

***Prototype Synopsis Page* pada Model *Landing Gear System* Pesawat Terbang dengan Kontrol PLCmikro PIC16F877A dan Aplikasi HMI Stampplot**

SANDY RACHMAN ADRIAN¹, DECY NATALIANA¹, USEP ALI ALBAYUMI²

1. Institut Teknologi Nasional Bandung
 2. PT. Dirgantara Indonesia
- Email : sandy_r.adrian@yahoo.com

ABSTRAK

Sistem monitoring roda pesawat untuk satu kondisi roda pesawat yang ada saat ini dibutuhkan beberapa komponen elektrik maupun mekanik agar pilot dapat mengerti informasi tentang keadaan roda. Untuk itu diperlukan adanya suatu sistem monitoring yang lebih sederhana namun dapat memberikan pilot sebuah informasi roda pesawat yang lebih baik. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan merealisasikan sebuah purwarupa dari synopsis page roda pesawat terbang yang dikontrol oleh PLCmikro. Sistem ini menampilkan status roda pesawat terbang dalam berbagai macam kondisi, saat pesawat di landasan, saat pesawat lepas landas, saat pesawat di udara, saat pesawat mendarat dan saat pesawat mengalami kegagalan fungsi. PLCmikro difungsikan sebagai alat kontrol sedangkan synopsis page difungsikan sebagai alat monitoring roda pesawat. Pengujian dilakukan dengan mengintegrasikan PLCmikro dengan aplikasi Stampplot kemudian hasil pengujian dilihat pada tampilan synopsis page. Didapatkan kesimpulan bahwa sistem monitoring dapat bekerja dengan baik dengan respon rata-rata kurang dari 1 detik sesuai dengan kondisi roda pesawat yang beroperasi.

Kata kunci : Synopsis Page, roda pendarat, roda pesawat, PLCmikro

ABSTRACT

A current plane landing gear monitoring system for one condition needs some electrical and mechanical components so that a pilot can get some information about the state of the wheel. That's why we need more simpler monitoring system that can give the pilot more information. The purposes of this research were to design and create a prototype of synopsis page landing gear system that controlled by PLCmicro. This system would display of status of airplane wheels in various conditions, start from the airplane on the ground, takeoff, in the air, landing and when the system was malfunction. PLCmicro was used as a controller while the synopsis page was used as a monitor of landing gear. The test for this system was done by integrating PLCmicro with Stampplot then the results of the test could be displayed in the synopsis page. It could be concluded that the monitoring system could work well less than 1 second in accordance with the operating conditions of airplane wheels.

Keywords : Synopsis Page, landing gear, airplane wheels, PLCmicro

1. PENDAHULUAN

Setiap pesawat terbang pastinya memiliki *cockpit* sebagai ruang pilot untuk mengendalikan maupun memonitor kondisi pesawat terbang. Di dalam *cockpit* tersebut terdapat dua jenis perlengkapan, *flight control* atau peralatan kendali yang mengemudikan pesawat dan *flight instrument* atau peralatan yang memberi tahu pilot bagaimana pesawat tersebut terbang. Informasi – informasi tentang kondisi pesawat tersebut ditampilkan dalam bentuk *synopsis page*. *Synopsis Page* adalah tampilan sebuah sub-sistem dalam pesawat terbang yang ditampilkan dalam sebuah layar *Liquid Crystal Display* (LCD) di *cockpit* pesawat terbang. Pada layar ini dapat diketahui dengan mudah komponen mana yang sedang beroperasi dalam sebuah sub-sistem pesawat terbang. Demikian juga pada saat terjadi *malfunction* pada sebuah sub-sistem dapat diketahui komponen mana yang tidak beroperasi. Salah satu sistem kontrol di sebuah pesawat terbang yang ditampilkan pada layar tersebut adalah *landing gear control*. Pada beberapa pesawat, sistem *monitoring landing gear* yang ada saat ini hanya berupa indikator lampu atau posisi tuas roda saat pesawat dalam penerbangan atau pendaratan, sedangkan pilot tidak mengetahui posisi roda yang sebenarnya. Untuk itulah penulis merancang sebuah *prototype Human Machine Interface* (HMI) dari sebuah *landing gear* yang dengan mengambil judul “*PROTOTYPE SYNOPSIS PAGE PADA MODEL LANDING GEAR SYSTEM PESAWAT TERBANG DENGAN KONTROL PLCMIKRO PIC16F877A & APLIKASI HMI STAMPLOT*”.

Nicky dalam tugas akhirnya di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Bandung pada tahun 2014 yang berjudul “*PERANCANGAN DAN REALISASI PROTOTYPE LANDING GEAR SYSTEM PESAWAT MENGGUNAKAN PLCMIKRO BERBASIS MIKROKONTROLLER PIC16F877A*” yaitu membuat rangkaian sistem yang dapat difungsikan sebagai kontrol dari roda pesawat terbang dengan piston *Double Acting Cylinder* sebagai aktuator. Hasil uji coba menunjukkan alat yang dirancang sudah dapat memberikan hasil yang baik dan sesuai dengan spesifikasi sistem *landing gear* pesawat terbang pada umumnya (**Triady, 2014**).

Pada buku yang dikarang oleh Usep Albayumi dengan judul “*PELATIHAN PLC DASAR DIKLAT PT. DIRGANTARA INDONESIA*” dijelaskan tentang dasar-dasar Pelatihan PLC dan juga spesifikasi yang dibutuhkan dalam penggunaan PLC di pesawat terbang yang terdapat pada PT. Dirgantara Indonesia (**Albayumi, 2013**).

Pada buku yang dikarang oleh Dian Artanto dengan judul “*60 APLIKASI PLCMIKRO*” dijelaskan tentang sistem minimum PLCmikro dan aplikasi HMI Stampplot (**Artanto, 2012**).

Hanif Said dalam bukunya yang berjudul “*APLIKASI PROGRAMMER LOGIC CONTROLLER (PLC) DAN SISTEM PNEUMATIK PADA MANUFAKTUR INDUSTRI*”, menjelaskan tentang pengembangan aplikasi sistem PLC dan rangkaian sistem pneumatik beserta spesifikasinya yang dapat diaplikasikan di industri (**Said, 2013**).

Rhamoz dalam artikelnya yang berjudul “*INSTRUMENT PESAWAT TERBANG BOEING 737-300*” menjelaskan tentang sistem *flight control* dan *flight instrument* pesawat terbang dengan tipe Boeing 737 (**Soares, 2010**).

Tujuan dari tugas akhir ini adalah merancang sebuah *prototype synopsis page* pada model *landing gear system* yang digunakan untuk memantau roda pesawat saat beroperasi berbasis PLCmikro PIC 16F877A. Sub-sistem yang akan dirancang pada tugas akhir ini merupakan pengembangan dari sebuah rujukan tugas akhir Nicky yang merealisasikan *prototype landing gear system* pesawat menggunakan PLCmikro berbasis PIC16877A.

2. METODOLOGI

Perancangan dan realisasi sistem yang dibuat menghasilkan model sistem dengan batasan sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang adalah sistem untuk *landing gear* pesawat terbang
2. Sistem hardware PLCmikro yang digunakan adalah sistem yang telah dirancang oleh Nicky Ilham Triady Jurusan Teknik Elektro Itenas pada tahun 2014.
3. *Synopsis page* sebagai *monitoring* sistem, sedangkan PLCmikro sebagai komponen kontrol sistem *landing gear*.
4. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa *ladder diagram* menggunakan *software Ldmicro*.
5. *Software* yang digunakan untuk pembuatan HMI adalah *Stampplot Pro V3.8*
6. Faktor gangguan diluar sistem kontrol *landing gear* seperti beban roda dan kondisi lingkungan pesawat tidak dibahas.

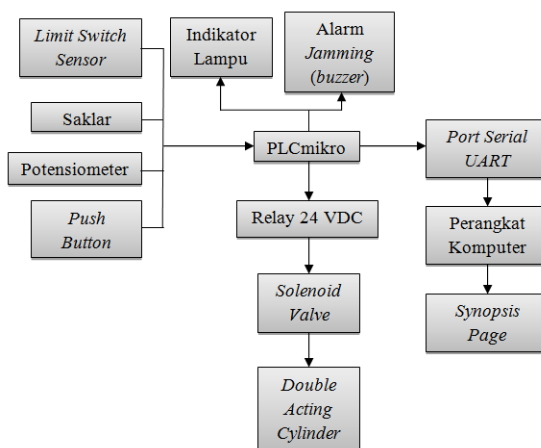
Synopsis Page Landing Gear System merupakan suatu tampilan visual yang terdapat pada sebuah pesawat untuk memonitor pergerakan roda pesawat keluar atau masuk ke dalam pesawat. Sistem ini memerlukan keterkaitan antara *hardware* dan tampilan visual sistem. Sistem pada *hardware* akan berfungsi sebagai kontrol sedangkan sistem pada tampilan visual akan berfungsi sebagai *monitoring* sistem. Oleh karena itu, pembahasannya tidak dapat dipisahkan, melainkan harus ada hubungan antara keduanya.

Berdasarkan rancangan sistem *hardware* yang telah dibuat Nicky, PLCmikro ini terdiri dari 12 input *discrete* berupa 8 saklar *Dual In Line Paralel* (DIP) berupa saklar yang disatukan dan 4 saklar *tact* berupa saklar yang terpisah. Sistem perangkat keras (*hardware*) model *landing gear system* menggunakan PLCmikro ini terdiri dari 5 subsistem, diantaranya adalah :

1. Subsistem Pengendali
 - PLCmikro berbasis mikrokontroler PIC16F877A sebagai pengolah data.
2. Subsistem Input
 - *Push button* sebagai input untuk mengaktifkan *solenoid valve*.
3. Subsistem Sensor
 - Sensor *Limit Switch* untuk mendeteksi batas dari suatu jarak yang diatur.
 - Pemodelan sensor ketinggian pesawat menggunakan potensiometer.
 - *Weight on Wheels sensor* (WOW) yang merupakan sensor berat beban pesawat dimodelkan menggunakan 1 buah saklar.
4. Subsistem Aktuator
 - *Solenoid Valve* untuk menggerakkan katup agar aliran udara pneumatik dapat diatur arahnya.
 - Piston *Double Acting Cylinder* (DAC) untuk menggerakkan kaki roda pesawat.
5. Subsistem Output
 - *Buzzer* sebagai indikator ketinggian minimum pesawat.
 - Lampu LED sebagai indikator yang terdiri dari 5 warna, yaitu hijau sebagai indikator bahwa pesawat berada di landasan, putih sebagai indikator bahwa pesawat berada di udara, kuning sebagai indikator bahwa roda pesawat sedang proses masuk atau keluar pesawat, merah sebagai indikator ketinggian pesawat, dan biru sebagai indikator jika terjadi masalah pada sistem roda pesawat.
 - Relay sebagai komponen yang menghubungkan PLCmikro dengan aktuator DAC.
6. Subsistem Catudaya
 - Catu daya 12 VDC untuk daya sistem minimum PLCmikro.

2.1 Bagian Perangkat Keras

Blok diagram dari *synopsis page landing gear system* seperti yang terlihat pada Gambar 1 merupakan pengembangan rujukan tugas akhir Nicky namun bagiannya terbatas hanya sampai sistem PLCmikro. Agar sistem dapat ditampilkan dalam bentuk visual maka komunikasinya menggunakan *Port Serial Universal Asynchronous Receiver-Transmitter* (UART) yang dikoneksikan dengan perangkat komputer sehingga *synopsis page* dapat ditampilkan.



Gambar 1. Blok Diagram Synopsis Page Landing Gear System

Berikut ini tahapan sistem berdasarkan rujukan tugas akhir Nicky yang harus dilakukan pada *landing gear system* pesawat terbang;

1. Kondisi awal jika alat dihidupkan adalah lampu indikator warna hijau menyala dan saklar (sebagai pemodelan dari WOW sensor) tertutup (kondisi ON). Pada kondisi ini, diasumsikan pesawat berada di daratan (*ground*) sehingga dampaknya adalah *push button up* untuk menggerakkan roda masuk ke dalam pesawat menjadi tidak dapat berfungsi.
2. Kondisi berikutnya adalah ketika pesawat mulai lepas landas (*take off*), beban pesawat yang dideteksi oleh WOW akan lepas sehingga saklar akan terbuka (kondisi OFF). Kondisi ini membuat roda pesawat dapat dimasukkan ke dalam pesawat setelah menekan *push button up*, sehingga *solenoid up* akan aktif dan menggerakkan aktuator silinder aksi ganda (DAC) ke dalam. Ketika proses roda bergerak masuk ke dalam pesawat maka lampu indikator warna kuning akan menyala terus dan warna hijau akan padam.
3. Apabila gerakan piston DAC mencapai maksimum, itu artinya posisi roda telah masuk ke dalam pesawat dan terkunci oleh *uplocking pin* yang dilakukan oleh *limit switch up*. Kondisi ini akan menyebabkan lampu indikator warna putih akan menyala. Hal ini sebagai informasi kepada pilot bahwa roda pesawat telah masuk sempurna ke dalam pesawat. Apabila proses masuknya roda tersebut bermasalah biasanya dapat diketahui dengan waktu proses yang telah diatur sebelumnya. Proses Bergeraknya roda pesawat umumnya menghabiskan waktu 10 detik, sehingga jika melebihi waktu tersebut maka terjadi masalah pada sistem pergerakan piston DAC. Hal ini dapat diketahui oleh pilot dengan melihat lampu indikator. Jika lampu indikator warna biru yang menyala secara berkedip-kedip, maka hal ini mengindikasikan adanya masalah pada *landing gear system*.
4. Jika posisi pesawat telah mencapai ketinggian tertentu misalkan pada ketinggian 1000 kaki di atas permukaan laut, maka lampu indikator warna merah akan menyala dan alarm *buzzer* akan berbunyi. Informasi tersebut mewajibkan pilot untuk melakukan 2 pilihan tindakan, apakah pesawat dinaikkan kembali posisinya ataukah melakukan

pendaratan dengan segera menekan *push button down* agar *solenoid valve* bagian *solenoid down* akan aktif dan piston DAC dapat bergerak menurunkan roda pesawat. Pengaturan ketinggian pesawat pada alat ini yaitu menggunakan potensiometer yang dimodelkan sebagai sensor ketinggian yang digunakan pada pesawat terbang. Proses pergerakan roda pesawat yang turun dapat dilihat dengan indikator lampu warna kuning yang menyala. Apabila DAC telah mencapai maksimum, maka *limit switch down* akan aktif sehingga lampu indikator warna hijau akan menyala dan lampu indicator warna kuning akan padam.

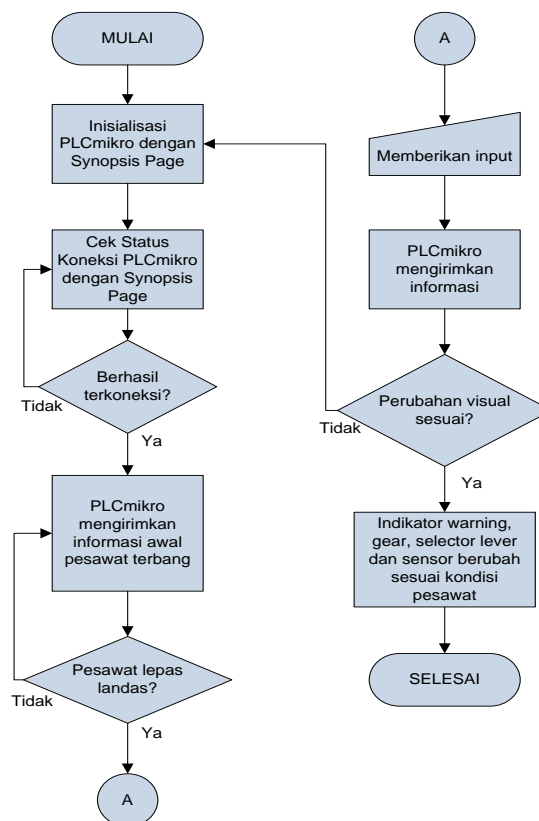
5. Kondisi terakhir jika pesawat telah mendarat (*landing*), maka saat itu juga WOW akan aktif yang dimodelkan dengan saklar tertutup (kondisi ON) dan mengunci sistem agar roda tetap berada di bawah selama pesawat bergerak di landasan udara.

2.2 Perancangan Perangkat Lunak

Adapun perangkat lunak (*software*) model *landing gear system* ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

1. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *ladder diagram*.
2. Perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk membuat program pada model *landing gear system* yaitu *Ldmicro*
3. Menggunakan perangkat lunak (*software*) *PICPgm* untuk memasukkan program yang telah di *compile* ke dalam mikrokontroler PIC16F877A dengan menggunakan kabel serial RS232 dengan sistem ICSP (*In Circuit System Programming*) sesuai dengan rujukan pada buku "60 Aplikasi PLCmikro" tahun 2012 karangan Dian Artanto.
4. Pembuatan HMI *synopsis page* menggunakan aplikasi *StampPlot Pro V3.8* melalui komunikasi serial *Universal Asynchronous Receiver-Transmitter (UART)*.

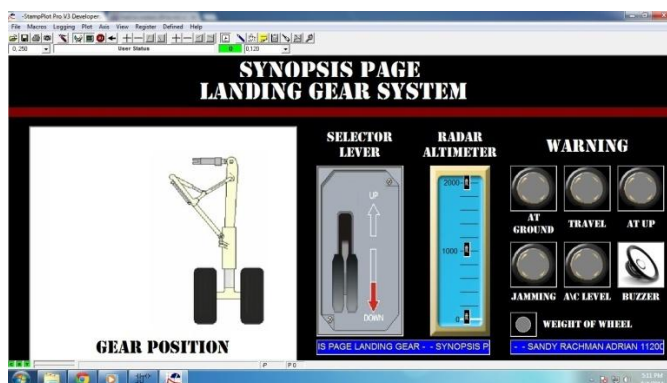
Gambar 2 memperlihatkan *flowchart* perangkat lunak untuk *landing gear system*.



Gambar 2. *Flowchart synopsis page landing gear system*

3. REALISASI DAN PENGUJIAN

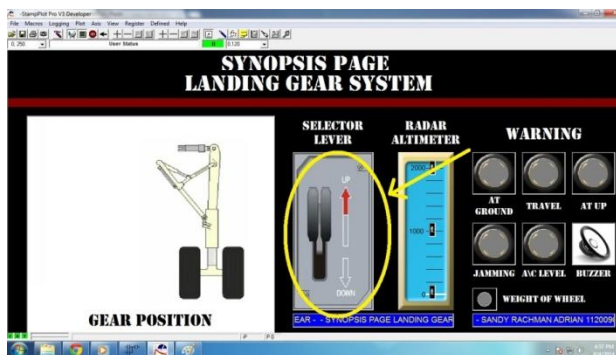
Realisasi *synopsis page* yang dirancang menampilkan posisi roda pesawat terbang dengan tiga kondisi yaitu saat roda di luar pesawat, proses masuk atau keluar pesawat, dan saat roda masuk di dalam pesawat. Indikator *warning* terdiri dari 5 buah lampu dan 1 buah alarm yang menyala sesuai dengan spesifikasi warna jika lampu LED pada *hardware* aktif. Selector lever akan menampilkan kondisi *up* atau *down* sesuai dengan *push button* yang ditekan. Radar Altimeter akan menampilkan ketinggian pesawat yang dimodelkan potensiometer. Indikator WOW akan menampilkan kondisi WOW sesuai pada *hardware* yang dapat dilihat pada Gambar 3 dan pengujiannya terdiri dari 5 tahap.



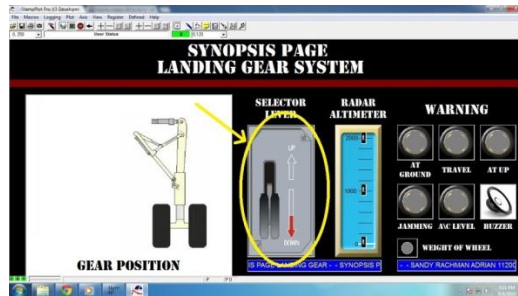
Gambar 3. Tampilan *Synopsis page landing gear system*

3.1 Pengujian dan Analisis Respon *Selector Lever*

Selector Lever pada *synopsis page* digambarkan secara visual dari kondisi nyata pada *cockpit* pesawat yang sebenarnya. Berdasarkan tugas akhir Nicky *selector lever* pada *hardware* digantikan fungsinya oleh *push button up (selector lever up)* dan *push button down (selector lever down)* seperti yang telah dibahas pada bab sebelumnya. Pengujian dilakukan dengan menekan *push button up* atau *push button down* lalu dihitung waktu yang dibutuhkan *synopsis page* dalam merespon masukan dari PLC mikro menggunakan *Stopwatch*. Hasil pengujian *selector lever up* dapat dilihat pada Gambar 4 dan hasil pengujian *selector lever down* pada Gambar 5.



Gambar 4. Hasil pengujian *selector lever up*



Gambar 5. Hasil pengujian *selector lever down*

Pada Tabel 1 dapat dilihat lamanya waktu yang diperlukan *selector lever* dalam merespon input yang diberikan dengan 10 kali pengujian, 5 pengujian untuk *selector lever up* dan 5 pengujian untuk *selector lever down*.

Tabel 1. Respon *selector lever*

Pengujian Selector Lever	Respon (detik)	
	Posisi UP	Posisi Down
1	0,3	1
2	0,7	0,6
3	0,5	0,5
4	0,4	0,5
5	1	0,8
Waktu rata	0,58	0,68

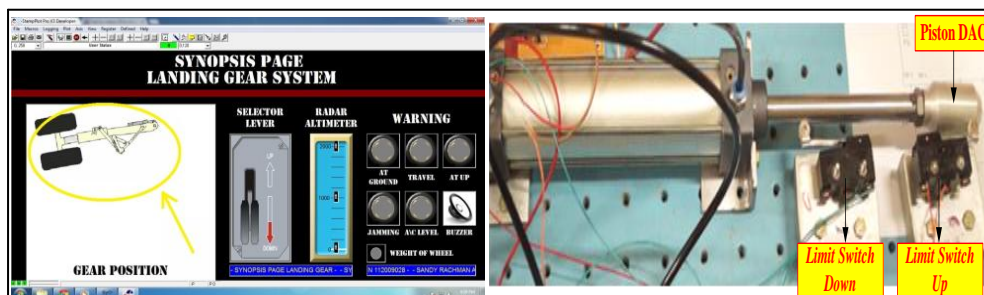
Hasil pengujian telah memperlihatkan bahwa sistem telah berjalan dengan baik (respon <1 detik).

3.2 Pengujian dan Analisis Respon *Gear Position*

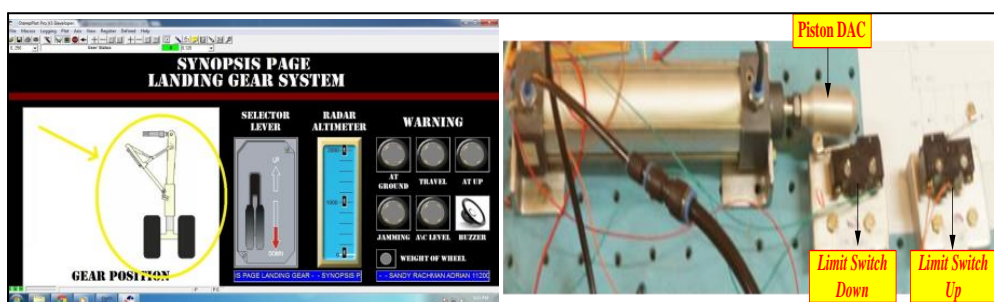
Pengujian *gear position* sama halnya dengan *selector lever*. Visual *gear position* akan berubah jika salah satu *limit switch up* atau *limit switch down* aktif. Lamanya waktu respon yang dibutuhkan *synopsis page* dihitung menggunakan *Stopwatch*. Tabel 2 menunjukkan bahwa pengujian *gear position* telah bekerja dengan baik. Tampilan hasil pengujian yang menunjukkan respon saat *limit switch up* aktif dapat dilihat pada Gambar 6 dan hasil pengujian yang menunjukkan respon saat *limit switch down* aktif dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 2. Respon *gear position*

Pengujian Gear Position	Respon (detik)	
	Posisi UP	Posisi Down
1	1,1	0,8
2	0,5	0,5
3	1	0,5
4	0,4	0,6
5	0,7	0,6
Waktu rata	0,74	0,6



Gambar 6. Hasil pengujian gear position up



Gambar 7. Hasil pengujian gear position down

3.3 Pengujian dan Analisis Respon Indikator Warning

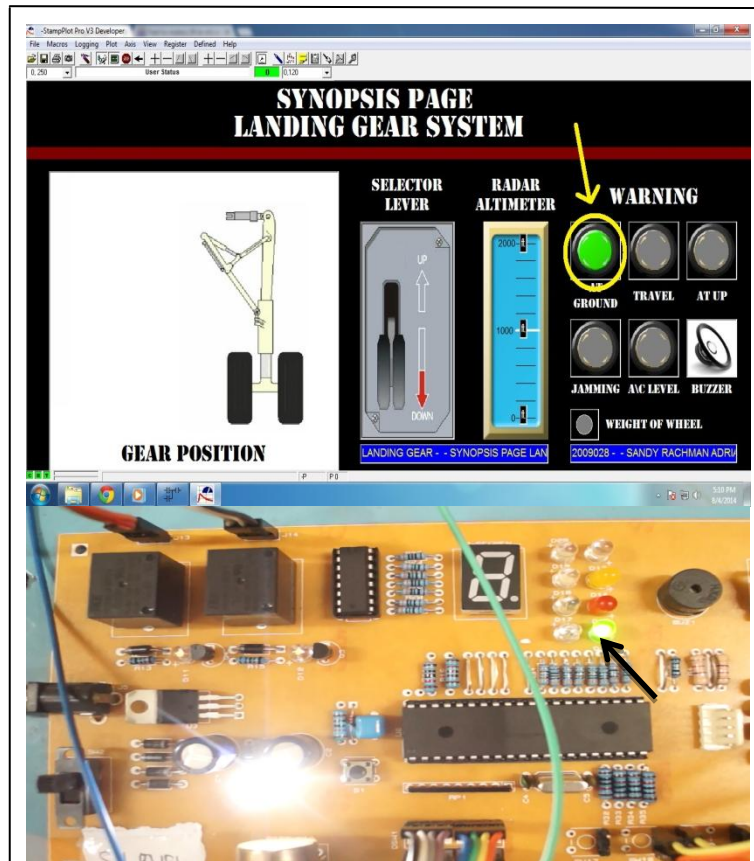
Pengujian berikutnya adalah pengujian indikator *warning* pada *synopsis page*. Ketika *output* lampu LED pada PLCmikro aktif, maka lampu led pada *warning synopsis page* pun aktif atau menyala. Kondisi menyala digambarkan dengan perubahan warna sesuai dengan lampu led yang aktif pada PLCmikro, sedangkan kondisi tidak aktif digambarkan dengan warna abu-abu pada indikator *warning synopsis page*. Prosedur pengujian dilakukan dengan menghitung waktu yang dibutuhkan *synopsis page* dalam merespon masukan dari PLCmikro menggunakan *Stopwatch*.

Hasil pengujian pada Tabel 3 memperlihatkan bahwa indikator *warning* telah bekerja sesuai dengan kondisi pada PLCmikro dan menunjukkan bahwa *synopsis page* telah bekerja dengan respon yang baik dibawah 1 detik.

Tabel 3. Respon indikator warning
Respon Indikator (detik)

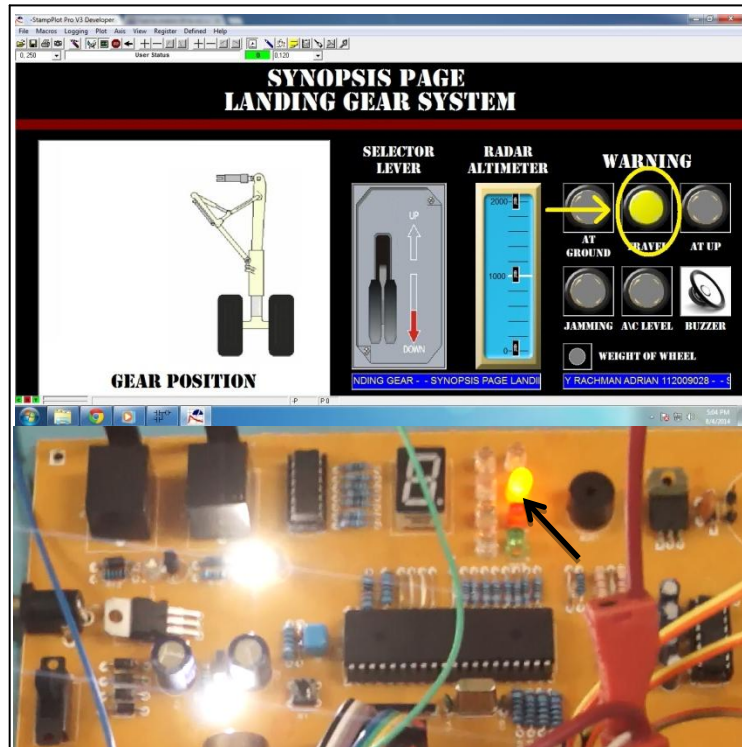
Pengujian Warning	Respon Indikator (detik)										
	Hijau		Kuning		Putih		Biru	Merah		Saklar (WOW)	
	On	Off	On	Off	On	Off	On	On	Off	On	Off
1	0,7	0,8	0,5	0,4	1	0,5	0,5	0,6	0,5	0,3	0,4
2	0,5	1	0,4	0,8	0,6	1	0,5	0,7	0,6	0,4	0,3
3	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	0,8	0,6	0,6	0,5	0,3	0,3
4	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	1	0,7	0,5	0,3
5	0,7	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	0,3	0,5
Waktu rata-rata	0,64	0,68	0,42	0,6	0,7	0,68	0,56	0,72	0,56	0,36	0,36

Gambar 8 menunjukkan tampilan *synopsis page* telah sesuai dengan indikator pada *hardware* dimana lampu hijau aktif. Ketika lampu LED hijau pada *hardware* aktif, maka *synopsis page* akan merespon kondisi pada *hardware* sehingga tampilan indikator *warning* berwarna hijau pun aktif.

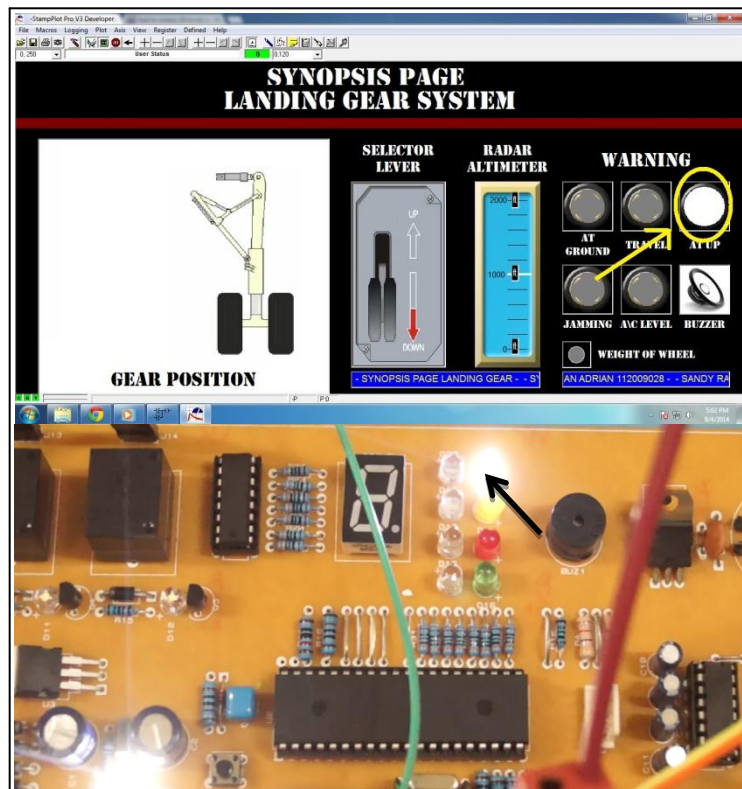


Gambar 8. Hasil pengujian lampu hijau

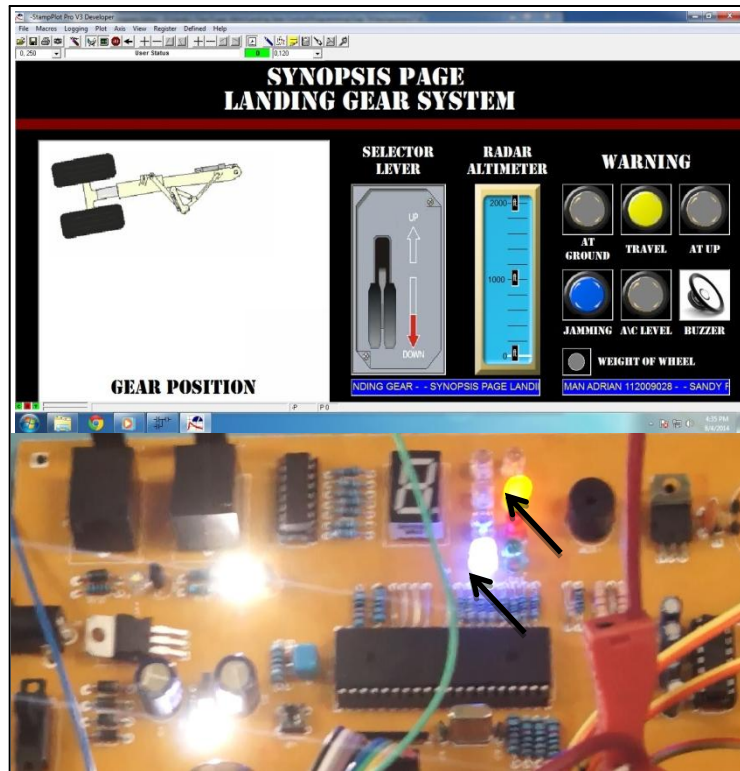
Gambar 9 memperlihatkan bahwa indikator kuning telah merespon perintah dari PLCmikro. Lampu putih pada *synopsis page* telah merespon sesuai kondisi *hardware* seperti pada Gambar 10. Indikator jika terjadi jamming yang ditandai dengan lampu kuning dan biru pada *synopsis page* telah merespon masukan dari PLCmikro seperti pada Gambar 11. Kondisi tampilan pada *synopsis page* telah merespon sesuai dengan kondisi *hardware*



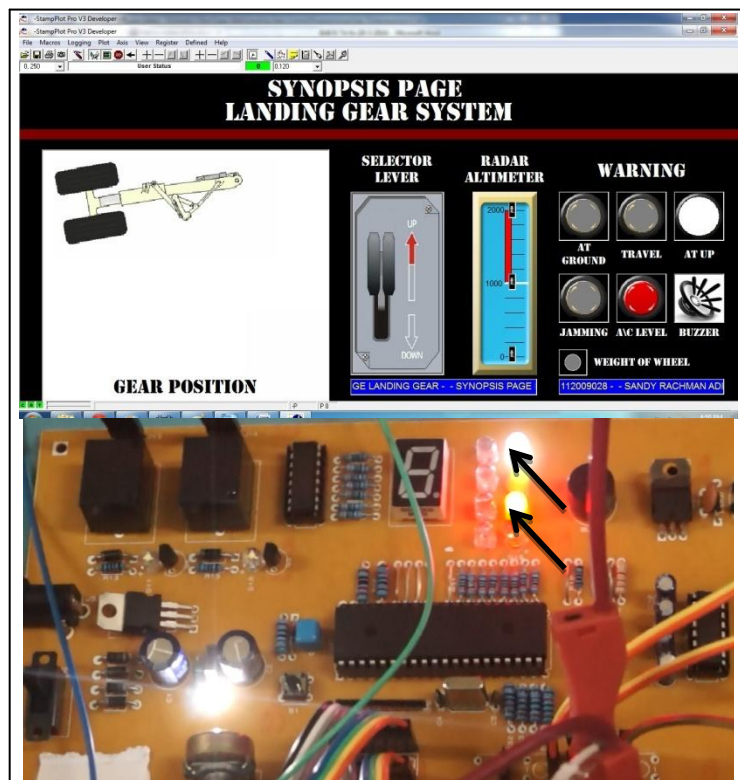
Gambar 9. Hasil pengujian lampu kuning



Gambar 10. Hasil pengujian lampu putih



Gambar 11. Hasil pengujian lampu kuning dan biru



Gambar 12. Hasil pengujian altimeter, lampu merah, putih, dan buzzer



Gambar 13. Hasil pengujian WOW

Gambar 12 menunjukkan radio *altimeter* pada *synopsis page* telah merespon masukan analog dari potensiometer. Gambar 13 yang menunjukkan bahwa *synopsis page* telah merespon sensor WOW yang dimodelkan saklar sesuai dengan kondisi pada *hardware*.

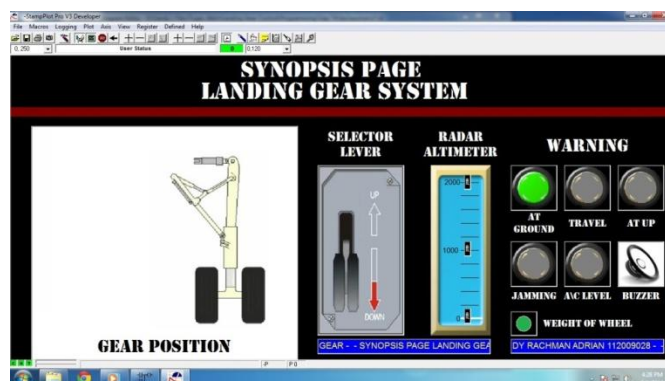
3.4 Pengujian Dan Analisis Kerja *Synopsis Page Landing Gear System*

Pengujian kerja *synopsis page landing gear system* dilakukan dalam 5 tahap, yaitu tahap pesawat di landasan, tahap pesawat lepas landas, tahap pesawat di udara, tahap pesawat ketika berada di ketinggian minimum, dan tahap pesawat ketika mendarat.

3.4.1 Pengujian *Synopsis Page* Tahap Pesawat di Landasan

Pengujian *synopsis page* tahap pesawat di landasan (*ground*) diinginkan lampu hijau dan WOW pada *synopsis page* aktif, sehingga *selector lever* pada *synopsis page* menjadi tidak aktif dan roda pesawat tidak dapat beroperasi.

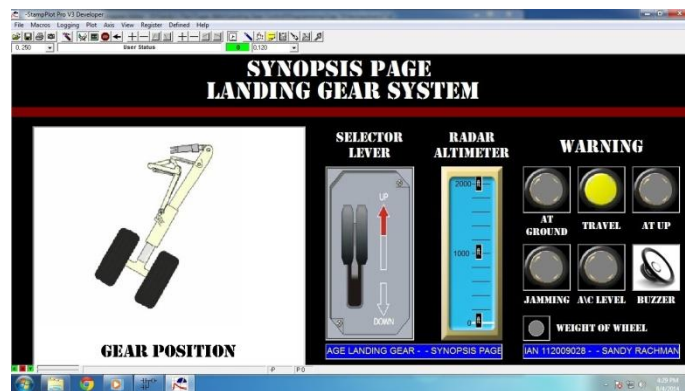
Gambar 14 menunjukkan tampilan *synopsis page* pada kondisi pesawat di landasan yang menampilkan indikator *warning* pada *synopsis page* berwarna hijau menyala dan indikator WOW aktif.



Gambar 14. Tampilan *synopsis page* tahap pesawat di landasan

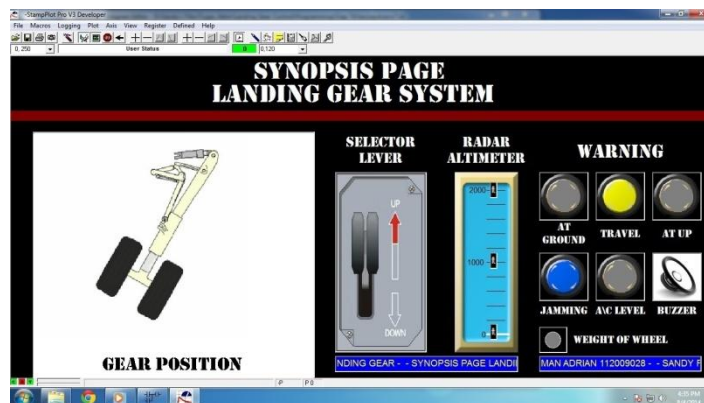
3.4.2 Pengujian *Synopsis Page* Tahap Pesawat Lepas Landas (*Take Off*)

Pengujian berikutnya adalah ketika pesawat mulai lepas landas (*take off*), beban pesawat yang dideteksi oleh WOW akan lepas artinya saklar akan tertutup (kondisi OFF) dan indikator WOW pada *synopsis page* akan berwarna abu-abu (tidak aktif). Saat *push button up* ditekan maka tampilan *selector lever* pada *synopsis page* bergerak ke atas. Ketika proses roda bergerak masuk ke dalam pesawat maka lampu indikator warna kuning akan menyala dan warna hijau akan padam. Berikut tampilan *synopsis page* yang dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Tampilan *synopsis page* tahap pesawat lepas landas

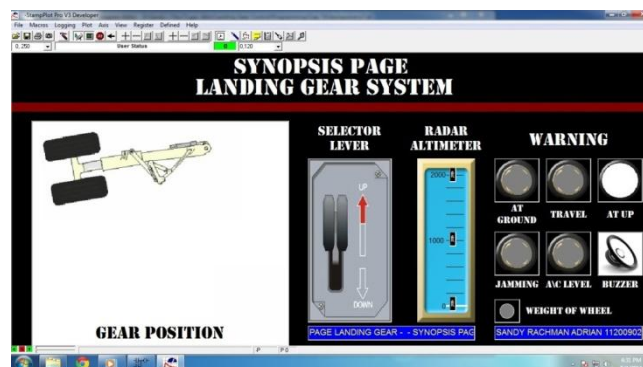
Apabila proses gerak piston *double acting cylinder* tersebut bermasalah biasanya dapat diketahui dengan melihat lampu biru yang menyala. Jadi lampu yang akan menyala hanya lampu kuning dan biru saja seperti pada Gambar 16.



Gambar 16. Tampilan *synopsis page* ketika terjadi masalah pada sistem

3.4.3 Pengujian *Synopsis Page* Tahap Pesawat di Udara

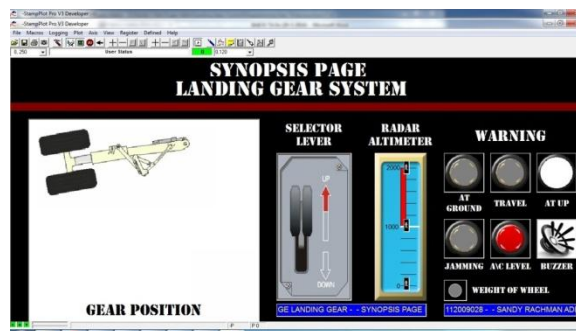
Ketika gerakan piston *double acting cylinder* mencapai maksimum, itu artinya posisi roda telah masuk ke dalam pesawat dan terkunci oleh *uplocking pin* yang dilakukan oleh *limit switch up*. Kondisi ini akan menyebabkan lampu indikator warna putih akan menyala dan lampu kuning akan padam. Hal ini sebagai informasi kepada pilot bahwa roda pesawat telah masuk sempurna ke dalam pesawat. Kondisi tersebut dapat dilihat pada tampilan *synopsis page* Gambar 17.



Gambar 17. Tampilan *synopsis page* tahap pesawat di udara

3.4.4 Pengujian *Synopsis Page* Tahap Pesawat Berada di Ketinggian Minimum

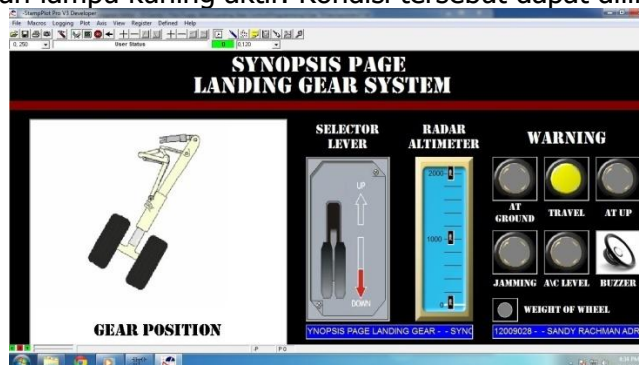
Jika posisi pesawat telah mencapai ketinggian minimum tertentu misalkan pada ketinggian 1000 kaki di atas permukaan laut, maka lampu indikator warna merah akan menyala dan lampu putih tetap menyala. Gambar 18 merupakan tampilan sistem peringatan ketinggian minimum pesawat yang ditunjukkan dengan aktifnya indikator berwarna putih, indikator berwarna merah dan indikator suara alarm. Radio Altimeter menunjukkan ketinggian pesawat yang melebihi batas minimum 1000 ft.



Gambar 18. Tampilan *synopsis page* peringatan ketinggian minimum pesawat

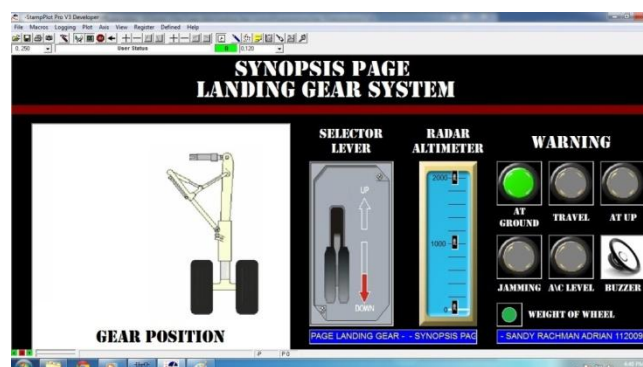
3.4.5 Pengujian *Synopsis Page* Tahapan Pendaratan (*Landing*)

Pengujian tahapan terakhir adalah pendaratan pesawat dengan menurunkan roda dari dalam pesawat. Ketika *push button down* ditekan maka *selector lever* pada tampilan *synopsis page* bergerak ke bawah dan lampu kuning aktif. Kondisi tersebut dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Tampilan *synopsis page* saat pendaratan (*landing*)

Sistem berikutnya yang diuji diinginkan untuk dapat melihat lampu hijau menyala, *gear position* berada di landasan serta indikator lampu WOW akan aktif. Berikut tampilan *synopsis page* untuk tahap pendaratan pesawat yang dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Tampilan *synopsis page* tahap pendaratan (*landing*)

3.5 Pengujian dan Analisis Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan perlu dilakukan agar dapat mengetahui fungsionalitas dari seluruh sistem yang telah diintegrasikan.

Tabel 4. Hasil pengujian sistem secara keseluruhan

Komponen Synopsis Page	Kondisi Pesawat						
	Landasan	Lepas Landas	Piston DAC bergerak (>10 detik)		Udara	Ketinggian Minimum	Mendarat
			Up	Down			
Selector Lever Up	x	✓	✓	x	x	x	x
Selector Lever Down	x	x	x	✓	x	x	✓
Gear Position Up	x	x	x	x	✓	✓	x
Gear Position Down	✓	x	x	x	x	x	x
Radar Altimeter	x	x	x	x	x	✓	x
WOW	✓	x	x	x	x	x	x
Lampu Hijau	✓	x	x	x	x	x	x
Lampu Kuning	x	✓	✓	✓	x	x	✓
Lampu Putih	x	x	x	x	✓	✓	x
Lampu Biru	x	x	✓	✓	x	x	x
Lampu Merah	x	x	x	x	x	✓	x
Buzzer	x	x	x	x	x	✓	x

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa kondisi pesawat ketika di daratan, lepas landas hingga mendarat kembali sudah sesuai dengan spesifikasi sistem yang diinginkan dan *synopsis page* telah berhasil memberikan informasi sesuai dengan kondisi pesawat pada saat beroperasi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi dan pengujian terhadap *synopsis page landing gear system* menggunakan aplikasi HMI Stampplot pro v3.8 dan PLCmikro berbasis PIC16F877A dapat diambil kesimpulan sebagai berikut;

1. PLCmikro dapat diintegrasikan dengan *synopsis page landing gear system* dengan menggunakan aplikasi HMI Stampplot pro v3.8. Data hasil pengujian *warning synopsis page* lampu LED sebagai indikator sistem yang terdiri dari 5 warna, yaitu hijau, putih, kuning, biru dan merah dapat aktif dan bekerja sesuai sistem yang diinginkan. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 8, Gambar 9, Gambar 10, Gambar 11, Gambar 12, dan Gambar 13.
2. Komponen *selector lever* dan *gear position* pada tampilan *synopsis page* telah bekerja sesuai dengan sistem yang diinginkan. *Selector lever* akan bergerak ke posisi *up* jika *push button up* ditekan dan akan bergerak ke posisi *down* jika *push button down* ditekan. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Sedangkan posisi *gear* telah bekerja sesuai dengan kondisi dari *limit switch*. Perpindahan posisi *gear* dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.
3. Waktu yang dibutuhkan *synopsis page* dalam merespon kontrol PLCmikro yaitu rata-rata kurang dari 1 detik. Hal ini menunjukkan respon *synopsis page* sudah bekerja dengan baik dan sesuai spesifikasi yang diinginkan. Lamanya waktu respon dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.
4. *Synopsis page* mampu memberikan informasi yang terjadi pada sistem roda pesawat (*hardware*) baik informasi *input* PLCmikro maupun *output* PLCmikro dalam semua

kondisi, baik itu kondisi pesawat di landasan, saat lepas landas, hingga mendarat kembali ke landasan.

5. Integrasi antara perangkat keras (PLCmikro) dan lunak (*synopsis page*) telah bekerja sesuai spesifikasi sistem yang diinginkan, seperti terlihat pada Tabel 4 hasil pengujian seluruh sistem.

DAFTAR RUJUKAN

- Triady, Nicky (2014). *Perancangan Dan Realisasi Prototype Landing Gear System Pesawat Menggunakan PLCmikro Berbasis Mikrokontroler PIC16F877A*. Bandung: Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Albayumi, Usep (2013). *Pelatihan PLC Dasar Diklat PT. Dirgantara Indonesia*. Bandung.
- Artanto, Dian. (2012). *60 Aplikasi PLC-Mikro*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Said, Hanif. (2013). *Aplikasi Programmable Logic Controller (PLC) dan Sistem Pneumatik pada Manufaktur Industri*. Jakarta: Andi Publisher.
- Soares, Rhamoz (2010). *Instrument Pesawat Boeing 737-300*. Dipetik April 2014 dari rhamozsoares.wordpress.com.