



## Ranah Research : Journal of Multidisciplinary Research and Development

+62 821-7074-3613



[ranahresearch@gmail.com](mailto:ranahresearch@gmail.com)



<https://jurnal.ranahresearch.com/>



### Pergerakan Autonomous Pesawat Tanpa Awak Berdasarkan Tinggi Terbang Pesawat

Kurniadi Ilham<sup>1</sup>, Riki Mukhaiyar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universitas Negeri Padang, Indonesia, [kurniadiilham14@gmail.com](mailto:kurniadiilham14@gmail.com)

<sup>2</sup> Universitas Negeri Padang, Indonesia, [riki.mukhaiyar@yahoo.co.uk](mailto:riki.mukhaiyar@yahoo.co.uk)

Corresponding Author: [kurniadiilham14@gmail.com](mailto:kurniadiilham14@gmail.com)

**Abstract:** *Not much different from the working principle of ordinary aircraft, Unmanned Aircraft also uses an airfoil design on the wings to be able to manipulate aerodynamics so that the aircraft can fly. it's just that airplanes are usually controlled by pilots while Unmanned aircraft are controlled remotely connected by radio signals. To carry out its rift mission, the aircraft is equipped with an autonomous system by determining way-points assisted by GPS so that later the aircraft can fly more precisely than manually controlled directly by humans. When flying automatically, the aircraft is often constrained by failed take-offs and when flying on missions the position of the aircraft making turns (Loop Maneuver) is often imprecise. Therefore, the time taken by the aircraft to perform the loop maneuver is calculated using the circle circumference formula and divided by the average speed of the aircraft.*

**Keyword:** *Autonomous, Takeoff, Loop Maneuver.*

**Abstrak:** Tidak jauh berbeda dengan prinsip kerja pesawat terbang biasa, Pesawat Tanpa Awak juga menggunakan desain airfoil pada sayapnya untuk dapat memanipulasi aerodinamika agar pesawat dapat terbang. hanya saja pesawat terbang biasanya dikendalikan oleh pilot sedangkan pesawat tak berawak dikendalikan dari jarak jauh yang dihubungkan dengan sinyal radio. Untuk menjalankan misi rift-nya, pesawat dilengkapi dengan sistem otonom dengan menentukan way-point yang dibantu oleh GPS sehingga nantinya pesawat dapat terbang dengan lebih presisi dibandingkan secara manual yang dikendalikan langsung oleh manusia. Saat terbang secara otomatis, pesawat seringkali terkendala gagal take-off dan saat terbang dalam misi posisi pesawat melakukan belokan (Loop Maneuver) seringkali tidak tepat. Oleh karena itu, waktu yang dibutuhkan pesawat untuk melakukan manuver loop dihitung dengan menggunakan rumus keliling lingkaran dan dibagi dengan kecepatan rata-rata pesawat.

**Kata Kunci:** Otonom, Lepas Landas, Manuver Putaran.

## PENDAHULUAN

Pesawat Tanpa Awak (*Unmanned Aerial Vehicle*, UAV) atau *Unmanned Aircraft System* (UAS) adalah wahana terbang nir-awak yang dalam satu dasawarsa terakhir ini berkembang kian pesat di ranah riset *unmanned system* (sistem nir-awak) di dunia. Bukan hanya mereka yang berada di ranah departemen pertahanan atau badan-badan riset, termasuk di perguruan tinggi, yang meneliti, mengkaji dan mengembangkan, tapi dunia industri dan bidang sipil pun telah mulai banyak memanfaatkan teknologi unmanned sistem ini dalam mendukung kegiatan keseharian mereka (Panduan KRTI 2018, 2018).

Penggunaan pesawat tanpa awak telah banyak dimanfaatkan oleh Negara-negara di dunia saat ini terutama di bidang militer seperti pesawat tempur tanpa awak (PTTA). Konstruksi wahana pesawat tempur tanpa awak tidak berbeda jauh dengan pesawat tempur pada umumnya, dapat berupa sayap tetap (*fixed wing*) maupun sayap berputar (*rotary wing*) dengan ukuran lebih besar dari pesawat aeromodeling dan lebih kecil dari pesawat tempur biasa. Namun terdapat perbedaan yang prinsip yaitu pada pesawat tanpa awak tidak terdapat manusia yang mengawaknya, sehingga pesawat tanpa awak mempunyai kelebihan dibanding pesawat tempur biasa yaitu dapat beroperasi/terbang di daerah rawan, baik rawan terhadap ancaman musuh maupun rawan terhadap kondisi medannya. Dengan pesatnya perkembangan teknologi elektronika, maka komponen elektronika yang terdapat dalam pesawat tempur tanpa awak sesuai dengan majunya perkembangan teknologi, terutama sistem pengendalian dan *payload*-nya. Dari sistem pengendalian yang mempergunakan radio kontrol berkembang menjadi mempergunakan pengendalian sistem satelit dengan presisi yang tinggi, yaitu mempergunakan teknologi *Global Positioning System* (GPS) yang dikembangkan oleh Amerika Serikat dan telah dipergunakan di Perang Teluk tahun 1991 (Priyono, 2011). Misalnya saja, Penggunaan pesawat tanpa awak dalam kontraterorisme AS di Pakistan pasca 9/11 didorong oleh faktor-faktor, seperti implikasi sistem internasional dan keuntungan strategis dari penggunaan pesawat tanpa awak untuk menjamin keamanan nasionalnya (Anjani, 2015).

Salain itu, Pesawat Tanpa Awak juga digunakan untuk kebutuhan pertanian dan industri, terutama di bidang penginderaan jarak jauh pada pemetaan wilayah. Sebelum penggunaan Pesawat tanpa Awak, orang terlebih dahulu menggunakan satelit untuk pemantauan penginderaan jarak jauh. Teknologi penginderaan jauh satelit sudah sejak tahun 80an dikembangkan pemanfaatannya untuk memantau sumberdaya lahan, bahkan hingga saat ini sudah banyak dipergunakan untuk operasional perolehan informasi spasial untuk mendukung pembangunan dan pemantauan lingkungan untuk mitigasi bencana alam. Pengindera satelit penginderaan jauh sistem optik yang banyak dipergunakan untuk operasional pemantauan bumi seperti Landsat TM, SPOT HRV, *Ikonos* atau *WorldView*, memiliki kendala gangguan liputan awan khususnya untuk pemantauan di wilayah tropis seperti di Indonesia. Kendala liputan awan pada pemantauan kondisi lahan melalui satelit sensor optik, mengakibatkan sulitnya perolehan informasi spasial kondisi lahan dan waktu informasinya menjadi kurang tepat. Selain itu untuk keperluan pemantauan atau inventarisasi skala detail, data citra satelit resolusi tinggi harganya sangat mahal yakni US \$20 hingga \$38 per kilometer persegi (kushardono, 2014).

Akurasi geometrik dari foto udara hasil akuisisi dengan teknologi UAV sangat dipengaruhi oleh banyak faktor. Faktor-faktor seperti jenis wahana, jenis sensor, ketinggian terbang, waktu akuisisi, kondisi cuaca, perangkat lunak pemrosesan, dan kemampuan sumberdaya manusia (Meiarti, 2019).

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk membuat wahana Pesawat Tanpa Awak yang dapat terbang dengan baik, dan akurat secara mandiri atau *auto*.

## METODE

Jenis penelitian ini adalah membandingkan terbang pesawat terbang secara autonomus yang membentuk jejak lintasan saat tidak di pakai settingan hitungan matematis (bawaan) dengan jejak lintasan terbang pesawat yang telah memakai settingan matematis (settingan yang telah di perhitungkan). Way-point yang digunakan adalah way-point yang dijadikan untuk membuat pemetaan suatu wilayah.

Hasil penelitian dilakukan dengan melihat hasil lintasan terbang pesawat menggunakan *Software mission planner*. Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder.

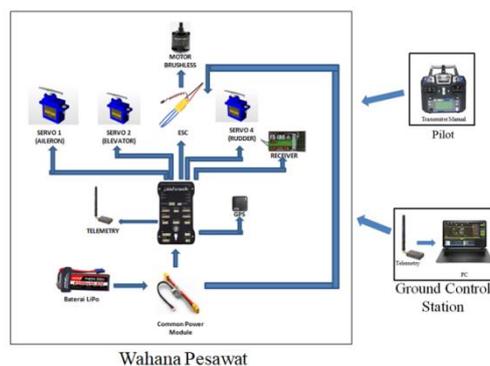
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

#### 1. Alat dan Data Penelitian

##### a. Alat

- 1) Pesawat menggunakan *control surface* berupa *aileron*, *elevator* dan *rudder*.
- 2) GPS dan Telemetry terhubung ke *Pixhawk PX4* dengan port yang telah ditentukan.
- 3) Telemetry yang satu lagi terhubung ke Laptop atau Komputer sebagai alat komunikasi nirkabel ke wahana pesawat.
- 4) *Receiver* di Hubungkan ke *Port SBUS* pada *pixhawk* sebagai komunikasi pilot ke Pesawat dalam mode Manual.
- 5) 3 servo terhubung ke *Port Main Out* pada *pixhawk*.
- 6) *Servo 1* berfungsi sebagai *control surface Aileron*, 2 sebagai *Elevator*, dan *servo 4* sebagai *rudder*.
- 7) *Aileron* adalah penggerak pesawat untuk bermanuver secara *Roll* , *elevator* secara *Pitch* dan *rudder* secara *Yaw*.
- 8) Motor Brushless dihubungkan ke ESC lalu dihubungkan ke port servo 3 .
- 9) Baterai Lipo dihubungkan ke *Flight Controller* dan juga ke ESC.



Gambar 1. Blok diagram alat

##### b. Data penelitian

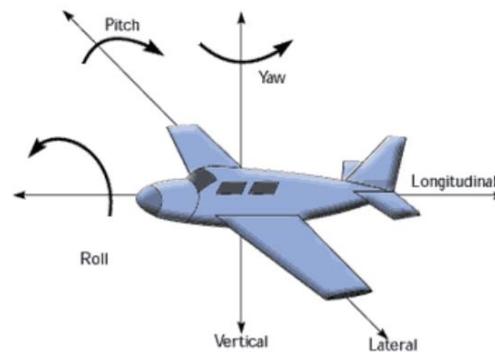
- 1) Gambar lintasan dari mission planer
- 2) Nilai roll mean saat melakukan misi

#### 2. Cara Kerja Alat

##### 1. Sumbu Gerak Pesawat

tiga gerakan utama pesawat adalah *pitch*, *roll* dan *yaw*. *Pitch* adalah gerakan pesawat berputar terhadap sumbu lateral, berupa gerakan *nose-up* atau *nose-down* (mengangguk), kemudian *roll* adalah gerakan berputar terhadap sumbu longitudinal, berupa gerakan berputar sehingga salah satu sayap naik sedangkan salah satunya turun, dan yang terakhir adalah *yaw*, yaitu putaran terhadap sumbu vertikal,

gerakan ini berupa menggeleng, yaitu hidung pesawat menghadap ke kanan maupun ke kiri. Pada prakteknya, gerakan adalah kombinasi dari ketiga gerakan dasar diatas.



**Gambar 2. Sumbu gerak pesawat**  
(Sumber: Irmawan, 2018)

## 2. Flight Mode

*Flight mode* adalah kondisi terbang yang harus di penuhi sebelum pesawat terbang. Hal ini bertujuan agar pesawat dapat terbang dengan aman dan juga bisa melakukan misi dengan sempurna. Berikut adalah beberapa *Flight Mode* yang harus ada pada *Flight Controller* pesawat :

### 1) Manual

Adalah kondisi dimana pergerakan pesawat sepenuhnya dikendalikan melalui *remote transmitter* tanpa bantuan *Stabilitas* dari sensor *Flight Controller*.

### 2) Stabilize

Adalah kondisi pergerakan pesawat setengan *Manual* dan di bantu oleh *stabilitas* sensor dari *Flight Controller* agar pesawat dapat terbang dengan seimbang.

### 3) FBWA

Adalah kondisi pergerakan pesawat sudah mendekati auto dan pesawat menuju *Way-point*. Tetapi dalam kondisi ini, pergerakan pesawat masih dikendalikan oleh *remote transmitter* dengan keluaran yang terbatas.

### 4) Loiter

Adalah kondisi pesawat mengelilingi *way-point* terdekat dengan bantuan GPS. Kondisi ini bekerja sepenuhnya *Auto* dimana pergerakan sepenuhnya dikendalikan oleh sensor *Flight Controller*. Kondisi ini diperlukan untuk keperluan keamanan terbang pesawat.

### 5) RTL

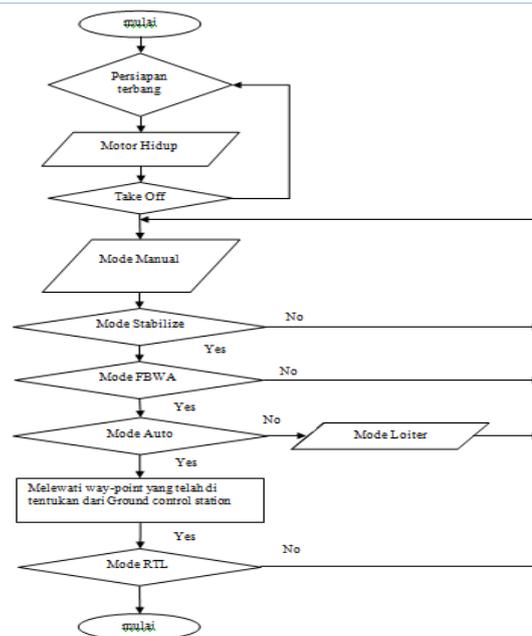
Sama dengan kondisi *Loiter*, kondisi ini juga bekerja secara *Auto*. Hanya saja fungsinya yaitu agar saat pesawat terbang jauh dari *way-point*, pesawat dapat otomatis kembali ke tempat pesawat terbang sebelumnya.

### 6) Auto

Adalah kondisi pesawat bergerak secara *Auto* sepenuhnya. Kondisi ini pesawat bergerak mengikuti *Way-point* yang telah kita program sebelumnya. Pada kondisi ini, pesawat juga dapat melakukan misi pemotretan udaranya.

## 3. Flowchart

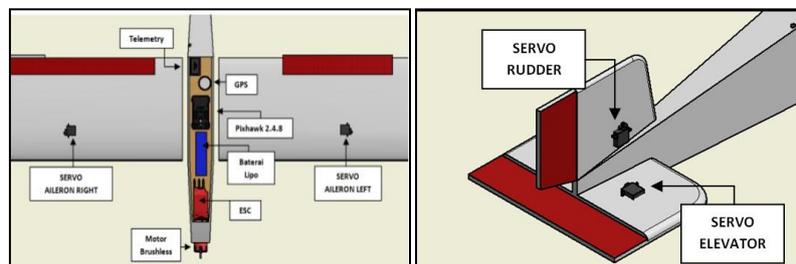
Berikut adalah *flowchart* untuk dapat mengetahui cara kerja dari Pesawat Tanpa Awak sehingga dapat terbang secara *autonomous* :



Gambar 3. Flowchart sistem kerja alat

#### 4. Perancangan Hardware

Pesawat ini dirancang memiliki panjang *fuselage* 90cm dan wingspan 135cm. menggunakan menggunakan *controlsurface* berupa aileron di bagian sayap utama yang berfungsi sebagai pergerakan pesawat sumbu *Roll*. *elevator* di bagian ekor horizontal yang berfungsi sebagai penggerak *Pitch*, dan *rudder* yang terletak pada bagian ekor *vertical* yang berfungsi sebagai penggerak *Yaw*.

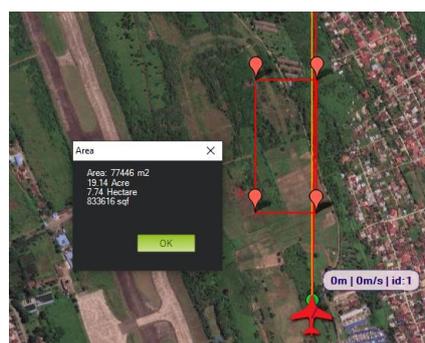


Gambar 4. Rancangan Hardware Pesawat

#### 5. Rancangan Software

##### 1) Ruang Lingkup Penelitian

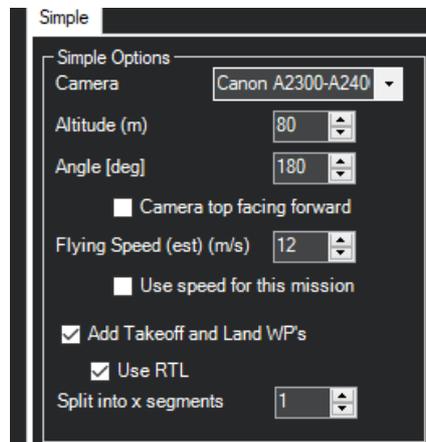
Pengujian terbang pesawat dilakukan dilakukan di Lanud Sutan Syahrir Kota Padang Sumatera barat. Luas wilayah dilakukan pengujian lintasan pesawat membuat jalur pemetaan adalah 77.446 m2 atau 7.74 Hektar.



Gambar 5. Luas lintasan pemetaan

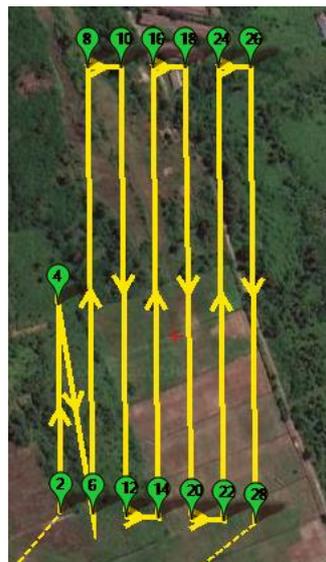
2) Pembentukan way-point otomatis

Setelah melakukan penentuan suatu wilayah (*polygon*), maka way-point pergerakan pesawat dapat di tentukan secara otomatis. Penentuan *way-point* ditentukan ketinggian terbang pesawat dan jenis kamera yang di gunakan. Pada penelitian ini akan di tentukan pesawat terbang pada ketinggian 50m,60m,70m dan 80m menggunakan tipe kamera *Canon A2300*.



Gambar 6. Setingan yang mempengaruhi bentuk way-point

3) NavL1\_Period



Gambar 7. Hasil way-point Otomatis

Saat pesawat melakukan misi pemetaan wilayah, maka pesawat akan menemukan kondisi dimana pesawat akan melakukan Putar balik secara ekstrem yang dimanakan *Maneuver Loop*.



Gambar 8. Pesawat melakukan Maneuver Loop

Saat pesawat melakukan *Maneuver Loop*, maka ada kemungkinan radius putar pesawat jauh melenceng dari point yang telah di tentukan. Agar pesawat terbang pesawat melakukan *Maneuver Loop* tidak meleset jauh dari *way-point*, maka waktu tempuh pesawat melakukan *Maneuver Loop* Harus ditentukan.



Gambar 9. NavL1\_Period

Untuk menentukan radius lintasan pesawat melaakukan *maneuver loop*, maka dihitung menggunakan rumus keliling lingkaran, yaitu :

$$K = 2\pi r$$

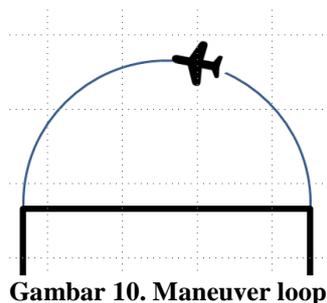
Karena yang dapat di rubah dari settingan awal adalah waktu tempuh pesawat melakukan *maneuver loop*, maka di tentukankah berapa kecepatan rata-rata pesawat, untuk itu kecepatan pesawat ditentukan sebesar 22 m/s.

Karena kecepatan pesawat telah ditentukan, maka perhitungan waktu tempuh pesawat melakukan *maneuver loop* bisa di hitung dengan rumus turunan, yaitu :

$$\text{Periode maneuver Loop} = \frac{K}{V} = \frac{2\pi r}{v}$$

Dimana :

- V = kecepatan (m/s)
- r = jari-jari
- $\pi$  = 3,14

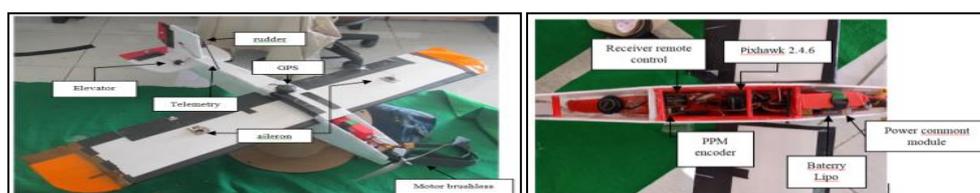


Gambar 10. Maneuver loop

## Pembahasan

### 1. Pada perancangan wahana pesawat

Kontroler *Pixhawk 2.4.8* digunakan sebagai pusat dari pengaturan *actuator* dan sensor. Pada sistem actuator menggunakan 4 buah *servo* dan 1 motor *Brushless 800 KV* dengan ukuran *propeller 12 x 6*. Pada bagian *aileron* menggunakan 2 *servo* menggunakan nantinya dihubungkan secara paralel yang nantinya memudahkan pemasangan sayap ke bagian badan pesawat. pada bagian penggerak *elevator* dan *rudder* masing-masingnya menggunakan 1 *servo* sehingga total keseluruhan pesawat menggunakan 4 *servo*. Pemasangan *brushless* diletakkan di bagian depan pesawat untuk memudahkan perancangan kit pesawat.



Gambar 11. Bentuk mekanik

## 2. Pengujian Software

### a. Terbang Pesawat Tanpa Penggunaan perhitungan Matematis.

Setingan awal nilai NavL1\_Period adalah 20s. pengujian dilakukan pada ketinggian 50m dengan settingan kamera canon A2300.



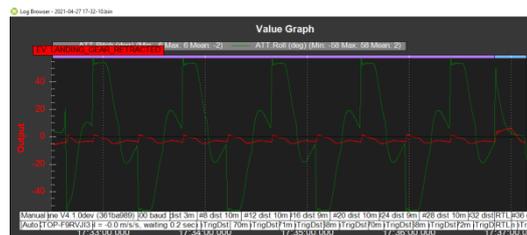
Gambar 12. NavL1\_Periode waktu tempuh settingan bawaan

Dari hasil terbang diatas, maka didapatkan nilai Roll adalah sebagai berikut :

Nilai Max : 58

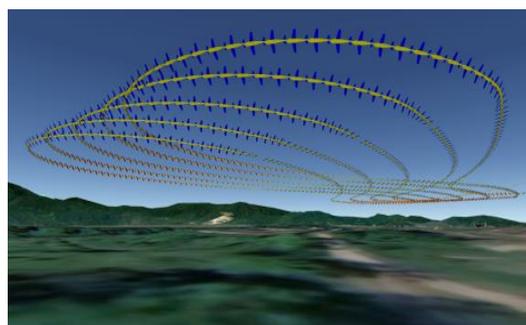
Nilai Min : -58

Nilai Mean : 2



Gambar 13. Grafik Roll dan Pitch 50m NavL1\_Period 20s

Bentuk terbang pesawat juga dapat di lihat dari Google Earth.



Gambar 14. Google Earth ketinggian 50m NavL1\_Period 20s

Dari gambar di atas dapat dilihat betapa besarnya pesawat melakukan maneuver sehingga tidak sesuai dengan *way-point*.

### b. Terbang Pesawat menggunakan perhitungan.

Besar diameter lingkaran di pengaruhi oleh ketinggian terbang pesawat. semakin tinggi terbang pesawat maka semakin panjang pula diameter lingkarannya. Hal ini

dikarenakan semakin tinggi terbang pesawat maka semakin besar pula *view* gambar yang di dapatkan. Berikut adalah diameter dari setiap ketinggian terbang pesawat :

**Tabel 1. diameter navigasi loop masing-masing ketinggian**

NO	Ketinggian terbang (alt)	Diameter
1	50	18,2
2	60	21,9
3	70	25,5
4	80	29,2

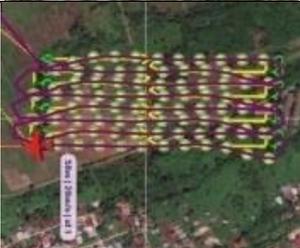
Dengan menggunakan perhitungan matematis diatas, maka di dapatkan nilai NavL1\_Period masing-masing adalah sebagai berikut :

- 1) Ketinggian 50 :  $\frac{2 \times 3.14 \times 18,2m}{22 M/s} = 5,2s$
- 2) Ketinggian 60 :  $\frac{2 \times 3.14 \times 21,9m}{22 M/s} = 6,25s$
- 3) Ketinggian 70 :  $\frac{2 \times 3.14 \times 25,5m}{22 M/s} = 7,3s$
- 4) Ketinggian 80 :  $\frac{2 \times 3.14 \times 29,2m}{22 M/s} = 8,3s$

**Tabel 2 Nilai NavL1\_periode masing-masing ketinggian**

No	Ketinggian terbang	Waktu tempuh maneuver Loop
1	50	5,3s
2	60	6,25s
3	70	7,3s
4	80	8,3s

**Tabel 3 Bentuk lintasan jejak terbang pesawat dan Roll Mean Pesawat saat terbang**

No	Bentuk lintasan jejak terbang
1	
2	
3	



**Tabel 4. Roll Mean Pesawat saat terbang**

No	Roll Mean
1	<div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;"><b>1<sup>0</sup> ke kanan</b></p> </div>
2	<div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;"><b>1<sup>0</sup> ke kanan</b></p> </div>
3	<div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;"><b>0</b></p> </div>
4	<div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;"><b>0</b></p> </div>

Dari tabel di atas, maka dapat diketahui bahwa dengan dilakukannya perhitungan dari keliling lingkaran dibagi kecepatan pesawat dapat menentukan NavL1\_Period dari masing-masing ketinggian terbang pesawat dengan mean Roll rata-rata pesawat adalah 0 sampai 1 yang menandakan pesawat terbang dengan stabil.

**KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian diatas maka diketahui bahwa dengan mengatur nilai NavL1\_period dengan menggunakan rumus keliling lingkaran dibagi dengan kecepatan rata-

rata pesawat dengan jarak antara point pada *maneuver loop* dijadikan sebagai diameternya sudah lebih mendekati presisi dibandingkan setingan bawaan dari *Fightcontroller*.

Jalur terbang pesawat dapat lebih presisi lagi yang didapat oleh penulis dengan menghitung lebih lanjut nilai diameter lingkaran untuk pesawat atau mengubah besar rata-rata kecepatan pesawat.

## REFERENSI

- K. R. T. I. (2018). *Buku Panduan Krti 2015*. 26 halaman.
- Anjani, I. (2015). Analisis penggunaan pesawat tanpa awak. *Analisa Penggunaan Pesawat Tanpa Awak (Drone) Dalam Kebijakan Kontraterorisme Amerika Serikat Di Pakistan Pasca 9/11*, 1(2), 79–87.
- D.A. Putra, R. Mukhaiyar, "Monitoring Daya Listrik Secara Real Time", *VoteTEKNIKA: Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, vol. 8, no. 2, pp.26-34, 2020.
- D.E. Myori, R. Mukhaiyar, E. Fitri, "Sistem Tracking Cahaya Matahari pada Photovoltaic", *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, vol. 19, iss. 1, pp. 9-16, 2019
- H. Aulia, R. Mukhaiyar, "A New Design of Handless Stirred Device", *Proceeding 4<sup>th</sup> International Conference on Technical and Vocational Education and Training (TVET)*, pp. 579-582, 2017.
- Irmawan, E., Mulyono, P., Studi, P., Dirgantara, T., Tinggi, S., & Kedirgantaraan, T. (2018). *Kendali Fuzzy-Pid Pada Sikap Longitudinal Dan Sikap*. 2(2), 1–7.
- M.S. Yoski, R. Mukhaiyar, "Prototipe Robot Pembersih Lantai Berbasis Mikrokontroler dengan Sensor Ultrasonik", *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 158-161, 2020.
- M. Syukri, R. Mukhaiyar, "Alat Pendeteksi Formalin Pada Makanan Menggunakan IoT", *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, vol. 3, iss. 2, pp. 56-64, 2021.
- Meiarti, R., Seto, T., & Sartohadi, J. (2019). Uji Akurasi Hasil Teknologi Pesawat Udara Tanpa Awak (Unmanned Aerial Vehicle) Dalam Aplikasi Pemetaan Kebencanaan Kepesisiran. *Jurnal Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL)*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.29405/jgel.v3i1.2987>
- Priyono, E. (2011). *Pesawat Terbang Tanpa Awak ( PTTA ) Sebagai Salah Satu Komponen Kekuatn Udara*. 1, 3.
- R.C.J. Wydmann, R. Mukhaiyar, "Augmented Reality dalam Penggunaan Alat Rumah Tanggal Berbasis Internet Of Things", *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp.84-91, 2020.
- R.F. Ramadhan, R. Mukhaiyar, "Penggunaan Database Mysql dengan Interface PhpMyAdmin sebagai Pengontrolan Smarthome Berbasis Raspberry Pi", *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 129-134, 2020.
- R. Mukhaiyar, "Digital Image dan Remote Sensing Image as a Data for an Identification of a Quality of a Non-Point Source Pollutant in Ciliwung River, Indonesia", *International Journal of GEOMATE*, vol. 12, iss. 32, pp. 142-151, 2017.
- R. Mukhaiyar, "Klasifikasi Penggunaan Lahan dari Data Remote Sensing", *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, vol. 2, iss. 1, pp. 1-16, 2010.
- R. Mukhaiyar, "Cancellable Biometric using Matrix Approaches", *Theses in Newcastle Univesity*, UK, 2015.

- R. Mukhaiyar, "The Comparison of Back Propagation Method and Kohon Method for Gas Identification", *International Journal of GEOMATE*, vol. 13, iss. 38, pp. 97-103, 2017.
- R. Mukhaiyar, "Geographic Information System and Image Classification of Remote Sensing Synergy for Land-Use Identification", *International Journal of GEOMATE*, vol. 16, iss. 53, pp. 245-251, 2019
- R. Mukhaiyar, "Quality of Non-Point Source Pollutant Identification using Digital Image and Remote Sensing Image", *International Journal of Computer, Electrical, Automation Control, and Information Engineering*, World Academy of Science, Engineering, and Technology, vol. 5, iss. 7, pp. 753-758, 2011.
- R. Mukhaiyar, "Core-Point, Ridge-Frequency, and Ridge-Orientation Density Roles in Selecting Region of Interest of Fingerprint", *International Journal of GEOMATE*, vol. 12, iss. 30, pp. 146-150, 2017.
- R. Mukhaiyar, "Analysis of Galton-Henry Classification Method for Fingerprint Database FVC 2002 and 2004", *International Journal of GEOMATE*, vol. 12, iss. 40, pp. 118-123, 2017.
- R. Mukhaiyar, "The Comparison of Back Propagation Method and Kohon Method for Gas Identification", *International Journal of GEOMATE*, vol. 13, iss. 38, pp. 97-103, 2017.
- R. Mukhaiyar, R. Safitri, "Implementation of Artificial Neural Network: Back Propagation Method on Face Recognition System", *Proceedings 2019 16<sup>th</sup> International Conference on Quality in Research (QIR): International Symposium on Electrical and Computer Engineering*, November 14, 2019.
- R. Mukhaiyar, Syawaludin, "Security System Design on Feature Information of Biometric Fingerprint using Kronecker Product Operation and Elementary Row Operation", *Proceedings of 2019 16<sup>th</sup> International Conference on Quality in Research (QIR): International Symposium on Electrical and Computer Engineering*, November 14, 2019.
- R. Mukhaiyar, "Generating a Cancellable Fingerprint using Matrices Operations and Its Fingerprint Processing Requirements", *Asian Social Sciences*, vol. 14, no. 6, pp. 1-20, 2018
- R. Mukhaiyar, S.S. Dlay, W.L. Woo, "Alternative Approach in Generating Cancellable Fingerprint by Using Matrices Operations", *Proceeding of ELMAR-2014*, pp. 1-4, 2014
- S.M. Liusmar, R. Mukhaiyar, "Perancangan Sistem Otomasi Penggunaan Barcode Scanner Pada Trolley Berbasis Arduino Mega 2560", *VoteTEKNIKA: Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, vol. 8, no. 2, pp. 43-49, 2020.