

Simulasi Distribusi *Manpower* Pemeliharaan Maskapai X Dengan Metode *Northwest Corner*, *Least Cost*, Dan *Vogel's Approximation Method*

Moch. Rezza Mahendra^{*[1]}, Mufti Arifin^[2], Ericko Chandra Utama^[3]

^{[1][2][3]} Prodi Teknik Penerbangan, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jl. Halim Perdanakusuma, RT.1/RW.9, Halim Perdana Kusuma, Kec. Makasar, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13610, Indonesia.

*Corresponding Author : mochrezzamahendra@gmail.com

Abstark- Pemeliharaan pesawat udara sangat penting dilakukan. Dimana pada saat ini pesawat udara sebagai salah satu alat transportasi yang digunakan oleh masyarakat. Hal tersebut membutuhkan *manpower* untuk kegiatan pemeliharaan terjadwal dan tidak terjadwal. Salah satu kegiatan pemeliharaan terjadwal adalah *A04-Check* yang membutuhkan jumlah *manpower* cukup banyak untuk pemeliharaannya. Pada maskapai X mempunyai *manpower* yang terbatas dan harus mengirimkan *manpower* tersebut ke bandara-bandara pemeliharaan yang kekurangan *manpower*. Simulasi distribusi *manpower* dibutuhkan untuk mencari solusi untuk mengirimkan *manpower* dengan mencari biaya yang minimum. Pusat bandara pemeliharaan pada simulasi adalah Bandara Soekarno-Hatta (CGK), Bandara Juanda (SUB) dan Bandara Sultan Hasanuddin (UPG). Simulasi pada penelitian menggunakan data pemeliharaan *A04-Check* pesawat ATR 72-600 sebagai dasar referensi melihat banyaknya pekerjaan jumlah *manhour* dan perkiraan jumlah *manpower* yang dibutuhkan pada saat pemeliharaan. Pada penelitian menggunakan metode transportasi solusi awal yaitu: Metode *Northwest Corner*, *Least Cost*, dan *Vogel's Approximation Method*. Metode transportasi adalah metode yang digunakan untuk permasalahan pengiriman barang dengan mencari biaya yang minimum. Pada simulasi ini metode transportasi digunakan untuk mencari solusi agar maskapai X bisa meminimalkan biaya operasional pengiriman *manpower* ke setiap bandara pemeliharaan yang dibutuhkan. Biaya dengan metode *Northwest Corner* mendapatkan solusi biaya sebesar 4718 USD atau Rp.68.920.779,90, sedangkan pada metode *Least Cost* memperoleh biaya sebesar 3451 USD Atau Rp.50.412.380,55 , dan pada metode *Vogel's Approximation Method* memperoleh biaya sebesar 2884 USD atau Rp.42.129.616,20. Sehingga alokasi pengiriman *manpower* yang paling hemat adalah metode *Vogel's Approximation Method*.

Kata kunci: *Maintenance*, *Manpower*, Metode Transportasi.

I. Pendahuluan

Transportasi saat ini sangat dibutuhkan oleh masyarakat pada umumnya, salah satunya adalah pesawat udara. Pesawat udara adalah salah satu moda transportasi untuk mengangkut penumpang untuk melakukan suatu perjalanan ke berbagai daerah dengan aman, nyaman dan harga yang terjangkau. Di sisi lain, karena pesawat harus digunakan sebagai alat transportasi, pesawat harus selalu dalam keadaan laik terbang. Beberapa orang merasa sangat rugi jika pesawatnya *delay* atau penerbangannya *delay*. Oleh karena itu, diperlukan *manpower* yang bertanggung jawab atas pemeliharaan yang tepat untuk memastikan bahwa pesawat selalu dalam kondisi laik terbang.

Manpower untuk pemeliharaan sangat penting bagi setiap maskapai karena sangat mempengaruhi operasional maskapai. Oleh karena itu, pemeliharaan pesawat merupakan salah satu prioritas atau hal penting yang harus dilakukan. Dibutuhkan *manpower* yang handal untuk mengelola pesawat dalam pemeliharaan agar tetap dalam kondisi baik dan siap terbang

Dalam hal ini, maskapai penerbangan x dengan hanya memiliki *manpower* pemeliharaan yang terbatas perlu mengirimkan *manpower* ke bandara di luar area pemeliharaan. Ada tiga bengkel pemeliharaan, yaitu: Bandara Soekarno-Hatta (CGK), Bandara Juanda (SUB), dan Bandara Sultan Hasanuddin (UPG).

Maskapai x harus mengirim *manpower* untuk melaksanakan pemeliharaan ke beberapa bandara yang masih membutuhkan *manpower* yang belum mencukupi untuk menangani beberapa pesawat. Sehubungan dengan itu maka diperlukan analisis simulasi distribusi *manpower* pemeliharaan maskapai x dengan metode transportasi, dengan tujuan untuk mengetahui kebutuhan *manpower* pemeliharaan dan biaya yang harus dikeluarkan maskapai untuk distribusi *manpower*.

II. Landasan Teori

2.1 Pemeliharaan (*Maintenance*)

Pemeliharaan pesawat udara merupakan salah satu bagian penting dalam

penerbangan. Pemeliharaan adalah semua kegiatan yang dilakukan untuk mempertahankan pesawat udara, komponen-komponen pesawat udara dan perlengkapannya dalam keadaan laik udara termasuk inspeksi, reparasi, servis, *overhaul* dan penggantian *part*. Pemeliharaan pesawat udara bertujuan untuk menjaga kelaikan terbang pesawat yang bersangkutan. Proses penjagaan kelaikan dimulai sejak pesawat udara masih dalam tahap desain, tahap pengembangan dan sertifikasi pesawat baru dan berlanjut terus pada saat pesawat udara dioperasikan⁽¹⁾.

2.2 Tenaga Kerja (*Manpower*)

Tenaga kerja adalah setiap orang yang melakukan kegiatan untuk menghasilkan produk atau jasa yang menguntungkan terhadap perusahaan. Menurut Undang-Undang Nomor 13 tahun 2003 Bab I Pasal 1 ayat disebutkan bahwa tenaga kerja adalah setiap orang yang mampu melakukan pekerjaan guna menghasilkan barang dan/atau jasa baik untuk memenuhi kebutuhan sendiri maupun untuk masyarakat⁽²⁾. Menurut Undang-Undang Nomor 1 tahun 2009 Bab I tentang Personel Penerbangan, yang selanjutnya disebut personel adalah personel yang berlisensi atau bersertifikat yang diberi tugas dan tanggung jawab di bidang penerbangan⁽³⁾. Salah satu profesi di dunia penerbangan adalah tenaga kerja yang memiliki lisensi di bidang ahli pemeliharaan pesawat udara (*aircraft maintenance engineer license*) atau AMEL yang terdapat di CASR 65. AMEL bertugas untuk menjaga kelaikan terbang atau *airworthiness* dari sebuah pesawat udara yang terdapat pada CASR 43⁽⁴⁾.

2.3 Riset Operasi

Riset operasi (ilmu manajemen) adalah penerapan metode ilmiah, teknik dan peralatan untuk memecahkan masalah yang timbul dalam operasi perusahaan dengan tujuan mencari alternatif pemecahan masalah yang optimal⁽⁵⁾.

2.4 Metode Transportasi

Penelitian ini menggunakan metode transportasi untuk menganalisa ketersediaan dan kebutuhan *Manpower*

pemeliharaan pada maskapai x di bandara-bandara pemeliharaan. Metode transportasi adalah suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan produk atau jasa, ke tempat-tempat yang membutuhkan secara optimal. Metode transportasi juga digunakan untuk memecahkan masalah bisnis, pembelanjaan modal, alokasi dana untuk investasi, analisis lokasi, keseimbangan lini perakitan dan perencanaan.

2.5 Metode Transportasi Solusi Awal

Metode transportasi terdiri atas 2 langkah utama, yaitu pencarian solusi awal dan pencarian solusi optimal⁽⁷⁾.

Adapun beberapa metode yang digunakan untuk menentukan solusi awal, yaitu:

1. Metode NWC (*North West Corner*)
2. Metode LC (*Least Cost*)
3. Metode VAM (*Vogel's Approximation Method*)

2.5.1 Metode NWC (*North West Corner*)

Metode Sudut Barat Laut (*North West Corner Method*) adalah sebuah metode untuk menyusun tabel awal dengan cara mengalokasikan distribusi mulai dari sel yang terletak pada sudut kiri atas. Itulah sebabnya dinamakan metode Barat Laut⁽⁷⁾.

2.5.2 Metode *Least Cost*

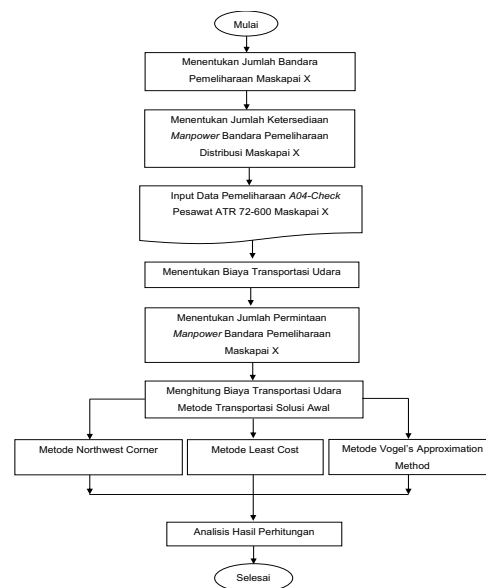
Metode *Least Cost* adalah metode yang membuat alokasi berdasarkan kepada biaya yang terendah. Metode ini merupakan sebuah pendekatan yang sederhana⁽⁷⁾.

2.5.3 Metode VAM (*Vogel's Approximation Method*)

Metode VAM (*Vogel's Approximation Method*) adalah salah satu metode yang sering digunakan untuk mencari biaya minimum pada persoalan transportasi⁽⁷⁾.

III. Metode Penelitian

3.1 Flowchart Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

Langkah pertama pada penelitian ini menentukan simulasi jumlah bandara pemeliharaan, setelah itu menentukan simulasi jumlah ketersediaan *manpower* pada bandara distribusi maskapai X, input data pemeliharaan A04-Check pesawat ATR 72-600 dilihat dari jumlah total *manhours*. Menentukan biaya transportasi udara dan menentukan permintaan *manpower* pada bandara pemeliharaan, setelah itu menghitung menggunakan metode transportasi yaitu: NWC (*Northwest Corner*), LC (*Least Cost*), dan VAM (*Vogel's Approximation Method*), dan analisis hasil perhitungan untuk melihat menggunakan metode apa yang biayanya optimum.

3.2 Data Penelitian

Data penelitian didapat dari data *task card* A04-Check milik salah satu maskapai Indonesia sebagai data untuk mengetahui pekerjaan *manpower* dan *manhours* yang dibutuhkan pada pemeliharaan A04-Check pesawat ATR 72-600. Pemeliharaan A04-Check dipilih karena memiliki *manhour* yang cukup banyak untuk melakukan pemeliharaan di *line maintenance*. Penelitian ini juga melihat bandara sebagai tempat bandara pemeliharaan yang bandara tersebut untuk distribusi *manpower* dari bandara distribusi *manpower* maskapai X.

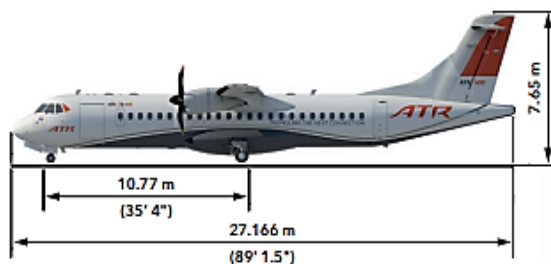
3.3 Spesifikasi Pesawat ATR 72-600

Penelitian ini menggunakan pesawat ATR 72-600 sebagai bahan penelitian. Pesawat ATR 72-600 adalah pesawat penumpang regional jarak pendek dengan mesin *twin turbo prop* yang dibangun oleh perusahaan *francis* dan *italia*. Pesawat ATR 72-600 memiliki kapasitas seat hingga 78 *seat passanger*.

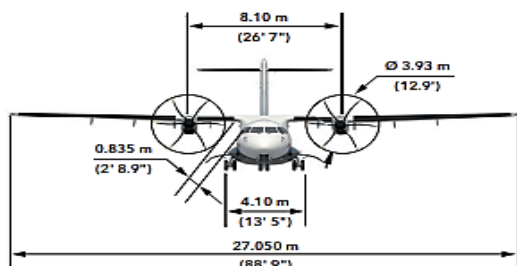
Pesawat ATR cocok untuk semua wilayah di dunia, dalam semua jenis kondisi (dingin, panas dan tinggi, lingkungan yang keras), dan berbagai bandara (lapangan terbang tidak beraspal, landasan pacu pendek). Adapun spesifikasi pesawat ATR 72-600 sebagai berikut⁽¹⁰⁾:



Gambar 3.16 Pesawat ATR 72-600 Tampak Atas⁽¹⁰⁾



Gambar 3.17 Pesawat ATR 72-600 Tampak Samping⁽¹⁰⁾



Gambar 3.18 Pesawat ATR 72-600 Tampak Depan⁽¹⁰⁾

3.4 Perangkat Lunak QM for Windows

Metode Transportasi dapat di selesaikan dan lebih praktis dengan menggunakan bantuan peralatan salah satunya adalah QM for Windows. QM adalah kepanjangan dari *quantitative method* yang merupakan perangkat lunak seputar manajemen operasi. Metode transportasi merupakan salah satu teknik yang bisa dihitung menggunakan QM for Windows⁽¹¹⁾.

IV. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Pemeliharaan A04-Check ATR 72-600 Berdasarkan Task Card

Pekerjaan pada A04-Check pada pesawat ATR 72-600 adalah pekerjaan *schedule* yang rutin dilaksanakan. Pekerjaan pada saat A Check dipilih karena pemeliharannya dilakukan di *line maintenance*. Pada pemeliharaan A04-Check pesawat ATR 72-600 juga dilihat dari segi jumlah estimasi *manhour* yang memerlukan waktu yang cukup banyak dalam proses pemeliharaan tersebut. Adapun ATA Chapter, jenis pekerjaan dan estimasi pekerjaan pada saat pemeliharaan A04-Check pesawat ATR 72-600 sebagai berikut:

Tabel 4.14 Pekerjaan A04-Check ATR 72-600

Pemeliharaan A04-Check Pesawat ATR-72-600			
NO	ATA CHAPTER	Jenis Pekerjaan	EST. Manhour
1	12	Visual Check	1.60
		Cleaning	2.50
		Lubrication	5.78
2	21	Visual Check	8.35
		Operational Check	1.58
		Cleaning	2.00
3	24	ENVIRONMENTAL	6.00
		General Visual Inspection	
		Operational Test	0.27
4	26	Operational Test	0.75
		Visual Check	0.25
		Operational Test	0.25
5	27	Operational Test	4.43
		Visual Check	0.56
		General Visual Inspection	0.39
6	29	HYDRAULIC POWER	1.25
		Operational Test	4.32
		Visual Check	0.20
7	30	Operational Test	0.25
		Visual Check	0.50
		Detailed Visual Inspection	0.25
8	32	Operational Test	0.42
		Visual Check	0.50
		Detailed Visual Inspection	0.25
9	33	Operational Test	0.25
		Visual Check	0.42
		Detailed Visual Inspection	0.25
10	35	Operational Test	0.25
		Visual Check	0.50
		Detailed Visual Inspection	0.25
11	36	Operational Test	0.42
		Visual Check	0.50
		Detailed Visual Inspection	0.25
12	38	Operational Test	0.50
		Visual Check	0.63
		Detailed Visual Inspection	0.75
13	52	Operational Test	0.75
		Visual Check	0.75
		General Visual Inspection	1.50
14	53	Operational Test	1.38
		Visual Check	6.44
		General Visual Inspection	6.90
15	61	Operational Test	4.00
		Visual Check/Inspection	32.00
		Cleaning	2.00
16	71	Operational Test	3.30
		Visual Check	0.75
		General Visual Inspection	4.94
17	72	Operational Test	5.46
		Visual Check	5.72
		Detailed Inspection	5.72
18	78	Operational Test	5.72
		Visual Check	5.72
		Detailed Inspection	5.72
19	79	Operational Test	5.72
		Visual Check	5.72
		Detailed Inspection	5.72
20	OIL	Operational Test	5.72
		Visual Check	5.72
		Detailed Inspection	5.72
Total Estimasi Manhours			118.92

Pada **Tabel 4.1** diatas terdapat Jenis pekerjaan dan estimasi manhours untuk pelaksanaan pemeliharaan A04-Check pesawat ATR 72-600. Berdasarkan Tabel 4.1 diatas ada beberapa ATA Chapter untuk pemeliharaan A04-Check pesawat ATR 72-600 tersebut. Manpower menjadi peran penting untuk dilakukan distribusi ke setiap bandara yang membutuhkan manpower agar proses pemeliharaan dapat diselesaikan dengan waktu yang lebih cepat sehingga pesawat dapat beroperasi kembali.

4.2 Simulasi Bandara Pemeliharaan Maskapai X

Maskapai X memiliki 5 bandara pemeliharaan pesawat ATR 72-600. Setiap bandara pemeliharaan memiliki jumlah *manpower* dan pesawat ATR 72-600 yang berbeda-beda yang sudah saatnya untuk pemeliharaan A04-Check. Pada simulasi memilih bandara-bandara di wilayah Indonesia sebagai dasar bandara pemeliharaan pada saat A04-Check atau pemeliharaan di *line maintenance*.

Tabel 4.15 Simulasi Bandara Pemeliharaan Maskapai X

Bandara Pemeliharaan Maskapai X				
No	ICAO	IATA	Nama Bandara	Ketersediaan <i>manpower</i>
1	WAPP	AMQ	Pattimura (Ambon, Maluku)	6 <i>Manpower</i>
2	WRKK	KOE	El Tari (Kupang, Nusa Tenggara Timur)	6 <i>Manpower</i>
3	WAMM	MDC	Sam Ratulangi (Manado, Sulawesi Utara)	12 <i>Manpower</i>
4	WALL	BPN	Sepinggian (Balikpapan, Kalimantan timur)	12 <i>Manpower</i>
5	WIPP	PLM	Sultan Mahmud Badaruddin II (Palembang, Sumatera Selatan)	12 <i>Manpower</i>

4.3 Simulasi Ketersediaan Manpower Maskapai X

Simulasi Jumlah ketersediaan *manpower* pada maskapai X di simulasikan berdasarkan jumlah *manpower* yang tersedia disetiap bandara distribusi *manpower* yang dimiliki maskapai X. Ada 3 bandara yaitu Bandara Soekarno-Hatta (CGK), Bandara Juanda (SUB), dan Bandara Sultan Hasanuddin (UPG) untuk distribusi *manpower*. Maskapai X mengirimkan *manpower* yang dimilikinya untuk untuk pemeliharaan A check pesawat ATR 72-600 di 5 bandara pemeliharaan yang ditentukan.

Bandara untuk distribusi mengirimkan *manpower* sesuai dengan keahlian. Disimulasikan dan disesuaikan dengan *task card* A04-Check pemeliharaan pesawat ATR 72-600 dan dihitung *manhour* dari pemeliharaan A04-Check tersebut. Adapun simulasi jumlah *manpower* yang tersedia di bandara untuk distribusi *manpower* sebagai berikut:

Tabel 4.16 Simulasi Bandara Distribusi Manpower Maskapai X

Bandara Distribusi <i>Manpower</i> Maskapai X					
No	ICAO	IATA	Nama Bandara	Lokasi, Provinsi	Jumlah Ketersediaan <i>Manpower</i>
1	WIII	CGK	Soekarno-Hatta	Cengkareng, Banten	20 <i>Manpower</i>
2	WRSJ	SUB	Juanda	Surabaya, Jawa Timur	15 <i>Manpower</i>
3	WAAA	UPG	Sultan Hasanuddin	Makassar, Sulawesi Selatan	13 <i>Manpower</i>

4.4 Biaya Transportasi Udara

Pendistribusian *manpower* dilakukan dengan transportasi udara dengan tujuan operasional terhadap maskapai X berjalan dengan *on time* pada saat pemeliharaan *phase* A04-Check. *Manpower* yang dikirim ialah *manpower* yang dibutuhkan pada saat pemeliharaan di *line maintenance*. Maka di simulasikan biaya transportasi udara sebagai berikut:

Tabel 4.17 Biaya Transportasi Udara (Sumber: <https://www.lionair.co.id/>)

Biaya Tranportasi Udara			
Rule Penerbangan			
Bandara Soekarno-Hatta	Jarak (km)	Harga IDR	Harga USD
CGK-AMQ	2404 km	RP. 2.384.400	166 USD
CGK-KOE	1928 km	RP. 1.204.500	84 USD
CGK-MDC	2185 km	RP. 1.608.700	112 USD
CGK-BPN	1257 km	RP. 1.003.600	70 USD
CGK-PLM	420 km	RP. 488.500	34 USD
Bandara Juanda	Jarak (km)	Harga IDR	Harga USD
SUB-AMQ	1743 km	RP. 2.119.600	148 USD
SUB-KOE	1238 km	RP. 793.100	56 USD
SUB-MDC	1674 km	RP. 1.905.900	133 USD
SUB-BPN	819 km	RP. 685.500	48 USD
SUB-PLM	1026 km	RP. 1.211.100	85 USD
Bandara Makassar	Jarak (km)	Harga IDR	Harga USD
UPG-AMQ	959 km	RP. 1.100.500	77 USD
UPG-KOE	726 km	RP. 1.800.400	126 USD
UPG-MDC	948 km	RP. 977.300	68 USD
UPG-BPN	515 km	RP. 534.400	38 USD
UPG-PLM	1667 km	RP. 1.459.600	102 USD

4.5 Simulasi Jumlah Permintaan Manpower Maskapai X

Simulasi Jumlah permintaan *manpower* pada maskapai X di simulasikan berdasarkan jumlah *manpower* yang tersedia di bandara pemeliharaan distribusi *manpower* yang dimiliki maskapai X. Pada simulasi maskapai X bandara pemeliharaan sudah memiliki beberapa *manpower standby* yang bertugas untuk melakukan pemeliharaan pada pesawat atau perbaikan apabila terjadinya kegagalan pada pesawat. Pada jumlah *manhours* untuk pekerjaan A04-Check adalah 118.92 *Manhours*. Jika di bandara terdapat 1 pesawat dan terdapat 6 personel, maka waktu yang diperlukan adalah:

$$\text{Hours} = \frac{118.92 \text{ Manhours}}{6 \text{ Manpower}} = 19.82 \text{ Hours}$$

Maka waktu yang dibutuhkan untuk 6 personel adalah 19,82 jam. Jika pekerjaan A04-Check dikerjakan pada saat *daily check* dengan waktu yang tersedia adalah 7 jam. Maka waktu (hari) yang dibutuhkan adalah:

$$\text{Time (Days)} = \frac{19.82 \text{ Hours}}{7 \text{ Hours}} = 2.83 \text{ Days}$$

Maka lamanya waktu pekerjaan adalah 3 hari untuk pekerjaan pada saat *daily check*. Pekerjaan A04-Check dengan waktu 3 hari membutuhkan pengaturan jadwal penerbangan agar pesawat tetap menginap di bandara yang sama selama 3 hari. Kelanjutan pekerjaan A04-Check yang di alihkan ke bandara lain juga berisiko terjadi kesalahan dan tidak efisien. Pekerjaan akan lebih efisien jika dapat dikerjakan dalam 1 hari. Jika pekerjaan ingin diselesaikan dalam 1 malam dengan asumsi tersedia waktu *maintenance* 10 jam, maka diperlukan jumlah *manpower*:

$$\begin{aligned} \text{Manpower} &= \frac{118.92 \text{ Manhours}}{10 \text{ Hours}} \\ &= 11.89 \text{ Manpower} \end{aligned}$$

Jadi *manpower* yang dibutuhkan adalah 12 personel, maka perlu dilakukan pengiriman personel tambahan untuk pelaksanaan pemeliharaan A04-Check sehingga proses pemeliharaan menjadi

lebih cepat.

Pada simulasi bandara distribusi *manpower* mengirimkan 6 personel untuk 1 pesawat ATR 72-600 dengan *manpower* yang *standby* di bandara pemeliharaan untuk 1 pesawat ATR 72-600 berjumlah 6 personel. Adapun simulasi kebutuhan jumlah *manpower* dan variasi pesawat ATR 72-600 tiap-tiap bandara pemeliharaan sebagai berikut:

Tabel 4.18 Simulasi Jumlah Permintaan Manpower Maskapai X

Simulasi Jumlah Kebutuhan Manpower Bandara Pemeliharaan Maskapai X				
No	Nama Bandara	Lokasi, Provinsi	Jumlah Pesawat Pemeliharaan A04-Check ATR 72-600	Jumlah Kebutuhan Manpower
1	Pattimura	Ambon, Maluku	1 ATR 72-600	6 Manpower
2	El Tari	Kupang, Nusa Tenggara Timur	1 ATR 72-600	6 Manpower
3	Sam Ratulangi	Manado, Sulawesi Utara	2 ATR 72-600	12 Manpower
4	Sepinggan	Balikpapan, Kalimantan timur	2 ATR 72-600	12 Manpower
5	Sultan Mahmud Badaruddin II	Palembang, Sumatera Selatan	2 ATR 72-600	12 Manpower

4.6 Penggunaan Metode Transportasi Untuk Distribusi Manpower

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode transportasi. Metode tersebut digunakan untuk perencanaan kebutuhan *manpower* dan biaya pengiriman. Metode tersebut merubah alokasi kebutuhan *manpower* untuk mendapatkan alokasi yang optimal menggunakan cara *trial* dan *error*. Pada penelitian menggunakan metode transportasi solusi awal yaitu *North West Corner*, *Least Cost* dan *Vogel's Approximation Method* sebagai dasar perbandingan nilai *cost* yang paling optimum. Adapun simulasi tabel transportasi sebagai berikut:

Tabel 4.19 Tabel Transportasi

	ke	AMQ	KOE	MDC	BPN	PLM	SUPPLY
Dari							
CGK	X_{11}	166	X_{12} 84	X_{13} 112	X_{14} 70	X_{15} 34	20
SUB	X_{16}	148	X_{17} 56	X_{18} 133	X_{19} 48	X_{20} 85	15
UPG	X_{21}	77	X_{22} 126	X_{23} 68	X_{24} 38	X_{25} 102	13
DEMAND		6	6	12	12	12	48

4.6.1 Perhitungan Metode North West Corner

Metode *North West Corner* (sudut barat laut) adalah metode yang paling sederhana

dan mudah diantara ketiga metode yang telah disebutkan untuk mencari solusi awal. Metode NWC Sesuai namanya metode sudut barat laut mengisi tabel awal transportasi dari mulai sudut kiri atas dengan mengisi kebutuhan sel sebanyak-banyaknya. Pengisian dilakukan terus menerus sehingga semua *demand* dan *supply* habis. Adapun hasil perhitungan dari metode NWC (*Northwest Corner*) sebagai berikut:

Tabel 4.12 Hasil Menggunakan Metode *North West Corner*

Dari \ ke	AMQ	KOE	MDC	BPN	PLM	SUPPLY
CGK	6 166	6 84	8 112	70	34	20
SUB	148	56	4 133	11 48	85	15
UPG	77	126	68	1 38	12 102	13
DEMAND	6	6	12	12	12	48

Biaya rute:

Rute Penerbangan	Biaya Transportasi Udara
CGK-AMQ	166 USD
CGK-KOE	84 USD
CGK-MDC	112 USD
SUB-MDC	133 USD
SUB-BPN	48 USD
UPG-BPN	38 USD
UPG-PLM	102 USD

$$Total Cost = (6 \times 166 \text{ USD}) + (6 \times 84 \text{ USD}) + (8 \times 112 \text{ USD}) + (4 \times 133 \text{ USD}) + (11 \times 48 \text{ USD}) + (1 \times 38 \text{ USD}) + (12 \times 102 \text{ USD})$$

$$Total Cost = 4718 \text{ USD}$$

4.6.2 Perhitungan Metode *Least Cost*

Pada umumnya, metode *Least Cost* memberikan pemecahan awal yang lebih baik atau biaya pengiriman total lebih kecil dibandingkan metode *North West Corner*. Adapun hasil perhitungan dari metode *Least Cost* sebagai berikut:

Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Metode *Least Cost*

Dari \ ke	AMQ	KOE	MDC	BPN	PLM	SUPPLY
CGK	166	84	8 112	70	12 34	20
SUB	6 148	6 56	3 133	48	85	15
UPG	77	126	1 68	12 38	102	13
DEMAND	6	6	12	12	12	48

Biaya rute:

Rute Penerbangan	Biaya Transportasi Udara
CGK-PLM	34 USD
UPG-PLM	38 USD
SUB-KOE	56 USD
UPG-MDC	68 USD
CGK-MDC	112 USD
SUB-MDC	133 USD
SUB-AMQ	148 USD

$$Total Cost = (12 \times 34 \text{ USD}) + (12 \times 38 \text{ USD}) + (6 \times 56 \text{ USD}) + (1 \times 68 \text{ USD}) + (8 \times 112 \text{ USD}) + (3 \times 133 \text{ USD}) + (6 \times 148 \text{ USD})$$

$$Total Cost = 3451 \text{ USD}$$

4.6.3 Perhitungan Metode *Vogel's Approximation Method*

Vogel's Approximation Method (VAM) selalu memberikan pemecahan awal yang lebih baik dibandingkan dengan metode *Northwest Corner* dan *Least Cost*. Hal ini karena metode VAM memperhitungkan biaya transportasi per unit yang diperoleh dari hasil pengurangan dua bagian biaya terkecil dari sel yang berbeda. Adapun hasil perhitungan dari metode *Vogel's Approximation Method* :

Tabel 4.21 Hasil Perhitungan Metode *Vogel's Approximation Method*

DARI \ KE	AMQ	KOE	MDC	BPN	PLM	SUPPLY
CGK	166	84	5 112	3 70	12 34	20
SUB	148	6 56	133	9 48	85	15
UPG	6 77	126	7 68	38	102	13
DEMAND	6	6	12	12	12	48

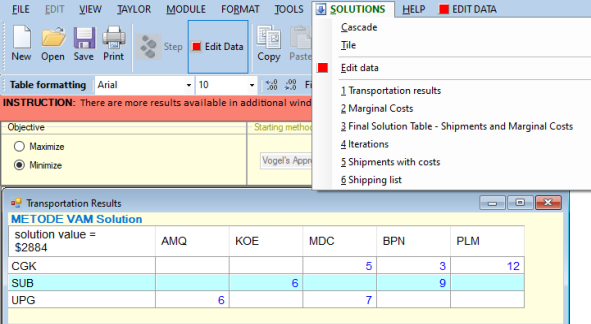
Biaya rute:

Rute Penerbangan	Biaya Transportasi Udara
CGK-PLM	34 USD
CGK-BPN	70 USD
CGK-MDC	112 USD
SUB-KOE	56 USD
SUB-BPN	48 USD
UPG-AMQ	77 USD
UPG-MDC	68 USD

$$\begin{aligned}
 \text{Total Cost} &= 12 \times 34 \text{ USD} + 3 \times 70 \text{ USD} \\
 &\quad + 5 \times 112 \text{ USD} + 6 \times 56 \text{ USD} \\
 &\quad + 9 \times 48 \text{ USD} + 6 \times 77 \text{ USD} \\
 &\quad + 7 \times 68 \text{ USD}
 \end{aligned}$$

$$\text{Total Cost} = 2884 \text{ USD}$$

Adapun pada hasil dengan menggunakan program QM for Windows. Berikut adalah hasil perhitungan dengan metode *vogel's approximation method* menggunakan program QM for Windows:



	AMQ	KOE	MDC	BPN	PLM
CGK			5	3	12
SUB		6		9	
UPG	6		7		

Gambar 4.2 Transportation Result

Pada **Gambar 4.2** diatas hasil dari perhitungan menggunakan *software* QM for Windows didapat solusi permasalahan transportasi sebagai berikut:

- Bandara CGK harus mengirim *manpower* sebanyak 5 *manpower* untuk bandara pemeliharaan MDC, 3 *manpower* untuk bandara pemeliharaan BPN, dan 12 *manpower* untuk bandara pemeliharaan PLM.
- Bandara SUB harus mengirim *manpower* sebanyak 6 *manpower* untuk bandara pemeliharaan KOE, dan 9 *manpower* untuk bandara pemeliharaan BPN.
- Bandara UPG harus mengirim *manpower* sebanyak 6 *manpower* untuk bandara pemeliharaan AMQ, dan 7 *manpower* untuk bandara pemeliharaan MDC.
- Pada pengalokasian tersebut maka maskapai X harus mengeluarkan biaya transportasi sebesar 2884 USD.

V. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan simulasi hasil perhitungan dan pembahasan yang dilakukan untuk simulasi distribusi *manpower* maskapai X pada pemeliharaan A04-Check

memperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan *Task Card* pemeliharaan A04-Check pesawat ATR 72-600 membutuhkan 12 personel sehingga simulasi 8 pesawat pada pemeliharaan A04-Check di bandara pemeliharaan tersebut membutuhkan 48 personel yang dikirim jika di setiap bandara AMQ, KOE masing-masing tersedia 6 *manpower*, dan di bandara MDC, BPN, PLM masing-masing tersedia 12 *manpower*.
- Pada maskapai X disimulasikan ada 3 bandara pemeliharaan untuk distribusi *manpower* dengan jumlah 48 personel terbagi dari bandara CGK 20 Personel, bandara SUB 15 personel, dan bandara UPG 13 personel. Pada 5 bandara pemeliharaan terdapat 8 pesawat pemeliharaan A04-Check masing-masing di bandara AMQ terdapat 1 pesawat, bandara KOE 1 pesawat, bandara MDC 2 pesawat, bandara BPN 2 pesawat, dan bandara PLM 2 pesawat sehingga simulasi 1 pesawat membutuhkan 6 personel yang dikirim.
- Hasil perhitungan pendistribusian *manpower* menggunakan 3 metode transportasi solusi awal yaitu: pada metode *Northwest Corner* mendapatkan solusi biaya sebesar 4718 USD atau Rp.68.920.779,90., pada metode *Least Cost* memperoleh biaya lebih rendah dari metode *Northwest Corner* yaitu sebesar 3451 USD atau Rp.50.412.380,55., dan pada metode *Vogel's Approximation Method* memperoleh biaya lebih rendah dibandingkan metode *Northwest Corner* dan metode *Least Cost* yaitu memperoleh biaya sebesar 2884 USD atau Rp.42.129.616,20 untuk pendistribusian *manpower* di maskapai X.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

- Perhitungan penelitian ini hanya mensimulasikan permasalahan (bukan actual), sehingga penelitian ini perlu dikembangkan lagi dengan kasus yang actual yang ada di maskapai khususnya tentang

- keterbatasan jumlah manpower.
2. Apabila ada permasalahan terbatasnya jumlah ketersediaan manpower dan memerlukan pendistribusian untuk manpower di wilayah tertentu bisa menggunakan metode Vogel's Approximation Method sebagai perolehan biaya minimum untuk mendistribusikan manpower dengan tujuan menghemat biaya operasional pada maskapai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Mora, M., 2012, Literature Review On Aircraft Maintenance Program *Jurnal Penelitian Perhubungan Udara Warta Ardhia*, Vol.38(4), Hal. 356.
- [2]. Pemerintah, RI., 2003, UU No. 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan
- [3]. Pemerintah, RI., 2009, UU No. 1 Tahun 2009 Tentang Penerbangan.
- [4]. Kementerian, RI., 2015, Peraturan menteri Perhubungan republik Indonesia Nomor PM 75 Tahun 2015. *Penyelenggaraan Anal Dampak Lalu Lintas*.
- [5]. Takdir Syaifuddin, D., 2011, *Riset Operasi (Aplikasi Quantitative Analysis For Management)*. Malang: Penerbit Percetakan CV Citra Malang. Hal. 147.
- [6]. Rachman, T., 2016, Riset Operasional Metode transportasi. Tersedia: <http://taufiqurrachman.weblog.esaunggul.ac.id>, diakses pada 19 desember 2021.
- [7]. Mifan, J.I., 2021, Simulasi Pendistribusian Spare Part Oxygen Crew Pesawat Airbus Milik Maskapai X Di Bandara Pattimura Ambon, *Skripsi*, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta.
- [8]. Erika, A., 2019, Perbandingan Metode Least Cost-Stepping Stone Dan Metode Vam-Modi Pada Pengoptimalan Biaya Distribusi Barang (Studi Kasus: PT. Mega Eltra Cabang Medan), *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [9]. ATR 72, 2021, Task Card A04-Check Pesawat ATR 72-600.
- [10]. ATR 72, 2020, ATR 72-600 Specification. Tersedia: <https://www.atr-aircraft.com/wp-content/uploads/2020/07/Factsheets-ATR-72-600.pdf>, diakses pada 20 maret 2022.
- [11]. Riniwati, H., 2015, *Buku Panduan Praktikum Operation Research*. Jurusan Sosial Ekonomi Perikanan Dan Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.
- [12]. Tabroni, H., Komarudin, M., 2021, Riset Operasi Penyelesaian Model Transportasi Dengan Cara Manual Dan Software. Serang Banten: Penerbit Percetakan CV. AA. RIZKY. Hal. 76