

INSTRUMEN PENERBANGAN CADANGAN PADA SIMULATOR PESAWAT LATIH CESSNA 172S G1000

Luqman Al Labib¹, Sabar Pramono², Ediana Sutjiredjeki³

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : luqman.al.tecs13@polban.ac.id

²Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : pramonosabar@yahoo.com

³Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : e_sutjiredjekii@yahoo.com

ABSTRAK

Instrumen penerbangan cadangan atau standby flight instruments merupakan instrumen analog yang selalu aktif dan bekerja secara mekanis dari sensor-sensor yang ada di pesawat. Instrumen penerbangan cadangan disediakan untuk mengantisipasi kerusakan atau kegagalan sistem yang bisa terjadi pada instrumen penerbangan digital atau glass cockpit. Instrumen penerbangan cadangan umumnya terdiri atas tiga instrumen penerbangan utama, yakni indikator kecepatan udara, indikator sikap/kemiringan, dan indikator ketinggian pesawat. Pesawat Cessna 172S sebagai pesawat terbanyak yang digunakan sebagai pesawat latih mulai produksi tahun 2005 juga menggunakan Glass Cockpit Garmin G1000 yang dilengkapi instrumen penerbangan cadangan tersebut. Dalam tugas akhir ini akan dibuat prototipe instrumen penerbangan cadangan dari Cessna 172S G1000 yang terdiri dari indikator kecepatan udara (Airspeed Indicator) dan indikator sikap/kemiringan (Attitude Indicator). Mekanisme dinamis dari kedua instrumen yang berupa jarum dan gerakan putar dapat dihasilkan dari putaran motor servo atau kombinasinya. Untuk mensimulasikan data-data aktual yang mendekati data penerbangan sebenarnya dapat menggunakan simulator software seperti Microsoft Flight Simulator X atau Lockheed Martin Prepar3D.

Kata Kunci

Standby Flight Instruments, Airspeed Indicator, Attitude Indicator, Altimeter.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi elektronika tidak lepas dari industri penerbangan, salah satunya adalah lahirnya teknologi instrumen penerbangan glass cockpit. Teknologi Glass cockpit merupakan teknologi yang diterapkan di kokpit pesawat yang terdiri dari perangkat elektronik digital, termasuk Layar LCD besar dibandingkan dengan teknologi lama yang penuh dengan tombol dan indikator analog [1].

Kemudahan HMI (*Human Machine Interface*) yang didapatkan dari teknologi glass cockpit dapat meringankan tugas dari pilot. Namun dalam sejarah pengaplikasiannya pada dunia penerbangan komersil, glass cockpit tercatat memiliki kemungkinan resiko kegagalan sistem yang tinggi. Tercatat banyak sekali terjadinya kerusakan dari glass cockpit pada pesawat terbang komersil, bahkan mengakibatkan kecelakaan penerbangan yang serius [2]. Dalam hal ini, FAA (Federal Aviation Administration) sebagai salah satu regulator penerbangan yang berbasis di Amerika Serikat membuat regulasi yang mengharuskan setiap pesawat terbang dengan glass cockpit tetap harus memiliki instrumen penerbangan

cadangan yang terdiri atas instrumen utama seperti, kecepatan, sikap/kemiringan, dan ketinggian pesawat.

Pesawat Cessna 172S merupakan pesawat dengan empat kursi, bermesin tunggal, sayap atas (high-wing), sayap tetap (fixed-wing) yang dibuat oleh Cessna Aircraft Company [3]. Cessna 172S juga merupakan salah satu pesawat yang mulai penggunaan Glass Cockpit Garmin G1000 pada tahun 2005 seiring berkembangnya teknologi avionik.

Melalui tugas akhir ini akan dibuat prototipe dari instrumen penerbangan cadangan pada pesawat Cessna 172S G1000. Fungsi instrumen yang dibuat akan menyerupai instrumen yang sebenarnya, terdiri atas indikator kecepatan dan sikap/kemiringan pesawat. Indikator-indikator tersebut akan menampilkan data secara dinamis dan langsung dari program simulator. Prototipe ini akan menjadi salah satu bagian dari panel kokpit simulator pesawat Cessna 172S G1000 secara keseluruhan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Berikut ini adalah beberapa anotasi dari artikel, buku dan jurnal proyek berkaitan dengan prototipe instrumen penerbangan cadangan dari Cessna 172S G1000 yang diharapkan dapat

menjadi referensi utama dari pembuatan tugas akhir ini, antara lain:

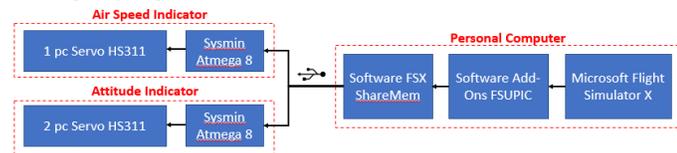
- 1) Tahun 2010, Geoff McKay Information Technology Executive dan editor dari LearnToFly.ca dalam artikelnya Sixpack The Primary Flight Instruments [4] membahas fungsi dan prinsip kerja dari Primary Flight Instruments dari Cessna 172 Instrumen Panel, yang terdiri atas Airspeed Indicator, Attitude Indicator, Altimeter, Vertical Speed Indicator, Turn Indicator, Heading Indicator dari Cessna 172. Keenam instrumen tersebut merupakan instrumen penerbangan utama dari kokpit Cessna 172 sebelum munculnya teknologi Glass Cockpit. Pembahasan tersebut dapat menjadi referensi untuk pembuatan tugas akhir ini.
- 2) Tahun 2004, Rory Gillies dalam artikelnya "How To Build The Cessna 172 Cockpit Simulator Project" [5] di FlightSim.com menjelaskan tahapannya dalam membuat proyek kokpit simulator pesawat latih Cessna 172 lengkap dengan instrument penerbangannya. Dalam perancangannya Rory Gillies menggunakan motor servo Hitec HS-322 untuk menggerakkan instrumen-instrumen penerbangan utama dari Cessna 172. Dalam tulisannya, dijelaskan beberapa konstruksi instrument yang menggunakan instrumen tersebut diantaranya, Airspeed Indicator, Attitude Indicator, dan Altimeter yang serupa dengan prototipe instrumen penerbangan cadangan yang akan dibuat.
- 3) Tahun 2010, John Michael Powell dalam bukunya Building Recreational Flight Simulators [6] menjelaskan dengan lengkap tentang perancangan flight simulator, termasuk dalam membuat antarmuka antara perangkat keras kokpit dengan perangkat lunak Microsoft Flight Simulator X. Pembuatan antarmuka tersebut dapat dijadikan referensi dalam membuat komunikasi perangkat lunak dan perangkat keras prototype instrument dalam tugas akhir ini,
- 4) Tahun 2009, Slamet [7] dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta dalam jurnal penelitian yang berjudul alat pelarut PCB Berbasis Mikrokontroler Atmega 8. Dilihat dari judul, penelitian ini tidak berkaitan langsung dengan prototipe instrumen penerbangan yang akan dibuat, namun penggunaan motor Servo HS-322 sebagai penggerak yang dikendalikan dari mikrokontroler AVR Atmega 8 pada penelitian tersebut menjadi acuan dalam pembuatan tugas akhir ini.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam memecahkan masalah yaitu dengan metode kuantitatif eksperimental, yaitu dengan melakukan pengambilan data berdasarkan hasil uji coba sistem. Selanjutnya data tersebut diolah dan didapat kesimpulan berdasarkan hasil analisis tersebut. Oleh sebab itu, berikut ini adalah penjelasan sistem secara keseluruhan :

3.1 Blok Diagram Sistem

Gambar III.1 di bawah ini menunjukkan blok diagram sistem secara umum dari prototipe instrumen penerbangan cadangan yang dibuat.



Gambar 1. Diagram blok Instrumen Penerbangan Cadangan Cessna 172S G1000

Blok Diagram diatas menjelaskan instrumen penerbangan cadangan dari simulator Cessna 172S G1000 yang terdiri atas Airspeed Indicator dan Attitude Indicator. masing-masing memiliki penggerak berupa motor servo Hitec HS-311. Setiap instrument memiliki 1 buah sysmin mikrokontroler Atmega 8 yang akan menjadi pengendali putaran setiap motor servo dari kanal pwm yang dimiliki. Sysmin atmega 8 diprogram hanya untuk menerima nilai masukan pwm dan menggerakkan setiap motor.

Nilai input pwm akan didapatkan dari PC yang menjalankan perangkat lunak Microsoft Flight Simulator X sebagai sumber data simulasi penerbangan. Perangkat lunak Add-Ons FSUPIC akan terinstall di Microsoft Flight Simulator X sebagai media yang membaca aliran data ketika menjalankan simulasi. Data simulasi akan dibaca oleh aplikasi FSX ShareMem yang dibuat menggunakan Microsoft Visual Studio. Aplikasi FSX ShareMem juga deprogram untuk dapat mengkonversi dan mengkalibrasi data-data simulasi menjadi nilai PWM yang akan dikirim ke sysmin setiap Instrumen melalui komunikasi USB.

3.1 Spesifikasi Sistem

Spesifikasi sistem dari kedua prototipe instrumen penerbangan cadangan Cessna 172S G1000 adalah sebagai berikut :

1. AirSpeed Indicator

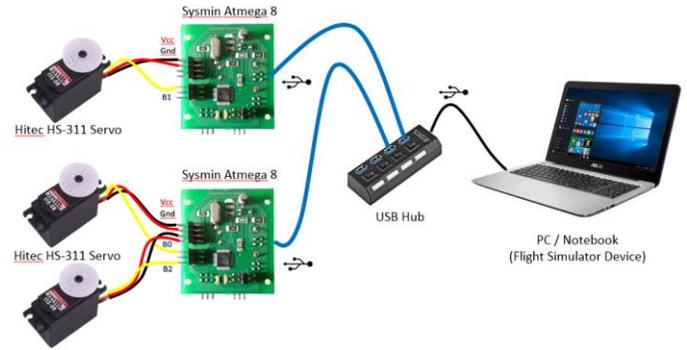
Tabel 1. Spesifikasi Sistem AirSpeed Indicator

Catu Daya	+/- 5V 1A (USB Port)
Mikrokontroler	System Minimum Atmega 8 AU
Aktuator	1 pc Hitec HS-311 Servo
Komunikasi	USB
Ukuran Benda	Panjang : 12.7 cm Lebar : 8.2 cm Tinggi : 8.2 cm
Output	1 Jarum Indikator Kecepatan Udara (0-200 knots)

2. Attitude Indicator

Tabel 2. Spesifikasi Sistem Attitude Indicator

Catu Daya	+/- 5V 1A (USB Port)
Mikrokontroler	System Minimum Atmega 8 AU
Aktuator	2 pc Hitec HS-311 Servo
Komunikasi	USB
Ukuran Benda	Panjang : 16.8 cm Lebar : 8.2 cm Tinggi : 8.2 cm
Output	2 Gerakan Sikap Pesawat, menukik atas-bawah dan miring kanan-kiri (<i>Pitch dan Roll</i>)



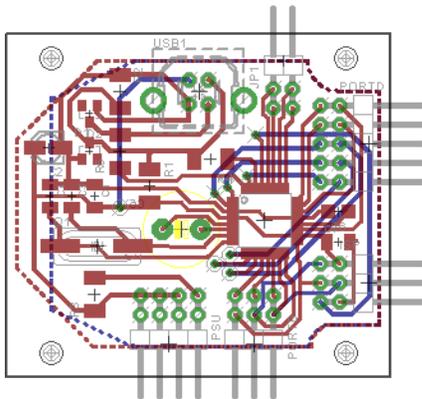
Gambar 3. Perancangan Sistem Elektronik dari kedua instrumen

3.2 Perancangan dan Realisasi Sistem

Perancangan dan realisasi system dari prototipe instrument yang dibuat dibagi kedalam 3 bagian yakni, sistem elektronik, desain mekanik, dan perangkat lunak.

3.2.1 Sistem Elektronik

Perancangan elektronik untuk tugas akhir ini diawali dengan merancang papan PCB dari system minimum Atmega 8AU yang akan menjadi pengendali dari setiap instrumen. Gambar 2. Menunjukkan hasil desain dari PCB sysmin Atmega 8 dengan *dual layer*.



Gambar 2. Desain PCB dari Sysmin Mikrokontroler Atmega 8AU

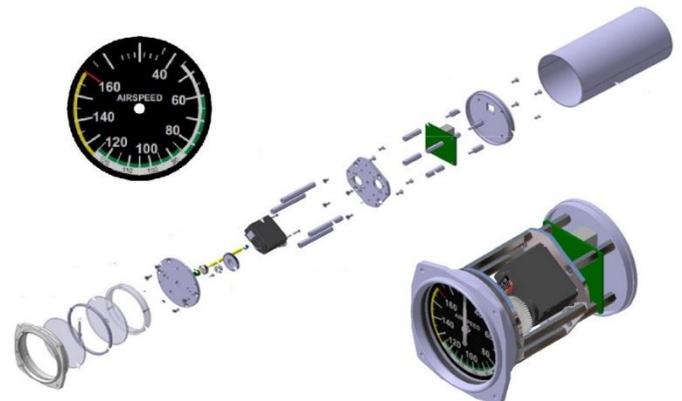
Selain membuat sysmin, perancangan sistem elektronika keseluruhan dari dua instrumen penerbangan cadangan yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 3.

3.2.2 Desain Mekanik

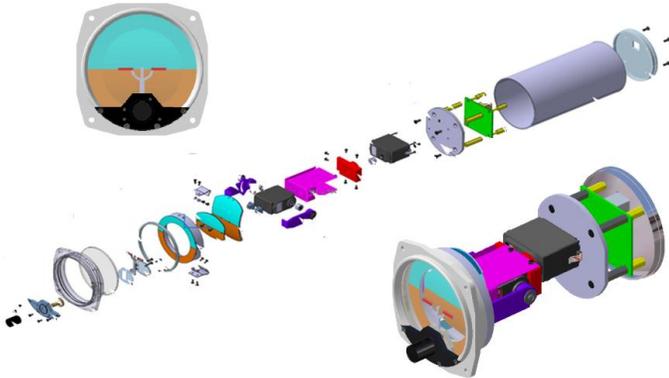
Pada perancangan mekanik, prototipe dari kedua instrumen didesain menggunakan tabung pelat besi sebagai tempat dari komponen-komponen. Motor Servo dan sysmin Atmega 8 akan disusun dibagian dalam dalam tabung besi. Setiap motor akan terhubung dengan poros dan roda gigi yang akan disesuaikan dengan jenis instrumen masing-masing. Proses desain menggunakan perangkat lunak CATIA V5R19.



Gambar 4. Desain Mekanik dari Airspeed dan Attitude Indicator



Gambar 5. Desain Mekanik dari Airspeed Indicator



Gambar 6. Desain Mekanik dari Attitude Indicator

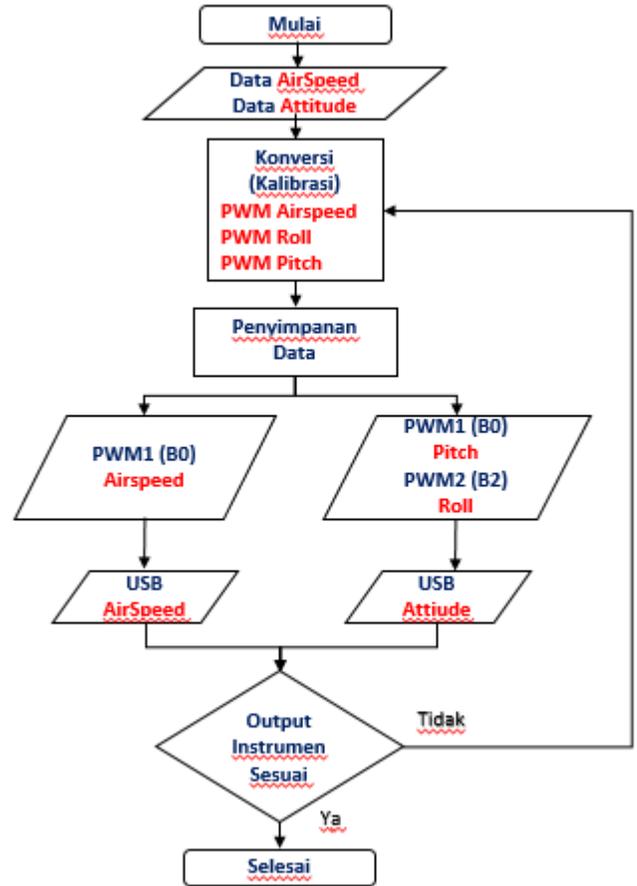
3.2.3 Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak untuk antarmuka dari prototipe terhadap perangkat lunak akan direalisasikan dalam bentuk aplikasi Windows, yang akan dibuat dengan perangkat lunak Microsoft Visual Studio 2015.

Algoritma pengolahan data dari perangkat Lunak Microsoft Flight Simulator X diawali dengan pengambilan data yang dibutuhkan, yakni dari data penerbangan AirSpeed dan Attitude. Untuk data airtspeed kan dikonversi menjadi 1 nilai pwm untuk menggerakkan 1 motor servo yang menunjukkan kecepatan, dan data Attitude menjadi 2 nilai pwm, dan data akan disimpan.

Selanjutnya data akan dikirim ke perangkat instrumen dengan komunikasi USB. Untuk perangkat instrument Airspeed Indicator akan dikirim PWM1 ke port B1 dari Atmega 8AU, sedangkan perangkat instrument Attitude Indicator akan dikirim PWM1 ke port B1 dan PWM2 ke port B2.

Instrumen akan diuji keluarannya, apabila data yang muncul dari perangkat lunak Microsoft Flight Simulator X sama dengan keluaran di kedua instrument, dapat dinyatakan fungsi alat telah sesuai, apabila tidak sesuai data konversi yang tersimpan harus dikalibrasi ulang.



Gambar 7. Flowchart pengolahan data sampai pengiriman data ke instrumen

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

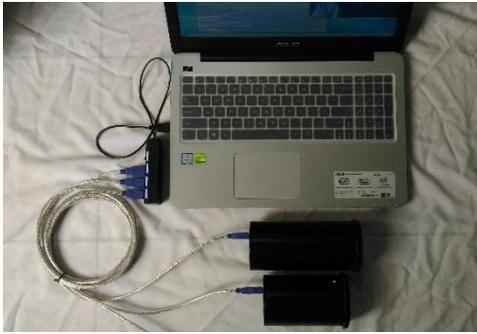
Pengujian sistem terdiri dari pengujian rangkaian sistem minimum, pengujian kendali dan pengujian sistem secara keseluruhan.

3.1 Realisasi Hasil Perancangan

3.1.1 Realisasi Elektronika

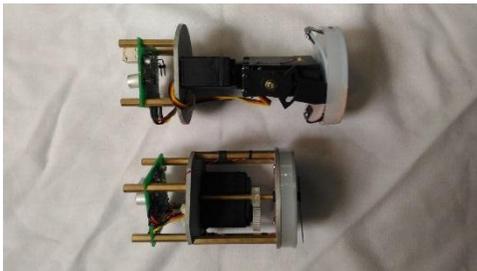


Gambar 8. Realisasi Sysmin Atmega8AU



Gambar 9. Realisasi perancangan komunikasi instrumen

3.1.2 Realisasi Desain Mekanik.

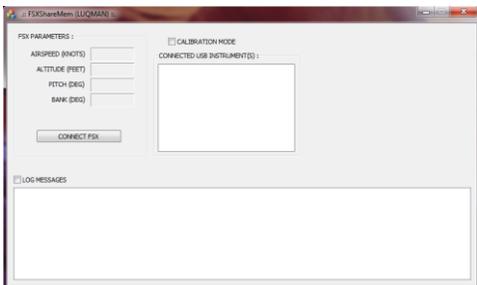


Gambar 10. Realisasi Perancangan Mekanik kedua Instrumen



Gambar 11. Realisasi keseluruhan dari Airspeed dan Attitude Indicator

3.1.3 Realisasi Perangkat Lunak



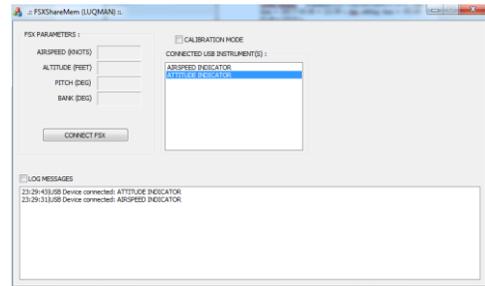
Gambar 12. Realisasi dari aplikasi untuk antarmuka instrumen

3.2 Pengujian dan Analisa

3.2.1 Pengujian Komunikasi

Dalam Pengujian Komunikasi, baik Instrumen dari AirSpeed Indicator maupun Attitude Indicator, dapat terbaca sebagai

device USB pada PC dan muncul pada Aplikasi yang dibuat. Pembacaan perangkat instrument dapat dilakukan untuk dua instrument dalam satu waktu.

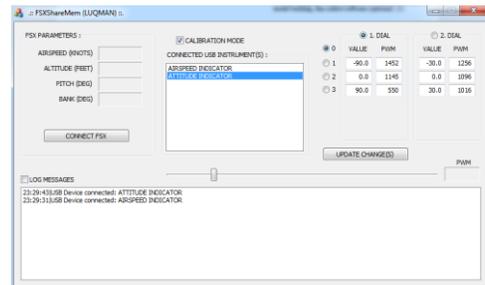


Gambar 13. Aplikasi yang dibuat dapat membaca kedua perangkat instrumen

3.2.1 Pengujian Hasil Kalibrasi

Pengujian dilakukan dengan melakukan pengiriman data dari Microsoft Flight Simulator X dengan aplikasi *Share Memory* yang dibuat ke sysmin instrument yang berkomunikasi dengan USB.

Data yang dikirim merupakan 3 buah data, yakni data Airspeed berupa kecepatan udara dalam satuan know, Attitude Pitch berupa kemiringan depan-belakang pesawat, dan Attitude Roll berupa kemiringan pesawat kanan-kiri.



Gambar 13. Proses Kalibrasi dari nilai PWM pada aplikasi yang dibuat

Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5 menunjukkan hasil kalibrasi dari nilai pwm terhadap output instrumen Airspeed Indicator dan Attitude Indicator.

Tabel 3 Hasil Kalibrasi nilai PWM1 terhadap keluaran Airspeed Indikator

Titik Linear	Nilai PWM1	Output
1	1814	30-0
2	1760	0-0
3	1665	0-35
4	1626	36-40
5	568	41-170

Tabel 4 Hasil Kalibrasi nilai PWM1 terhadap keluaran Attitude Indikator (Roll)

Titik Linear	Nilai PWM1	Output
1	1452	-90
2	1145	0-0
3	550	+90

Tabel 5 Hasil Kalibrasi nilai PWM2 terhadap keluaran Attitude Indikator (Pitch)

Titik Linear	Nilai PWM2	Output
1	1256	-30
2	1096	0-0
3	1016	+30

Dalam pengolahan data diatas, diketahui setiap titik kalibrasi memerlukan persamaan garis $y = mx + c$ untuk mendapatkan nilai PWM yang sesuai, dimana:

y = Nilai lebar PWM yang akan dikirimkan dari aplikasi ke sistem minimum Atmega8

m = Gradien garis antara dua buah titik linier

x = Koefisien yang merupakan nilai data yang terbaca dari FSX dan akan dikonversi

c = Konstanta dari setiap segmen antara dua buah titik linier

Sehingga didapatkan nilai gradien dan konstanta dari setiap segmen antara dua titik linier yang ditunjukkan pada Tabel 6, Tabel 7, dan Tabel 8:

Tabel 6 Tabel hasil perhitungan nilai m dan c Airspeed Indicator

Titik Linier	m	c
1-2	-1.8	1760
2-3	-2.71	1760
3-4	-7.8	1938
4-5	-8.13	1951.53

Tabel 7 Hasil Kalibrasi nilai PWM1 terhadap keluaran Attitude Indikator (Roll)

Titik Linear	Output (derajat)	Nilai PWM1 (μ sec)
1	-90	550
2	0	1145
3	+90	1452

Tabel 8 Hasil Kalibrasi nilai PWM2 terhadap keluaran Attitude Indikator (Pitch)

Titik Linear	Output (derajat)	Sinyal PWM2 (μ sec)
1	-30	1256
2	0	1096
3	+30	1016

4. DISKUSI

Penelitian ini dapat menjadi acuan untuk pembuatan Altimeter sebagai instrumen penerbangan cadangan ketiga dari simulator Cessna 172S G1000 ataupun instrumen dengan perancangan serupa.

5. KESIMPULAN

Dari data yang diperoleh pada saat pengerjaan Tugas Akhir maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kedua Prototipe Instrumen Penerbangan Cadangan Simulator Cessna 172S G1000, Airspeed dan Attitude Indicator dapat menampilkan data yang sesuai dengan data dari Microsoft Flight Simulator X dengan penentuan titik linier dan kalibrasi.
2. Secara fungsional, kedua instrumen dapat digunakan menjadi instrumen pelengkap dari simulator pesawat Cessna 172S G1000. Instrumen dapat digunakan sebagai Instrumen penerbangan Cadangan apabila *Glass Cockpit* mengalami gangguan. Akan tetapi, belum teruji secara langsung dengan diintegrasikan ke simulator sesungguhnya.
3. Antarmuka yang dibuat berupa aplikasi windows yang dapat mengolah, menampilkan, mengkonversi, dan mengirim data penerbangan dari Microsoft Flight Simulator X.
4. Aplikasi dapat melakukan mode kalibrasi yang mengubah Tabel Konversi Data PWM pada dokumen penyimpanan data apabila dalam jangka waktu tertentu instrumen mengalami perubahan atau pergeseran data.
5. Kedua prototipe berpotensi diproduksi secara mandiri dalam negeri. Semua proses perancangan dan

perakitan dari kedua prototipe instrumen penerbangan cadangan yang dibuat dapat dilakukan di dalam negeri. Namun, sebagian besar komponen elektronik yang digunakan merupakan produk impor.

6. Prototipe yang dibuat dapat dijadikan sebagai dasar pengembangan dari perangkat-perangkat instrumen simulator serupa. Aplikasi yang dibuat dapat digunakan untuk pengolahan data simulator pesawat selain Cessna 172S G1000, bergantung pada pesawat yang diaktifkan pada *flight simulator software*.

6. Saran

Untuk pengembangan dapat dilakukan hal berikut ini :

1. Apabila akan dilakukan penelitian atau pengembangan prototipe instrumen serupa, sebaiknya Flight Simulator sebenarnya telah disediakan agar pengujian prototipe instrumen yang dibuat dapat diuji pada sistem utama sebenarnya dan terintegrasi dengan instrumen-instrumen simulator lainnya.
2. Instrumen Penerbangan Cadangan yang penulis buat dapat dikembangkan untuk perangkat lunak simulator penerbangan selain Microsoft Flight Simulator X, misalkan X-Plane dengan tampilan grafis yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Tuhan Yang Maha Esa, orang tua, keluarga, dan pembimbing sehingga pembuatan prototipe p ini dapat berjalan sebagaimana mestinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Allen, B, "Technology First Used in Military, Commercial Aircraft". 22 April 2008. [Online] <https://www.nasa.gov/centers/langley/news/factsheets/Glasscockpit.html>, diakses pada tanggal 25 Mei 2017.
- [2] Katz P, "Glass-Cockpit Blackout". 21 Oktober 2008. [Online] <http://www.planeandpilotmag.com/article/glass-cockpit-blackout/#.WSfgVuvyvDc>, diakses pada tanggal 25 Mei 2017.
- [3] Mola RA, "Cessna's Golden Oldie". Juli 2006. [Online] <http://www.airspacemag.com/history-of-flight/cessnas-golden-oldie-10240010/>, diakses pada tanggal 25 Mei 2017.
- [4] McKay G, "Sixpack The Primary Flight Instruments". 13 Maret 2010. [Online] <http://learntofly.ca/six-pack-primary-flight-instruments/>, diakses pada tanggal 25 Mei 2017.
- [5] Gillies R, "How To Build The Cessna 172 Cockpit Simulator Project". 20 Januari 2004. [Online] <https://www.flightsim.com/vbfs/content.php?1979-How-To-Build-The-Cessna-172-Cockpit-Simulator-Project>, diakses pada tanggal 25 Mei 2017.
- [6] Powell, JM. 2010. "Building Recreational Flight Simulator". Mike's Flight Deck Books™: California.
- [7] Slamet. 2009. "Alat Pelarut PCB Berbasis Mikrokontroler ATmega 8". Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta.
- [8] -----, "Mengetahui Ruang Kokpit dalam Pesawat". Maret 2013. [Online] <http://pesawatinfo.blogspot.co.id/2013/03/mengetahui-ruang-kokpit-dalam-pesawat.html>, diakses pada tanggal 25 Mei 2017.
- [9] Khrisna R. 2012. "Rencana Pengembangan Flight Simulator". UB ENTRANS Len Industri: Bandung.
- [10] Parbowo Y., 2012. "Perancangan Otomasi Atap Rumah Berbasis Microcontroller". STIKOM Surabaya: Surabaya.
- [11] -----, "Microsoft Flight Simulator X". Agustus 2006 [Online] https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Flight_Simulator_X, diakses pada tanggal 25 Mei 2017.
- [12] -----, "Microsoft Visual Studio". November 2012 [Online] https://id.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio, diakses pada tanggal 25 Mei 2017.