

Implementasi Pengendali PID Pada Pendaratan Otomatis Wahana Tanpa Awak

Juvindi Walalangi, Vecky C. Poekoel, Feisy D. Kambey

Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115

Email: juvindi@gmail.com, vecky.poekoel@unsrat.ac.id, feisykambey@unsrat.ac.id

Abstract — *Technological developments in aviation and aeromodelling, especially UAV (Unmanned aerial vehicle) type of fixed wing is growing. A fixed wing UAV is a plane that has a fixed wing shape, and uses wind or air pressure to generate lift. In flight, landing phase is the most critical phase, especially landing UAV type fixed wing because at the time of landing either with manual mode or automatic the aircraft must be well controlled. This final project has a title "Implementation of PID controller on automatic unmanned vehicle landing", designed a fixed wing UAV which uses ardupilot control system with PID data on mission planner aimed at controlling the landing of the aircraft, where to take-off plane using remote control.*

The result of UAV testing for landing with manual mode is if the plane's speed is reduced then the plane will produce a smooth landing. For the test results of the plane down and landing with automatic mode, it was concluded that the speed of the aircraft accelerated and slowed in the final seconds, possibly due to the braking process that was not added plus the sudden wind changes made the test is constrained.

Keywords — *Ardupilot, Landing, PID, UAV (Unmanned Aerial Vehicle)*

Abstrak — Perkembangan teknologi dalam bidang penerbangan dan aeromodelling khususnya UAV (*Unmanned aerial vehicle*) jenis *fixed wing* semakin berkembang. UAV *fixed wing* merupakan pesawat yang memiliki bentuk sayap yang tetap, dan menggunakan tekanan angin atau udara untuk menghasilkan daya angkat. Pada penerbangan, fase *landing* merupakan fase paling kritis khususnya pendaratan UAV jenis *fixed wing* karena pada saat pendaratan baik dengan mode manual maupun otomatis pesawat harus dapat dikontrol dengan baik. Tugas akhir ini yang berjudul "Implementasi pengendali PID pada pendaratan otomatis wahana tanpa awak", dirancang UAV *fixed wing* yang menggunakan sistem kontrol *ardupilot* dengan data PID pada *mission planner* yang bertujuan mengontrol pendaratan pesawat, dimana untuk *take-off* pesawat menggunakan *remote control*. Hasil pengujian UAV untuk pendaratan dengan mode manual adalah jika kecepatan pesawat berkurang maka pesawat akan menghasilkan *landing* yang *smooth*. Untuk hasil pengujian pesawat turun dan *landing* dengan mode otomatis, disimpulkan bahwa kecepatan pesawat bertambah cepat dan melambat pada detik akhir, kemungkinan diakibatkan karena proses pengereman yang tidak ada ditambah lagi perubahan angin yang mendadak membuat pengujiannya terkendala.

Kata kunci — *Ardupilot, Landing, PID, UAV (Unmanned Aerial Vehicle)*

I. PENDAHULUAN

Pesawat tanpa awak UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) merupakan suatu sistem tanpa awak (*Unmanned System*) dengan karakteristik sebuah mesin terbang yang melakukan misi-misi terprogram sehingga dapat bergerak secara otomatis berdasarkan program yang sudah dibuat pada sistem kontrolnya dan dapat dikendalikan dari jarak jauh oleh *user* menggunakan *remote control*.

Pesawat tanpa awak UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) memiliki bentuk, ukuran, konfigurasi dan karakter yang bervariasi. Sejarah pesawat tanpa awak adalah Drone, pesawat tanpa awak yang digunakan sebagai sasaran tembak. Perkembangan kontrol otomatis membuat pesawat sasaran tembak yang sederhana mampu berubah menjadi pesawat tanpa awak yang kompleks dan rumit.

Autopilot merupakan suatu sistem yang dapat memandu gerak terbang pesawat tanpa adanya campur tangan dari manusia. Dengan adanya sistem ini seorang pilot tidak harus mengontrol secara penuh gerakan pesawat tanpa harus berada didalamnya. Suatu sistem *autopilot* yang dirancang dengan baik dan terintegrasi dengan sistem kontrol yang tepat dapat menghasilkan respon yang baik. Akan tetapi *autopilot* tergantung dari jenis pesawat dan sistem pengaturannya. (Upadana, 2012)

Proses pendaratan atau *landing* pada suatu UAV merupakan fase paling kritis khususnya pendaratan UAV jenis *fixed wing* karena pada saat pendaratan pesawat harus di kontrol dengan baik, baik mode manual dan otomatis.

Pada tugas akhir ini yang berjudul "Implementasi Pengendali PID pada pendaratan otomatis wahana tanpa awak", dirancang UAV *fixed wing* yang menggunakan sistem kontrol *ardupilot* dengan data PID pada *mission planner*. yang bertujuan mengontrol pendaratan pesawat. dimana untuk *take-off* pesawat menggunakan *remote control*.

A. Pengontrol PID

Setiap kekurangan dan kelebihan dari masing-masing pengontrol P, I dan D dapat saling menutupi dengan menggabungkan ketiganya secara paralel menjadi pengontrol proposional *plus* integral *plus* derivative (pengontrol PID). Elemen-elemen pengontrol P, I dan D masing-masing secara keseluruhan bertujuan untuk mempercepat reaksi sebuah sistem, menghilangkan offset dan menghasilkan perubahan

awal yang besar. Keluaran pengontrol PID merupakan penjumlahan dari keluaran pengontrol proporsional, keluaran pengontrol integral dan keluaran pengontrol derivative seperti terlihat pada gambar 1. Karakteristik pengontrol PID sangat dipengaruhi oleh kontribusi besar dari ketiga parameter P, I dan D.

Pengaturan konstanta K_p , T_i , dan T_d akan mengakibatkan penonjolan sifat dari masing-masing elemen. Satu atau dua dari ketiga konstanta tersebut dapat diatur lebih menonjol dibanding yang lain. Konstanta yang menonjol itulah akan memberikan kontribusi pengaruh pada respon sistem secara keseluruhan .

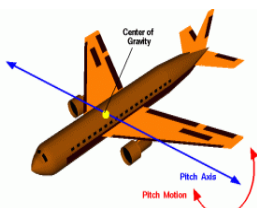
B. UAV (Unmanned Aerial Vehicle)

Perkembangan dunia penerbangan mengakibatkan dibuatnya teknologi-teknologi pendukung untuk menunjang fasilitas penerbangan. Salah satunya adalah kendaraan udara tanpa awak yang biasa disebut sebagai UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*).

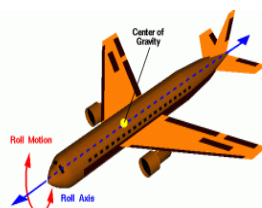
UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) merupakan istilah yang digunakan untuk merepresentasikan benda terbang dengan suplay daya sendiri yang bisa digunakan berulang kali tanpa di operasikan oleh manusia secara langsung di dalamnya. Penggunaan UAV (*Unmanned Aerial Vehicles*) saat ini sangat dibutuhkan baik untuk keperluan militer maupun sipil misalnya untuk pencarian dan penyelamatan korban bencana alam serta penginderaan jarak jauh seperti *monitoring* hutan, lalu lintas dan daerah perbatasan. Ada tiga gerak dasar pesawat yaitu *Pitching*, *Rolling*, *Yawing*.

1) Pitching

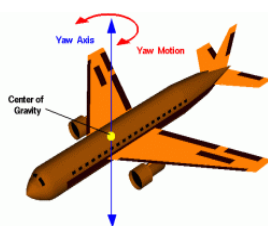
Pitching merupakan gerakan mengganguk atau gerakan keatas dan kebawah dari nose pesawat, *pitching* bergerak pada sumbu lateral pesawat. Untuk dapat melakukan gerakan *pitching*, pilot menggerakkan bidang kendali utama atau *primary control surface*, yaitu dengan menggerakkan *elevator* yang terletak pada *horizontal stabilizer*. Gerakan *pitching* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pitching



Gambar 3. Rolling



Gambar 4. Yawing

2) Rolling

Rolling merupakan gerakan berguling (*roll*) dari pesawat, *rolling* bergerak pada sumbu longitudinal pesawat. Untuk dapat melakukan gerakan *rolling*, pilot menggerakkan bidang kendali *aileron* yang berada di sayap. Gerakan *rolling* dapat dilihat pada Gambar 3.

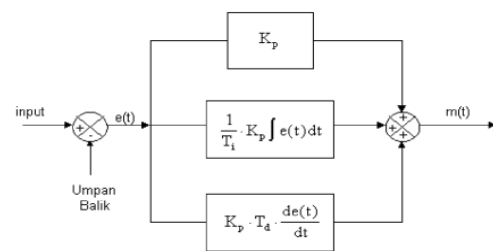
3) Yawing

Yawing merupakan gerakan menggeling atau nose pesawat bergerak ke kanan dan ke kiri. *Yawing* bergerak pada sumbu vertikal pesawat. Untuk dapat melakukan gerakan *yawing* pada pesawat, pilot menggerakkan bidang kendali *rudder* yang berada pada *vertical stabilizer*. Gerakan *rudder* dapat dilihat pada gambar 4.

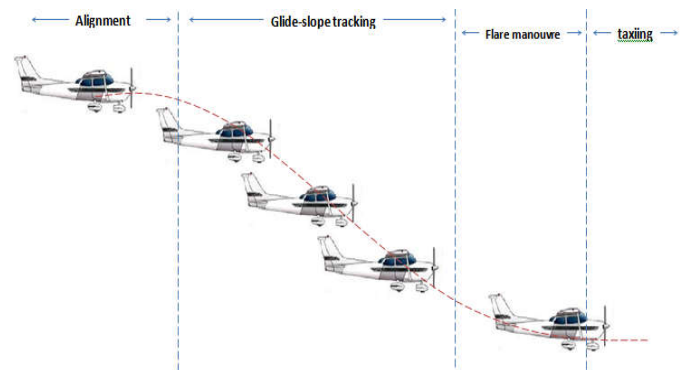
C. Autolanding Pesawat

Autolanding adalah gerakan *landing* secara *autopilot*. Akan tetapi *autopilot* tergantung dari jenis pesawat dan sistem pengaturannya.

Proses pendaratan (*landing*) pada pesawat yaitu *alignment*, *glide-slope tracking*, *flare manoeuvre*, *touchdown*, dan *taxiing*. Pada fase *alignment*, pesawat terbang bergerak lurus sejajar dengan perpanjangan garis landasan pada ketinggian konstan. Pada fase *glide-slope tracking* pesawat terbang mengikuti lintasan garis lurus menurun dengan sudut konstan dengan tetap menjaga posisi pesawat tepat lurus diatas sumbu landasan. Fase *flare manoeuvre* adalah ketika pesawat terbang telah mendekati landasan, sudut kemiringan diperkecil sampai 0° (nol derajat) sehingga lintasan menurun bukan lagi berupa garis lurus, tapi berbentuk menyerupai kurva eksponensial turun. *Touchdown* merupakan kondisi saat pesawat terbang pertama kali menyentuh permukaan landasan. *Taxiing* adalah fase ketika pesawat terbang menyentuh landasan kecepatan pesawat terbang dikurangi sampai mencapai nol. (Upadana, 2012). Fase *landing* pesawat dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 1. Diagram blok kontroler PID



Gambar 5. Fase landing pesawat terbang

D. Ardupilot Mega

Ardupilot Mega (APM) adalah autopilot IMU (Inertia Measurement Unit) berkualitas profesional yang berbasis pada platform Arduino Mega (ATmega1280/2560). Ardupilot dapat dilihat pada gambar 6.

E. GPS/Kompas

Global Positioning System (GPS) adalah sistem untuk menentukan letak di permukaan bumi dengan bantuan penyelarasan (synchronization) sinyal satelit. Sistem ini menggunakan 24 satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke Bumi. Sinyal ini diterima oleh alat penerima di permukaan, dan digunakan untuk menentukan letak, kecepatan, arah, dan waktu. GPS/Kompas dapat dilihat pada gambar 7.

F. Telemetri

Telemetri (sejenis dengan telematika) adalah sebuah teknologi yang memungkinkan pengukuran jarak jauh dan pelaporan informasi kepada perancang atau operator sistem. Kata telemetri berasal dari akar bahasa Yunani tele = jarak jauh, dan metron = pengukuran. Sistem yang membutuhkan instruksi atau data yang dikirim kepada mereka untuk mengoperasikan membutuhkan lawan dari telemetri, telekomando. Telemetri dapat dilihat pada gambar 8.

G. Brushless DC Motor (BLDC)

BLDC motor atau dapat disebut juga dengan BLAC motor merupakan motor listrik synchronous AC 3 fasa. Dibandingkan dengan motor DC, BLDC memiliki biaya perawatan yang lebih rendah dan kecepatan yang lebih tinggi akibat tidak digunakannya brush. Motor brushless dapat dilihat pada gambar 9

H. Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik close loop (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor servo dapat dilihat pada gambar 10

I. ESC “Electronic Speed Control”

ESC atau disebut juga Electronic Speed Control adalah driver penggerak untuk jenis motor brushless, biasanya digunakan pada bidang aeronautical atau RC. untuk melakukan interface dengan ESC, caranya cukup mudah, yaitu dengan memberikan pulsa pada pin input ESC yang akan berpengaruh pada kecepatan motor brushless. ESC dapat dilihat pada gambar 11

II. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

Dalam perancangan pesawat ini memerlukan konsep yang matang guna mendapat hasil yang sesuai tujuan. Pemilihan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang merupakan implementasi sistem mekanik dan sistem kontrol pada propeller pesawat sangat mempengaruhi perancangan pesawat, sehingga pesawat menjadi lebih akurat dalam bermanuver sesuai perintah yang diberikan.

Berdasarkan diagram blok sistem dari wahana tanpa awak pada gambar 12, dapat dilihat input sistem berupa rancangan gerak yang dibuat dalam program kemudian program yang sudah dibuat dalam mikrokontrol akan diaktifkan dari remote control, jika mode manual dalam remote control sudah diubah ke mode autopilot maka program untuk fase landing yang ada dalam mikrokontroler akan diproses dan dijalankan untuk menghasilkan putaran kecepatan motor dan sudut sayap pesawat sehingga pesawat secara otomatis melewati titik lintasan yang sudah ditentukan dalam program. titik lintasan tersebut akan menjadi set-point dari sistem kontrol untuk dikoreksi.



Gambar 6. Ardupilot



Gambar 8. Telemetry



Gambar 7. GPS/Kompas



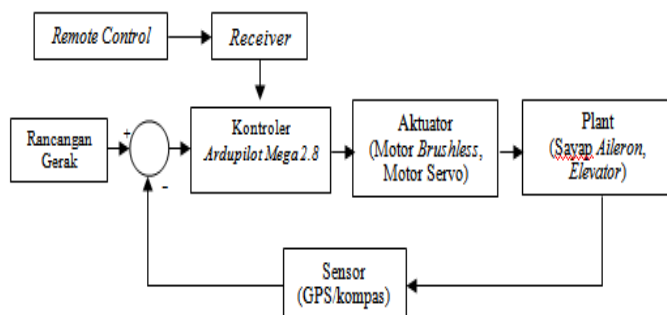
Gambar 9. Motor Brushless



Gambar 10. Motor servo



Gambar 11. Electronic speed control

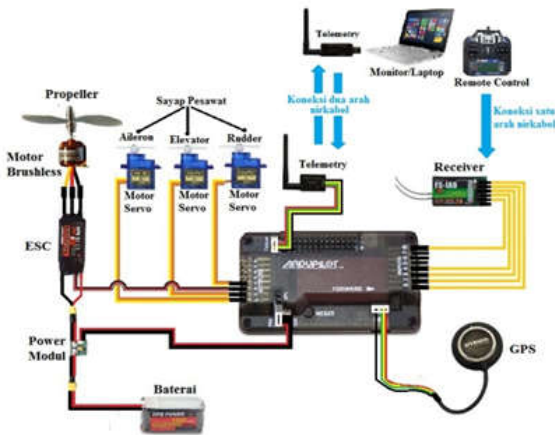


Gambar 12. Diagram blok sistem wahana tanpa awak

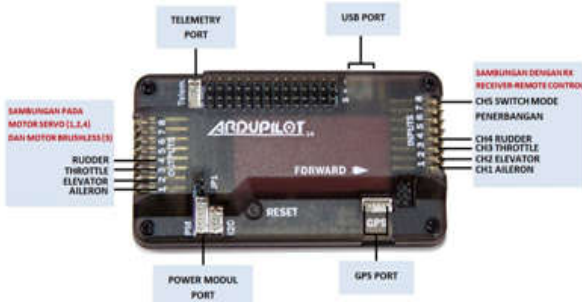
B. Perancangan Pesawat Tanpa Awak

Perancangan pesawat tanpa awak harus memperhatikan desain yang aerodinamis dan material yang di gunakan agar pesawat tetap stabil. Body Pesawat ini terbuat dari Styrofoam seperti yang terlihat pada gambar 15. Pesawat ini memiliki 1 baling-baling penggerak, yang berfungsi sebagai mesin untuk menerbangkan pesawat. Dan memiliki 2 sayap aileron, 1 sayap elevator. Untuk perancangan komponen pesawat tanpa awak dapat dilihat pada gambar 13.

Pusat pengontrol yang digunakan pada pesawat tanpa awak ini adalah Ardupilot Mega (APM) 2.8, seperti yang terlihat pada gambar 14 yang merupakan sambungan APM 2.8 pada perancangan pesawat tanpa awak



Gambar 13. Perancangan komponen wahana tanpa awak



Gambar 14. Sambungan motor dan receiver pada ardupilot Mega



Gambar 15. Desain pesawat

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian

1) Pengujian arah gerak (maneuver) pesawat

Pengujian arah gerak pesawat bertujuan untuk, mengetahui apakah setiap sayap pesawat bergerak sesuai fungsinya. Pengujian ini seperti yang terlihat pada gambar 16 pesawat bergerak ke bawah, gambar 17 pesawat gerak ke atas, gambar 18 pesawat gerak ke kanan dan gambar 19 pesawat gerak ke kiri.



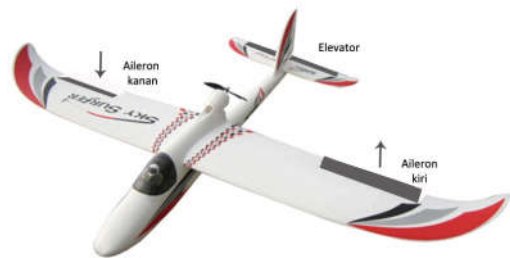
Gambar 16. Pesawat bergerak ke bawah



Gambar 17. Pesawat bergerak ke atas



Gambar 18. Pesawat bergerak ke kanan



Gambar 19. Pesawat bergerak ke kiri

2) *Pengujian dan hasil data pendaratan secara manual*

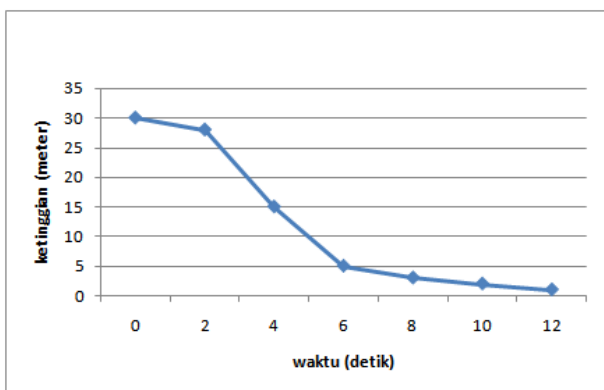
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui parameter-parameter saat pesawat mendarat dalam mode manual. Data di ambil ketika pesawat memasuki titik landing. Pengujian ini dilaksanakan tanggal 06 maret 2018. Pada pengujian ini terdapat dua hasil data, yaitu data ketinggian, data kecepatan *ground speed*.

a) *Hasil data perubahan ketinggian terhadap waktu pada pengujian dengan mode manual*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan ketinggian saat pesawat mendarat terhadap selang waktu 2 detik. Dilihat pada tabel I, pada waktu awal pesawat masuk dalam jalur landing, ketinggian pesawat saat itu adalah 30 meter. Ketinggian pesawat perlahan-lahan menurun hingga berada pada titik terakhir jalur landing yaitu dengan ketinggian yang terbaca adalah 1 meter. Waktu yang dibutuhkan hingga pesawat sampai pada titik akhir landing adalah 12 detik. Dengan demikian dapat disimpulkan semakin lama waktu maka ketinggian pesawat semakin menurun. Sehingga dari tabel I diperoleh grafik perubahan ketinggian seperti terlihat pada gambar 20

TABEL I DATA PERUBAHAN KETINGGIAN TERHADAP WAKTU, PADA PENGUJIAN DENGAN MODE MANUAL

Waktu (detik)	Ketinggian (meter)
0	30
2	28
4	15
6	5
8	3
10	2
12	1



Gambar 20 Grafik perubahan ketinggian terhadap waktu pada pengujian dengan mode manual

b) *Hasil data perubahan kecepatan Ground speed terhadap waktu pada pengujian dengan mode manual*

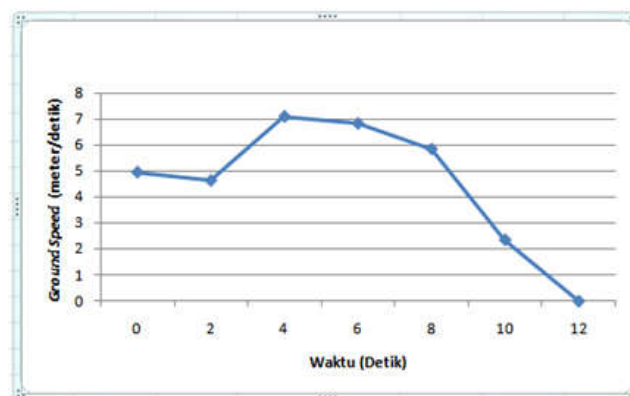
Ground speed adalah kecepatan pesawat terhadap tanah, sehingga pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan pesawat terhadap tanah saat pesawat berada dalam jalur landing. Dilihat pada tabel II saat awal pesawat masuk dalam jalur landing, kecepatan *ground speed* pesawat adalah 4,96 meter/detik. Selang waktu 4 detik berikut kecepatan *ground speed* naik kembali menjadi 7,10 meter/detik, hingga akhirnya kecepatan menurun sampai pada detik terakhir yaitu detik ke 12 dengan kecepatan *ground speed* 0 meter/detik. Dari tabel II dapat diperoleh grafik perubahan kecepatan *ground speed* seperti terlihat pada gambar 21

3) *Pengujian dan hasil data pendaratan secara otomatis*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui parameter-parameter saat pesawat mendarat dalam mode otomatis. Data di ambil ketika pesawat akan memasuki titik landing. Pada pengujian ini terdapat dua hasil data, yaitu data perubahan ketinggian, dan data perubahan kecepatan *ground speed*. Pengujian ini dilaksanakan tanggal 06 maret 2018.

TABEL II DATA PERUBAHAN KECEPATAN *GROUND SPEED* TERHADAP WAKTU, PADA PENGUJIAN DENGAN MODE MANUAL

Waktu (Detik)	Ground speed (meter/detik)
0	4,96
2	4,64
4	7,10
6	6,83
8	5,85
10	2,36
12	0



Gambar 21 Grafik perubahan kecepatan *Ground speed* terhadap waktu pada pengujian dengan mode manual

a) Hasil data perubahan ketinggian terhadap waktu pada pengujian dengan mode otomatis

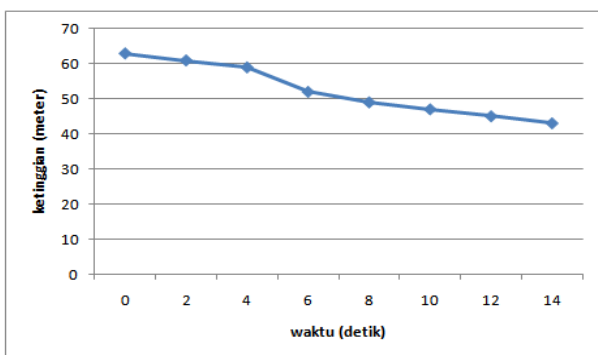
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan ketinggian saat pesawat mendarat terhadap selang waktu 2 detik dengan mode otomatis. Dengan ketinggian awal saat pesawat masuk jalur landing adalah 63 meter. Pada tabel III dapat dilihat ketinggian awal pesawat 63 meter. Ketinggian pesawat perlahan-lahan menurun hingga berada pada detik terakhir dengan ketinggian 43 meter. Waktu yang dibutuhkan adalah 14 detik. Dengan demikian dapat disimpulkan semakin lama waktu maka ketinggian pesawat semakin menurun tiap selang 2 detik. Sehingga dari tabel III diperoleh grafik perubahan ketinggian seperti terlihat pada gambar 22

b) Hasil data perubahan kecepatan *Ground speed* terhadap waktu pada pengujian dengan mode otomatis

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan pesawat terhadap tanah saat pesawat berada dalam jalur *landing* dengan mode otomatis.

TABEL III DATA PERUBAHAN KETINGGIAN TERHADAP WAKTU, PADA PENGUJIAN DENGAN MODE OTOMATIS

Waktu (detik)	Ketinggian (meter)
0	63
2	61
4	59
6	52
8	49
10	47
12	45
14	43



Gambar 22. Grafik perubahan ketinggian terhadap waktu pada pengujian dengan mode otomatis

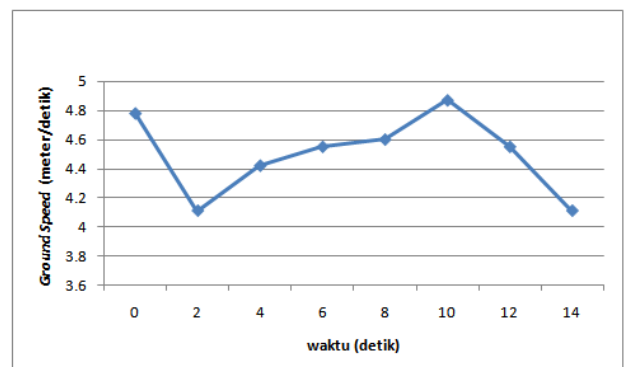
Dari tabel IV dapat dilihat kecepatan awal pesawat 4,78 meter/detik hingga terus naik pada detik ke 10 dengan nilai 4,87 meter/detik, dan turun kembali pada detik terakhir menjadi 4,11 meter/detik. Dengan demikian disimpulkan kecepatan pesawat saat turun semakin cepat dan mendadak melambat. Dari tabel IV diperoleh grafik perubahan kecepatan *ground speed* terhadap waktu seperti pada gambar 23

Dalam pengujian pesawat saat mendarat otomatis masih terkendala oleh beberapa faktor antara lain :

1. Pesawat yang beberapa kali jatuh dalam pengujian, membuat komponen dalam pesawat seringkali eror
2. Cuaca yang tidak menentu atau cuaca yang buruk saat proses pengujian, seperti perubahan angin yang mendadak sehingga membuat pesawat keluar dari jalur penerbangan.
3. Sensor *altitude* yang seringkali eror sehingga mempengaruhi ketinggian dan kecepatan pesawat.

TABEL IV DATA PERUBAHAN KECEPATAN *GROUND SPEED* TERHADAP WAKTU, PADA PENGUJIAN DENGAN MODE OTOMATIS

Waktu (detik)	<i>Ground Speed</i> (meter/detik)
0	4,78
2	4,11
4	4,42
6	4,55
8	4,60
10	4,87
12	4,55
14	4,11



Gambar 23. Grafik perubahan kecepatan *Ground Speed* terhadap waktu pada pengujian dengan mode otomatis

4) *PID Pada Tampilan Di Mission Planner*

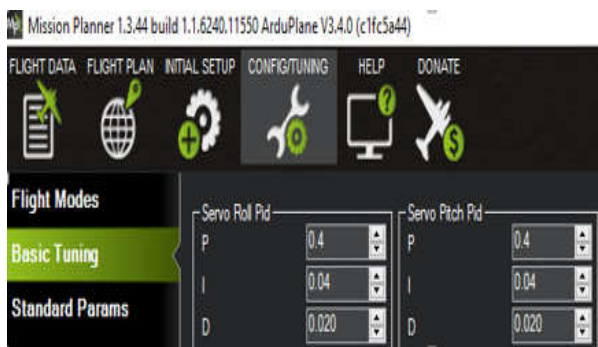
Tampilan PID saat *ardupilot* terhubung dengan *mission planner* dapat dilihat pada gambar 24

a) *PID Roll*

PID Roll adalah data PID yang dipakai pada gerakan *roll* atau gerakan pesawat yang mengiring ke kanan dan ke kiri. Berikut adalah data *PID roll* yang ada pada *mission planner* pada saat *ardupilot* terhubung dengan *mission planner* yang ditunjukkan pada tabel V

b) *PID Pitch*.

PID pitch adalah data PID yang dipakai pada untuk gerakan *pitch* atau gerakan pesawat naik dan turun. Berikut adalah data *PID pitch* yang diperoleh saat *ardupilot* terhubung dengan *mission planner* yang di tunjukkan pada tabel VI



Gambar 24 Tampilan PID pada *Mission planner*

TABEL V DATA PID ROLL

P	I	D
0,4	0,04	0,020

TABEL VI DATA PID PITCH

P	I	D
0,4	0,04	0,020

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan pengambilan data pesawat., maka dapat disimpulkan beberapa hal terkait dalam pelaksanaan dan hasil dari penelitian tersebut, yaitu :

- 1) Dalam pengujian *manuver* pesawat, diperoleh kesimpulan pesawat bergerak sesuai dengan pergerakan yang diinginkan.
- 2) Dalam pengujian pendaratan pesawat secara manual, diperoleh jika kecepatan pesawat berkurang maka pesawat akan menghasilkan *landing* yang *smooth*.
- 3) Dalam pengujian pendaratan pesawat secara otomatis, hasil data yang diambil adalah data pesawat turun dalam ketinggian 63 meter sampai ketinggian 43 meter, dalam pengujiannya dapat disimpulkan bahwa kecepatan pesawat bertambah cepat dan melambat pada detik akhir, kemungkinan diakibatkan karena proses pengereman yang tidak ada ditambah lagi perubahan angin yang mendadak membuat pengujiannya terkendala. Dari kendala yang tersebut, mengakibatkan hasil pengujian pendaratan otomatis seperti berikut :
 - a. Pada waktu pengujian, saat pesawat masuk dalam jalur pendaratan dengan mode otomatis, pesawat hilang kontrol dan keluar dari jalur pendaratan.
 - b. Saat pesawat keluar dari jalur pendaratan, *ardupilot* dalam pesawat memberikan indikator *bad GPS* atau *bad Gyro*.
 - c. Jika mode otomatis dalam pesawat tetap diteruskan terbang dalam keadaan indikator yang buruk, maka pesawat yang tidak terkontrol dapat menyebabkan gagal *landing*
 - d. Untuk menghindari pesawat hancur saat gagal *landing*, maka langkah yang diambil adalah kontrol pesawat dalam mode *stabilizer*.

B. Saran

- 1) Desain pesawat lebih baik terbuat dari *Styrofoam* yang dilapisi bahan plastik, agar lebih ringan untuk terbang dan memperkecil resiko badan pesawat hancur.
- 2) Memperhatikan penempatan komponen didalam pesawat, agar tidak mempengaruhi terbang pesawat.
- 3) Untuk pengembangan alat selanjutnya diharapkan membuat proses pengereman.

VI. KUTIPAN

[1] A Erwan, "Pengembangan Sistem Pendaratan Otomatis Pada Pesawat Tanpa Awak, 2017.

[2] F. Lubis, Arifin. Isranuri. "Analisa Gaya Impak yang terjadi pada Badan Pesawat *Aeromodeling* Tipe Glider saat *Landing* dengan Variasi Sudut Pendaratan yang Disimulasikan dengan menggunakan *Software Solidwork*", Mahasiswa Teknik Mesin USU Diponegoro Semarang, 2012.

[3] Mulyani, "Autolanding Pada UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) menggunakan Kontroler PID-Fuzzy"

[4] P.V.S Gloria, "Sistem Pengendalian Manual dan Monitoring *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* menggunakan Transmisi Gelombang Radio", Skripsi S.T., Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi. Manado, 2012

[5] U.P.M Agus, "Perancangan Dan Implementasi Kontroler PID Prediktif Pada Proses *Landing UAV (Unmanned Aerial Vehicle)*" , 2012.



Penulis bernama lengkap Juvindi Walalangi, anak Kedua dari dua bersaudara. Lahir di Manado pada tanggal 02 Juni 1994. Penulis menempuh pendidikan secara berturut-turut di SD Katolik Kiawa (2000-2006), SMPN 1 Kawangkoan (2006-2009) dan menyelesaikan Sekolah tingkat atas di SMAN 1 Kawangoan (2009-2012). Tahun 2012, penulis melanjutkan studi di Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi, Manado. Dua tahun kemudian, yaitu tahun 2014, penulis memilih konsentrasi minat Teknik Kendali.

Setelah menyelesaikan Kerja Praktek di PT. PLN Area penyaluran dan pengatur beban (AP2B) Sistem Minahasa di Tomohon selama 2 bulan, dan mengikuti KKT (Kuliah Kerja Terpadu) di Desa Luwoo, Kecamatan Posigadan, Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. Penulis memutuskan untuk menulis Tugas Akhir mengenai Implementasi Pengendali PID Pada Pendaratan Otomatis Wahana Tanpa Awak.

Selama kuliah, penulis pernah aktif dalam organisasi mahasiswa antara lain menjadi pengurus Himpunan Mahasiswa Elektro periode 2016-2017. Penulis juga pernah mengikuti Kontes Robot Indonesia sebagai tim Kontes Robot Seni Indonesia (KRSI) tahun 2014 di Universitas Mataram dengan Prestasi Juara Harapan 1. Penulis juga pernah menjadi panitia Kontes Robot SURO antar SMA/SMK se-Sulawesi Utara dari Tahun 2013 sampai tahun 2017. Dalam bidang akademik penulis pernah mengikuti pelatihan PLC (*Programmable Logic Control*) dan seminar-seminar akademik lainnya.