

ANALISIS PRESTASI TERBANG PESAWAT KONSEPTUAL PEMADAM KEBAKARAN WATRAFT-25

Eko Prasetyo, S.T.¹, Yoga Yulasmana, S.T., M.T.²

Program Studi Teknik Penerbangan

Fakultas Teknik, Universitas Nurtanio Bandung

Jl. Pajajaran No.219, Husen Sastranegara, Kec. Cicendo, Kota Bandung, Jawa Barat 40174

Email: ekoprasetiyo7992@gmail.com, yyulasmana@unnur.ac.id

ABSTRAK

Pesawat terbang merupakan salah satu transportasi paling efektif yang digunakan di Indonesia sebagai negara yang berpredikat negara kepulauan atau biasa dikenal Nusantara. Selain fungsi transportasi untuk manusia, pesawat juga memiliki fungsi lain yaitu sebagai pengangkut barang (kargo), alat evakuasi medis, patroli untuk suatu wilayah, dan bahkan pemadam kebakaran. Pada penelitian ini objek yang digunakan adalah pesawat konseptual Watraft-25 yang dirancang sebagai pesawat pemadam kebakaran dengan kapasitas angkut air sebanyak 7200 liter. Untuk mengetahui performa dari pesawat konseptual Watraft-25, maka diperlukan perhitungan dan analisis prestasi terbangnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis prestasi terbang dari pesawat konseptual Watraft-25 saat fase *climb*, *cruise*, *loiter*, *descent* dan menentukan nilai *second segment climb* dan *missed approach climb* dalam memenuhi aspek regulasi yang ada pada *CASR (Civil Aviation Safety Regulation) part 25*. Berdasarkan hasil proses analisis tersebut, diketahui pada *sea level* total *time to climb* pesawat dari ketinggian *sea level* menuju 17000 *feet* membutuhkan waktu 401,284 detik dengan *climb angle* sebesar 14.53° dan pesawat memenuhi regulasi *CASR part 25* pada fase *second segment climb* dengan persentase 2.45%. Selain itu *range* pada elevasi 17000 *feet* sebesar 562.87 *nautical miles* dengan *endurance* maksimum selama 3.1 jam. Hasil perhitungan terbang belok diketahui dengan elevasi 2000 *feet* radius putar sebesar 1369.7 *feet* dengan waktu 62.4 detik untuk membuat satu putaran 360° dengan keliling lingkaran sebesar 8598.88 *feet* dan dengan sudut belok sebesar 23.32° . Sementara pada fase *descent* diketahui *time to descent* dari ketinggian 17000 *feet* ke ketinggian 4000 *feet* selama 903.603 detik dengan *descent angle* sebesar 6.4° dan pesawat memenuhi aspek dari regulasi *CASR 25* pada fase *missed approach climb* dengan persentase 5.9%.

Kata kunci : Pesawat konseptual, Prestasi Terbang, Pesawat Pemadam Kebakaran.

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia dikenal mempunyai dataran hutan yang sangat luas. Hingga tahun 2017, menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) luasnya mencapai 125.922.474 hektar. Namun, beberapa tahun ke belakang Indonesia dilanda bencana berupa kebakaran hutan. Kebakaran hutan dan lahan (karhutla) selama musim kemarau 2019 di berbagai wilayah di Indonesia terus terjadi. Sehingga luas lahan yang terbakar di seluruh wilayah Indonesia mencapai 857.000 hektar. Kebakaran hutan dan lahan (karhutla) tidak hanya terjadi di lahan gambut tetapi juga lahan mineral [3].

Berbagai upaya dilakukan untuk memadamkan hutan dan lahan yang terbakar, termasuk menyemai ribuan kilogram garam untuk membuat hujan buatan (*artificial rain*). Api yang cepat merambat membuat semakin luasnya lahan yang terbakar dan sulitnya untuk menjangkau lokasi yang terbakar menjadi kendala dalam upaya penanganan kebakaran hutan tersebut [3]. Maka untuk menjangkau lokasi yang sulit dijangkau dengan menggunakan mobil pemadam kebakaran tersebut, satu-satunya cara adalah dengan menggunakan pesawat pemadam kebakaran [10]. Pesawat terbang dengan muatan air

dapat terbang menuju daerah kebakaran dan menjatuhkan muatan air ke daerah kebakaran tersebut.

Pesawat konseptual Watraft-25 adalah salah satu contohnya, pesawat amfibi yang mempunyai misi sebagai pemadam kebakaran, dirancang mampu mengangkut air dari perairan langsung seperti sungai, danau maupun laut, mempersingkat waktu pengisian tangki air dengan tujuan agar pesawat bisa lebih cepat untuk mencapai titik kebakaran. Selain memiliki misi sebagai pesawat pemadam, pesawat konseptual Watraft-25 ini memiliki misi sebagai pesawat patroli udara untuk memantau titik-titik api yang terjadi [11]. Mengingat misi dari pesawat ini sebagai pemadam sekaligus patroli kebakaran hutan maka perlu dilakukannya penelitian prestasi terbang mengenai pengaruh variasi ketinggian terhadap prestasi terbang khususnya *endurance*, *range* dan kemampuan pesawat melakukan *loiter*. Secara operasional pesawat konseptual Watraft-25 ini akan mengalami beberapa fase terbang, untuk fase terbang dengan waktu terlama terdiri dari fase terbang jelajah (*endurance*), jangkauan terbang maksimum (*range*), dan *Loiter* [11].

B. Maksud dan Tujuan

1. Mengetahui pengaruh perbedaan peningkatan ketinggian terhadap *range* terbang jelajah dan pengaruh muatan air terhadap *endurance maximum* dan kemampuan pesawat konseptual Watraft-25 melakukan *Loiter*.
2. Mengetahui nilai *rate of climb*, sudut *climb*, dan *time to climb* pada perhitungan prestasi fase menanjak.
3. Mengetahui nilai *rate of descent*, sudut *descent*, dan *time to descent* pada perhitungan prestasi fase menurun.
4. Mengetahui nilai *climb gradient* pada *second segment climb* dan *missed approach climb* apakah pesawat konseptual Watraft-25 memenuhi regulasi *CASR part 25*

LANDASAN TEORI

A. Prinsip Kerja Pesawat Konseptual

Watraft-25

Pesawat konseptual Watraft-25 adalah pesawat yang dirancang sebagai pesawat amfibi pemadam kebakaran yang mampu mengangkut air dari perairan langsung seperti sungai, danau maupun laut dengan kapasitas yang dimiliki sebanyak 7200 liter. Pesawat Bombardier CL-415 digunakan sebagai pesawat pembanding dalam merancang pesawat konseptual pemadam

kebakaran Watraft-25. Pesawat konseptual Watraft-25 mampu *take off* di darat sejauh 2044.37 *ft* dan *take off* di air sejauh 3008.524 *ft* dan pesawat konseptual Watraft-25 mampu *landing* di darat sejauh 3309.92 *ft* dan *landing* di air sejauh 3389.19 *ft*.

Sebagai pesawat yang dirancang sebagai *aerial firefighting* atau juga biasa dikenal dengan *waterbomber*, prinsip operasi pada pesawat *waterbomber* memiliki objektivitas yang relatif sederhana, pesawat *waterbomber* tidak benar-benar memadamkan api namun juga dibantu oleh kru darat. Pesawat *waterbomber* digunakan untuk mematikan titik terpanas api yang terjadi guna mengurangi panas atau nyala api di bagian tepi api pada saat kebakaran sedang terjadi, sehingga kru darat menjadi lebih aman untuk melaksanakan pekerjaannya.

1. *Civil Aviation Safety Regulation* (CASR) Part 25

Selain beberapa *design requirement* yang harus dipenuhi, pesawat konseptual pemadam kebakaran juga harus memenuhi regulasi dari *CASR (Civil Aviation Safety Regulation)*. Dokumen *CASR part 25* digunakan sebagai batasan yang harus dicapai (*minimum requirement compliance*), pada *CASR part 25* ini banyak membahas

mengenai standar kelaikan pada kategori pesawat transport yang mengatur beberapa regulasi pada penerbangan.

a. Regulasi *Stalling Speed*

V_s atau *Stalling Speed* adalah kecepatan terbang minimum dimana pesawat dapat dikendalikan dengan stabil dan satuannya dalam knot. Dalam *CASR part 25 stalling speed* diatur sebagai berikut:

1) Untuk penerbangan lurus setiap kecepatan tidak boleh kurang dari $1.2 V_s$ atau lebih dari $1.4 V_s$ pada kecepatan yang cukup diatas kecepatan *stall* untuk memastikan pesawat pada kondisi stabil [6].

b. Regulasi *Second Segment Climb*

Second Segment Climb diatur di dalam *CASR part 25.121*. dimana dinyatakan bahwa *climb gradient* tidak boleh kurang dari [6]:

- 1) 2.4% untuk pesawat bermesin dua
- 2) 2.7% untuk pesawat bermesin tiga
- 3) 3.0% untuk pesawat bermesin empat

c. Regulasi *Missed Approach Climb*

Ketika pesawat akan melakukan *final approach* untuk pendaratan. Ada beberapa alasan yang kemudian diputuskan untuk tidak mendarat. Menurut *CASR part 25*, pesawat harus memiliki *thrust* yang cukup untuk melakukan manuver dengan aman.

Berdasarkan *CASR part 25.121*, jika salah satu mesin tidak beroperasi dan fase *approach* dihentikan, maka *steady gradient* tidak boleh kurang dari [6]:

- 1) 2.1% untuk pesawat bermesin dua
- 2) 2.4% untuk pesawat bermesin tiga
- 3) 2.7% untuk pesawat bermesin empat

Dengan persyaratan sebagai berikut:

- 1) Berat pendaratan maksimum
- 2) Kecepatan yang ditetapkan sesuai dengan prosedur pendaratan normal, tetapi tidak melebihi $1.5 V_s$

METODOLOGI PENELITIAN

A. Langkah – Langkah Pemecahan

Masalah

Metodologi penelitian berperan penting untuk membantu penyelesaian masalah dengan lebih terarah dan sistematis. Model rumusan masalah ini digambarkan sebagai diagram alir untuk menjelaskan urutan penelitian yang mencakup seluruh rangkaian kegiatan. Fungsi penelitian ini adalah mencari jawaban terhadap permasalahan serta memberikan alternatif bagi kemungkinan yang dapat digunakan untuk pemecahan masalah, penarikan kesimpulan, dan pemberian saran.

Penelitian yang akan dilakukan adalah analisis prestasi terbang untuk mengetahui performa pesawat konseptual

pemadam kebakaran Watraft-25. Prestasi terbang yang dianalisis meliputi *climb performance*, *cruise performance*, dan *descent performance*. Proses perhitungan yang dilakukan menggunakan Microsoft Excel dengan memberikan beberapa variasi nilai di setiap fase terbangnya dan dari hasil yang diperoleh akan dilakukan perbandingan.

Metode penelitian prestasi terbang ini dibagi menjadi beberapa tahapan yang saling berhubungan. Secara garis besar metode penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan penelitian, yaitu persiapan, pengolahan data dan analisa. Dalam metode penelitian ini diuraikan langkah-langkah pemecahan masalah mulai sebagai berikut :

1. Melakukan studi literatur.
2. Mengidentifikasi masalah.
3. Mengumpulkan data-data.
4. Mengolah data.
5. Menganalisis hasil.
6. Kesimpulan dan saran.

B. Studi Literatur

Tahapan ini merupakan proses untuk mencari informasi dari buku-buku referensi yang digunakan untuk mencari jawaban atas permasalahan yang ada sekaligus menjadi pedoman dalam penulisan tugas akhir agar menghasilkan karya tulis yang baik

Selain buku-buku, referensi juga bisa didapat melalui internet. Akses internet ini membantu untuk mencari referensi dengan cakupan yang lebih luas dan lebih praktis dalam pelaksanaannya. Referensi yang didapat dari internet harus diteliti terlebih dahulu untuk memastikan keabsahan dari isi dokumen tersebut sehingga bisa dipertanggung jawabkan.

C. Identifikasi Masalah

Tahapan ini merupakan proses untuk menentukan detail permasalahan yang akan diangkat sebagai bahan penelitian, sebelum merancang rumusan masalah dan batasan dalam penelitian maka diperlukan kegiatan diskusi dengan pembimbing untuk memastikan data-data pesawat konseptual Watraft-25 tersedia dan dapat digunakan untuk menunjang penelitian ini termasuk juga dengan penentuan regulasi yang akan digunakan dalam penelitian ini dimana selanjutnya regulasi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan dokumen *CASR part 25*.

D. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dibagi menjadi dua yaitu data *aircraft performance* dan data pesawat konseptual Watraft-25. Untuk data *performance* yang dibutuhkan dalam penelitian ini bisa didapatkan dari referensi

yang telah diobservasi pada tahapan sebelumnya. Untuk data pesawat konseptual Watraft-25 diperoleh langsung dari penulisan Tugas Akhir sebelumnya yang melibatkan perancangan pesawat konseptual Watraft-25. Data pesawat konseptual Watraft-25 yang diperoleh yaitu geometri pesawat, aerodinamika, spesifikasi pesawat, *propeller*, *engine* yang mana data – data tersebut merupakan hasil penelitian dari perancang pesawat konseptual Watraft-25.

Metode yang dilakukan dalam proses pengumpulan data terdiri dari beberapa cara yaitu :

1. Wawancara

Metode wawancara merupakan metode yang dilakukan dengan cara diskusi atau konsultasi langsung dengan perancang pesawat konseptual Watraft-25 dan dengan pembimbing di institusi pendidikan yang bertujuan untuk mengumpulkan data pendukung, mendapatkan informasi, masukan atau saran yang berguna untuk proses penyusunan tugas akhir.

2. Kepustakaan

Metode ini merupakan suatu metode pengumpulan data penelitian dan informasi yang bersumber dari buku-buku ilmiah, karya tulis ilmiah dan

sumber-sumber lain yang dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

3. Akses Internet

Metode ini merupakan metode pengumpulan data penelitian dan informasi yang dapat digunakan dalam mendukung proses penyusunan tugas akhir yang berasal dari media *online* yang dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya.

Proses selanjutnya adalah memilah data yang diperoleh yang akan dianalisis selanjutnya. Dalam tahap ini harus memilah data dengan tepat karena akan menentukan proses analisa akan berjalan baik dan mendapatkan hasil yang sesuai atau tidak.

E. Pengolahan Data

Pengolahan data adalah memilah data yang diperoleh untuk analisis *performance* pesawat konseptual Watraft-25. Dalam tahapan ini pemilahan data harus dilakukan dengan tepat karena akan menentukan proses dan hasil analisis yang baik. Data tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menentukan masa jenis udara

2. Melakukan perhitungan koefisien *lift* dan koefisien *drag*
3. Melakukan perhitungan *power required*
4. Melakukan perhitungan kecepatan *stall* pesawat

F. Analisis Performance Pesawat

Konseptual Watraft-25

Tahapan selanjutnya adalah melakukan analisis pengolahan data melalui proses perhitungan yang dilakukan menggunakan program Microsoft Excel guna memudahkan kalkulasi dan meminimalisir kesalahan jika kalkulasi dilakukan secara manual. Perhitungan yang dilakukan memiliki urutan di setiap fase terbang sesuai dengan misi yang dilakukan. Urutan dalam proses perhitungan adalah sebagai berikut :

1. *Climb*

Fase terbang awal yang dilakukan perhitungan adalah *Climb*. Dalam perhitungan pada fase ini akan diketahui nilai *rate of climb* dengan sudut maksimal.

2. *Cruise*

Fase terbang selanjutnya adalah *cruise*. Dalam perhitungan ini akan diperoleh waktu dan jarak yang dibutuhkan untuk melakukan

cruising dengan variasi ketinggian tertentu.

3. *Loiter*

Fase terbang selanjutnya adalah *loiter*. Dalam perhitungan ini akan diperoleh waktu per putaran dan jumlah putaran yang dapat dilakukan selama operasi.

4. *Descent*

Fase terbang yang dilakukan perhitungan selanjutnya adalah *Descent*. Dalam perhitungan pada fase ini, akan diketahui nilai *rate of descent* dengan sudut maksimal.

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

A. Pengenalan Pesawat Konseptual Watraft-25

Pesawat konseptual Watraft-25 merupakan sebuah pesawat konseptual yang dirancang dengan tipe *flyingboat* dengan misi *firefighting* dengan kapasitas muatan 7200 liter air, pesawat konseptual ini menggunakan konfigurasi *high wing* dan ditenagai dengan 2 mesin Pratt & Whitney PW123AF [11].

B. Profil Misi

Profil misi merupakan alur yang akan diikuti oleh pesawat ketika melaksanakan suatu misi tertentu. Perbedaan

profil misi ditentukan oleh misi yang akan dilakukan pesawat. Sebagai contoh, pesawat dengan misi membawa penumpang akan berbeda profil misinya dengan pesawat yang mempunyai misi kegiatan militer.

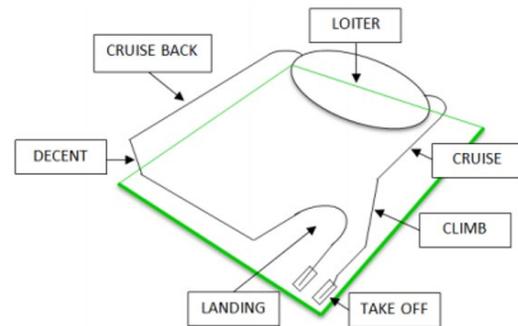
Dalam hal ini, pesawat disyaratkan untuk melakukan *platform* misi taktis, mengakomodir misi pemantauan lahan di area hutan. Misi tersebut umumnya dilakukan oleh pesawat pada kondisi terbang jelajah (*cruise*) atau *loiter*. Pesawat konseptual Watraft-25 memiliki misi utama sebagai pesawat pemadam kebakaran sekaligus sebagai pesawat patroli hutan melalui udara. Untuk kasus seperti itu, pesawat konseptual pemadam kebakaran Watraft-25 sebagian besar melakukan misinya pada saat *cruise*, sehingga alur terbangnya akan lebih sederhana dan misinya menjadi tidak terlalu rumit.

Pada **Gambar 1** ditampilkan profil misi yang dilakukan oleh pesawat konseptual Watraft-25 dari mulai *take-off*, *climb*, *cruise*, *loiter*, *descent* hingga *landing*.

1. Takeoff

Sebagai pesawat konseptual yang dirancang sebagai pesawat amfibi dengan misi utama sebagai pemadam kebakaran sekaligus patroli hutan melalui udara, pesawat ini harus mampu *takeoff* pada kondisi *runway* atau aliran sungai yang

tidak terlalu panjang. Jarak yang dibutuhkan pesawat konseptual Watraft-25 untuk melakukan *takeoff* baik di darat sepanjang 2044.37 *ft* sedangkan untuk *takeoff* di permukaan air sepanjang 3008.52 *ft*



Gambar 1 Profil Misi Pesawat Konseptual Watraft-25 [4].

2. Climb

Pada fase *climb* ini terdapat faktor yang harus dipertimbangkan yaitu *second segment climb* pada pesawat sesaat setelah melakukan *take-off* yang mengharuskan pesawat memiliki daya dorong (*thrust*) yang cukup jika terjadi kegagalan mesin dan memiliki persyaratan *gradient climb* yang diatur pada *CASR part 25*, dimana pada kondisi ini pesawat diasumsikan menggunakan *flap 15°*.

3. Cruise

Pada fase ini pesawat melakukan terbang jelajah untuk melakukan misi utama sebagai pesawat pemadam

kebakaran sekaligus pesawat patroli hutan melalui udara. Pada fase ini pesawat mencari sumber air terdekat yang luas dan terbuka untuk mengambil air. Fase *cruise* dibagi menjadi 2 karena pesawat diasumsikan dapat terbang kembali lagi ke sumber air terdekat. Dari hasil perbandingan pada pesawat sejenis ketinggian *cruise* didapat berkisar 17000 *feet*.

4. *Loiter*

Sebagai pesawat konseptual yang mempunyai misi sebagai pesawat pemadam kebakaran sekaligus patroli hutan melalui udara, pesawat diharuskan untuk dapat terbang secara melingkar untuk dapat melakukan pemantauan pada suatu wilayah tertentu dimana fase ini disebut dengan *loiter*. Pada fase ini pesawat diasumsikan terbang pada ketinggian 2000 *feet* hingga 6000 *feet* untuk memaksimalkan pemantauan suatu wilayah. Pada *Design Requirement & Objective* fase *loiter* waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *loiter* yaitu sekitar 30 menit.

5. *Descent*

Pada fase ini pesawat menurunkan ketinggiannya untuk mendarat (*landing*) atau mengambil air dari perairan langsung seperti sungai, danau, maupun

laut. Ada batasan yang harus dipenuhi pada fase *descent* ketika pesawat dalam posisi akan mendarat namun ada beberapa hal yang mengakibatkan pesawat batal mendarat dan mengharuskan terbang kembali. Regulasi atau batasan tersebut adalah *climb gradient* pada kondisi *missed approach climb* yang di atur dalam *CASR part 25*.

6. *Landing*

Pada fase ini pesawat bisa melakukan *full stop landing* baik di darat maupun di air atau hanya mengambil air di perairan langsung seperti sungai, danau, maupun laut dan jarak yang dibutuhkan untuk melakukan *landing* di darat sepanjang 3309.92 *feet* sedangkan untuk *landing* di permukaan air sepanjang 3389.19 *feet*. Ketika pesawat mendarat untuk mengambil air dan mendarat di permukaan air biasanya memiliki kecepatan sekitar 70 *knot*. Kemudian *scoop* diturunkan dan pesawat mulai mengambil air. Kecepatan *scooping* (pengambilan air) dapat bervariasi dari satu pesawat ke pesawat lainnya, dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mengisi tangki secara penuh yaitu sekitar 10-30 detik. Untuk kasus *flying boat* terbesar yang pernah diubah

menjadi pesawat *waterbomber*, Martin Mars memiliki rata-rata sekitar 1100 *L/s*, atau *satu ton air setiap detik*. Kemudian setelah tangki penuh, pilot mengatur ke kecepatan penuh dan kembali melakukan *climb out*. Waktu yang dibutuhkan pesawat dari sumber air terbuka ke titik api tergantung jarak dari sumber air terbuka tersebut ke titik api yang dituju.

C. Parameter Perhitungan

Penelitian ini akan mengasumsikan titik kebakaran yang ada di Indonesia sebagai parameter hasil dari perhitungan *performance*, dan mengasumsikan lokasi titik kebakaran hutan yang sering terjadi di hutan Indonesia pada musim kemarau tahun 2019 dan lokasi sumber air terdekat dari titik kebakaran tersebut.

1. Lokasi Kebakaran

a. Provinsi Kalimantan Tengah

Provinsi ini dipilih karena berdasarkan data yang diperoleh dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. Tercatat bahwa pada bencana kebakaran hutan dan lahan pada tahun 2019 luas hutan dan lahan terbakar mencapai 134,227 hektare. Penelitian ini mengasumsikan titik kebakaran berada di Desa Tanjung

Taruna, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah.

2. Lokasi *Scooping*

a. Sungai Kahayan

Lokasi ini dipilih karena menjadi sumber air terdekat yang luas dan terbuka dari lokasi kebakaran yaitu di Desa Tanjung Taruna, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah. Jarak dari lokasi kebakaran ke lokasi bibir sungai yang lurus dengan panjang sekitar 7 kilometer.

HASIL ANALISIS

1. *Rate of Climb*

V (knot)	V (ft/s)	D (lb)	Pa (ft.lb/s)	Pr (ft.lb/s)	R/C (ft/s)
50	84.39	7563.43	2094673	638277.86	37.146
100	168.78	2569.77	2094673	433725.78	42.364
150	253.17	2449.65	2094673	620177.89	37.608
200	337.56	3358.09	2094673	1133556.9	24.514
250	421.95	4821.37	2094673	2034377.1	1.538
300	506.34	6722.62	2094673	3403931.4	-33.394
350	590.73	9021.77	2094673	5329430.2	-82.505

2. Sudut *Climb*

$$u = \text{ASIN} \frac{R/C}{V}$$

$$u = \text{ASIN} \frac{42.364}{168.78}$$

$$u = 0.25 \text{ rad} = 14.5^\circ$$

3. Time to Climb

$$\text{Time to climb} = \frac{h_2 - 0}{R/C}$$

$$\text{Time to climb} = \frac{17000 - 0}{42.364}$$

$$\text{Time to climb} = 401.28 \text{ s}$$

4. Second Segment Climb

$$\text{climb gradient} = \sin \gamma \times 100$$

$$\text{climb gradient} = 0.0245 \times 100$$

$$\text{climb gradient} = 2.45\%$$

5. Range

$$R = \frac{2}{Ct} \sqrt{\frac{2}{\rho S} \frac{C_L^2}{C_D}} \left(W_0^{\frac{1}{2}} - W_1^{\frac{1}{2}} \right)$$

$$R = \frac{2}{1.39 \times 10^{-4}} \sqrt{\frac{2}{(1.401 \times 10^{-3}) \times (1126.023)}} \times$$

$$24.11 \times \left(39206.87^{\frac{1}{2}} - 35827.52^{\frac{1}{2}} \right)$$

$$R = 3411341.42 \text{ feet}$$

$$R = 562.87 \text{ nmi}$$

6. Endurance

$$E = \frac{1}{Ct} \frac{L}{D} \ln \frac{W_0}{W_1}$$

$$E = \frac{1}{0.000139} 16.956 \ln \frac{39206.87}{35827.52}$$

$$E = 11004.46 \text{ detik}$$

$$E = 3.1 \text{ hours}$$

7. Radius Putar

$$Rt = \frac{v^2}{g\sqrt{n^2 - 1}}$$

$$Rt = \frac{137.88^2}{32.2\sqrt{1.089^2 - 1}}$$

$$Rt = 1369.249 \text{ feet}$$

8. Time to turn 360 degree

$$t = \frac{2\pi r}{V}$$

$$t = \frac{2 \times 3.14 \times 1369.249}{173.88}$$

$$t = 62.364 \text{ detik}$$

9. Rate of Descent

$$Vv = \sqrt{\frac{2w}{\rho \left(\frac{Cl^2}{Cd} \right) S}}$$

$$Vv =$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 39206.87}{0.001402 \times (15.49)^2 \times 1126.02}}$$

$$Vv = 14.39 \text{ ft/s}$$

10. Angle of Descent

$$\text{Tan } u = \frac{1}{\left(\frac{L}{D} \right)_{\max}}$$

$$\text{Tan } u = \frac{1}{16.95}$$

$$\text{Tan } u = 0.05$$

$$u = 3.4^\circ$$

11. *Time to Descent*

$$t = \frac{h_2 - h_1}{RD}$$
$$t = \frac{4000 - 17000}{14.38685}$$
$$t = - 903.6 \text{ s}$$

12. *Missed Approach Climb*

$$\text{climb gradient} = 0.035 \times 100$$
$$= 3.5\%$$

13. Luas Wilayah Yang Dapat Dipadamkan

- a. Penulis mengasumsikan kapasitas air 0.01 m^3 untuk membahasi lahan seluas 1 m^2 .
- b. Dengan mengkonversi 0.01 m^3 kedalam liter, maka didapatkan 10 liter.

Menggunakan asumsi tersebut, luas wilayah yang dapat dipadamkan dengan kapasitas air 7200 liter seperti berikut.

$$10 \text{ liter} = 1 \text{ m}^2$$

Dengan mengalikan masing-masing ruas dengan 720, maka didapatkan hasil seperti berikut.

$$7200 \text{ liter} = 720 \text{ m}^2$$

Sehingga dengan menggunakan persamaan tersebut, luas yang dapat dipadamkan seluas 720 m^2 atau seluas 2 kali luas lapangan bola basket.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. *Range* dan *endurance maximum* semakin meningkat pada kondisi pesawat tanpa membawa muatan air. Dari hasil perhitungan, *range* yang didapat masih belum memenuhi DR&O, dan kemampuan *loiter* pesawat konseptual Watraft-25 semakin meningkat seiring dengan meningkatnya ketinggian pesawat .
2. Nilai *rate of climb maximum* pada ketinggian *sea level* sebesar 42.364 ft/s dengan kecepatan 168.78 ft/s . Dengan *climb angle* sebesar 14.53 derajat, *rate of climb* 42.364 ft/s , dan kecepatan 168.78 ft/s , waktu tempuh dari ketinggian *sea level* ke ketinggian 17000 *feet* memerlukan waktu selama 401.28 detik atau 6 menit 34 detik.
3. Nilai *rate of descent* pada ketinggian 17000 *feet* sebesar 14.38 ft/s . Dengan *descent angle* sebesar 3.4 derajat, *rate of descent* 14.38 ft/s , waktu tempuh dari ketinggian 17000 *feet* ke ketinggian 4000 *feet* memerlukan waktu selama 903.603 detik atau 15 menit 6 detik.
4. Nilai *climb gradient* pada kondisi *second segment climb* dan kondisi *missed approach climb* memenuhi regulasi pada CASR *part* 25.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anderson, Jr, J. D. (1999). *Aircraft Performance And Design*. WCB/McGraw-Hill.
- [2] Avianira, F. A. (2018). Analisis dan Perhitungan Prestasi Terbang Pesawat Tanpa Awak LSU-02 NGLD (Lapan *Surveillance* UAV). Bandung: Universitas Nurtanio.
- [3] Kementerian Lingkungan Hidup & Kehutanan. (2020). Hutan Dan Deforestasi Indonesia Tahun 2019.
- [4] Nugroho, E. B. (2020). Analisis Prestasi Terbang Pesawat Tanpa Awak Saber N-15 Pada Posisi *Cruise* dan *Landing*. Bandung: Universitas Nurtanio.
- [5] Nugroho, L. (2011, Desember 18). Retrieved Juni 27, 2021, from Gaya - Gaya yang Terdapat pada Pesawat Terbang: <http://sangpenerbang.blogspot.com/2011/12/gaya-yangterdapat-pada-pesawat-terbang.html>
- [6] Republik of Indonesia Ministry of Transportation. (2003). *Civil Aviation Safety Regulation Part 25*.
- [7] Roskam, J. (1997). *Airplane Aerodynamics and Performance*. Kansas: DARcorporation.
- [8] Saarlans, M. (2007). *Aircraft Performance*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [9] Scholz, D. (2021, Agustus 30). Retrieved November 2, 2021, from Aircraft Design: http://www.fzthamburg.de/pers/Scholz/dimensionierung/2seg_nn.htm
- [10] Taconi, L. (2003). Kebakaran Hutan di Indonesia : Penyebab, Biaya dan Implikasi Kebijakan. Bogor: Center for International Forestry Research.
- [11] Triani, L. (2021). Perancangan Konseptual Pesawat *Fire Fighting Ambifi* Kapasitas 2 Kru. Bandung: Universitas Nurtanio.
- [12] Zaki, A. N. (2017). Analisis Prestasi Terbang Pesawat N219 . Jember: Universitas Jember.