E-ISSN : 2988-1986
https://ejournal.cahayailmubangsa.institute/index.php/kohesi

Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek
Volume 10 No 5 Tahun 2025

KONSEPTUAL DESAIN PESAWAT TERBANG FREIGHTER DENGAN DAYA JELAJAH 800NM DAN KEMAMPUAN STOL 2500FT (609M)

Satriyansyah Yudistira Marsa

Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma
E-mail: satriyansayudistira@gmail.com

ABSTRACT

This final project presents the conceptual design of a commuter-category freighter aircraft to support air transportation in Indonesia, particularly in remote areas with limited runway infrastructure. The design focuses on Short Takeoff and Landing (STOL) capability, enabling operations on short or unpaved runways. The target specifications include a range of over 800 NM and takeoff and landing distances below 2,500 ft (609 m). The design process applies the Raymer method with Roskam references for validation. The analysis covers weight estimation, geometry, and performance. The results show an aircraft with MTOW of 13,433 lb, empty weight of 8,220 lb, and fuel weight of 2,856 lb, achieving a range of 960 NM with 30 minutes loiter endurance. The aircraft achieves maximum speed of 249 knots at 10,000 ft, a stall speed of 80 knots, and takeoff and landing distances of 1,628 ft and 1,528 ft, meeting STOL requirements.The final design closely aligns with the design goals and is comparable to reference aircraft in the same class, demonstrating strong potential for further development toward production to improve connectivity and logistics distribution in Indonesia.

***Keywords**: Freighter, Conceptual Design, STOL, Commuter, Performance*

ABSTRAK

Tugas akhir ini membahas perancangan konseptual pesawat freighter kategori commuter untuk mendukung transportasi udara di Indonesia, khususnya wilayah terpencil dengan landasan pacu terbatas. Fokus utama desain adalah kemampuan *Short Takeoff and Landing (STOL)* agar pesawat dapat beroperasi di daerah dengan infrastruktur minim. Target desain mencakup *range* >800 NM dan jarak lepas landas serta mendarat <2.500 ft (609 m). Perancangan dilakukan menggunakan metode Raymer dengan referensi Roskam. Analisis meliputi estimasi berat, geometri, dan performa. Hasil perhitungan menunjukkan pesawat memiliki MTOW 13.433 lb, *empty weight* 8.220 lb, serta kebutuhan bahan bakar 2.856 lb untuk menjangkau 960 NM dengan 30 menit *loiter*. Performa yang dicapai meliputi Vmax 249 knot pada 10.000 ft, *stall speed* 80 knot, serta jarak *takeoff* 1.628 ft dan *landing* 1.528 ft, sesuai kriteria STOL.Hasil akhir

Article History
Received: September 2025
Reviewed:September 2025
Published: September 2025

Plagiarism Checker No 235
Prefix DOI :
10.8734/Kohesi.v1i2.365
Copyright : Author
Publish by : Kohesi

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

mendekati *design goal* dan sebanding dengan pesawat referensi pada kelas yang sama, sehingga berpotensi dikembangkan hingga tahap produksi guna meningkatkan konektivitas dan distribusi logistik di Indonesia.

Kata Kunci: *Freighter*, Konseptual Desain, *STOL, Commuter*, Performa

1. PENDAHULUAN

Transportasi, yang berasal dari kata Inggris transportation, berarti pengangkutan barang atau manusia dari satu tempat ke tempat lain menggunakan berbagai jenis moda sesuai perkembangan teknologi. Seiring perkembangan zaman, transportasi udara tidak hanya menjadi pilihan utama karena efisiensi waktu, tetapi juga menjadi kebutuhan untuk mendukung pemerataan pembangunan. Namun, tidak semua wilayah Indonesia dapat dijangkau oleh infrastruktur transportasi darat dan laut karena kondisi geografis yang kompleks, seperti pegunungan, hutan lebat, dan pulau-pulau kecil. Daerah seperti Papua, Maluku, dan Nusa Tenggara memiliki keterbatasan akses yang signifikan sehingga memerlukan layanan angkutan udara perintis. Lebih lanjut, penelitian tahun 2018 menunjukkan bahwa pesawat *utility STOL* seperti N219 sangat dibutuhkan di Indonesia, dengan proyeksi 23 unit pesawat untuk rute non-perintis, dan Papua menjadi wilayah dengan kebutuhan terbesar.[2] Fakta ini memperkuat urgensi pengembangan pesawat dengan performa STOL yang mampu beroperasi di landasan pacu pendek, tidak beraspal, dan sesuai dengan kondisi infrastruktur terbatas.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada Juni 2025 di Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta. Perancangan dilakukan menggunakan metode Raymer dengan referensi Roskam Proses perhitungan, analisis, dan perancangan menggunakan pendekatan teoritis berbasis literatur dilakukan secara daring dan luring dengan dukungan perangkat lunak dan sumber referensi ilmiah terkait desain pesawat. Adapun parameter yang dihitung dalam penelitian ini meliputi:

1. Estimasi Berat (*Weight Estimation*)
    a. *Maximum Takeoff Weight (MTOW)*
    b. *Operating Empty Weight (OEW)*
    c. *Empty Weight (WE)*
    d. *Fuel Weight (Wfuel)*
    e. *Payload Weight (Wpayload)*

2. *Initial Sizing & Performance*
    a. *Wing Loading (W/S)*
    b. *Power Loading (P/W)*
    c. *Lift-to-Drag Ratio (L/D)*
    d. *Stall Speed (Vs)*
    e. *Takeoff Distance*
    f. *Landing Distance*
    g. *Climb Rate (ROC)*
    h. *Range (R)*
    i. *Endurance (Loiter Time)*
3. Geometri Pesawat
    a. *Wing Span (b)*
    b. *Wing Area (S)*
    c. *Wing Root & Tip Chord*
    d. *Mean Aerodynamic Chord (MAC)*
    e. *Fuselage Length*
    f. *Horizontal & Vertical Tail Volume*
    g. *Taper Ratio & Aspect Ratio (Wing & Tail)*
4. Aerodinamika
    a. *Coefficient of Lift (CLmax)*
    b. *Parasite Drag (CD_0)*
    c. *Induced Drag (CDi)*
    d. *Oswald Efficiency Factor (e)*
    e. *Form Factor untuk Wing, Fuselage, Tail*
5. Komponen Pendukung
    a. *Diameter dan Ukuran Ban (Tire Sizing)*
    b. *Diameter Propeller*
    c. *Wetted Area (Swet)*

Drag Estimation (Total Drag)

Objek penelitian ini adalah rancangan pesawat terbang kategori freighter yang mampu beroperasi pada kondisi runway terbatas (STOL) dan menjangkau daerah-daerah terpencil di Indonesia. Perancangan mengikuti regulasi CASR 135 dengan batasan maksimal kapasitas penumpang tidak lebih dari 20 orang. Rancangan difokuskan pada penggunaan engine turboprop yang sudah tersedia di pasaran untuk efisiensi biaya dan waktu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Design Requirement and Objectives

Design Requirement adalah suatu aturan yang harus dipenuhi ketika akan mendesain pesawat baru. Dengan mengikuti DR & O maka pesawat dengan konsep baru diharapkan tidak akan jauh beda dengan pesawat pembanding sehingga akan memiliki nilai jual dipasaran sehingga user airline akan menngunakan pesawat dengan rancangan baru.

Tabel 3. 1 *Design Requirements and Objectives*

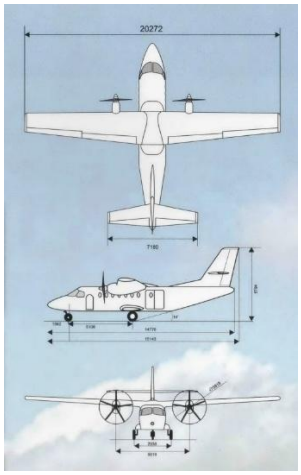
Parameter	Spesifikasi/Nilai
Name of Aircraft	*Aircraft Commuter* XYZ
Typeof Aircraft	*Commuter*
Mission	*Transport, Remote Area, STOL*
Propulsion	*Twin Turboprop*
Cruise Speed	>120 knot
Maximum Speed	>200 knot
Range	> 800 nm
Rate of Climb	> 15 ft/s
Stall Speed	<100 knot
Take off Distance	<2500 *feet*
Landing Distance	<2500 *feet*

Pesawat Pembanding

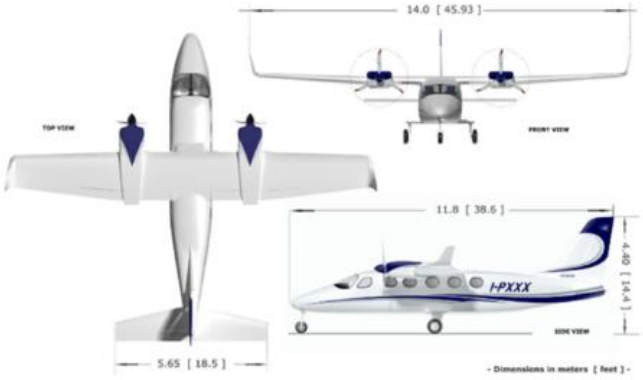
Sebagai referensi untuk mendesain sebuah pesawat baru, pesawat pembanding dengan kategori yang sama dibutuhkan agar hasil desain tidak akan jauh beda dengan pesawat pembanding, baik dari segi performace, geometri dan berat pesawat, berikut adalah daftar pesawat pembanding yang akan digunakan sebagai referensi untuk desain pesawat baru.

Tabel 3. 2 Data Pesawat Pembanding

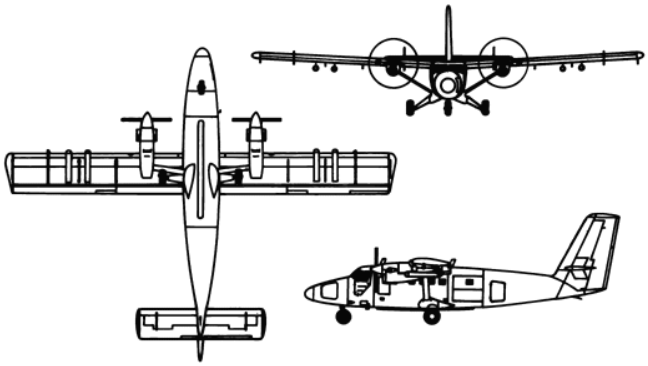
	N219 [10]	P2012 Traveller [11]	De Havilaand Canada DHC-6 Twin Otter 400 [12]
Crew/Passs	2/19	2/11	2/17
Mission	Transport	Transport	Transport
Fuselage Type	Frustum	Frustum	Frustum
Length	52.12 ft	36.84 ft	48.25 ft
Height	17.45	13.22 ft	12.3 ft
Wing Span	63.98	45.93 ft	66.5 ft
Wing Area	-	234,4 ft^2	445 ft^2
Aspect Ratio	-	9	9.9
Empty Weight	7,495 lb	4,850 lb	7,415 lb
Gross Weight	15,432 lb	7,937 lb	12,500 lb
Fuel Weight	3,527 lb	1,200 lb	4,005 lb
Engine	2 x Pratt & Whitney Canada PT6A-42 turboprop	2 x Lycoming TEO-540-C1A	2x Turboprop P&W C PT6A-27
Power	850 shp per engine	375 shp per engine	680 shp per engine
Propeller	-	7 ft	-
Service Ceilling	25,000 ft	25,000 ft	24,500 ft
Cruise Speed	190 knots	200 knots	157 Knots
Maximum Speed	200 knots	213 knots	187 knots
Range	560 nm	1000 nm	799 nm
Rate of Climb	25 ft/s	25 ft/s	25 ft/s
Endurance	8 hours	6.8 hours	8.7 hours



Gambar 3. 1 konfigurasi N219 [10]



Gambar 3. 2 Konfigurasi P2012 Traveller [11]



Gambar 3. 3 Konfigurasi Twin Otter [12]

Design Goal and Data Parameter

Sebelum memulai analisa pertama adalah melakukan penentuan *design goal* dan data parameter sebagai acuan agar desain akhir pesawat sesuai dengan *requirement* dan

design goal yang telah ditetapkan di awal. Design goal digunakan sebagai target agar desain akhir sesuai dengan target yang telah ditentukan, berikut adalah design goal pada tahap konseptual desain pesawat perancangan baru.

Tabel 3. 3 *Design Goal New Design*

Parameter	Symbol	Value	Unit
Cruise Speed	V_{cr}	150	$knot$
Stall Speed	V_{stall}	70	$knot$
Loiter Speed	V_{loiter}	160	$knot$
Takeoff Distance	Sto	2000	Ft
Landing Distance	Sl	2000	ft
Cruise Ceilling	ALT_{cruise}	10000	ft
Range	R	1000	Nmi
Endurance Loiter	E_{lot}	30	$minute$

Selain *design goal*, dilakukan pengkajian juga terhadap pemilihan konfigurasi awal seperti berapa jumlah penumpang, bagasi, dan *AR horizontal tail* dan *vertical tail*. dimana data tersebut didapatkan dari hasil studi *configuration data selection* melalui buku dan pesawat pembanding.

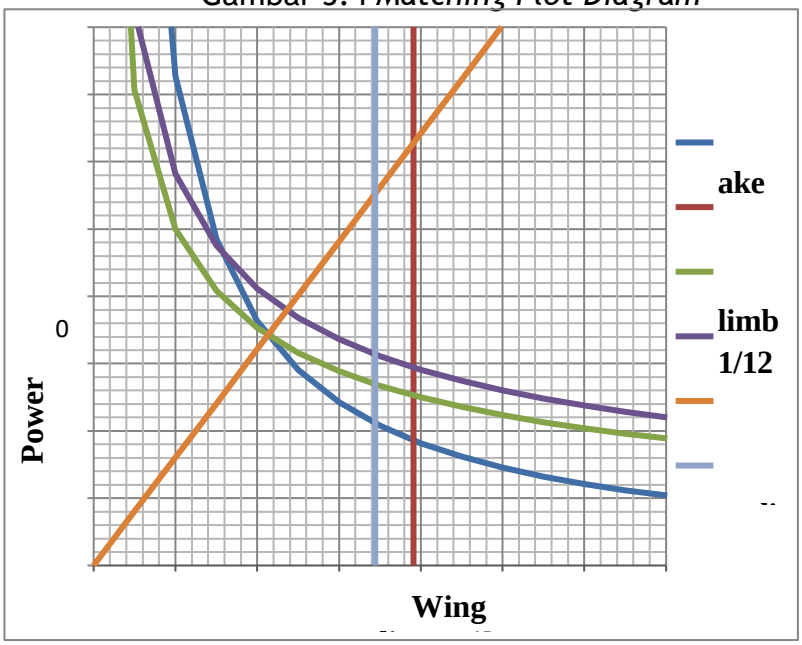
Tabel 3. 4 *Data Parameter Selection*

Weight Selection		
Parameter	**Value**	**Unit**
Baggage	405	lb
Cargo	1530	lb
Crew	340	lb
Baggage+cargo	1935	lb
Horizontal Tail		
Parameter	**Symbol**	**Value**
Profil	NACA	0012
Aspect Ratio	A	5
Taper Ratio	λ	1
Vertical Tail		
Parameter	**Symbol**	**Value**
Profil	NACA	0012
Aspect Ratio	A	1.2
Taper Ratio	λ	1

Matching Plot Diagram

Setelah nilai *wing loading* dan *power loading* dari beberapa *performance requierments* yang telah diperoleh, maka selanjutnya dapat ditentukan kombinasi dari poin-poin (matching plot digram) tersebut dengan menggabungkan grafik – grafik yang telah didapatkan untuk digunakan dalam menentukan *design point* sebagai berikut

Gambar 3.4 *Matching Plot Diagram*



Berikut adalah rangkuman kesimpulan dari analisa di atas yaitu matching plot diagram sehingga didapatkan nilai design point initial sizing dari wing loading, power loading, wing area dan power engine yang dibutuhkan.

Tabel 3. 5 Design Point

Symbol	Parameter	Value	Unit
W/P	Power loading	10.5	lb/hp
W/S	Wing loading	34.4	lb/ft^2
Power	All engine power	1279	hp
Power/engine	Per unit engine Power	639	hp
S	Surface wing	390.2	ft^2

Engine Selection

Dalam penentuan *engine* pada pesawat rancangan bisa dilihat dari kebutuhan daya pada pesawat (*power required*) yang telah diperoleh dari hasil *matching plot*. Dengan *power required* pesawat sebesar 1279 hp, maka *power required engine* per unit adalah 639 hp. *Engine*

yang dipilih pada pesawat rancagan ini ialah PT6A - 11 dengan *specification* sebagai berikut.

Tabel 3.6 Engine Selection

Parameter	Specification
Name of Engine	Pratt and Whitney PT6A-11
Engine Type	Turboprop
Power Output	650 hp
Spesific Fuel Consumption	0.6 lb/h
Weight	320 lb
Diameter	23 $inch$
Length	70 $inch$
Quantity	2

Maka :

$$power\ required = 1279\ hp$$

$$power\ output/engine = 650\ hp$$

$$total\ power\ available = 1300\ hp$$

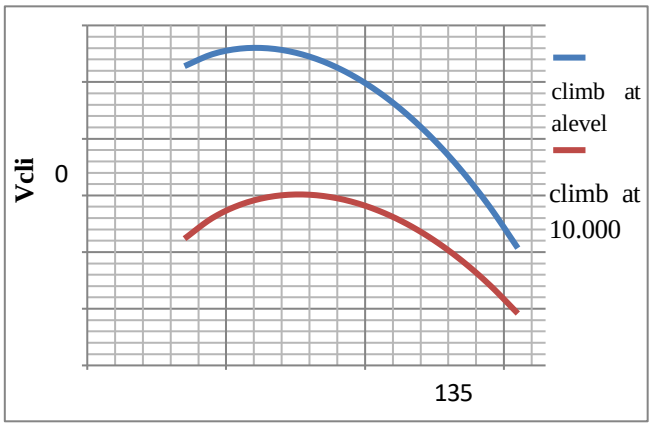
$$power\ remaining = power\ available - power\ required$$

$$power\ remaining = (1300 - 1279)\ hp = 21\ hp$$

Prediksi Rate of Climb

Perhitungan prediksi *rate of climb* pada ketinggian 10.000 ft dan sea level akan dihitung dengan menggunakan *microsoft excel*, berikut adalah hasil perhitungan rate of climb.

Gambar 3.5 Prediksi Rate of Climb Sea Level dan 10.000 ft



Dari gambar diatas maka *Climb Speed* diperoleh, sebesar26.4 ft/s pada ketinggian sea level, dan 11.1 ft/s pada ketinggian 10,000 ft.

Rangkuman Hasil Desain

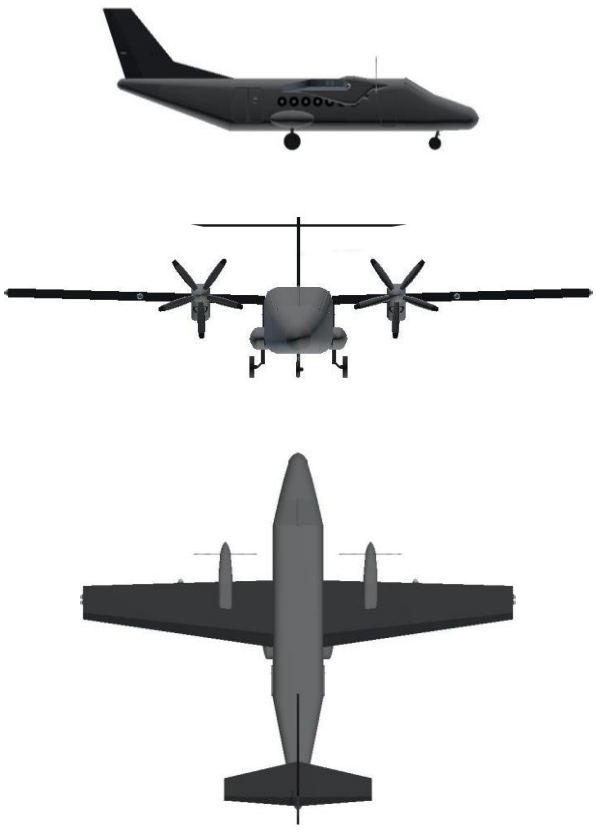
Setelah dilakukan analisa perhitungan, berikut adalah rangkuman hasil perhtungan dan analisa yang dilakukan.

Tabel 3.7 Rangkuman Hasil Desain Pesawat

RANGKUMAN HASIL AKHIR PERHITUNGAN DAN ANALISIS PESAWAT NEW DESIGN						
NO.	Wing	Simbol	Value			
			Britsh		Metric	
1	Span	b_w	55.1	Ft	16.8	M
2	Chord root	C_r	9.4	Ft	2.8	M
3	Chord tip	C_t	4.7	Ft	1.4	M
4	Mean Chord	MAC	7.3	Ft	2.2	M
5	Wing area	S_w	390.2	ft^2		
6	Aspect ratio	AR	7.8			
7	Taper ratio	Λ	0.5			
	Vertical tail					
1	Span	b_{vt}	8.8	ft	2.6	M
2	Chord root	C_r	8.1	ft	2.3	M
3	Chord tip	C_t	6.5	ft	1.9	M
4	Mean Chord	MAC	7.3	ft	2.2	M
5	Area	S_{vt}	64.6	ft^2		
6	Aspect ratio	AR	1.2			
7	Taper ratio	Λ	0.8			
	Horizontal tail					
1	Span	B_{ht}	22.1	ft	6.7	M
2	Chord root	C_r	4.4	ft	1.3	M
3	Chord tip	C_t	4.4	ft	1.3	M
4	Mean Chord	MAC	4.4	ft	1.3	M
5	Area	S_{ht}	98.2	ft^2		
6	Aspect ratio	AR	5			
7	Taper ratio	Λ	1			
	Fuselage					
1	Fuselage length	L_{fus}	46.5	ft	15.5	M
2	fuselage width	W_{fus}	5.9	ft	1.7	M
3	fuselage height	H_{fus}	5.8	ft	1.7	M
	Weight					
1	Empty Weight	W_{empty}	8641	lb	3919	Kg
2	Gross Weight	W_0	13433	lb	6093	Kg
3	Fuel Weight	W_f	2856	Lb	1295	Kg
4	Payload+Crew	W_{pay+c}	2320	Lb	1052	Kg
	Performance					
1	Top Speed	Vmax	250	knot	463	km/h

2	Cruise Speed	Vcruise	150	knot	277	km/h
3	Stall Speed	Vstall	80	knot	148	km/h
4	Range	R	944	nmi	1748	Km
5	Endurance	E	344	menit	5.7	Jam
6	Endurance Loiter	E_{lot}	30	Menit		
7	Take-off Distance	STOg	1628	ft	496	M
8	Landing Distance	SLg	1500	ft	457	M
	Engine/Propeller					
1	Type/Manufacture		PT6A-114			
2	Power Output	P	1300	hp		Kw
3	Weight	W_{engine}	700	lb	317.8	Kg
4	Number of Engine	N	2	QTY		

Gambar 3.6 View Aircraft XYZ Configuration



KESIMPULAN

1. Untuk konseptual desain pesawat kategori *commuter* hal yang harus diperhatikan adalah *takeoff* dan *landing distance*, karena pesawat akan berfokus pada wilayah yang memiliki runway pendek, diharapkan desain baru yang dirancang dapat menjangkau seluruh wilayah Indonesia dimana wilayah tersebut masih *remote area* ataupun belum memiliki panjang *runway* yang memadai.
2. Untuk hasil perhitungan yang dilakukan pesawat mampu mengangkut berat total 13433 lb. Untuk *empty weight* adalah 8220 lb, untuk berat bahan bakar yang dibutuhkan agar mencapai target *design goal* adalah 2856 lb dengan *range* 960 nm, dan *endurance loiter* selama 30 menit. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pesawat dengan vmax pada ketinggian *cruise* 10.000 ft adalah 249 knot, sedangkan untuk ketinggian *sea level* adalah 225 knot, *stall speed* pesawat 80 knot dengan estimasi *landing distance* 1528 ft dan takeoff *distance* 1628 ft dan hasil akhir perhitungan pesawat pada desain kali ini tidak jauh berbeda dengan target *design goal*, *requirement* dan pesawat pembanding dengan kelas yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. Yuliana *et al.*, "Kajian Angkutan Udara Perintis Kargo di Propinsi Papua," *War. ARDHIA J. Perhub. Udar.*, vol. 44, no. 1, 2018.

[2] P. A. Wicaksono, N. B. Puspitasari, and M. F. Retnaningtyas, "Model for Determining the Requirement of Aircraft N219 on Non-Pioneer Routes in Indonesia," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 195, no. 1, 2018.

[3] Y. Nurhayati, S. Susanti, M. Mora, and T. Yusmar, "Telaahan Pengembangan Bandar Udara Baru di Pantai Pakis Jaya Karawang sebagai Reliever bagi Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta," *War. ARDHIA J. Perhub. Udar.*, vol. 41, no. 1, pp. 1–10, 2015, doi: 10.25104/wa.v41i1.138.1-10.

[4] S. Gudmundsson, *General Aviation Aircraft Design: Applied Methods and Procedures, Assistant Professor of Aerospace Engineering*. USA: Embry-Riddle Aeronautical University, 2014.

[5] J. Roskam, *Airplane Design Parts I*. Kansas: Roskam Aviation and Engineering Corporation, 1997.

[6] (Federal Aviation Regulations), *Part 91 atau FAR Part 121 Tentang Fuel Requirements dan Reserve Fuel Planning*.

[7] D. P. Raymer, *Aircraft Design Conceptual Approach : Second Edition*. Washington D.C: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1998.

[8] M. H. Sadraey, *Aircraft Design: A System Engineering Approach*. USA: John Wiley & Sons Ltd, 2013.

[9] J. D. A. Jr, *Introduction to Flight*, Third Edition. New York: McGraw-Hill, 1989.

[10] PT Dirgantara Indonesia, “N219.” [Online]. Available: https://indonesian-aerospace.com/en/.

[11] Tecnam, “P2006T NG Series.” [Online]. Available: https://tecnam.com/.

[12] De Havilland Aircarft of Canada Limited, “DHC-6 Twin Otter 400.” [Online]. Available: https://dehavilland.com/.

[13] Skybrary Aero "Aircraft Configuration". [Online]. Available https://Skybrary.com/.