



Analisis Pengaruh Sudut Serang Terhadap Jarak dan Waktu pada saat *Take Off* dan *Landing* Pesawat UAV Model *Tail Twin Boom*

Mochamad Anash Al Ashar¹, Doddy Suanggana², Gad Gunawan³

¹ Teknik Mesin, Teknologi Industri dan Proses, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan:
03161039@student.itk.ac.id

² Teknik Mesin, Teknologi Industri dan Proses, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan:
doddy.suanggana@lecturer.itk.ac.id

³ Teknik Mesin, Teknologi Industri dan Proses, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan:
gad_gunawan@lecturer.itk.ac.id

Abstract

The development of UAV (Unmanned Aerial Vehicle) each year always undergo development because basically uav this is a new technology especially in the air show, as the development of the days of uav it is getting was chosen because it can be controlled from long distances or regular also called drone. In research it is going to do a theoretical analysis of the distance and time take off and landing. In research this speed take off and landing divided into 3 variation 22,97 ft/s, 28,53 ft/s, 36,09 ft/s, and at an angle attack also divided into 3 variations 10°, 20° and 30°. In designing a uav there are some things that need attention to perform uav can fly perfectly, one of them is flying from uav achievement. From here can be seen how far and the time required uav to take off and landing, with variations of the speed and angles of attack used. From the calculation and the data obtained by the time take off on the ground and air, a good speed and angles of attack used there at the speed 22,97 ft/s and angles attack 10° achievement uav who fly to produce good at take off, meanwhile based on investigation and data obtained from when a landing in the air and on land, speed and angles attack being suitable and can spoken there at a 22,97 ft/s and angles attack 30° to produce achievement fly uav good to when landing.

Keywords: UAV, Take off, Landing, Distance, Time

Abstrak

Perkembangan UAV (Unmanned Aerial Vehicle) setiap tahunnya selalu mengalami perkembangan karena pada dasarnya UAV ini adalah sebuah teknologi yang baru khususnya di bidang kedirgantaraan. Seiring berkembangnya zaman UAV ini semakin dilirik karena dapat dikontrol dari jarak yang jauh atau biasa juga disebut pesawat tanpa awak. Pada penelitian ini akan melakukan analisis dari perhitungan teoritis jarak dan waktu take off dan landing. Pada penelitian ini kecepatan take off dan landing dibagi menjadi 3 variasi 22,97 ft/s, 28,53 ft/s, 36,09 ft/s, dan pada sudut serang juga dibagi menjadi 3 variasi 10°, 20° dan 30°. Dalam merancang sebuah UAV ada beberapa beberapa hal yang perlu diperhatikan agar performa UAV dapat terbang dengan sempurna, salah satunya adalah prestasi terbang dari UAV. Dari sini dapat diketahui berapa jarak dan waktu yang dibutuhkan UAV untuk take off dan landing, dengan variasi kecepatan dan sudut serang yang digunakan. Dari hasil dan data perhitungan yang diperoleh pada saat take off di darat dan udara, kecepatan dan sudut serang yang baik digunakan ada pada kecepatan 22,97 ft/s dan sudut serang 10° untuk menghasilkan prestasi terbang UAV yang baik pada saat take off, sementara dari hasil dan data perhitungan yang diperoleh pada saat landing di udara dan di darat, kecepatan dan sudut serang yang cocok dan bisa digunakan ada pada kecepatan 22,97 ft/s dan sudut serang 30° untuk menghasilkan prestasi terbang UAV yang baik pada saat landing.

Kata Kunci: UAV, Take off, Landing, Jarak, Waktu



1. Pendahuluan

Teknologi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau (UAS) *Unmanned Aircraft System* (UAS) merupakan salah satu teknologi kedirgantaraan yang saat ini sedang berkembang dengan pesat. Banyak jenis UAV yang dikembangkan, mulai dari UAV tipe *Fixed Wing*, *Helicopter*, maupun *Multicopter*. Ketiga jenis UAV tersebut dapat diaplikasikan untuk berbagai kebutuhan foto atau video udara, survei lingkungan, dan pemetaan.

Penerapan teknologi kedirgantaraan yang paling banyak dikembangkan dalam beberapa dekade terakhir ini adalah sistem pesawat tanpa awak atau disebut juga UAV. Salah satu UAV yang populer yaitu *tail twin boom*. Pesawat ini masuk dalam kategori *fixed wing* atau disebut juga sayap tetap dan dapat terbang jauh sampai berkilo-kilo meter. Selain itu pesawat ini memiliki model sayap yang aerodinamis, juga dibagian elevator dan rudder. komponen penting pada konstruksi pesawat terbang nir awak. Pada umumnya struktur ini berfungsi untuk menjaga stabilitas terbang, terutama pada saat bergerak ke arah depan, baik pada saat terbang di udara maupun saat tinggal landas

Dalam merancang sebuah UAV ada beberapa faktor yang harus diperhitungkan dan di pertimbangkan antara lain pemilihan komponen elektrik dan pemilihan bahan. Sebelum UAV itu dinyatakan layak terbang, ada beberapa tahap yang harus dilakukan yaitu salah satunya pengujian jarak dan waktu pada UAV dimana pengujian ini berguna untuk mengetahui apakah UAV ini sesuai dengan apa yang diharapkan atau tidak khususnya pada saat UAV *take off* dan *landing*.

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk menganalisis pengaruh sudut serang terhadap jarak dan waktu pada saat *take off* serta landing pada UAV *tail twin boom*.

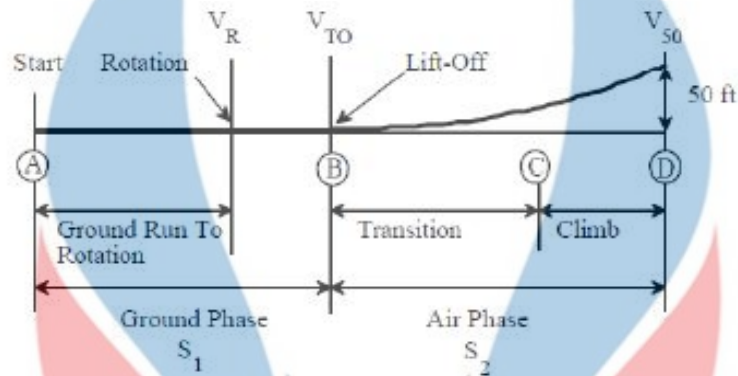
2. Metode

2.1. *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV)

Pesawat tanpa awak UAV adalah suatu jenis pesawat terbang yang dikendalikan oleh alat sistem kendali jarak jauh lewat gelombang radio. UAV merupakan sistem tanpa awak (*Unmanned System*) yaitu sistem berbasis elektro *mechanic* yang dapat melakukan misi-misi terprogram dengan karakteristik sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya dengan sendiri, UAV dapat dikendalikan manual melalui radio kontrol atau secara otomatis dengan mengolah data pada sensor

2.2. *Metoda Short Take off dan Landing*

Normal *Take off* data evaluasi prestasi terbang pesawat udara fase *take off* dijelaskan melalui 2 fase, yaitu di darat dan di udara. Fase di darat dimulai saat *brake release* (rem dilepaskan) dan tenaga penuh (*full power*) diikuti gerak rotasi dan kemudian ada indikasi bahwa pesawat udara mulai mengudara (*airborne*). Fase *takeoff* di udara, yaitu mulai saat pesawat udara meninggalkan landasan pacu (*liftoff*) sampai mencapai ketinggian terbang 50 meter.



Gambar 1 : Lintasan Fase *Take Off* Pesawat Udara
Sayuti Syamsuar, 2015

Dimana,

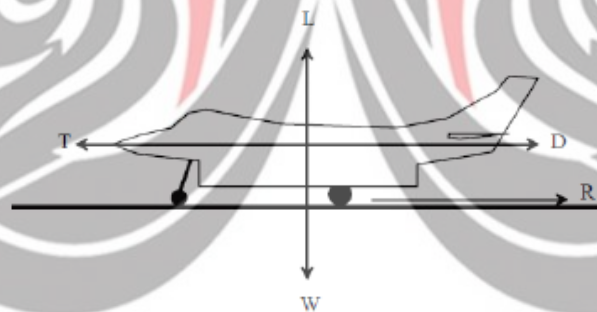
S_1 = jarak fase di tanah

S_2 = jarak fase di udara

V_{TO} = kecepatan *takeoff*

V_{50} = kecepatan pada ketinggian 50 ft

Gaya-gaya yang bekerja pada pesawat udara saat melakukan *takeoff* ada pada gambar 2.



Gambar 2 : Gaya Yang Bekerja Pada Pesawat Saat *Take Off*
Sayuti syamsuar, 2015

dimana,

T = gaya *thrust*

W = gaya berat

L = gaya angkat aerodinamika

D = gaya hambat sayap terhadap udara

R = gaya hambat roda terhadap tanah

Persamaan untuk menghitung jarak take off di darat Persamaan menggunakan keseimbangan gaya pada Hukum Newton ke dua

$$S_1 = \frac{WV_{TO}^2}{2g[T - D - \mu(W - L)]_{avg}} \quad (1)$$

S_1 = jarak *take off* di darat

μ = koefisien gesek



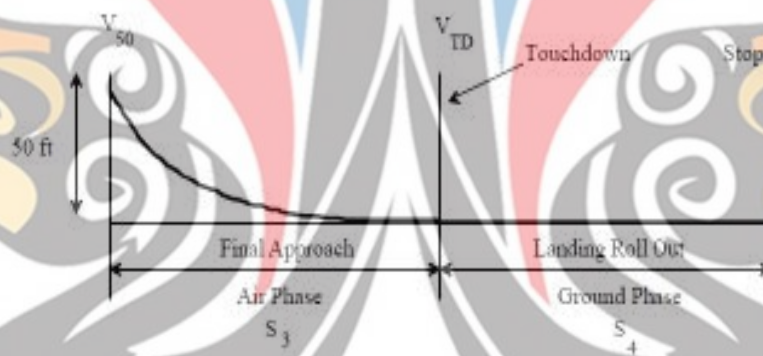
Persamaan untuk menghitung jarak take off di udara persamaan yang diperoleh dari keseimbangan an gaya pada Hukum Newton kedua, adalah:

$$S_2 = \frac{W \left(\frac{V_{50}^2 - V_{To}^2}{2g} + 50 \right)}{[T - D]_{avg}} \quad (2)$$

Dimana,

S_2 = Jarak *takeoff* di udara

Normal Landing evaluasi data untuk uji prestasi terbang *landing*, juga mempunyai 2 fase yaitu fase saat di udara yang dimulai dari ketinggian 50 feet sampai pesawat udara *touch down* di landasan pacu sebagai *final approach* dan fase di darat yaitu saat *touchdown* di landasan pacu sampai dengan berhenti penuh di ujung landasan pacu sebagai *landing roll out*.



Gambar 3 : Fase *Landing* dari Pesawat Udara

Sayuti syamsuar, 2015

Dimana,

S_3 = jarak fase landing di udara

S_4 = jarak fase landing di darat

V_{TD} = kecepatan saat touchdown

Persamaan untuk menghitung jarak di udara saat *Normal Landing* Persamaan yang diperoleh untuk menghitung jarak landing di udara, S_3 adalah:

$$S_3 = \frac{W \left(\frac{V_{TD}^2 - V_{50}^2}{2g} - 50 \right)}{(T - D)_{avg}} \quad (3)$$

Persamaan untuk menghitung jarak di darat saat *Normal Landing* Persamaan yang diperoleh untuk menghitung jarak landing di darat, S_4 adalah:

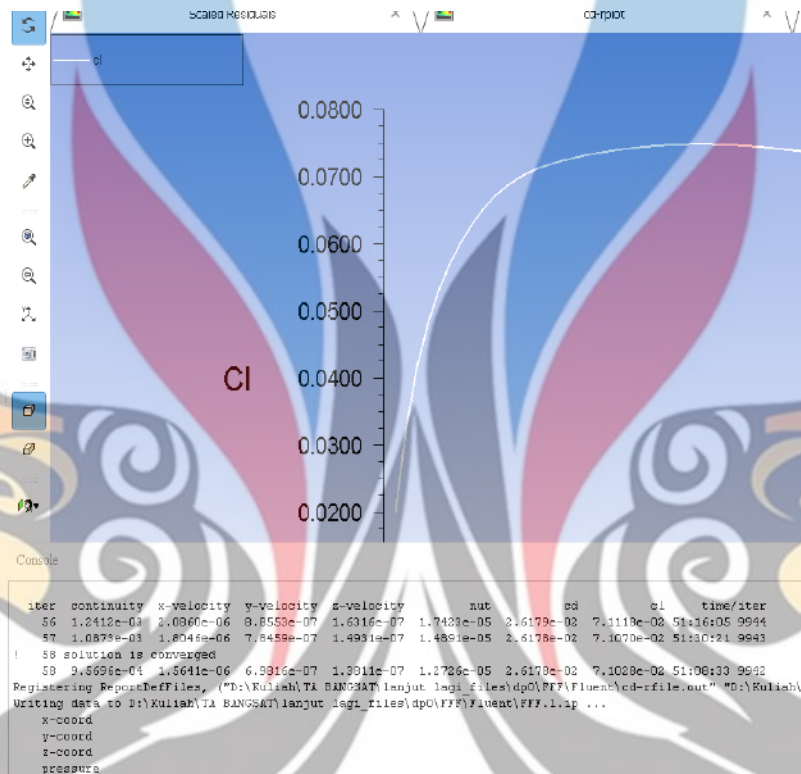
$$S_4 = \frac{WV_{TD}^2}{2g[T - D - \mu(W - L)]_{avg}} \quad (4)$$

Short Field Landing Metoda perhitungan uji Short Field Landing sama dengan normal Landing.



2.3. Pemodelan UAV Tail Twin Boom Pada CFD

Pada penelitian ini melakukan simulasi untuk mencari besarnya C_L , C_D , L dan D yang akan digunakan dalam perhitungan teoritis untuk mencari jarak tempuh dan waktu total yang didapatkan



Gambar 4 : Contoh Simulasi Pada CFD

2.4. Metode Analisis Data

Analisis pada penelitian perhitungan teoritis dan pengujian lapangan jarak dan waktu UAV pada saat *take off* dan *landing* dilakukan dengan pengolahan hasil data dari simulasi, kemudian dilakukan perhitungan yang memperoleh nilai jarak dan waktu yang dibutuhkan UAV pada saat *take off* sampai pada fase *cruise*, dan juga jarak dan waktu yang dibutuhkan UAV pada saat *landing* sampai benar-benar berhenti, sehingga didapatkan hasil dan data untuk memudahkan pengolahan data dan pengambilan kesimpulan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perhitungan Gaya Angkat dan Drag Pada Saat Take Off Serta Landing

Pada perhitungan ini mencari kecepatan terbang dan sudut serang pada saat *take off* dan *landing*, dimana data yang digunakan adalah data dari simulasi *ansys* berupa data massa udara, kecepatan UAV, luas sayap, dan *coefficien lift*, kemudian dimasukkan semua data-data yang telah diperoleh kedalam persamaan untuk mendapatkan besar L dan D .

Tabel 1 : Hasil Perhitungan Gaya Angkat Pada Saat *Take Off* dan *Landing*

V (ft/s)	AOA	L (lb)	D (lb)
22,93	10°	3,10	0,21
	20°	4,41	0,66
	30°	5,79	3,54
29,53	10°	5,12	0,27
	20°	7,49	1,17
	30°	9,57	4,68
36,09	10°	7,74	0,52
	20°	11,18	1,56
	30°	14,38	6,86

3.2. Perhitungan Jarak dan Waktu Tempuh Dengan Variasi Sudut Serang UAV Pada Saat *Take Off* dan *Landing*

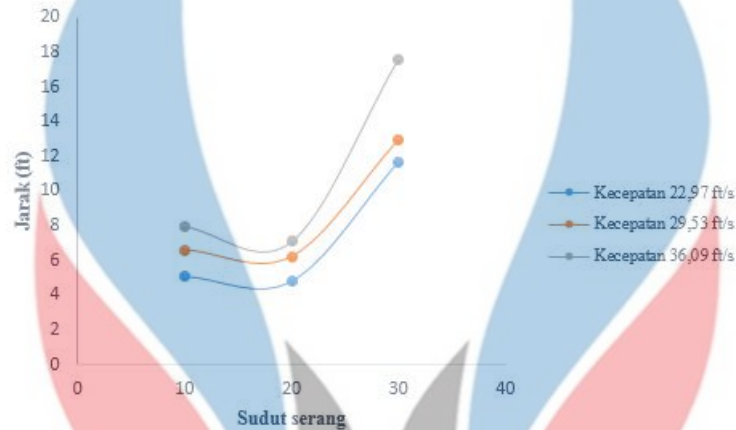
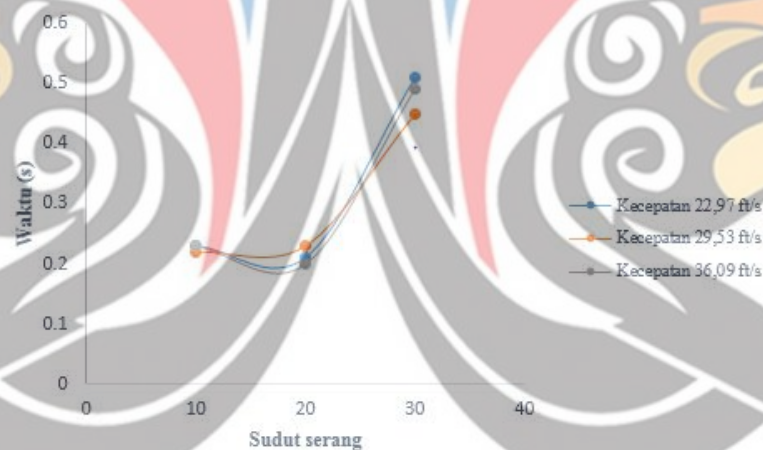
3.2.1 Perhitungan Jarak dan Waktu *Take Off* di Darat

Perhitungan ini menghitung jarak dan waktu *take off* pada saat di darat dimana fase di darat, dimulai saat *brake release* dan *full power* diikuti gerak rotasi dan kemudian ada indikasi bahwa pesawat udara mulai mengudara, kemudian semua data yang telah di dapat dimasukkan kedalam persamaan (1) dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel (2).

Tabel 2 : Hasil Perhitungan Jarak dan Waktu *Take Off* di Darat

V_{TO} (ft/s)	AOA	L (lb)	D (lb)	S_1 (ft)	Waktu (s)
22,97	10°	3,10	0,21	5,08	0,23
	20°	4,41	0,66	4,80	0,21
	30°	5,79	3,54	11,65	0,51
29,53	10°	5,12	0,27	6,61	0,22
	20°	7,49	1,17	6,22	0,23
	30°	9,57	4,68	12,93	0,45
36,09	10°	7,74	0,52	7,98	0,23
	20°	11,18	1,56	7,11	0,20
	30°	14,38	6,86	17,59	0,49

Pengaruh sudut serang terhadap jarak tempuh dapat dilihat pada gambar (5), kecepatan 22,97 ft/s, 29,57 ft/s, 36,09 ft/s dan sudut serang 10°, 20°, 30°, dimana dari grafik dapat dilihat semakin besar kecepatan UAV dan semakin besar sudut serang maka semakin besar jarak tempuh yang, hal ini dipengaruhi oleh besarnya gaya drag dan gaya lift yang didapatkan dari kecepatan dan sudut serang yang digunakan.

Gambar 5 : Grafik Pengaruh Sudut Serang Terhadap Jarak Tempuh *Take Off* di DaratGambar 6 : Grafik Pengaruh Sudut Serang Terhadap Waktu Total *Take Off* di Darat

Dari gambar (6) dapat dilihat pada kecepatan 22,97 ft/s, 29,53 ft/s, 36,09 ft/s dan sudut serang 10°, 20°, 30°, semakin besar kecepatan UAV dan sudut serang, maka semakin besar juga waktu tempuh yang didapatkan, hal ini dipengaruhi dari gaya drag yang diterima dari besarnya kecepatan dan sudut serang yang digunakan.

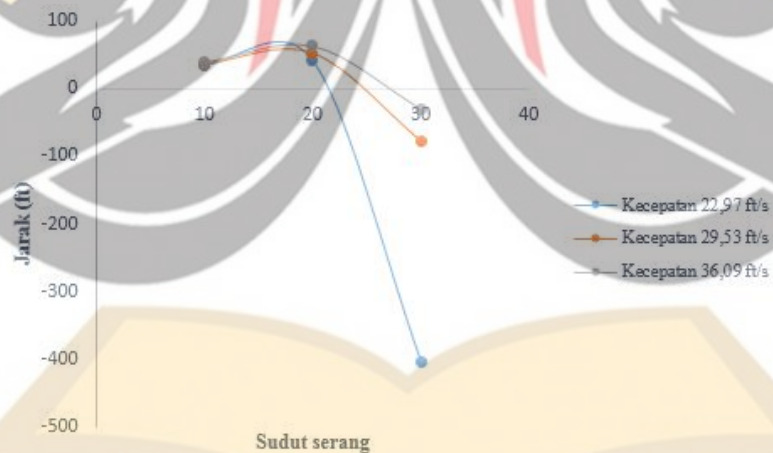
3.2.2 Perhitungan Jarak dan Waktu *Take Off* di Udara

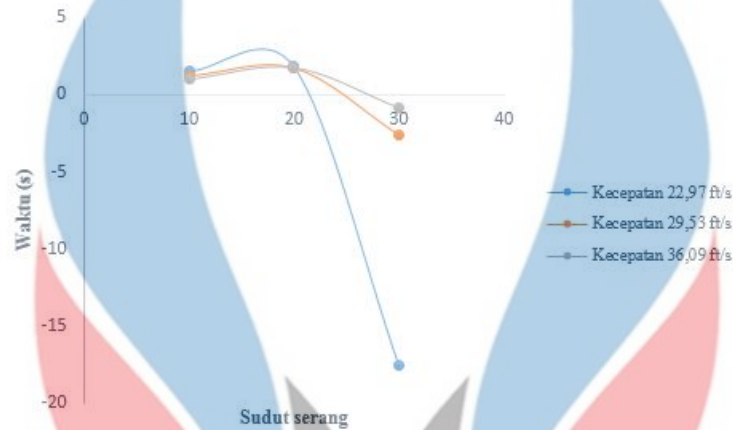
Perhitungan ini menghitung jarak dan waktu *take off* pada saat di udara dimana fase *takeoff* di udara, yaitu mulai saat pesawat udara meninggalkan landasan pacu sampai mencapai ketinggian terbang 50 feet, dimana pesawat udara dalam keadaan stabil dan sudut penanjakan yang konstan. Fase mengudara ditandai dengan keadaan transisi dan keadaan *steady* menanjak sampai ke ketinggian 50 feet, kemudian semua data yang telah di dapat dimasukkan kedalam persamaan (2) dan hasil perhitungannya dapat di lihat pada tabel 3.

Tabel 3 : Hasil Perhitungan Jarak dan Waktu *Take off* di Udara

V_{TO} (ft/s)	AOA	D (lb)	S_2 (ft)	Waktu (s)
22,97	10°	0,21	35,63	1,56
	20°	0,66	41,77	1,82
	30°	3,54	-403,71	-17,58
29,53	10°	0,27	36,34	1,24
	20°	1,17	51,91	1,76
	30°	4,68	-77,31	-2,62
36,09	10°	0,52	39,64	1,02
	20°	1,56	63,75	1,77
	30°	6,86	-30,37	-0,85

Dari gambar (7) dapat dilihat semakin besar kecepatan UAV dan semakin besar sudut serang maka semakin besar juga jarak tempuh yang didapatkan berbeda jika semakin kecil kecepatan UAV dan semakin kecil sudut serang maka semakin kecil juga jarak yang akan didapatkan, ini dipengaruhi oleh besarnya gaya *drag* dan sudut serang yang digunakan. Hasil minus yang didapatkan karena gaya *drag* pada kecepatan dan sudut serang terlalu besar daripada gaya *thrust* yang dihasilkan, akibatnya pesawat mengalami *stall* kehilangan gaya angkatnya.

Gambar 7 : Grafik Pengaruh Sudut Serang Terhadap Jarak Tempuh *Take Off* di Udara



Gambar 8 : Grafik Pengaruh Sudut Serang Terhadap Waktu Total *Take Off* di Udara

Dari gambar (8) dapat dilihat semakin besar kecepatan UAV dan semakin kecil sudut serang maka waktu tempuh yang didapatkan semakin kecil juga, waktu tempuh yang didapatkan berbeda jika semakin kecil kecepatan UAV dan semakin besar sudut serang maka waktu tempuh yang akan didapatkan semakin besar juga, hasil ini dipengaruhi oleh besarnya kecepatan, gaya angkat, gaya drag dan besarnya sudut serang yang digunakan. Hasil minus pada waktu total pada saat *take off* di udara dikarenakan jarak tempuh yang didapatkan minus, mengakibatkan waktu total juga minus.

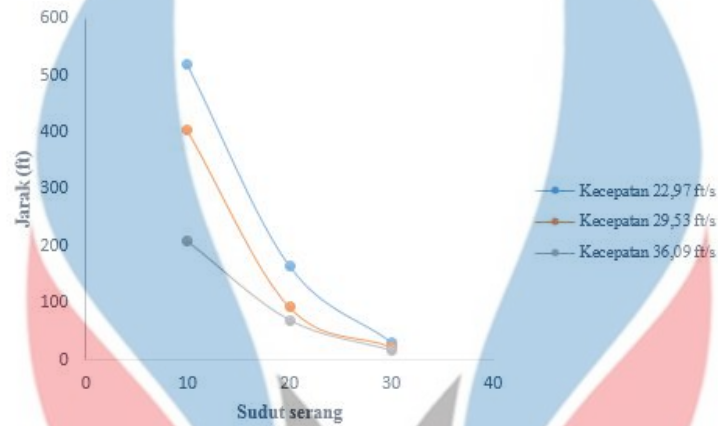
3.2.3 Perhitungan Jarak dan Waktu Landing di Udara

Perhitungan ini menghitung jarak dan waktu tempuh *landing* pada saat di udara dimana fase *landing* di udara yang dimulai dari ketinggian 50.0 feet sampai pesawat udara touchdown di landasan pacu sebagai *final approach*, kemudian semua data yang telah didapat di masukan kedalam persamaan (3) untuk mendapatkan hasil perhitungan *landing* di udara. dan hasil perhitungan dapat di lihat pada tabel 4.

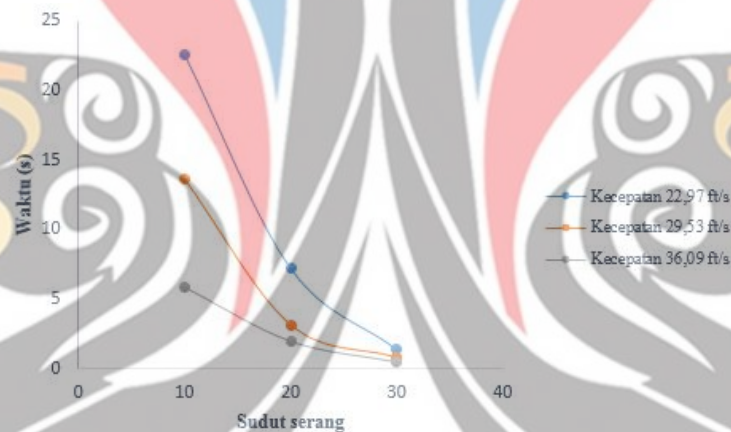
Tabel 4 : Hasil Perhitungan Jarak dan Waktu *Landing* di Udara

V_{TD} (ft/s)	AOA	D (lb)	S_3 (ft)	Waktu (s)
22,97	10°	0,21	519,05	22,60
	20°	0,66	165,16	7,20
	30°	3,54	30,79	1,35
29,53	10°	0,27	403,71	13,68
	20°	1,17	93,17	3,16
	30°	4,68	23,30	0,80
36,09	10°	0,52	209,62	5,81
	20°	1,56	69,88	1,94
	30°	6,86	15,89	0,45

Dari gambar (9) dapat dilihat semakin besar kecepatan UAV dan semakin besar sudut serang maka semakin kecil jarak tempuh yang didapatkan berbeda jika semakin kecil kecepatan UAV dan semakin kecil sudut serang maka semakin besar jarak tempuh yang akan didapatkan, ini dipengaruhi oleh besarnya gaya *drag*, gaya angkat, kecepatan dan sudut serang yang digunakan



Gambar 9 : Grafik Pengaruh Sudut Serang Terhadap Jarak Tempuh *Landing* di Udara



Gambar 10 : Grafik Pengaruh Sudut Serang Terhadap Waktu Total *Landing* di Udara

Dari gambar (10) dapat dilihat semakin besar kecepatan UAV dan semakin besar sudut serang maka waktu tempuh yang didapatkan semakin kecil, waktu tempuh yang didapatkan berbeda jika semakin kecil kecepatan UAV dan semakin kecil sudut serang maka waktu tempuh yang akan didapatkan semakin besar, hasil ini dipengaruhi oleh besarnya kecepatan, gaya angkat, gaya *drag* dan besarnya sudut serang yang digunakan.

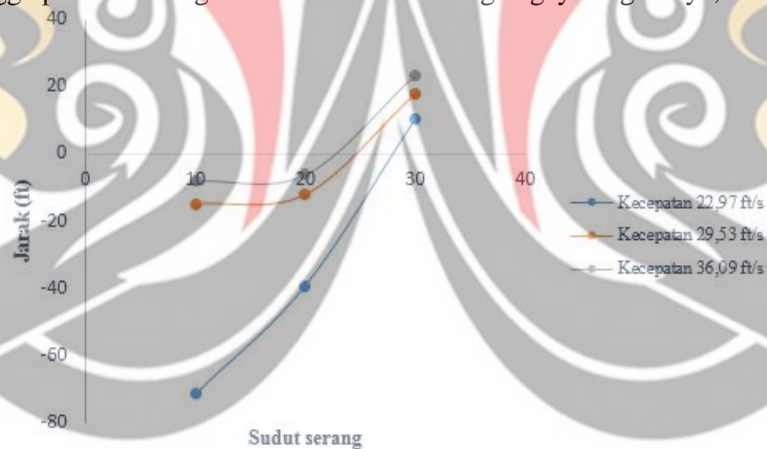
3.2.4 Perhitungan Jarak dan Waktu *Landing* di Darat

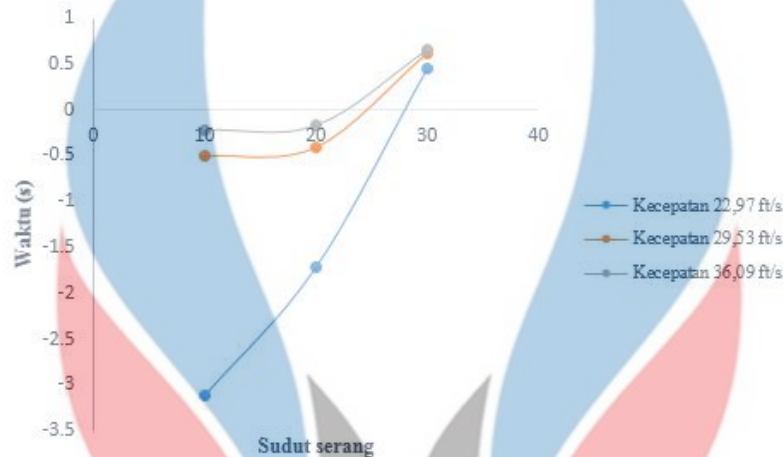
Perhitungan ini menghitung jarak dan waktu tempuh landing pada saat di udara dimana fase landing di darat yaitu saat touchdown di landasan pacu sampai dengan berhenti penuh di ujung landasan pacu, kemudian data-data yang telah di dapat di masukan kedalam persamaan (4) untuk mendapatkan hasil perhitungan *landing* di darat, dan hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 : Hasil Perhitungan Jarak dan Waktu *Landing* di Darat

V_{TD} (ft/S)	AOA	D (lb)	L (lb)	μ	S_4 (ft)	Waktu (s)
22,97	10°	0,21	3,10	0,5	-71,49	-3,12
	20°	0,66	4,41	0,5	-39,29	-1,72
	30°	3,54	5,79	0,5	10,31	0,45
29,53	10°	0,27	5,12	0,5	-14,90	-0,51
	20°	1,17	7,49	0,5	-12,04	-0,41
	30°	4,68	9,57	0,5	18,15	0,62
36,09	10°	0,52	7,74	0,5	-7,91	-0,22
	20°	1,56	11,18	0,5	-6,08	-0,17
	30°	6,86	14,38	0,5	23,52	0,66

Dari gambar (11) dapat dilihat semakin besar kecepatan UAV dan semakin besar sudut serang maka semakin besar juga jarak yang didapatkan berbeda jika semakin kecil kecepatan UAV dan semakin kecil sudut serang maka semakin kecil juga jarak yang akan didapatkan, ini dipengaruhi oleh besarnya kecepatan, gaya *drag* dan sudut serang yang digunakan. Hasil minus ini dikarenakan gaya hambat yang terlalu besar sehingga pesawat mengalami stall atau kehilangan gaya angkatnya,

Gambar 11 : Grafik Pengaruh Sudut Serang Terhadap Jarak Tempuh *Landing* di Darat



Gambar 12 : Grafik Pengaruh Sudut Serang Terhadap Waktu Total *Landing* di Darat

Dari grafik dapat dilihat hasil waktu total yang minus dipengaruhi oleh jarak tempuh yang minus juga, hasil yang minus juga menandakan pesawat tidak bisa landing dengan sempurna pada kecepatan dan sudut serang yang digunakan, semakin besar kecepatan UAV dan semakin besar sudut serang maka waktu total yang didapatkan semakin besar juga, waktu tempuh yang didapatkan berbeda jika semakin kecil kecepatan UAV dan semakin kecil sudut serang maka waktu total yang akan didapatkan semakin kecil juga, hasil ini dipengaruhi oleh besarnya kecepatan, gaya angkat, gaya drag dan besarnya sudut serang yang digunakan.

4. Kesimpulan

1. Setelah dilakukan perhitungan dan analisis pada UAV *tail twin boom* pada saat *take off* didapatkan hasil prestasi terbang yang baik berupa hasil perhitungan jarak dan waktu, ada pada kecepatan 22,97 ft/s dan sudut serang 10°, pada saat *take off* di darat didapatkan jarak sebesar 5,08 ft dan waktu sebesar 0,23 s, sementara untuk *take off* di udara didapatkan jarak sebesar 35,63 ft dan waktu sebesar 1,56 s. Hasil perhitungan jarak dan waktu pada saat landing didapatkan prestasi terbang yang baik ada pada kecepatan 22,97 ft/s dan sudut serang 30°, pada saat *landing* di udara didapatkan jarak sebesar 30,79 ft/s dan waktu sebesar 1,35 s, sementara untuk *landing* di darat didapatkan jarak sebesar 10,31 ft/s dan waktu sebesar 0,45 s.
2. Hasil perhitungan jarak dan waktu UAV *tail twin boom* pada saat *take off* dan *landing* yang bernilai minus dipengaruhi oleh besarnya kecepatan yang digunakan, gaya *lift*, gaya *drag*, dan *thrust*, sehingga pesawat mengalami *stall* atau kehilangan gaya angkat nya.

Daftar Pustaka

- C. Huang Shen, F.Y.C. Albert, CK Ang, Dwee Jin Teck, dan K.P Chan, (2017), *Theoretical Development and Study of Takeoff Constraint Thrust Equation for A Drone*, UCSI University, Kuala Lumpur.
- Dwitiya, Bagus, Widyantara., Raden, Sumiharto., dan Setyawan, Bekti, Wibowo. (2016), "Purwarupa Sistem Kestabilan Pesawat Tanpa Awak Sayap Teap Menggunaka Robust PID", *Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation*, Vol. 6, No. 141-150.



- Emad, Ebeid., Martin, Skriver., dan Jie, Jien. (2018), *A Survey on Open-Source Flight Control Platforms of Unmanned Aerial Vehicle*: Møller Institute University of Southern Denmark, Denmark.
- Sayuti, Syamsuar. (2015), “*Metoda Short Takeoff Landing (Studi Kasus Prestasi Terbang Takeoff-Landing Pesawat Udara Turbo Prop CN235)*”, *Jurnal Perhubungan Udara*, Vol. 41, No. 2.
- Hardy, Samuel, Saroinsong., Vecky, C, Poekoel., dan Pinrolinvic, D,K, Manembu. (2018), “*Rancang Bangun Pesawat Tanpa Awak (Fixed Wing) Berbasis Ardu Pilot*”, *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, Vol. 7, No. 1.
- Jeffrey, L, Ellwood. (1990), *Design and Construction of a Composite Airframe for UAV Research*, Tesis, Naval Postgraduate School Monterey, California.
- Jonathan Dansie. (2004),”*Model Aircraft Design*”. Adelaide, Australia.
- Mohammad, H, Sadraey. (2012), *Aircraft Design A System Engineering Approach*, John Willey & Sons, Inc., New Hampshire.
- Puspita, Triana, Dewi., Ghozali, Suhariyanto, Hadi., Muhammad, Ramadhan, Kusnaedi., Aris, Budiarto., dan Agus, Budiyo. (2015), “*Design of Separate Lift and Thrust Hybrid Unmanned Aerial Vehicle*”, *Journal of Instrumentation, Automation and Systems*, Vol. 2, No.2.
- Rizatus, Shofiyanti. (2011), “*Teknologi Pesawat Tanpa Awak Untuk Pemetaan dan Pemantauan Tanaman dan Lahan Pertanian*”, *Jurnal Informatika Pertanian*, Vol. 20, No. 2.