



# OPTIMALISASI PENEMPATAN PESAWAT TEMPUR TNI AU DALAM SISTEM PERTAHANAN UDARA NASIONAL

( *Location Optimization of The Fighter Squadron in The  
National Air Defense System* )

Hakim Ar Rifki R<sup>1,4</sup>, Sherly Aprilia<sup>2,5</sup>, Gagat Riano<sup>3,6</sup>

<sup>1,2,3</sup>Departemen Teknik Manajemen Industri, Akademi Angkatan Udara, Yogyakarta, Indonesia  
E-mail: <sup>4</sup>hakimspenma@gmail.com, <sup>5</sup>putriisherry@gmail.com, <sup>6</sup>kryptionsmo@gmail.com

**Abstract—** *This study uses the set covering problem (SCP) method to optimize the placement of the F-16 Fighting Falcon fighter in the national air defense system (Sishanudnas). Then the results of the SCP maximize the covering ability by minimizing the average distance between air bases with the P-Median Problem (PMP). The results of this study indicate that the Indonesian Air Force needs nine squadrons of F-16s, to be able to cover all of Indonesia's airspace. However, if the requirements are to include a base that currently operates fighter aircraft as a location for squadron placement, the Indonesian Air Force needs 11 squadrons of F-16 aircraft.*

**Keywords—**Set Covering Problem, P-Median Problem, Fighter Squadron, F-16, National Air Defense System.

**Abstrak—** *Penelitian ini menggunakan metode set covering problem (SCP) untuk mengoptimalkan penempatan pesawat tempur F-16 Fighting Falcon dalam sistem pertahanan udara nasional (Sishanudnas). Kemudian hasil dari SCP dimaksimalkan kemampuan covering dengan meminimalkan rata-rata jarak antar pangkalan udara dengan P-Median Problem (PMP). Hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa TNI AU membutuhkan Sembilan skadron F-16, untuk dapat mengcover seluruh wilayah udara Indonesia. Namun jika dalam persyaratan harus mengikutkan lanud yang saat ini telah mengoperasikan pesawat tempur sebagai lokasi penempatan skadron, TNI AU membutuhkan 11 skadron pesawat F-16.*

**Kata Kunci—**Set Covering Problem, P-median Problem, Skadron Pesawat tempur, F-16, Sistem Pertahanan Udara Nasional.

## I. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan wilayah yang sangat luas tentunya banyak menghadapi permasalahan dalam menyusun Sistem Pertahanan Nasional. Salah satunya terkait penempatan skuadron tempur untuk mendukung pertahanan udara nasional. Sistem pertahanan udara harus mampu melindungi kehormatan dan keselamatan bangsa dari semua ancaman baik dari luar maupun dari luar negeri, dari sudut pandang politik dan ekonomi, serta perspektif sosial-budaya dan pertahanan [1]. Menyadari akan keterbatasan anggaran negara dan dihadapkan dengan kompleksitas ancaman yang dihadapi, TNI AU telah menyusun kebutuhan pokok minimum (*Minimum Essential Force/MEF*) yang merupakan proyeksi kebutuhan pokok

---

\*Hakim Ar Rifki R

E-mail: [hakimspenma@gmail.com](mailto:hakimspenma@gmail.com)

minimum TNI AU tahun 2005 -2024 untuk dapat melaksanakan tugas pokoknya secara utuh [2]. Permasalahan lain yang dihadapi adalah penempatan skadron pesawat tempur belum dilakukan secara merata di seluruh wilayah Indonesia, dimana skadron pesawat tempur digelar di Indonesia bagian Barat dan sebagian wilayah tengah, serta belum menjangkau Indonesia bagian Timur [3]. Karena itu perlu dipikirkan untuk menempatkan skadron pesawat tempur pada lanud yang tepat, yang dapat mengcover wilayah udara Indonesia secara optimal.

## II. LANDASAN TEORI

Wilayah udara merupakan wilayah kedaulatan NKRI yang memiliki nilai strategis bagi kepentingan pertahanan dan keamanan. Selaku penegak hukum di udara, TNI AU mempunyai kewajiban untuk mengamankan wilayah udara diatas daratan dan lautan yang berada dalam wilayah yuridiksi nasional melalui operasi pertahanan udara. Salah satu upaya yang dilaksanakan oleh TNI AU untuk mendukung pelaksanaan operasi pertahanan udara adalah dengan membangun kekuatan alutsista yang dimilikinya [4]. Pembangunan kekuatan alutsista TNI AU diarahkan untuk mewujudkan empat peran dasar kekuatan udara, dimana salah satunya adalah pertempuran udara [5]. Peran ini akan diemban oleh pesawat tempur multirole dengan dilengkapi dengan variasi persenjataan yang mampu diusung (seperti rudal jenis *air-to-air*, *air-to-surface*, *anti-ship*, *anti-submarine* dan lain-lain). Saat ini TNI AU telah merencanakan untuk mengadakan tiga jenis pesawat, salah satunya adalah F-16 *Fighting Falcon*.

Penelitian ini mencoba menggunakan dua metode optimasi yaitu set covering problem (SCP) dan P-Median Problem (PMP) untuk menghitung menggunakan jumlah kebutuhan skadron pesawat tempur, sekaligus menempatkannya secara optimal dan efisien untuk tiap jenis pesawat yang akan diadakan oleh TNI AU, dengan ketentuan sebagai berikut [2]:

1. Mampu melindungi semua obyek vital dengan setidaknya dari satu lanud dengan meminimalkan waktu respon pesawat tempur.
2. Meminimalkan jumlah lanud operasi yang perlu dikembangkan untuk mendukung sistem pertahanan udara nasional.
3. Memaksimalkan kemampuan perlindungan pesawat tempur dengan meminimalkan jarak keseluruhan atau jarak rata-rata per lokasi jaringan

Metode SCP digunakan untuk menyelesaikan ketentuan satu dan dua, sedangkan metode PMP . akan digunakan untuk menyelesaikan ketentuan ketiga.

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Batasan dan Ruang Lingkup.

Batasan yang diterapkan dalam riset ini adalah sebagai berikut:

1. Lokasi yang digunakan sebagai kandidat penempatan skadron pesawat tempur adalah Pangkalan Udara (Lanud) yang dimiliki oleh TNI AU dan memiliki landasan pacu (*runway*) yang memenuhi syarat untuk pengoperasian pesawat tempur. Sesuai data terdapat 33 lanud yang memenuhi persyaratan.
2. Pesawat Tempur yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah salah satu pesawat tempur strategis yang direncanakan sebagai bagian dari kekuatan TNI AU, yaitu F-16 *Fighting Falcon*. Kemampuan pesawat tempur dalam menyelesaikan misinya (*turn around time*) adalah 1 jam [6]. Dengan *radius of action* (ROA) sejauh 350 NM atau setara dengan 648 KM dan 10 menit combat, maka didapatkan kecepatan standard F-16 yang digunakan ketika menuju sasaran adalah:

$$(648 \times 2) \times \frac{60}{60 - 10} = 1.555,2 \text{ km/jam}$$

3. Untuk mendapatkan maksimal area udara yang harus dilindungi, penelitian ini mengikutkan empat Pulau terluar dari Indonesia, yaitu Pulau Rondo, Liki, Miangas dan Dana. Namun keempat Pulau ini tidak akan dipilih sebagai lokasi penempatan skadron pesawat tempur

B. *Pengolahan Data.*

Pengolahan data penelitian ini akan menggunakan dua metode optimasi, yaitu:

1. *Set Covering Problem (SCP).* Model optimasi untuk menyelesaikan permasalahan ini ditemukan oleh Toregas, Swain, Revelle, and Bergman [7] dalam penelitian mereka tentang penentuan lokasi pelayanan darurat. Notasi dari model SCP yang mereka kembangkan adalah sebagai berikut:

- $i \in I$  = Notasi untuk Lanud yang dilindungi.
- $j \in J$  = Notasi untuk Kandidat lanud yang akan ditempati skadron pesawat te.pur.
- $d_{ij}$  = Jarak terdekat antara lanud  $i$  and  $j$ .
- $S_{ij}$  = Jarak maksimal yang dapat dijangkau dari lanud  $j$  ke lanud  $i$  berdasarkan ROA F-16 350 NM  $\infty$  648 KM.
- $C_j$  = Biaya tetap untuk membangun lanud  $j$ , diasumsikan sama dan bernilai 1
- $n_i$  = Himpunan lanud  $i$  yang dapat dicover dengan jarak yang dipersyaratkan dari lanud  $j$ .  $n_i = \{j/d_{ij} \leq S_{ij}\}$ .
- $a_{ij}$  = Parameter berupa bilangan biner, bernilai 1 jika lanud  $i$  tercover dari lanud  $j$  dengan pesawat  $k$ . 0 jika sebaliknya.  $a_{ij} \in n$ .
- $X_j \in \{0,1\}$  = bilangan keputusan berupa bilangan biner, 1 bila kandidat lanud  $j$  terpilih dan 0 bila tidak.
- Fungsi Tujuan SCP adalah

$$\text{Meminimalkan } \sum_{j \in J}^n C_j X_j \tag{1}$$

- Fungsi Batasan :

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \geq 1 \forall i (i = 1, \dots, m) \tag{2}$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad j = 1, \dots, n \tag{3}$$

Fungsi Tujuan (1) adalah untuk meminimalisasi jumlah skadron pesawat tempur yang diperlukan. Fungsi batasan (2) memastikan bahwa setiap lanud  $i$  akan dilindungi minimal dari satu lanud  $j$ . Batasan (3) merupakan batasan integralitas.

2. *P-Median Problem (PMP).* Merupakan pengembangan dari metode SCP. Hakimi [8], menyatakan bahwa metode ini bertujuan untuk menentukan lokasi p yang tepat, yang dapat meminimalkan jarak rata-rata (berdasarkan permintaan) antara node permintaan dan lokasi dimana fasilitas ditempatkan, sehingga dapat memperkirakan biaya total dari distribusi

barang. Dalam penelitian ini, PMP digunakan untuk mengidentifikasi lokasi yang paling tepat dipilih sebagai lanud induk maupun lanud operasional, dimana dapat maksimal mengcover lanud lain dengan total jarak minimal. Dengan total jarak minimal, maka kemampuan covering dapat dimaksimalkan. Jumlah lanud induk dan operasi yang digunakan dalam model ini diambil dari hasil yang diperoleh melalui SCP. Asumsi dasar dari permasalahan lokasi *set covering* terutama untuk permasalahan yang berhubungan dengan keadaan darurat adalah semua *node demand* harus *dicover* tanpa memperhitungkan kebutuhan biaya [9]. Sehingga dalam formulasi p-median ini dilakukan sedikit modifikasi, dengan mengasumsikan semua biaya C adalah sama (dalam hal ini bernilai 1). Formulasinya adalah sebagai berikut:

- Fungsi Tujuan

$$\text{Meminimalkan } \sum_i \sum_j h_i d_{ij} Y_{ij} \quad (4)$$

- Fungsi Batasan

$$\sum_{j \in J} Y_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \quad (5)$$

$$\sum_j X_j = P \quad (6)$$

$$Y_{ij} - X_j \leq 0 \quad \forall i \in I, \forall j \in J \quad (7)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (8)$$

$$Y_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i \in I, \forall j \in J \quad (9)$$

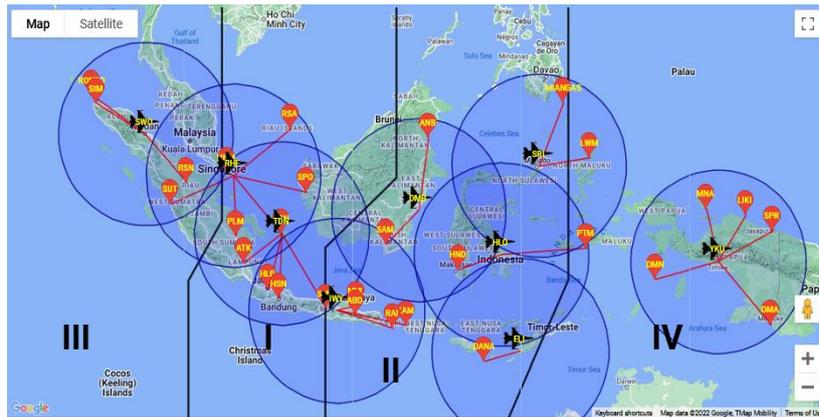
Fungsi tujuan (4) meminimalkan jarak *dij* antara dari lanud *i* ke *j*. Batasan (5) memastikan lanud *i* akan dicover pesawat dari lanud *j*. Batasan (6) menyatakan jumlah lanud yang akan digunakan Batasan (7) mengatakan bahwa lanud *i* dapat dicover oleh skuadron pesawat tempur dari lanud *j* hanya jika ada skuadron pesawat tempur di pangkalan udara *j*. Batasan (8) dan (9) adalah batasan integralitas

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Pengolahan Data.

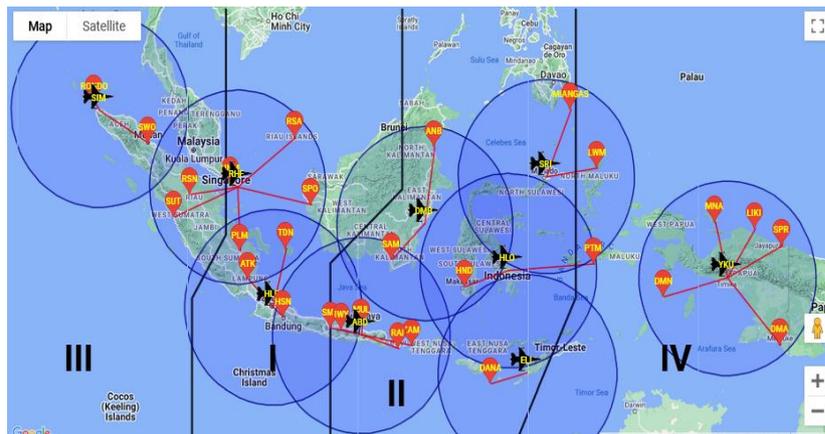
Hasil pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. SCP. Hasil pengolahan data dengan metode SCP didapatkan kebutuhan minimal skadron pesawat tempur untuk mengcover wilayah udara Indonesia adalah sembilan skadron pesawat tempur dengan penempatan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Covering F-16 Berdasarkan Metode SCP

2. PMP. Hasil pengolahan data dengan metode PMP didapatkan kebutuhan minimal skadron pesawat tempur untuk mengcover wilayah udara Indonesia adalah sembilan skadron pesawat tempur dengan penempatan dapat dilihat pada gambar 2.



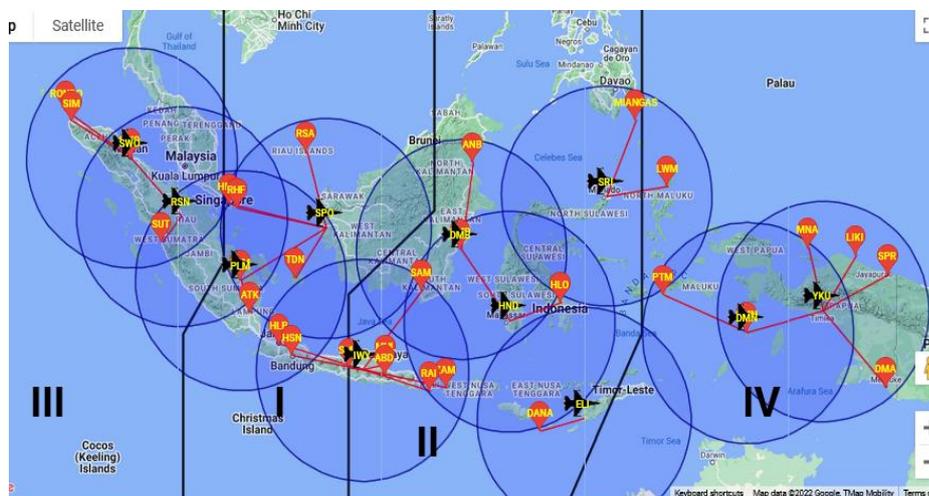
Gambar 2. Covering F-16 dengan Metode PMP

3. Perbandingan Hasil SCP dan PMP dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1** Perbandingan Hasil Metode SCP dan PMP

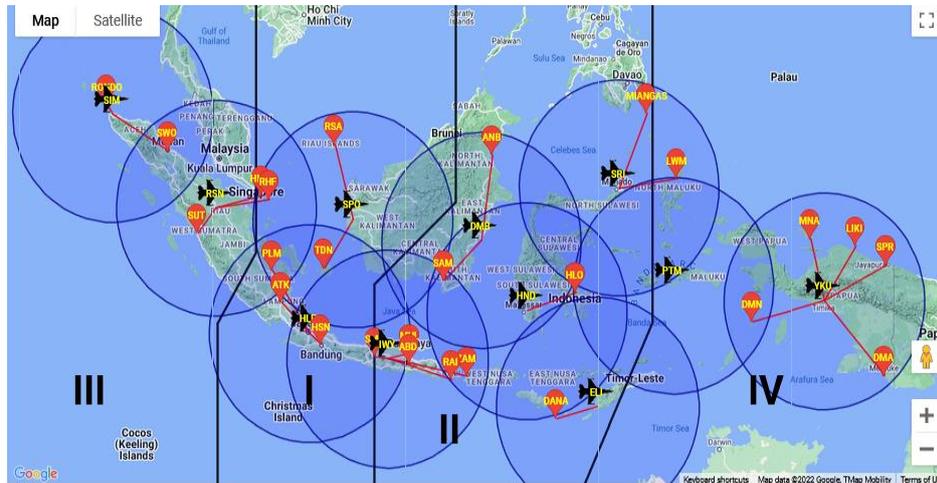
Lanud	Wilayah Cover			Lanud	Wilayah Cover		
	Area	Jarak (Km)			Area	Jarak (Km)	
		Maks	Total			Maks	Total
SCP				P-MP			
IWJ	ABD,SMO,HSN,ZAM,RAI, MUL	546	1.784	HLM	HSN,BUN,ASH	402	726
SRI	LWM,MIANGAS	482	864	ABD	IWJ,SMO,ZAM,RAI,MUL	402	1.144
ELI	DANA	271	271	SRI	LWM,MIANGAS	482	864
SWO	RSN,SIM,RONDO	496	1.394	ELI	DANA	271	271
RHF	SPO,SUT,RSA,SMH,HNM,ASH	555	2.626	SIM	SWO,RONDO	436	506
DMB	ANB.SAM	516	855	DMB	ANB,SAM	516	855
HLO	HND,PTM	631	968	HLO	HND,PTM	631	968
ASH	HLM,ADI,HSN,BUN,	633	1.895	RHF	SPO,RSN,SUT,SMH,RSA HNM	555	2.428
YKU	MNA,SPR,DMA,LIKI,DMN	591	2.291	YKU	MNA,SPR,DMA,LIKI,DMN	591	2.291
	Total		12.948		Total		10.053
	Rata-rata	524,56	349,95		Rata-rata	476,22	271,70

4. SCP dengan empat lanud ditentukan. Pada penelitian dilakukan *trial and error* metode SCP, yaitu menetapkan lanud tipe A yang dimiliki TNI Angkatan Udara yang saat ini menjadi *home base* pesawat tempur. Lanud tersebut adalah Lanud Roesmin Noerjadin, Lanud Supadio, Lanud Sultan Hasanuddin, dan Lanud Iswahyudi. Kemudian lanud lainnya dipilih menggunakan metode SCP. Hasil pengolahan data dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Covering F-16 dengan Metode SCP, Empat Lanud Ditetapkan

5. Hasil dari point 4 diolah dengan menggunakan metode PMP untuk memaksimalkan covering pesawat F-16. Hasil pengolahan data dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Covering F-16 dengan Metode PMP, 4 Lanud Ditetapkan

6. Perbandingan pengolahan data metode SCP dan PMP dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Perbandingan metode SCP dan PMP 4 lanud ditetapkan

Lanud	Wilayah Cover			Lanud	Wilayah Cover		
	Area	Jarak (Km)			Area	Jarak (Km)	
		Maks	Total			Maks	Total
<b>SCP</b>				<b>P-MP</b>			
RSN	SWO, SUT, SMH, RHF, HNM	520	1.824	HLM	HSN, SMH, BNY	445	769
SPO	SMH, RSA, RHF, BTM, ASH	606	2.574	RSN	SUT, RHF, HNM	346	842
HND	DMB, ZAM, SAM, HLO, RAI	633	2.593	SPO	RSA, ASH	465	808
IWY	HLM, ABD, SMO, HSN, ZAM, SAM, RAI, MUL	590	2.898	HND	HLO	337	337
SRI	LWM, MIANGAS	482	864	IWY	ABD, SMO, RAI, MUL, ZAM	546	1.349
ELI	DANA	271	271	SRI	LWM, MIANGAS	482	864
SWO	SIM, RONDO	496	932	ELI	DANA	271	271
SMH	BNY	266	266	SIM	SWO, RONDO	436	506
DMB	ANB	516	516	DMB	ANB, SAM	516	855
DMN	PTM	558	558	PTM		0	0
YKU	MNA, SPR, DMA, DMN, LIKI	591	2.291	YKU	MNA, SPR, DMA, DMN, LIKI	591	2.291
	Total		15.587		Total		8.892
	Rata-rata	502,64	421,27		Rata-rata	403,18	240,32

B. Pembahasan

1. SCP. Dengan metode ini dibutuhkan sembilan Skadron F-16 yang ditempatkan di Lanud IWY, SRI, ELI, SWO, RHF, DMB, HLO, ASH dan YKU. Penempatan skadron pesawat tempur dengan metode ini belum mampu mengcover seluruh wilayah udara Indonesia. Dimana wilayah yang belum tercover berada di daerah Kalimantan Barat dan perairan Maluku. Penempatan skadron pesawat tempur ini memiliki kelemahan yaitu hanya tiga lanud tipe A yang terpilih, sementara enam lanud lainnya harus dikembangkan sehingga membutuhkan biaya yang besar. Total jarak *covering* yang harus ditempuh antar lanud

adalah 12.948 KM atau rata-rata 349,95 KM dengan waktu mencapai sasaran terjauh adalah:

$$\frac{633}{1555,2} \times 60 = 24,42 \text{ menit}$$

Sedangkan waktu rata-rata untuk mencapai sasaran adalah:

$$\frac{349,95}{1555,2} \times 60 = 13,50 \text{ menit}$$

2. PMP. Dengan menggunakan metode ini didapatkan pergeseran tiga lanud yang digunakan sebagai pangkalan pesawat tempur, yaitu IWJ, ke ABD, ASH ke HLM dan SWO ke SIM. Total jarak *covering* yang harus ditempuh antar lanud turun menjadi 10.053 KM atau rata-rata 271,70 KM dengan waktu mencapai sasaran terjauh adalah :

$$\frac{631}{1555,2} \times 60 = 24,34 \text{ menit}$$

Sedangkan waktu rata-rata untuk mencapai sasaran adalah:

$$\frac{271,70}{1555,2} \times 60 = 10,48 \text{ menit}$$

Dari data dan perhitungan di atas membuktikan bahwa penggunaan metode PMP dapat memaksimalkan kemampuan *covering* pesawat F-16. Hal ini terlihat dari makin kecilnya jarak *covering* dan waktu mencapai sasaran, baik secara total maupun rata-rata. Kelemahan dari metode ini adalah belum dapat menghilangkan gap wilayah yang belum dicover di Kalimantan Barat dan perairan Maluku.

3. SCP dengan empat lanud ditentukan. Dengan metode ini dibutuhkan 11 Skadron F-16 TNI AU yang ditempatkan di Lanud RSN, SPO, HND, IWY, SRI, ELI, SWO, SMH, DMB, DMN dan YKU. Penempatan skadron pesawat tempur dengan metode ini sudah dapat mengcover seluruh wilayah udara Indonesia. Total jarak *covering* yang harus ditempuh antar lanud adalah 15.587 KM atau rata-rata 421,27 KM dengan waktu mencapai sasaran terjauh adalah :

$$\frac{633}{1555,2} \times 60 = 24,42 \text{ menit}$$

Sedangkan waktu rata-rata untuk mencapai sasaran adalah:

$$\frac{421,27}{1555,2} \times 60 = 16,25 \text{ menit}$$

4. PMP dengan empat lanud ditetapkan. Dengan menggunakan metode ini didapatkan pergeseran tiga lanud yang digunakan sebagai pangkalan pesawat tempur, yaitu DMN ke PTM, SMH ke HLM dan SWO ke SIM. Total jarak *covering* yang harus ditempuh antar lanud turun menjadi 8.892 KM atau rata-rata 240,32 KM dengan waktu mencapai sasaran terjauh adalah :

$$\frac{591}{1555,2} \times 60 = 22,80 \text{ menit}$$

Sedangkan waktu rata-rata untuk mencapai sasaran adalah:

$$\frac{240,32}{1555,2} \times 60 = 9,27 \text{ menit}$$

5. Berdasarkan data diatas terlihat bahwa perhitungan dengan menggunakan metode PMP, empat lanud ditetapkan menghasilkan covering wilayah yang paling optimal, dengan penjelasan sebagai berikut:

- a) Total dan rata-rata jarak covering paling minimal yaitu 8.892 KM dan 240,32 KM. Hal ini tentunya membuat waktu mencapai sasaran juga menjadi paling kecil, yaitu 22,80 menit untuk jarak terjauh (591 KM) dan 9,27 menit untuk waktu rata-rata.
- b) Dengan 11 skadron F-16, seluruh wilayah udara Indonesia dapat tercover dengan baik. Hal ini tentunya lebih baik dibandingkan jika hanya dengan menggunakan sembilan skadron, dimana masih menyisahkan gap yang tidak terlindungi di wilayah Kalimantan Barat dan perairan Maluku.
- c) Berdasarkan pengolahan data dengan metode ini terdapat tujuh lanud Tipe A yang terpilih sebagai lokasi penempatan skadron pesawat F-16. Tentunya ini memudahkan pengembangan Lanud-lanud tersebut karena telah masuk dalam rencana strategis TNI AU.
- d) Berdasarkan MEF TNI AU 2005-2024, dinyatakan kebutuhan pesawat tempur strategis dan taktis adalah enam skadron [10]. Untuk itu konsep operasi dapat disusun dengan memilih enam lanud utama (sebagai *home base* skadron F-16), serta lima lanud dipersiapkan sebagai *bare base konsep*, yang siap mengoperasikan flight F-16 dari lanud induk.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian di atas dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Metode SCP dapat digunakan menentukan jumlah kebutuhan minimum skadron pesawat F-16 untuk mengcover seluruh wilayah udara Indonesia. Dimana hasil dari metode ini kemudian dapat dimaksimalkan dengan menggunakan metode PMP
2. Metode PMP digunakan untuk memaksimalkan kemampuan covering skadron F-16 terhadap wilayah udara Indonesia. Yang dimaksud memaksimalkan kemampuan disini adalah dengan cara mengurangi jarak jangkauan covering, yang sudah barang tentu mengurangi juga waktu tempuh untuk mencapai sasaran.
3. Berdasarkan penelitian didapatkan hasil bahwa dibutuhkan 11 skadron F-16 untuk menghasilkan kemampuan *covering* wilayah udara yang optimal. Hal ini ditunjukkan dengan tercovernya seluruh wilayah udara Indonesia dengan jarak jangkauan dan waktu tempuh yang paling kecil. Total dan rata-rata jarak covering paling minimal yaitu 8.892 KM dan 240,32 KM. Sedangkan untuk waktu mencapai sasaran juga menjadi paling kecil, yaitu 22,80 menit untuk jarak terjauh (591 KM) dan 9,27 menit untuk waktu rata-rata.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami persembahkan kepada Gubernur Akademi Angkatan Udara yang telah mengizinkan terselenggaranya Seminar Nasional AAU tahun 2022. sehingga kami dapat menyusun penelitian ini dengan sebaik- baiknya. Tak lupa pula ucapan yang sama kepada seluruh panitia seminar yang telah menyusun kegiatan seminar dengan sangat apik disamping tugas-tugas pokok yang harus dikerjakan.

Selanjutnya terima kasih juga disampaikan kepada tim penyusun penelitian. yang telah mencurahkan segenap tenaga dan pikiran untuk penelitian ini.. Kiranya masih banyak kekurangan dalam penelitian ini sehingga tim juga memohon maaf yang sebesar-besarnya. Semoga dilain waktu tim dapat menyusun kembali penelitian yang lebih mutakhir daripada yang ada saat ini.

## REFERENSI

- [1] K. Kardi, Air Power dan Generasi Baru Pesawat Tempur, Aeronusa Service Center, 2009.
- [2] Mabasau, Pembangunan Kekuatan Pokok Minimum (Minimum Essential Force) TNI AU Tahun 2010-2024, Jakarta: Mabasau, 2010.
- [3] Mabasau, "Peraturan Kasau no 36 Tahun 2015 tentang Postur TNI AU Tahun 2005-2024," (*Revisi Tahun 2015*), p. 34, 2015.
- [4] Mabas TNI, "Doktrin TNI AU Swa Bhuwana Paksa," *Keputusan Panglima Tentara Nasional Indonesia Nomor Kep/545/V/2019 Tanggal 22 Mei 2019*, 2019.
- [5] F. Prasetyo, BOBCAT: Transformasi Kekuatan Udara di Era Modern, Satu ed., Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2021.
- [6] Skadron Udara 3, "Standard Operasional dan Prosedur Penerbangan," 1990.
- [7] C. Toregas, R. Swain, C. ReVelle and L. Bergman, "The Location of Emergency Service Facilities," *Operations Research*, vol. 19, no. 6, pp. 1363-1373, 1971.
- [8] S. Hakimi, "Optimum locations of switching centers and the absolute centers and medians of a graph.," *Operations Research*, vol. 12, pp. 450-9, 1964.
- [9] R. Z. Farahani, N. Asgari, N. Heidari, M. Hosseininia and M. Goh, "Covering Problems in Facility Location: A Review," vol. 62, no. 1, pp. 368-407, 2012.
- [10] Mabasau, Peraturan Kepala Staf Angkatan Udara Nomor 47 Tahun 2015 Tentang Kelanjutan Pembangunan Kekuatan Pokok Minimum (Minimum Essential Force) TNI AU 2015-2024, Jakarta: Mabasau, 2015.