 3.22 Weighted Sum Vector (WSV) Cost

COST	PRIORITAS
LOW	0.2
HIGH	0.3
MEDIUM	0.2
SUM	0.6

Tabel 3.21 Weighted Sum Vector (WSV) Capability & Flexibility

CAPABILITY	PRIORITAS
MEDIUM	0.1
FAST	0.3
MEDIUM	0.1
SUM	0.6

m. Perhitungan Nilai Eigen (λ) Tiap Kriteria dan Eigen Maksimum (λ max)

Tabel 3.22 (λ) Eigen Value dan Eigen Maksimum Compliance CASR

CASR	Jumlah
<CASR	0.6
>CASR	1.4
=CASR	1.0
SUM	3.0

Tabel 3.23 (λ) Eigen Value dan Eigen Maksimum Cost

COST	EIGEN VALUE
LOW	3.0
HIGH	0.6
MEDIUM	0.6
SUM	4.2

Tabel 3.24 (λ) Eigen Value dan Eigen Maksimum Capability & Flexibility

CAPABILITY	Eigen Value
MEDIUM	1.8
FAST	0.6
MEDIUM	0.6
SUM	3.0

n. Skor Global Alternatif

Tabel 3.25 Skor Global Alternatif Compliance CASR

<CASR	0.12
>CASR	0.28
=CASR	0.20

Tabel 3.26 Skor Global Alternatif Cost

LOW	0.16
HIGH	0.28
LOW	0.16

Tabel 3.27 Skor Global Alternatif Capability & Flexibility

MEDIUM	0.14
FAST	0.32
MEDIUM	0.14

Hasil Akhir:

Tabel 3.28 Acuan Berdasarkan Kemampuan Warehouse Lion Group

Alternatif	Compliance CASR	Cost	Capacity & Flexibility
Warehouse Balaraja	Facility & Document	Personnel, Tax	Medium Area, Less Segregation
Warehouse Bandara Mas	Facility, Personnel, Storage, Document	Pesonnel, Tax, Facility, Utility	High Area, More Segregation
Warehouse Lion Operation Center	Facility, Storage, Document	Personnel, Tax	High Area, Less Segregation

Tabel 3.29 Pembobotan Global – Compliance CASR

Alternatif	Compliance CASR
Warehouse Balaraja	0.0144
Warehouse Bandara Mas	0.0336
Warehouse Lion Operation Center	0.024

Tabel 3.29 Pembobotan Global – Cost

Alternatif	Cost
Warehouse Balaraja	0.044210526
Warehouse Bandara Mas	0.079578947
Warehouse Lion Operation Center	0.079578947

Tabel 3.29 Pembobotan Global – Capacity & Flexibility

Alternatif	Capacity & Flexibility
Warehouse Balaraja	0.027692308
Warehouse Bandara Mas	0.064615385
Warehouse Lion Operation Center	0.027692308

4. SIMPULAN DAN SARAN

Pemilihan warehouse untuk proses perawatan pesawat dengan sistem AOG hendaknya memenuhi kriteria berikut berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan bantuan pakar dalam penanganan *spare parts* pesawat udara, baik untuk AOG dan *schedule maintenance*:

Tabel 4.1 Hasil akhir pemilihan *warehouse* untuk AOG *spare parts*

Alternatif	Total	Ranking
Warehouse Balaraja	0.086302834	3
Warehouse Bandara Mas	0.177794332	1
Warehouse Lion Operation Center	0.131271255	2

1. Berkaitan dengan persyaratan yang dikeluarkan oleh CASR untuk proses pengadaan, penyimpanan dan pendistribusian barang-barang komponen pesawat cukup rumit dan dengan hasil pemeringkatan menggunakan AHP diperoleh bahwa warehouse Bandara Mas memang sudah berada di posisi paling tinggi, dengan 0,178 poin dimana dalam kaitannya dengan poin diatas *warehouse* ini memiliki *compliance CASR* yang cukup besar. Terlihat dari adanya tim *warehouse* yang dekat dengan area *operational floor*, membuat ketiga proses diatas menjadi mudah, efisien dan cepat.
2. Biaya penanganan: Terlihat bahwa *warehouse* Bandara Mas dan *Lion Operation Center* memiliki bobot yang sama, namun dapat kita simpulkan bahwa yang memiliki biaya terendah berada di *warehouse* Balaraja
3. Terkait dengan kapasitas yang dipersyaratkan ditunjukkan di tabel 3.29 yang mana *warehouse* Bandara Mas menempati posisi tertinggi, karena memang setelah diteliti lebih lanjut terkait dengan kelengkapan area segregasi dan proses pendukung lainnya memang *warehouse* ini memiliki poin paling baik dan layak.
4. Fleksibilitas dalam hal proses masuk barang ke *warehouse* dipegang oleh Bandara Mas juga, dimana memerlukan proses *quality check dan inspection, compliance check, pooling system, wms systems* yang memadai juga diperlukan dalam proses handling *spare parts AOG* ini dengan fasilitas baik manpower dan juga sistem WMS yang cukup baik.
5. Dari ketiga *warehouse* yang dimiliki oleh Lion Air, maka dapat disimpulkan sesuai dengan tabel 4.1 diatas bahwa *Warehouse Bandara Mas* memiliki kriteria yang paling sesuai yang dapat mencakup tiga elemen syarat berdirinya *warehouse* guna menunjang proses *maintenance* perawatan pesawat udara di Lion Air Group.

Saran yang dapat diberikan adalah dengan membangun *warehouse* yang memang memiliki fokus untuk kedua jenis *maintenance* sekaligus, baik itu *schedule* maupun *unschedule maintenance*. Sehingga perusahaan dapat mengeluarkan biaya yang minimal dan tidak meninggalkan aspek safety dan compliance yang telah dipersyaratkan oleh CASR dan regulasi terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- Bazargan, M. (2016). *Airline operations and scheduling* (2nd ed.). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781315603914>
- Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2020). *Civil Aviation Safety Regulations (CASR) Part 145: Approved Maintenance Organization*. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2020). *Civil Aviation Safety Regulations (CASR) Part 21: Certification Procedures for Products and Articles*. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.

- Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2020). Civil Aviation Safety Regulations (CASR) Part 43: Maintenance, Preventive Maintenance, Rebuilding, and Alteration. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Govindan, K., Khodaverdi, R., & Jafarian, A. (2013). A fuzzy multi criteria approach for measuring sustainability performance of a supplier based on triple bottom line approach. *Journal of Cleaner Production*, 47, 345–354.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.04.014>
- Govindan, K., & Jepsen, M. B. (2016). Supplier risk assessment based on trapezoidal intuitionistic fuzzy numbers and AHP. *Expert Systems with Applications*, 43, 330–340.
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.07.037>
- Kumar, S., Vrat, P., & Shankar, R. (2016). A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain. *Computers & Industrial Engineering*, 93, 203–212.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.12.020>
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation*. McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83–98. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2012). *Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3597-6>

