

DESAIN PENGEMBANGAN AUTOPILOT PESAWAT UDARA TANPA AWAK MENGGUNAKAN AVR-XMEGA SEBAGAI PERANGKAT OBDH

Setyawan Beki Wibowo¹, R. Sumiharto², Roghib Muhammad Hujja²

¹Program Diploma Teknik Mesin, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada

²Jurusan Elektronika dan Instrumentasi, Universitas Gadjah Mada

Jl. Yacarana, Sekip Unit IV Yogyakarta 55281

Email : setyawanbw@ugm.ac.id

ABSTRACT

Some missions require efficient device to minimize the risk of personnel aviator. Unmanned aerial Vehicle (UAV) have sufficient ability to be effective in overcoming these difficulties with the less risks and costs. Many of uses UAV for various civilian and military activities such as border surveillance mission, as well as aerial photography necessitating the ability of UAV to fly independently with high stability. Reliable performance of the UAV is determined by the controller will control the UAV with high accuracy and ease of control.

Autopilot system requires a controller with the ability to manage payload sensors and process it to be passed as output to the servo aileron, rudder and elevators plane. Usage of AVR-XMEGA microcontroller is a good choice in its use as the main control device or Onboard Data Handling (OBDH).

Autopilot system created has two modes, namely a manual mode that uses a PWM input from the RC receiver to directly forward to the servo and auto mode using IMU sensor readings and process PID to maintain a stable position of the aircraft. The results of the second test mode to test tick interval from input to output generates the data input and output processes occur at the same tick that the system is running in real time.

Keywords: UAV, unmanned system, autopilot, AVR-XMega, OBDH

INTISARI

Beberapa misi penerbangan membutuhkan perangkat efisien dengan meminimalisir resiko personil penerbang. Pesawat udara tanpa awak (UAV) memiliki kemampuan yang cukup efektif dalam mengatasi kesulitan tersebut dengan resiko dan biaya yang lebih kecil. Banyaknya kegunaan UAV untuk berbagai kegiatan baik sipil maupun militer seperti untuk misi pengawasan perbatasan, maupun pemotretan udara sehingga diperlukan kemampuan dari UAV untuk bisa terbang mandiri dengan stabilitas yang tinggi. Performa handal dari UAV tersebut ditentukan oleh controller yang akan mengendalikan UAV tersebut dengan akurasi yang tinggi dan kemudahan dalam mengendalikannya.

Sistem autopilot memerlukan controller dengan kemampuan untuk mengelola sensor-sensor payload dan mengolahnya untuk diteruskan sebagai keluaran pada servo aileron, rudder dan elevator pesawat. Penggunaan mikrocontroller AVR-XMEGA merupakan salah satu pilihan yang baik dalam penggunaannya sebagai perangkat kendali utama atau Onboard Data Handling (OBDH).

Sistem autopilot yang dibuat memiliki dua mode yaitu mode manual yang menggunakan input PWM dari RC Receiver untuk langsung diteruskan ke servo dan mode auto menggunakan hasil pembacaan sensor IMU dan memproses PID untuk menjaga kestabilan posisi pesawat. Hasil pengujian kedua mode dengan pengetesan interval tick dari input ke output menghasilkan data proses input dan output terjadi pada tick yang sama sehingga sistem ini berjalan secara real time.

Kata kunci : UAV, sistem tak berawak, autopilot, AVR-XMega, OBDH

PENDAHULUAN

Pesawat udara tanpa awak merupakan pesawat udara yang dapat melakukan misi secara mandiri dengan menggunakan beberapa sensor-sensor, komputer, penggerak dan sistem manipulasi. Pesawat udara tanpa awak dengan sayap tetap (*fixed wing*) memiliki banyak kegunaan dan aplikasi baik untuk keperluan militer maupun sipil,

antara lain: pengintaian, pesawat udara tanpa awak tempur, pengawasan, inspeksi, survey, pencarian dan penyelamatan, pemetaan dan lain-lain.

Perkembangan teknologi dan kebutuhan pesawat udara tanpa awak pada saat ini sangatlah banyak. Atas berbagai alasan mulai dari keperluan militer sampai ke penggunaan kebutuhan sipil banyak

penelitian dikembangkan oleh berbagai negara untuk mendapatkan UAV yang bisa terbang secara handal dengan akurasi yang tinggi. Pemerintah Australia menurut Wong dan Bil (1998) semenjak akhir tahun 1996 sudah mulai merekomendasikan untuk mendorong berbagai komunitas akademisi, telekomunikasi, masyarakat penginderaan jauh untuk memperkuat penelitian tentang teknologi UAV dan berbagai potensi aplikasi tertentu. Hasil dari berbagai kegiatan di Australia tersebut menunjukkan berbagai kemampuan canggih dalam desain dan sistem kontrol penerbangan serta pengoperasian UAV yang terlihat dalam uji penerbangan dan simulasi. Berbagai pengembangan lanjutan terhadap dinamika dan kontrol UAV tetap dilanjutkan hingga saat ini.

Menurut Wilson (2009) berbagai perkembangan teknologi UAV semenjak tahun 2000 sangatlah pesat. Berbagai terobosan terhadap kemampuan teknologi komputer dan kontroller yang digunakan, material maupun *power supply* akan meningkatkan *payload* dan jangkauan navigasi dengan tingkat kepresisian lokasi yang tinggi. Hingga tahun 2009 perkembangan masing negara terhadap teknologi UAV sangatlah pesat. Negara-negara yang intensif dalam pengembangan teknologi UAV antara lain Cina, walaupun beberapa pengembangan UAV banyak yang masih bersifat rahasia tetapi dalam acara *Air Show* tahunan di China sempat ditampilkan. Inggris, Prancis dan Jerman terus memimpin memimpin Eropa dalam pengembangan dan produksi UAV, dengan lebih dari 90 pesawat yang berbeda varian, dari sekitar 30 produsen. Beberapa perkembangan dari seri MAV oleh Jerman dengan mengkombinasikan dengan kapal selam untuk memperluas jangkauan pengawasan sementara tetap dalam keadaan terendam.

Tidak kalah pentingnya adalah perkembangan teknologi UAV dari negara-negara di kawasan Timur Tengah, seperti : Iran, Israel, Turki. Pada tahun 2007, para pejabat Iran telah membuat banyak klaim tentang beberapa penerbangan dengan UAV dan pengintaian atas kapal AS di Teluk Persia, dan telah mengembangkan sebuah UAV jenis *stealth* dengan kisaran jangkauan hingga 700-km. Israel juga mengembangkan pesawat UAV dengan lebih dari 40 varian. Spesifikasi pengembangan produk mencakup ukuran, kemampuan jelajah dan

misi tertentu terutama untuk penggunaan di perkotaan. Turki banyak mengembangkan jenis UAV dengan kemampuan mobile untuk jenis yang kecil, jarak pendek dan kemampuan terbang rendah dan bisa dibawa dalam ransel tentara untuk diluncurkan sendiri dengan penambahan kemampuan kamera malam. Beberapa Negara lain di timur tengah seperti Pakistan juga sudah mulai mengembangkan untuk kepentingan militer dan *surveillance*.

Negara yang paling banyak dalam mengembangkan teknologi UAV adalah Rusia dan Amerika Serikat. Dalam beberapa tahun terakhir program UAV di Rusia sudah sangat menjamur. Upaya pengembangan UAV kelas Predator untuk berbagai kepentingan militer dan sipil mamacu negara Rusia dalam pengembangan sebagai negara ekspor yang berpotensi sangat menguntungkan. Amerika sendiri telah menciptakan UAV yang sangat terkenal yaitu Global Hawk dan Predator sebagai proyek utama pemerintah dalam pengembangan UAV. Pemerintah AS sendiri telah membuat skema pengembangan hingga tahun 2025 dalam upaya pengembangan-pengembangan teknologi UAV untuk berbagai keperluan (Secretary of Defense, 2001).

Penggunaan pesawat udara tanpa awak untuk berbagai keperluan sipil maupun militer akan memiliki spesifikasi yang berbeda-beda. Oleh karenanya pada pesawat udara tanpa awak akan banyak terdiri dari berbagai komponen sesuai dengan kebutuhan yang akan mempengaruhi ukuran dari pesawat tersebut. Hal tersebut juga akan mempengaruhi waktu terbang, jarak jelajah maupun ketinggian terbang.

Beberapa pesawat udara tanpa awak masih tergantung pada personil pendukungnya terutama yang menggunakan *Remote Control* (RC). Kemampuan operator pada pesawat menggunakan RC akan sangat mempengaruhi keberhasilan misi terutama saat lepas landas, pencapaian sasaran dan saat mendarat. Keterbatasan penggunaan RC adalah bahwa pesawat harus dalam jangkauan pandang operator, sehingga untuk kondisi malam hari dan jangkauan yang jauh akan mengalami kesulitan. Keterbatasan pandangan operator dan jarak jelajah mengakibatkan perlunya sistem *autopilot* UAV sehingga pesawat udara akan terbang secara mandiri sesuai arahan navigasi dan mengirimkan data ke

stasiun bumi (*ground control station*).

Penggunaan sistem *autopilot* secara *autonomous* akan memberikan kemampuan kepada pesawat untuk terbang secara mandiri. Komunikasi dan perintah terhadap pesawat dilakukan melalui stasiun bumi tanpa harus melihat secara langsung. Sistem *autopilot* yang digunakan haruslah mempunyai kemampuan mengatur dan mengendalikan pesawat sesuai misi yang telah ditentukan. Penggunaan sistem komunikasi protokol antara pesawat dengan *ground segment* sangat penting dipilih untuk mengarahkan, memonitor dan menerima data pesawat. Beberapa sistem kemampuan terpasang dalam pesawat perlu dioptimalkan dimensi dan beratnya sehingga pesawat memungkinkan untuk membawanya.

Sistem *Autopilot* membutuhkan pemrosesan yang cepat, karena itu untuk membuat UAV yang dapat diandalkan maka membutuhkan sistem kendali yang responsive dan cepat dalam menangani perintah. Pada UAV terdapat beberapa bagian utama yang terkoneksi langsung dengan pemroses utama diantaranya adalah sensor (pengambilan data), telemetri (*output* untuk *ground station*), *input* (dari kontroller di *ground station*), dan sistem kendali (pergerakan pesawat). Masing-masing bagian tersebut memerlukan pemrosesan cepat agar dapat dengan segera merespon misi yang harus dikerjakan oleh UAV.

Untuk membangun pesawat udara tanpa awak dengan kemampuan terbang mandiri dan stabilitas yang tinggi maka perlu dibuat kontroller utama sebagai *Onboard Data Handling (OBDH)* yang handal yang mampu mengkoordinasikan antar berbagai perangkat yang ada sehingga diharapkan akan dihasilkan sistem kontrol *autopilot* yang bisa digunakan untuk pesawat udara tanpa awak sehingga mengoptimalkan fungsi dari pesawat itu sendiri.

Pembuatan perangkat *autopilot* mempertimbangkan beberapa hal, antara lain : kemampuan navigasi, kemampuan lepas landas maupun pendaratan mandiri, berat dan ukuran kontroller, tahan terhadap guncangan maupun yang kecepatan tinggi dan biaya pembuatannya. Beberapa sistem *autopilot* yang pernah dikembangkan dan saat ini tersedia di pasaran antara lain :

- a. Micropilot 202g (Loewen, 2004) dengan kemampuan navigasi penuh, auto-launch, auto-land, dan berat sekitar 0,5 kg
- b. Piccolo (Hoag, 2003) dengan kemampuan navigasi penuh dan berat

hampir 4 kg

- c. UAV AP-50 Flight Control System dengan kemampuan navigasi penuh dan berat 0.75 kg

Dari peralatan *autopilot* yang ada, dimensi dan harga masih cukup besar di luar spesifikasi penggunaan untuk pesawat yang kecil (MAV) sehingga masih perlu pengembangan lagi terutama untuk kemampuan berkomunikasi dengan sensor-sensor pada *payload* disamping reduksi biaya yang dibutuhkan.

Beberapa penelitian lain tentang UAV seperti Beard, et.al. (2005) melakukan penelitian pada UAV dengan menggabungkan sistem otomatis terbang dengan sistem manual. Sistem *autopilot* dirancang untuk bisa mengikuti lintasan yang ditentukan dan melakukan koreksi atas gerakan yang dilakukan. Perangkat *autopilot* dibuat dengan menggunakan prosesor Rabbit *microcontroller* dengan beberapa sensor seperti GPS, *Gyroscope*, *Absolute Pressure*, *Pitot System*, dan perangkat komunikasi modem.

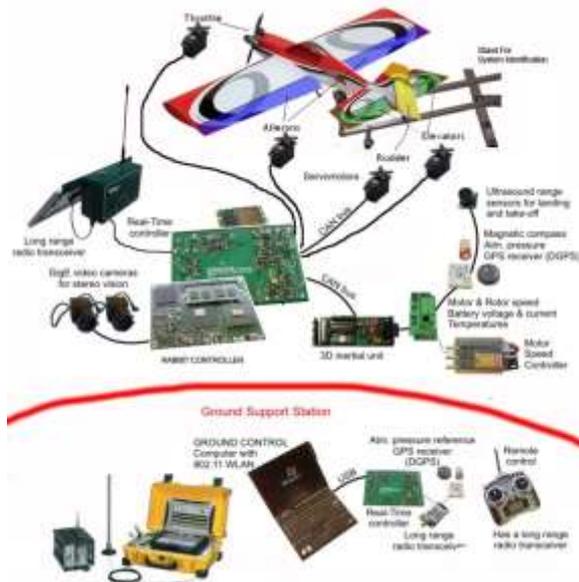
Hardin dan Jakson (2005) melakukan penelitian dan uji terbang pada UAV yang digunakan untuk keperluan foto udara yang secara pembiayaan menjadi lebih murah. Tujuan penelitian ini untuk mengembangkan UAV untuk keperluan fotografi skala besar dan ketinggian rendah untuk dokumentasi area tanah yang dipetakan. Tujuan lain adalah untuk menilai karakteristik terbang dari UAV yang bisa dikembangkan untuk digunakan pada kepentingan-kepentingan lain seperti pertanian, kehutanan, dan lain-lain dengan pemanfaatan teknologi foto udara.

Chao, et.al. (2007) melakukan penelitian terhadap sistem *autopilot* pada UAV. Penggunaan *autopilot* pada sistem UAV akan memperluas jangkauan tanpa harus terbatas dengan jarak pandang operator. Pada penelitian ini dikenalkan dan diujikan beberapa jenis *autopilot* untuk UAV beserta performanya.

Haifeng Tu dan Xiaojing Du Shu (2010) pada penelitiannya telah berhasil membuat UAV kecil. Bagian utamanya terdiri dari sensor, mikroprosesor, dan rangkaian *switching*. Bagian tersebut terintegrasi pada papan sirkuit, dimana kebanyakan UAV kecil tidak memiliki actuator untuk darat. GCS (*Ground Control Station*) berkomunikasi dengan *Autopilot* melalui data *link* sebelum melakukan *take-off* untuk mengatur jalur terbang, mengatur kontrol parameter terbang, dan juga dapat bertukar data seperti

jalur terbang melalui data link. *Autopilot* dapat menerima perintah dari remote control, dengan merubah *switch* dari *autonomous* mode ke mode manual. Dari berbagai variasi *Autopilot* dapat ditemukan bahwa *Autopilot* berbasis GPS dan terintegrasi dengan navigasi inersia untuk meningkatkan kehandalan dari *Autopilot*. Untuk UAV kecil dibutuhkan perangkat keras yang kecil, ringan, hemat daya, dan inteligensi tinggi.

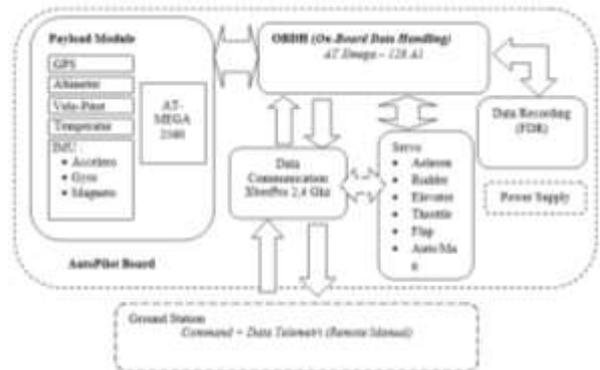
Dari hasil studi pustaka di atas bisa diambil kesimpulan bahwa perkembangan teknologi pesawat udara tanpa awak sangatlah pesat dan mempunyai banyak manfaat dan kegunaan. Penggunaan *autopilot* akan sangat membantu dalam misi-misi yang sulit dengan jangkauan yang jauh dan meminimalkan adanya resiko keselamatan personel. Pengembangan dari *autopilot* mampu mengatur dan mengendalikan pesawat udara tanpa awak terbang mandiri dengan kondisi nyata di udara dan menggunakan protokol komunikasi untuk keperluan perintah dan laporan dengan *ground control station* (GCS).



Gambar 1 Skema Hardware

Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan kontroller untuk pesawat udara tanpa awak. Kontroller digunakan sebagai pengatur pergerakan pesawat udara dengan mengatur gerakan motor servo di tiap bagian pesawat, sekaligus juga merupakan pengolah data-data sensor seperti sensor tekanan, sensor kemiringan (gyro),

kecepatan, dll. Skema umum *hardware* terlihat pada Gambar 1 dengan skema sistem kontroller *autopilot* terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Skema Kontroller

Sedangkan proses utama dalam penelitian ini adalah membangun sistem *autopilot* pesawat udara tanpa awak sayap tetap (*fixed-wing*) dengan kemampuan terbang sesuai misi penerbangan secara mandiri.

Secara garis besar proses penelitian ditunjukkan dengan tahapan sebagai berikut:

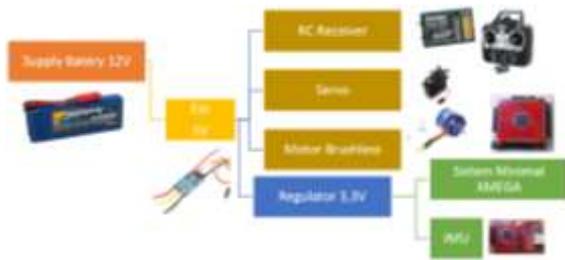
1. Pembuatan perangkat keras kontroller
2. Mengambil data sensor dari IMU
3. Mengambil data PWM dari *RC controller*.
4. Pengujian fungsional kontroller dan pembacaan
5. Pengujian respon kontroller pada pesawat uav melalui komunikasi data serial.

Dari kegiatan penelitian ini akan dihasilkan perangkat *autopilot* yang bisa digunakan untuk pesawat udara tanpa awak skala kecil untuk bisa terbang secara mandiri dan sesuai dengan perintah navigasi yang diperintahkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai pengendali utama diperlukan sistem minimum untuk dapat melakukan komunikasi dengan bagian *input* (*payload sensor*) selain itu dapat pula melakukan pengendalian terhadap bagian *output* (*servo*). Karena itu sistem minimum XMEGA dirancang untuk dapat melakukan hubungan komunikasi sesuai blok diagram yang terlihat pada pembahasan di atas (Gambar 2). Perangkat keras payload terdiri antara lain: 1) IMU (*Inertial Measurement Unit*), 2) Komunikasi, 3) Servo, 4) ESC (*electronic speed control*).

Semua bagian tersebut akan



Gambar 5. Blok diagram sistem sumber daya

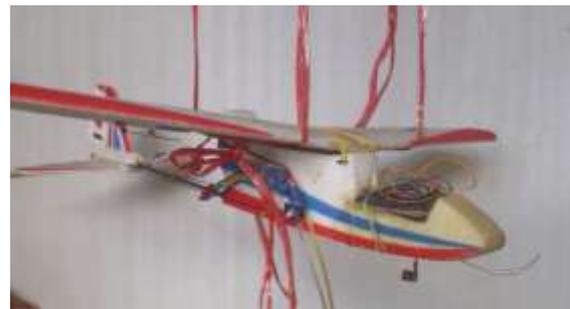
Sistem ini menggunakan baterai 12 V yang dihubungkan dengan ESC maka akan didapatkan output dari ESC yaitu 5 V. Output ESC tersebut dapat digunakan untuk sumber daya *RC Receiver*, servo dan motor *brushless*. Dan juga akan masuk ke dalam regulator 3,3 V sehingga tegangan 3,3 V hasil dari regulator dapat digunakan sebagai suplay daya yang aman untuk sistem minimal XMEGA. Skematik rancangan sistem suplay daya tersebut dapat dilihat pada Gambar 5. Pada skematik terdapat pula IC regulator 5 V dan regulator 12 V yang akan digunakan apabila tegangan terlampaui tinggi maka untuk menurunkan tegangan maka dapat dilakukan penyambungan berurutan dari regulator 12 V ke regulator 5 V baru kemudian ke regulator 3,3 V agar regulator tidak terbebani tegangan terlalu tinggi. Dan *pin header* yang ada akan digunakan sebagai koneksi ke perangkat lain yang membutuhkan daya seperti servo.

Sistem uji coba menggunakan pesawat RC mini berbahan dasar Foam sebagai alat uji dengan menggunakan 4 servo dan 1 motor *brushless*. 2 servo pada sayap (*aileron*) dihubungkan dengan *Y-harnes* sehingga dapat menggunakan 1 jalur PWM untuk pengendalian keduanya. Sedangkan pada bagian badan terdapat 2 servo yang terhubung dengan pengait untuk menggerakkan bagian ekor pesawat yaitu *rudder* dan *elevator*. Dan motor *brushless* pada bagian tengah terhubung dengan ESC sebagai sumber daya dan pengontrol kecepatan sehingga dapat dikontrol dengan memberi sinyal PWM.

Sistem uji coba ini digunakan untuk mengetahui pergerakan pesawat secara real sehingga dapat diamati untuk menguji hasil dari sistem *Autopilot* yang dibuat telah sesuai dengan yang diharapkan. Pada Gambar 6 dan 7 dapat dilihat sistem yang telah dipasang keseluruhan beserta perangkat keras *Autopilot* yang telah dibuat.



Gambar 6. Sistem uji coba keseluruhan



Gambar 7. Pengujian sistem

Tabel 2. Hasil pengukuran tegangan

Sumber	Hasil pengukuran
Output ESC	5,0V
Sistem Sumber daya	4,9V
<i>RC Receiver</i>	4,9V
Sistem minimal XMEGA	3,1V
IMU	3,1V

Pengujian perangkat keras dilakukan dengan melakukan pengukuran tegangan yang merupakan indikator suksesnya sistem sumber daya. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2. Dari hasil pengukuran menandakan bahwa perangkat keras yang telah dibuat berjalan sesuai dengan rencana dan daya untuk masing-masing perangkat keras dapat mencukupi.

Pada uji coba perangkat keras spesifikasi yang didapatkan adalah seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Berat sistem perbagian

Bagian	Berat (gr)
Baterai	112
Sistem minimal	71
Power supply	19
Pesawat uji	302
Total	504

Sementara pada *Ground segment* untuk pengamatan data akan dapat mengambil data yang dikirimkan oleh pesawat melalui komunikasi serial dan menampilkan data tersebut agar dapat diamati oleh pengguna. Antarmuka *ground segment* yang akan dibuat adalah komunikasi serial (tampilan data yang diterima dari serial), tampilan data posisi pesawat (data X, Y, Z, dan ketinggian) baik berupa data maupun visualisasi. Tampilan data respon serta tampilan modus kontrol pesawat. Selain itu *ground segment* ini juga berfungsi sebagai simulator data IMU yang akan dikirim ke pesawat untuk melihat hasil pemrosesannya. Karena itu pada aplikasi *ground segment* juga terdapat fungsi untuk mengirim data serial berupa data posisi x,y, dan z serta data ketinggian. Pada Gambar 8. dapat dilihat blok diagram rancangan antarmuka dan kemampuan *ground segment* dalam menangani data serial.



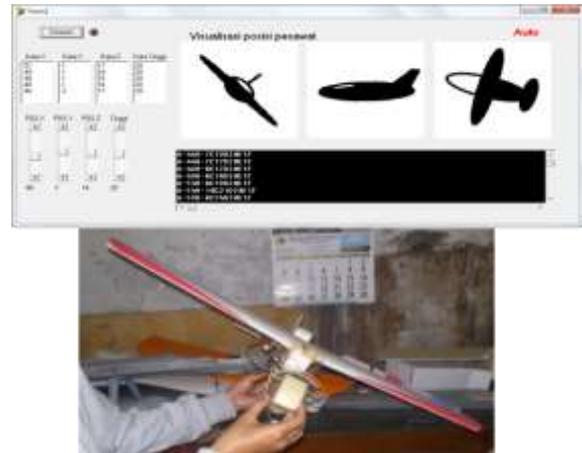
Gambar 8. Blok diagram *ground segment*

Antarmuka *ground segment* dibuat untuk menampilkan informasi kondisi posisi pesawat yaitu posisi *yaw*, *pitch*, dan *roll*. Selain itu pada *ground segment* juga terdapat info kontrol yang sedang berjalan berupa auto dan manual. *Ground segment* juga dilengkapi dengan visualisasi untuk tampilan pergerakan pesawat untuk mempermudah pengguna melihat posisi pesawat.

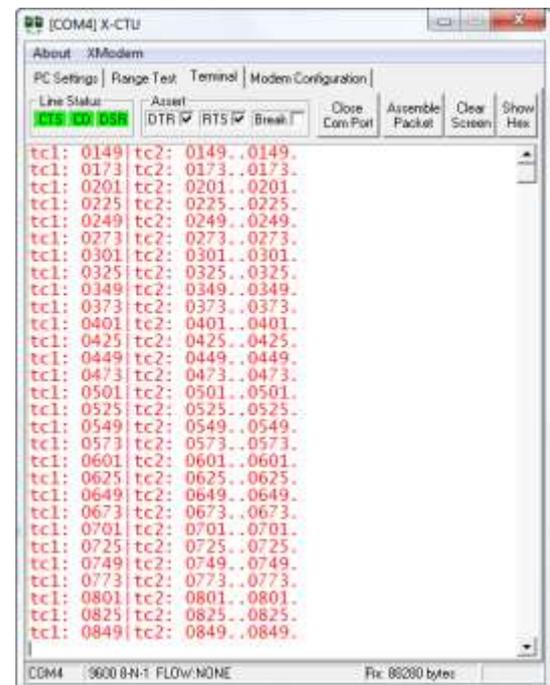
Pengujian pada *ground segment* adalah pengujian mengenai visualisasi posisi pesawat saat di udara. Pengujian dilakukan dengan memiringkan pesawat pada arah sumbu x, y atau z dan membandingkan respon visual pada *ground segment* Sebagaimana terlihat pada Gambar 9. Dengan pengujian ini bisa diketahui kondisi pesawat saat terbang di udara apakah dalam keadaan miring, naik, atau memutar berdasarkan pembacaan data-data dari sensor IMU.

Dari hasil pengujian terlihat bahwa data-data sensor IMU pada pesawat udara tanpa awak bisa di teruskan ke *ground segment* melalui sistem komunikasi nirkabel untuk menunjukkan keadaan *pitch*, *roll* dan

yaw pesawat yang sesungguhnya secara langsung.



Gambar 9. Visualisasi pesawat saat posisi dimiringkan ke kanan



Gambar 10. Pergantian I/O *tick mode manual*

Pengujian respon sistem dilakukan sebagai pengujian akhir untuk mengetahui waktu untuk memproses masukan data ke keluaran PWM. Pada mode manual dapat dilihat pada Gambar 10. Dapat dilihat antara tc1 dan tc2 memiliki nilai *tick* yang sama. Hal ini berarti pada *tick* yang sama terjadi proses pembacaan nilai dari pwm *RC Receiver* dan diteruskan ke proses output servo. Sehingga dapat disimpulkan kecepatan respon untuk I/O untuk pembacaan data dan output pada mode manual adalah *realtime*.



Gambar 11. Pergantian I/O tick mode auto

Sementara pada mode kendali auto dapat dilihat pada Gambar 11. Dapat dilihat antara tc1 dan tc2 memiliki nilai tick yang sama. Hal ini berarti pada tick yang sama terjadi proses pembacaan nilai dari PWM RC Receiver dan diteruskan ke proses output servo. Sehingga dapat disimpulkan kecepatan respon untuk I/O untuk pembacaan data dan output pada mode auto adalah *realtime*.

Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap mikrokontroler AVR-XMega 128A1 yang digunakan sebagai pengendali utama (OBDDH) pada sistem *autopilot* untuk pesawat udara tanpa awak bisa dikatakan cukup memadai. Ketersediaan UART serial pada mikrokontroler AVR-XMega cukup banyak sehingga dimungkinkan untuk bisa menangani banyak modul-modul sensor dalam komunikasi serial. Power yang cukup rendah menjadikan mikrokontroler ini lebih hemat energi ketika digunakan pada pesawat udara tanpa awak.

Nilai *clock speed* yang tinggi dibandingkan mikrokontroler yang lain menjadikan AVR-XMega memiliki kinerja yang tinggi. Hal inilah yang menyebabkan komunikasi masukan dari modul-modul sensor dan pengolahan data algoritma yang dibuat serta penerusan perintah ke *output* servo bisa dilakukan dengan cepat dan *real time* menjadikan AVR-XMega menjadi salah

satu pilihan terbaik dalam penggunaannya sebagai perangkat *Onboard Data Handling* (OBDDH) untuk *autopilot* pada pesawat udara tanpa awak.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal, antara lain :

1. Kontroller *autopilot* sudah bisa berfungsi dan digunakan untuk perangkat UAV dengan menggunakan AVR-XMEGA 128A1 dan sensor IMU (Initial measurement Unit) dengan kemampuan mode auto dan manual
2. Hasil pengujian telah menunjukkan berfungsinya perangkat keras dengan ditunjukkannya kondisi catu daya dimana memberikan daya yang sesuai untuk seluruh perangkat sistem
3. Telah menunjukkan data-data komunikasi ke *ground stasion* sesuai dengan kondisi pesawat secara *realtime*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan pada LPPM UGM atas bantuan dana hibah, pada Grup Riset Satelit dan Dirgantara UGM serta Komunitas UAV N2 atas fasilitas yang disediakan sehingga penelitian ini dapat berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmel, 2013, 8/16-bit XMEGA A1 Microcontroller Datasheet, http://www.atmel.com/Images/Atmel-8067-8-and-16-bit-AVR-Microcontrollers-ATxmega64A1-ATxmega128A1_Datasheet.pdf, Juni 2013, diakses tanggal 6 Juni 2014.
- Beard, Randal, Kingston, Derek, Quigley, Morgan, Snyder, Deryl, Christiansen, Reed, Johnson, Walt, McLain, Timothy, Goodrich, Michael A, 2005, Autonomous Vehicle Technologies for Small Fixed-Wing UAVs, Journal Of Aerospace Computing, Information, And Communication Brigham Young University, Provo, Utah
- Chao, H., Cao, Y., Chen, Y., 2007, *Autopilot* s for Small Fixed-Wing Unmanned Air Vehicles: A Survey, Proceedings of the 2007 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, 1-4244-0828-8/07
- Hardin, P.J., and Jackson, M.W., 2005, *An Unmanned Aerial Vehicle for Rangeland*

- Photography*, Rangelan Edcol Manage Vol.5 8No.4, pp.439-44, Published by: Allen Press and Society for Range Management, <http://www.jstor.org/stable/3899995>
- Hoag, R., 2003, *A Highly Integrated UAV Avionics System*, Cloud Cap Technology, Oregon
- Loewen, H., 2004, *MP2028g, Instalation and Operation*, Micropilot, Manitoba, Canada
- Office of the Secretary of Defense, 2001, *Unmanned Aerial Vehicles Roadmap 2000-2025*, Department of Defense United State of America
- Tu, H., Du, X., 2010, The design of small UAV *autopilot* hardware system based on DSP, International Conference on Intelligent Computation Technology And Automation, Beijing China, ISBN 978-1-4244-7280-2 IEEE, DOI 10.1109/ICICTA.2010.648, pp 780 - 783.
- Wilson, J.R., 2009, UAV WORDWIDE Roundup 2009, AEROSPACE AMERICA
- Wong, K.C., Bil, C., 1998, UAVs OVER AUSTRALIA - Market and Capabilities, Aerospace Technology Forum Report