

Rancang Bangun Parasut *Landing* Untuk Pesawat Tanpa Awak (UAV) Serindit V-2

KASPUL ANUAR, MUSTHAFA AKBAR, WARMAN FATRA, SYAFRI SYAFRI,
NAZARUDDIN, ANNISA WULAN SARI, SIGIT SOFA PAMUNCAK

ABSTRACT

Generally, fixed wing UAVs are designed to land using the belly landing method. The belly landing method is prone to causing the fuselage to collide with the runway, so the risk of the fuselage cracking is quite high. UAV can also landing using the landing gear method. However, this method is not suitable for mapping missions in remote areas, due to the difficulty of obtaining the runway. In this study, parachute landing system was designed for the purpose of landing UAV. It begins with the creating a concept design, choosing a concept with a decision matrix, calculating the dimensions of the parachute, and calculating the rate of descent of the UAV. From the calculation results, the surface area of the parachute is 2.285 m^2 , the main parachute diameter is 1.705 m, the secondary parachute diameter is 0.682 m, the rope length is 2.2 m and the UAV descent rate is 5.58 m/s. After the design process is complete, then the parachute is built based on the design. The landing parachute were then tested using the Serindit V-2 UAV. Based on the flight tests carried out, the landing parachute worked well. The descent rate of the Serindit V-2 UAV during landing is 4.33 m/s. It shows that the descent rate meet the criteria for safely landing. The landing process is carried out at an altitude of 105 m with a landing time to the ground of 22 seconds.

Keywords: UAV Serindit V-2, Landing, Parachute

PENDAHULUAN

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) adalah wahana terbang tanpa awak yang dikendalikan tanpa keberadaan pilot di dalamnya (Austin, 2010, dan Anderson, 2011). Saat mengudara, UAV memanfaatkan gaya aerodinamika berupa gaya angkat (*lift*) yang dihasilkan oleh bagian sayap (Fahlstrom, 2012). Berdasarkan tipe sayapnya, UAV terbagi menjadi dua jenis, yaitu UAV tipe *rotary wing* dan UAV tipe *fixed wing* (K. Anuar, 2022). UAV *rotary wing* cocok digunakan pada area yang relatif kecil. Wahana ini mudah dioperasikan dan dapat lepas landas dan mendarat secara vertical (K. Anuar, 2020). UAV *fixed wing* memiliki keunggulan dalam hal efisiensi penggunaan daya baterai. Wahana ini cocok digunakan untuk misi yang membutuhkan waktu terbang yang relatif lama. Dalam aplikasinya, UAV *fixed wing* digunakan untuk pemantauan dan pemetaan udara pada area pertanian, perkebunan dan pertambangan. Selain itu, pada bidang militer, UAV *fixed wing* juga digunakan untuk misi pertempuran (Saroinsong, 2018).

Serindit V-2 adalah wahana terbang tanpa

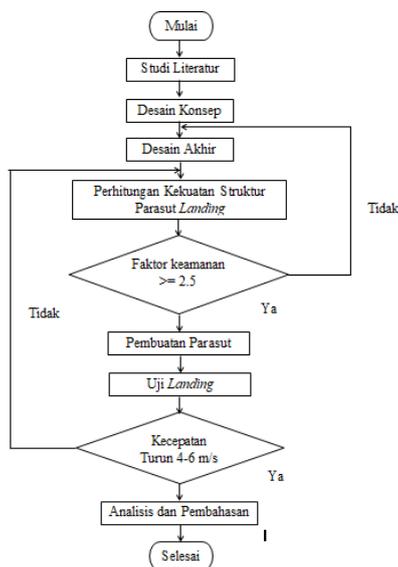
awak tipe *fixed wing* yang didesain untuk terbang pada kecepatan dan akselerasi yang tinggi (Asral, 2022). Umumnya wahana terbang tipe *fixed wing* didesain untuk mendarat dengan metode *belly landing*. Metode pendaratan ini mengakibatkan bagian *fuselage* rentan mengalami benturan dengan landasan, sehingga resiko *fuselage* mengalami retak cukup tinggi. Oleh karena itu, diperlukan konstruksi bagian *belly fuselage* yang kuat dan mampu untuk menahan benturan selama proses pendaratan (P. Jetley, 2017).

Selain metode *belly landing*, wahana *fixed wing* juga dapat mendarat dengan metode *landing gear*. Metode ini memanfaatkan *gear* atau roda sebagai penopang utama saat mendarat ataupun *take off*. Kelebihan metode ini yaitu, wahana *fixed wing* lebih aman dari benturan dikarenakan adanya jarak aman dari sayap dan *fuselage* terhadap permukaan *ground*. Namun metode ini memiliki kelemahan yakni membutuhkan landasan pacu untuk lepas landas dan mendarat.

Untuk mengatasi hal tersebut, dalam penelitian ini akan dirancang bangun sistem pendarat tipe parasut *landing* untuk wahana terbang Serindit V-2. Parasut *landing* merupakan metode pendaratan yang memanfaatkan parasut untuk memperlambat gerak jatuh dari pesawat saat mendarat. Dengan demikian, saat mendarat, wahana akan jatuh secara perlahan. Metode pendaratan ini memiliki keunggulan dalam hal kemudahan proses pengoperasian dan tidak membutuhkan landasan pacu serta dapat meminimalisir benturan yang terjadi saat pendaratan.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa tahapan. Adapun tahapan pada penelitian ini ditampilkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

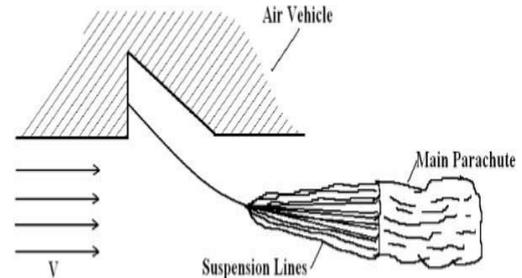
1. Desain Konsep

Pada penelitian ini, empat desain konsep parasut *landing* diajukan. Keempat desain konsep parasut *landing* tersebut terdiri dari: konsep *uncontrolled deployment*, konsep *ballistic deployment*, konsep *spring release*, dan konsep *pilot chute deployment*.

1) Konsep 1: *Uncontrolled Deployment*

Konsep ini memiliki keunggulan berupa desainnya yang sederhana dan ringan. Komponen yang dibutuhkan tidak terlalu banyak sehingga biaya produksi dari parasut relatif kecil. Kekurangannya yaitu: hanya efektif digunakan untuk parasut dengan diameter kurang dari 5 meter (Knacke, 1992). Ketika parasut yang lebih besar dilepaskan

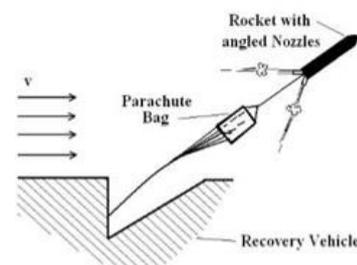
menggunakan metode ini, maka akan muncul beban kejut yang tinggi pada *suspension line* dan kanopi. Selain itu, fase pengembangan parasut pada metode ini membutuhkan waktu yang relatif banyak. Gambar 2 menampilkan konsep desain parasut *landing* dengan metode *uncontrolled deployment* [9].



Gambar 2. *Uncontrolled Deployment*

2) Konsep 2: *Ballistic Deployment*

Penggunaan *ballistic deployment* mengacu kepada metode pengembangan parasut menggunakan roket/ kembang api. Pada konsep ini, kecepatan pengembangan kanopi dari parasut akan sangat tinggi. kekuatan tarik yang bekerja pada *suspension line* dan kanopi relatif konstan. Kekurangan dari sistem ini yaitu tidak cocok digunakan pada wahana terbang yang relatif kecil karena minimnya ruang *payload* yang bisa digunakan untuk penempatan roket. Selain itu, roket juga menghasilkan gas buang sangat panas yang mungkin menjadi risiko tambahan untuk *airframe*/ peralatan elektronik. Gambar 3 menampilkan sistem parasut *landing* dengan konsep *ballistic deployment* (Cartwright, 2008).

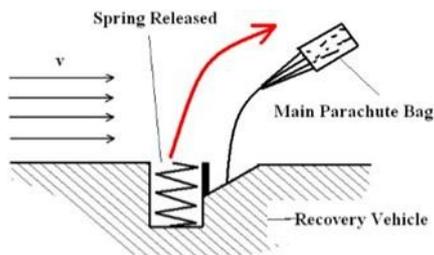


Gambar 3. *Ballistic Deployment*

3) Konsep 3: *Spring Release*

Metode *spring release* merupakan metode pelepasan parasut *landing* yang memanfaatkan pegas untuk melepas kanopi parasut dari wahana terbang. Konsep ini menggunakan pegas bertenaga tinggi yang dipasang secara internal untuk mengeluarkan parasut utama ke luar badan pesawat. Efek samping dari penggunaan metode ini adalah bertambahnya berat komponen mekanis internal. Untuk

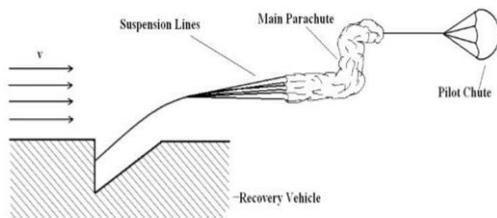
mengatasi hal tersebut pegas mekanis dapat diganti dengan udara yang terkompresi. Namun, masalah lain juga akan timbul dengan rumitnya pemasangan sistem pada badan wahana terbang. Selain itu, penggunaan pegas pada metode ini hanya bertujuan agar kanopi parasut dapat dilepas dengan mudah dari wahana terbang, sedangkan pengembangan kanopi dilakukan dengan memanfaatkan aliran udara. Hal ini mengurangi keandalan dalam proses pengembangan kanopi parasut. Gambar 4 menampilkan sistem parasut landing dengan konsep *spring release* (Cartwright, 2008).



Gambar 4. *Spring Release*

4) Konsep 4. *Pilot Chute Deployment*

Konsep terakhir adalah metode penyebaran parasut kecil (*pilot chute deployment*). Metode ini biasanya digunakan untuk menyeret keluar parasut utama seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5 (Cartwright, 2008).



Gambar 5. *Pilot Chute Deployment*

Chute pilot yang umumnya sekitar seperempat dari ukuran parasut utama, dapat dilepaskan pada kecepatan tinggi tanpa menghasilkan beban kejutan yang besar. *Chute pilot* juga berfungsi untuk memperlambat gerakan wahana terbang ke depan sambil menarik keluar parasut utama sehingga ketika kanopi utama membuka, kecepatan gerak wahana ke depan akan berkurang secara signifikan. *Chute pilot* memanfaatkan gaya *drag* yang diciptakannya ketika berada di aliran udara bebas untuk membantu parasut utama mengembang dengan sempurna. Pada metode ini, gaya tarik yang bekerja pada *suspension line* dan kanopi relatif konstan. Karena *chute pilot* terbuat dari bahan yang sama dengan kanopi utama dan dapat dilipat, metode ini

tidak membutuhkan ruang yang besar pada badan wahana. Selain itu dari sisi bobot, sistem parasut ini relatif ringan.

Keempat desain konsep parasut *landing* kemudian dipilih menggunakan tabel matriks pemilihan. Skor terbaik dari suatu parameter diberikan poin 1 dan yang terburuk poin 10. Konsep dengan jumlah poin terkecil adalah konsep yang paling memenuhi semua persyaratan sistem. Tabel 1 menampilkan matriks pemilihan konsep sistem parasut *landing*.

Tabel 1. Matriks pemilihan konsep parasut *landing*

Parameter	Konsep 1	Konsep 2	Konsep 3	Konsep 4
Kecepatan				
Penyebaran				
Kompleksitas				
Kemampuan adaptasi				
Massa				
Biaya				
Total skor				

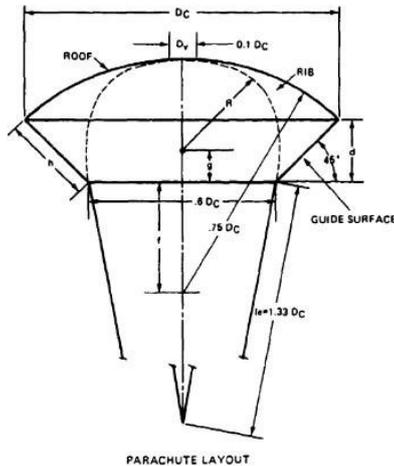
2. *Desain Akhir*

Setelah didapat satu desain terpilih pada matriks pemilihan konsep, perhitungan rancangan parasut dilakukan dengan mengacu kepada spesifikasi wahana terbang UAV Serindit V-2 yang dapat dilihat pada Tabel 2 berikut [4][7].

Tabel 2. Spesifikasi UAV Serindit V-2

No	Spesifikasi	Karakteristik
1	Jenis Wing	Fixed Wing
2	Panjang <i>Fuselage</i>	1060 mm
3	Massa <i>Fuselage</i>	350 gram
4	Bentang sayap	1300 mm
5	Motor penggerak	Motor brushless
6	Material bodi	Komposit <i>fiberglass</i>
7	Material Sayap	Komposit <i>foam core</i>
8	Massa maksimum	2,5 kg

Adapun *layout* parasut *landing* yang dirancang ditampilkan pada Gambar 6 berikut (T.W. Knacke, 1991).



Gambar 6. Parachute layout

1) Perhitungan Area Parasut Utama
Surface area dari parasut utama (*primary chute*) dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$S = \frac{2 g m}{\rho c_d v^2} \quad (1)$$

Dengan massa (m) sebesar 2,5 kg, massa jenis udara (ρ) = 1,225 kg/m³, koefisien *drag* (c_d) = 0,7 dan laju turun UAV diinginkan (v) = 5 m/s, diperoleh luas area parasut utama (S) sebesar 2,285 m². Laju turun wahana dipilih 5 m/s, karena nilai ini sesuai dengan kriteria laju turun yang aman saat *landing* dengan parasut (di bawah 6 m/s) (T. Willye, 2001).

2) Perhitungan Diameter Parasut
 Untuk menentukan diameter dari parasut baik parasut utama maupun parasut sekunder (*chute pilot*) dapat digunakan Persamaan 2 berikut.

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} \quad (2)$$

Dengan luas area parasut utama (S) sebesar 2,285 m², dan ketentuan parasut sekunder senilai 40% dari luas parasut utama, diperoleh diameter parasut utama dan parasut sekunder masing-masing sebesar 1,705 m dan 0,682 m.

3) Perhitungan *Suspension Lines*
Suspension lines adalah tali yang menghubungkan kanopi (parasut utama) ke *payload*. Perhitungan *suspension lines* dilakukan menggunakan Persamaan 3.

$$L = 1,33 D \quad (3)$$

Dengan mensubstitusi nilai diameter parasut

parasut utama dan sekunder masing-masing sebesar 2,26 m dan 0,57 m.

4) Perhitungan Laju Turun Wahana

Laju turun wahana saat mendarat dengan parasut *landing* dihitung menggunakan Persamaan 4 (Bronson, 2006).

$$v' + \frac{k}{m} v = g \quad (4)$$

Dengan nilai k sebesar 4,37 dan massa (m) UAV = 2,5 kg, solusi Persamaan 4 diperoleh dengan menggunakan metode persamaan differensial linier orde satu.

3. Pembuatan Parasut Landing

Bahan yang digunakan dalam pembuatan parasut pada penelitian ini adalah kain *alpen milky*. Kain parasut ini terbuat dari serat benang sintetis dan lapisan tambahan *coating milky* dan bersifat *water repellent*. Proses pembuatan dimulai dengan pembuatan pola. Selanjutnya kain digunting mengikuti alur pola yang sebelumnya telah dibuat. Lubang pada parasut utama dibuat untuk menghubungkan parasut utama dengan parasut sekunder. Kain parasut kemudian dijahit mengikuti pola yang ada. Terakhir, tali *parachord* dan *suspension line* disatukan dan dipasang pada parasut utama dan kecil. Gambar 7 menampilkan proses pembuatan parasut landing UAV Serindit V-2.



Gambar 7. Proses pembuatan parasut landing UAV Serindit V-2

4. Uji Pendaratan UAV Serindit V-2

1) Persiapan alat dan bahan

Beberapa peralatan yang dibutuhkan selama uji pendaratan UAV Serindit V-2 dengan parasut *landing* ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Alat dan bahan untuk uji pendaratan UAV

Alat dan Bahan	Fungsi	Gambar
Anemometer	Pengukuran kecepatan angin	
Laptop	Ground control system	
Digital watt meter	Pengukuran voltase, kuat arus dan daya baterai	
Uav Serindit V-2 dilengkapi parasut landing	UAV dilengkapi GPS, airspeed sensor dan flight controller	

5. Prosedur Uji Terbang

UAV Serindit V-2 disiapkan dalam kondisi telah terintegrasi dengan, sistem propulsi, GPS, *flight controller*, *airspeed sensor*, sistem parasut landing dan *software mission planner*. Gambar 8 menampilkan UAV sebelum diuji terbang.



Gambar 8. Persiapan uji terbang

Kecepatan angin diukur sebelum uji terbang. Kecepatan angin maksimal yang diizinkan ketika pengujian adalah 1,2 m/s. Kecepatan angin yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan proses pengujian UAV menjadi tidak optimal. Selanjutnya, misi terbang dibuat di *software mission planner*. Misi terbang dibuat sederhana, yaitu UAV terbang lurus pulang-pergi sejauh 1 km. Sudut serang saat UAV *takeoff* ditetapkan sebesar 16 derajat serta UAV dalam mode *return to launch* (RTL) jika terjadi kesalahan misi terbang. Gambar 9

menampilkan misi terbang yang telah dibuat pada *software mission planner*.



Gambar 9. Misi terbang UAV Serindit V-2

Langkah berikutnya yaitu melakukan *preflight check* seperti menyesuaikan posisi *center of gravity* (CG) dari UAV, kondisi *control surface*, dan kondisi baut *propeller*. Gambar 10 menampilkan *preflight check* terkait posisi titik berat (*center of gravity*) UAV Serindit V-2.



Gambar 10. Pengecekan posisi titik berat

Setelah *preflight check* selesai dilakukan, UAV diterbangkan secara manual hingga ketinggian 70 m dari atas permukaan tanah. Pada ketinggian 70 m, wahana akan diubah modenya menjadi *autonomous*, sehingga wahana terbang menuju ketinggian 100 m (fase *take-off*). UAV selanjutnya terbang menjalan misi yang sudah dibuat. Ketika misi selesai, UAV kembali ke posisi awal (*home*). Setelah sampai, parasut akan dilepas secara manual melalui *switch* yang terdapat pada remot kontrol. *Switch* ini bekerja dengan cara mengaktifkan motor servo yang terdapat pada UAV, sehingga parasut akan lepas dari badan UAV. Gambar 11 menampilkan proses *take-off* UAV.



Gambar 11. Proses *takeoff* UAV

Setelah selesai, data log terbang pada *flight controller* diunduh. Data ini kemudian diplot dan dianalisis guna mendapatkan gambaran jelas mengenai laju turun UAV.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Desain Konsep

Keempat desain parasut *landing* untuk wahana terbang Serindit V-2 dipilih menggunakan tabel matriks pemilihan. Tabel 4 menampilkan matriks pemilihan desain konsep sistem parasut *landing* UAV Serindit V-2.

Tabel 4. Matriks pemilihan desain konsep

Parameter	Kons 1	Kons 2	Kons 3	Kons 4
Kecepatan	8	2	6	4
Penyebaran				
Kompleksitas	1	4	3	2
Kemampuan adaptasi	1	2	4	3
Massa	2	4	3	2
Biaya	2	4	3	2
Hasil	14	16	19	13

Dari Tabel 4 terlihat desain konsep 4 (*pilot chute deployment*) terpilih sebagai desain parasut *landing* Uav Serindit V-2. Hal ini dikarenakan desain konsep 4 memiliki poin terendah.

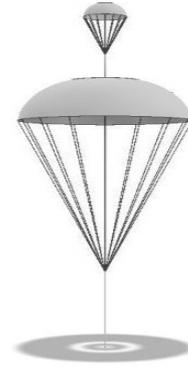
2. Hasil Desain Akhir

Desain akhir parasut *landing* dibuat sesuai dengan spesifikasi UAV serindit V-2. Hasil rancangan parasut *landing* berkaitan dengan dimensinya dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 parameter rancangan parasut *landing*

Parameter	Desain
Surface Area	2.285 m
Diameter	1.705 m
P. Tali Utama	2.26 m
P. Tali Sekunder	0.57 m
Laju Turun	< 6 m/s

Desain parasut *landing* dalam bentuk gambar 3 dimensi ditampilkan pada Gambar 12 berikut.



Gambar 12. Desain 3D parasut *landing*

3. Hasil Pembuatan Parasut *landing*

Parasut *landing* berhasil dibuat sesuai desain yang dibuat. Hasil pembuatan parasut *landing* untuk UAV serindit V-2 dapat dilihat pada Gambar 13 dibawah ini.



Gambar 13. Hasil pembuatan parasut *landing*

Tabel 6 berikut menampilkan perbandingan dimensi hasil desain dan hasil pembuatan dari parasut *landing* untuk wahana UAV Serindit V-2.

Tabel 6. Perbandingan parameter desain dengan aktual dari parasut *landing*

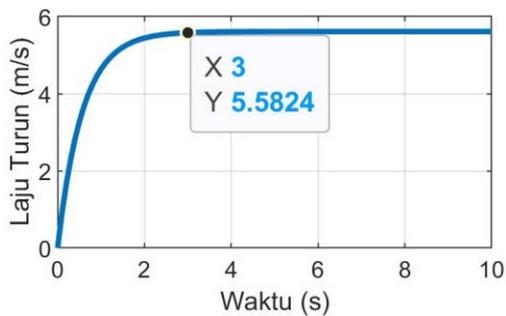
Parameter	Desain	Aktual	Selisih
Surface area	2,285 m	2,21 m	0,075 m
Diameter	1,705 m	1,65 m	0,055 m
Panjang tali utama	2,26 m	2,1 m	0,16 m
Panjang tali sekunder	0,57 m	0,55 m	0,02 m

Tabel 6 menunjukkan beberapa dimensi aktual dari parameter parasut *landing* berbeda dengan dimensi rancangannya. Nilai aktual dari *surface area* dan diameter parasut lebih kecil dibandingkan dengan dimensi rancangannya.. Selanjutnya, nilai rancangan pada panjang tali

utama dan sekunder berbeda dengan hasil pembuatannya. Nilai panjang tali utama dan sekunder aktual lebih kecil dibandingkan dengan desainya. Namun, secara umum, perbedaan dimensi aktual dengan rancangan yang terjadi tidak begitu besar.

4. Hasil Perhitungan Laju Turun

Hasil perhitungan laju turun UAV Serindit V-2 saat mendarat dengan parasut *landing* ditampilkan pada Gambar 14 berikut.

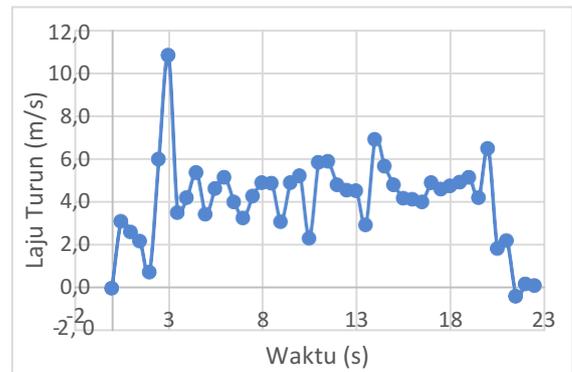


Gambar 14. Hasil perhitungan laju turun UAV Serindit V-2

Dari gambar 14, terlihat laju turun UAV Serindit V-2 saat mendarat dengan parasut *landing* diperoleh sebesar 5,58 m/s. Hal ini menunjukkan kinerja parasut *landing* berdasarkan perhitungan memenuhi kriteria aman yaitu kurang dari 6 m/s. Selanjutnya, dari Gambar 14 juga terlihat, sistem parasut *landing* membutuhkan waktu minimal tiga detik agar mampu mengembang dengan sempurna dan bekerja optimal.

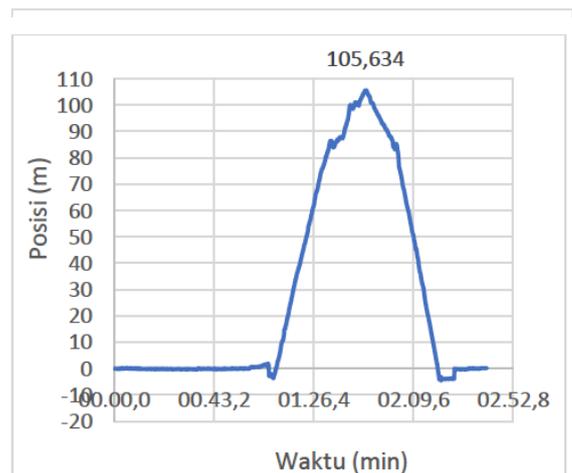
5. Hasil Uji Pendaratan UAV Serindit V-2

Hasil pengujian kinerja parasut *landing* diperoleh dari log file terbang yang tersimpan di dalam *flight controller*. Data log terbang ini kemudian diolah menjadi grafik. Gambar 15 menampilkan hasil uji laju turun UAV Serindit V-2 saat pendaratan dengan parasut *landing*.



Gambar 15. Laju turun UAV Serindit V-2

Dari Gambar 15 terlihat laju turun UAV serindit V-2 sesaat setelah *landing* dari ketinggian 105 m naik ke angka 10,8 m/s. Hal ini disebabkan, ketika parasut dilepaskan, parasut membutuhkan waktu agar dapat mengembang dengan sempurna. Belum optimalnya pengembangan parasut menjadikan gaya *drag* yang dihasilkan belum optimal. Setelah parasut mengembang sempurna, laju turun UAV Serindit V-2 berkurang dan stabil di sekitar angka 4,4 m/s hingga menyentuh *ground*. Laju turun sebesar 4,4 m/s ini memenuhi kriteria aman yaitu di bawah 6 m/s. Hasil pengujian pada parasut *landing* berupa grafik *altitude* vs waktu seperti terlihat pada Gambar 16 berikut.



Gambar 16. Posisi UAV Serindit V-2 vs waktu

Dari Gambar 16, terlihat ketinggian saat parasut dilepaskan yaitu sekitar 105 m. Waktu yang dibutuhkan parasut sampai menyentuh *ground* (tanah) atau landasan yaitu 22 detik.

KESIMPULAN

- 1 Parasut *landing* untuk UAV Serindit V-2 berhasil didesain dengan *surface area* parasut 2.285 m², diameter 1.705 m,

- diameter parasut sekunder 0,682 m, panjang tali parasut utama 2,26 m dan panjang tali untuk parasut sekunder 0,57 m.
- 2 Parasut landing berhasil dibuat dengan surface area 2,21 m², diameter 1,65 m, diameter parasut sekunder 0,682 m, panjang tali parasut utama 2,1 m dan panjang tali untuk parasut sekunder 0,55 m
 - 3 Laju turun teoritis diperoleh sebesar 5,58 m/s dan laju turun aktual sebesar 4.33 m/s.

DAFTAR PUSTAKA

- R. Austin, *Unmanned Aircraft Systems UAVS Design, Development and Deployment*, First edit. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd, 2010. doi: 10.1016/B978-0-12-374518-7.00016-X.
- J. D. Anderson, *Fundamentals of Aerodynamics (6th edition)*, vol. 1984, no. 3. 2011.
- P. G. Fahlstrom and T. J. Gleason, *Introduction to UAV Systems*, First edit. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd, 2012. doi:10.1002/9781118396780.
- K. Anuar, M. Akbar, H. A. Aziz, and A. Soegihin, "Experimental Test on Aerodynamic Performance of Propeller and Its Effect on The Flight Performance of Serindit V-2 UAV," *J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 120–132, 2022, doi: <https://doi.org/10.37934/arfmts.91.2.12.0132>.
- K. Anuar, W. Fatra, and M. Akbar, "Tricopter Vehicle Frame Structure Design Integrated as Platform of Fixed Wing Atha Mapper 2150," vol. 64, no.2, pp. 68–72, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.36842/jomase.v64i.2.218>.
- H. S. Saroinsong *et al.*, "Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa Awak (Fixed Wing) Berbasis Ardupilot," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 7, no. 1, pp. 73–84, 2018, doi: 10.35793/jtek.7.1.2018.19195.
- Asral, K. Anuar, and A. Soegihin, "Aerodynamic Analysis of Unnamed Aerial Vehicle Serindit V-2 Using Computational Fluid Dynamics," *J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci.*, vol. 93, no. 1, pp. 83–93, 2022, doi: 10.37934/arfmts.93.1.8393.
- P. Jetley, P. B. Sujit, and S. Saripalli, "Safe Landing of Fixed Wing UAVs," *Proc. - 47th Annu. IEEE/IFIP Int. Conf. Dependable Syst. Networks Work. DSN-W 2017*, pp. 2–9, 2017, doi: 10.1109/DSN-W.2017.43.
- K. G. S. Cartwright, "Feasibility of Parachute Recovery Systems for Small UAVs," pp. 1–29, 2008.
- T. W. Knacke, *Parachute recovery systems design manual*. 1991. [Online]. Available: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a247666.pdf>
- T. Wyllie, "Contributed paper Parachute recovery for UAV systems," vol. 73, no. 6, pp. 542–551, 2001.
- R. Bronson and G. B. Costa, *Differential Equation*, Third. New York: The McGraw-Hill, 2006.

PENULIS:

Kaspul Anuar
Universitas Riau
kaspul.anuar@lecturer.unri.ac.id

Musthafa Akbar
Universitas Riau
akbarmust@eng.unri.ac.id

Warman Fatra
Universitas Riau
warman.fatra@lecturer.unri.ac.id

Nazaruddin
Universitas Riau
nazaruddin@eng.unri.ac.id

Annisa Wulan Sari
Universitas Riau
annisasw@lecturer.unri.ac.id

Sofa Sigit Pamuncak
Universitas Riau
sofa.sigit3889@student.unri.ac.id