

IMPLEMENTASI FUNCTION BLOCK DIAGRAM PADA SIMULATOR KONTROL LANDING GEAR SYSTEM UNTUK RODA PESAWAT

IMPLEMENTATION FUNCTION BLOCK DIAGRAM OF THE LANDING GEAR SYSTEM CONTROL SIMULATOR FOR AIRCRAFT WHEEL

Ratna Susana¹, Usep Ali Albayumi², Furqon Syah Bugar¹

^{1,3} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung

² PT. Dirgantara Indonesia

ratnassn@yahoo.com

Abstrak

Landing gear system pada beberapa pesawat masih menggunakan sistem elektromekanik dengan sejumlah kumpulan relay tanpa kendali terpusat. Penelitian ini akan mencoba menggantikan relay elektromekanik tersebut dengan menggunakan smart relay agar menjadi rangkaian yang lebih sederhana. Selanjutnya sistem dapat dikendalikan dan diprogram secara terpusat. Sistem yang diimplementasikan berupa simulator kontrol dari *landing gear system* menggunakan *smart relay* dengan bahasa pemrograman *Function Block Diagram* (FBD). Berdasarkan perancangan, instruksi FBD untuk implementasi sistem menggunakan instruksi OR, *Set-Reset* dan *Timer*. Dengan instruksi tersebut, simulator ini telah berhasil menggerakkan piston *Double Acting Cylinder* (DAC) sehingga roda pesawat dapat bergerak naik dan turun, serta dapat memberikan sejumlah informasi kepada pilot melalui indikator berupa *buzzer* dan sejumlah LED. Pengujian dilakukan untuk 6 kondisi, yaitu pesawat di darat, lepas landas, di udara, pesawat terbang rendah, mendarat dan kondisi pergerakan DAC yang bermasalah. Keseluruhan sistem telah bekerja sesuai dengan spesifikasi sistem.

Kata kunci : Double Acting Cylinder, Function Block Diagram, Landing Gear System, Smart Relay

Abstract

Landing gear system is still used on some aircraft set a number of relay circuits without centralized control. In this final project will try to replace the relay circuit using a smart relay in order to become more simple circuit. Furthermore, the system can be controlled and programmed centrally. The system is implemented in the form of a landing gear system control simulator using a smart relay with Function Block Diagram (FBD) language. Based on the design, FBD instructions for system implementasion using OR, Set-Reset and Timer instructions. By using these instructions, this simulator has succeeded in moving the piston Double Acting Cylinder (DAC) so that the wheels can move up and down, and can provide some information through a buzzer and LED indicators to the pilot. Performed testing at 6 conditions, when the conditions on the ground, take-off, in the air, landing, aircraft flying at low altitude and when the breakdown process conditions the movement of DAC. The whole system has been working according to the system specifications.

Keywords: Double Acting Cylinder, Function Block Diagram, Landing Gear System, Smart Relay

1. PENDAHULUAN

Landing Gear System (LGS) atau roda pendarat merupakan suatu bagian yang tidak dapat dipisahkan dari pesawat terbang. Pada beberapa pesawat terbang, umumnya sistem kontrol pada *landing gear system* menggunakan *electromechanic system* yaitu berupa susunan rangkaian *relay* tanpa kendali terpusat. Seperti roda pendarat pada pesawat CN-235 menggunakan sistem gabungan antara hidraulik dan *electromechanic* pada roda pendaratannya. Roda pendarat utama dan depan dilakukan secara hidraulik dan dikontrol secara *electromechanic* [1]. Gambar 1 merupakan bagian dari *landing gear* pada pesawat.



Gambar 1. Roda Pendaratan Utama

Pada rancangan aktuator roda pendarat depan pesawat N-228 [2], dijelaskan bahwa untuk menggerakkan aktuator silinder aksi ganda diperlukan tenaga hidraulik, sehingga dapat memasukan dan mengeluarkan roda pendaratan pesawat. Ketika terjadi *warning system*, dimana terjadi pergerakan aktuator terhenti akibat kegagalan sistem hidraulik, maka roda pendaratan dapat diturunkan secara manual oleh pilot. Roda pesawat diturunkan dengan cara mengeluarkan seluruh cairan fluida yang ada pada aktuator dan membuka alat pengunci roda dengan menarik *handle* sehingga roda pendaratan dapat keluar. Bagian ini menjadi salah satu bagian yang akan dikontrol secara terpusat.

Dalam penelitian yang berjudul Aplikasi *Smart Relay* Untuk Panel Pompa Air Bersih [3], dijelaskan bahwa *smart relay* ini telah bekerja dengan baik untuk menggantikan Automatic Latching Relay (ALR) yang sering kali terganggu karena bekerja terus menerus dan mengakibatkan terjadinya *overload*. *Smart Relay* pada penelitian ini [3] mengintegrasikan berbagai macam komponen yang berdiri sendiri menjadi sistem kendali terpadu, sehingga menghemat penggunaan beberapa relay sebelumnya.

Karena *smart relay* dapat menggantikan penggunaan relay elektromekanik, maka penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan simulator *landing gear system* yang dapat dikendalikan dan diprogram secara terpusat dengan menggunakan *smart relay*, sebagai pengganti relay elektromekanik yang selama ini digunakan pada *landing gear system*. Pembahasan dititikberatkan pada bagaimana *smart relay* dapat mengatur kerja *landing gear system* dengan menggunakan bahasa *function block diagram* (FBD), mulai pada saat pesawat di landasan, saat lepas landas, saat di udara sampai pesawat mendarat kembali di landasan dan saat terjadi *jamming system*. *Smart relay* yang digunakan pada penelitian ini berjenis zelio SR2 B201 BD dan diprogram menggunakan bahasa *Function Block Diagram* (FBD).

2 PERANCANGAN DAN REALISASI LANDING GEAR SYSTEM

2.1 Gambaran Umum Sistem

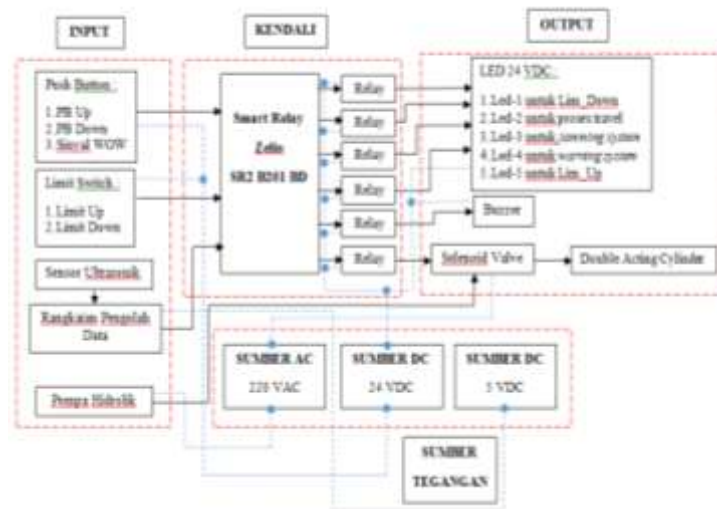
Perancangan alat untuk mengendalikan *landing gear system* ini digunakan untuk mengontrol gerakan naik dan turunnya roda pada pesawat. Pergerakan naik dan turunnya roda pesawat dilakukan hanya dengan menekan 2 tombol / *push button* yang berbeda. Sistem ini dapat memberikan peringatan kepada pilot berupa menyalnya LED pada saat proses pergerakan piston masuk dan keluar, piston telah mencapai batas maksimum dan minimumnya, serta jika terjadi masalah pada *Double Acting Cylinder*. Permasalahan yang terjadi berupa macetnya gerakan aktuator jika dalam waktu yang ditentukan belum naik atau turun secara maksimal. Bunyi alarm dan indikator lampu digunakan juga sebagai indikator untuk ketinggian pesawat jika pesawat telah melewati batas minimum ketinggian pada saat terbang di udara. Semua kondisi tersebut dapat dikontrol oleh suatu alat kontrol berupa *smart relay*.

2.2 Perancangan dan Realisasi Perangkat Keras (*Hardware*)

Spesifikasi *landing gear system* yang dirancang dan direalisasikan harus mampu melakukan beberapa proses yaitu:

1. Menaikan dan menurunkan roda pesawat.
2. Mampu memberi informasi berupa posisi roda yang telah masuk maupun keluar secara maksimal dari pesawat dalam bentuk nyala lampu.
3. Mampu membaca ketinggian pesawat dan memberikan informasi kepada pilot berupa suara alarm dan lampu jika pesawat dalam kondisi terlalu rendah pada saat terbang di udara.
4. Mampu memberikan informasi proses aktuator *double acting cylinder* sebagai penggerak roda pesawat ketika sedang bermasalah pada saat bergerak naik dan turun.

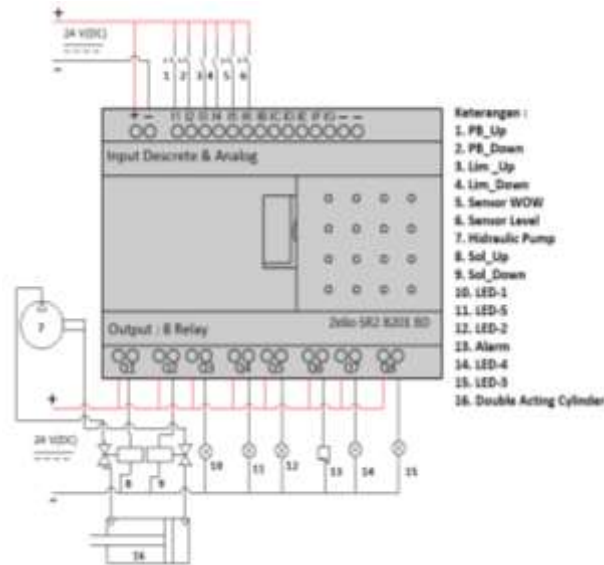
Berdasarkan spesifikasi *landing gear system* yang diinginkan, maka blok diagram sistem yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem Secara Umum

Berdasarkan blok diagram pada gambar 2 dapat dilihat bahwa *Smart Relay* terdiri dari 3 input utama (*Push Button*, *Limit Switch* dan *Sensor Ultrasonik*) dan 3 output utama (LED, *Buzzer* dan *Solenoid Valve*) yang terhubung langsung ke *smart relay*.

Gambar 3 menunjukkan gambar *wiring diagram smart relay* dari sistem yang dirancang dan direalisasikan pada penelitian ini :

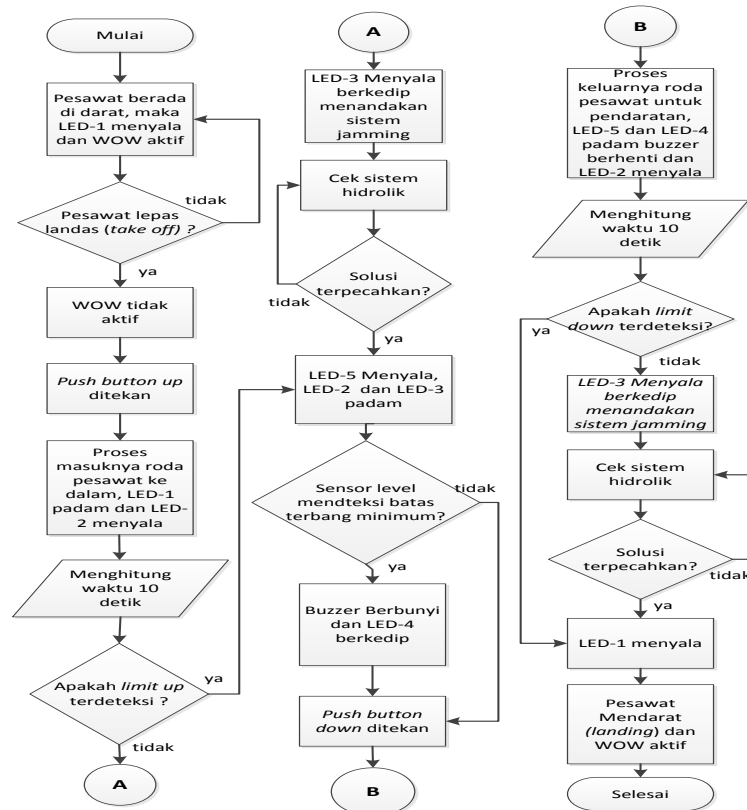


Gambar 3. *Wiring Diagram* Sistem Secara Keseluruhan

2.3 Perancangan dan Realisasi Perangkat Lunak (*Software*)

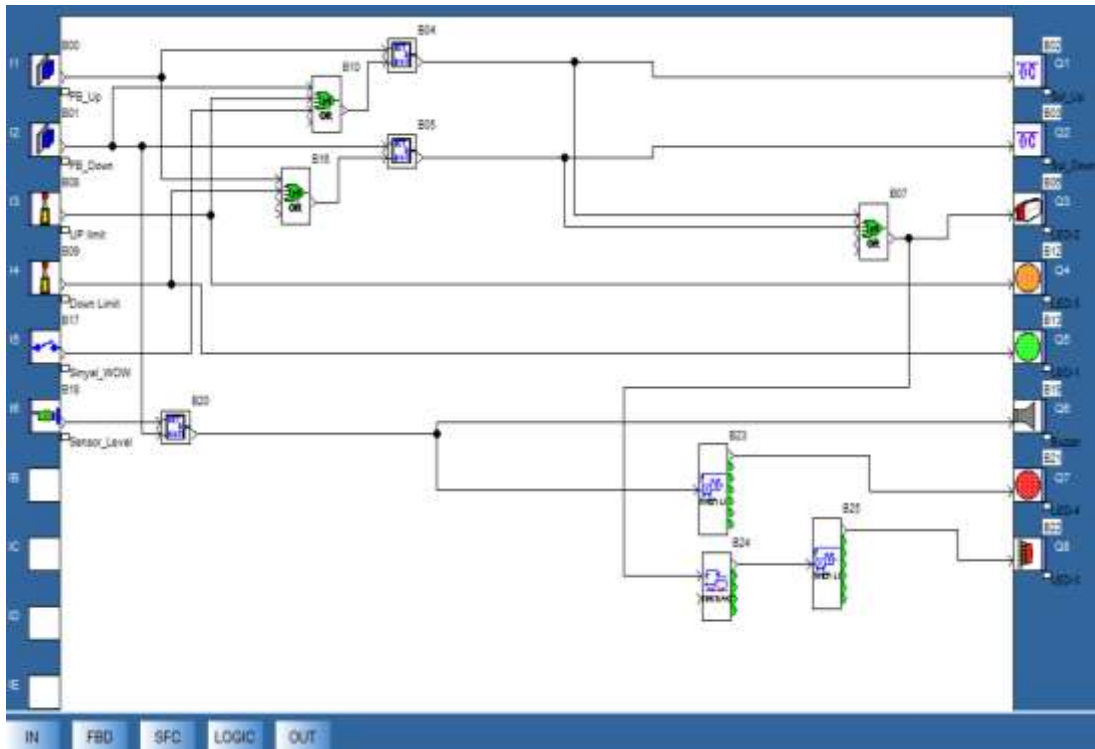
Pada perancangan dan realisasi perangkat lunak, algoritma sistem digambarkan dalam bentuk *flowchart* dan selanjutnya program dibuat dengan menggunakan bahasa FBD.

Gambar 4 menunjukan *flowchart landing gear system* yang dirancang dan direalisasikan untuk diubah ke dalam bentuk bahasa pemrograman *function block diagram*.



Gambar 4. *Flowchart Program*

Selanjutnya *flowchart* program pada Gambar 4 diimplementasikan menjadi *Function Block Diagram* (FBD) pada ZelioSoft 2 seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Implementasi Perangkat Lunak *Landing Gear System*

Instruksi yang digunakan pada FBD adalah instruksi OR (B07, B10, B16), instruksi *Set* dan *Reset* (B04, B05, B20) dan instruksi *Timer Li* (B23, B24, B25).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

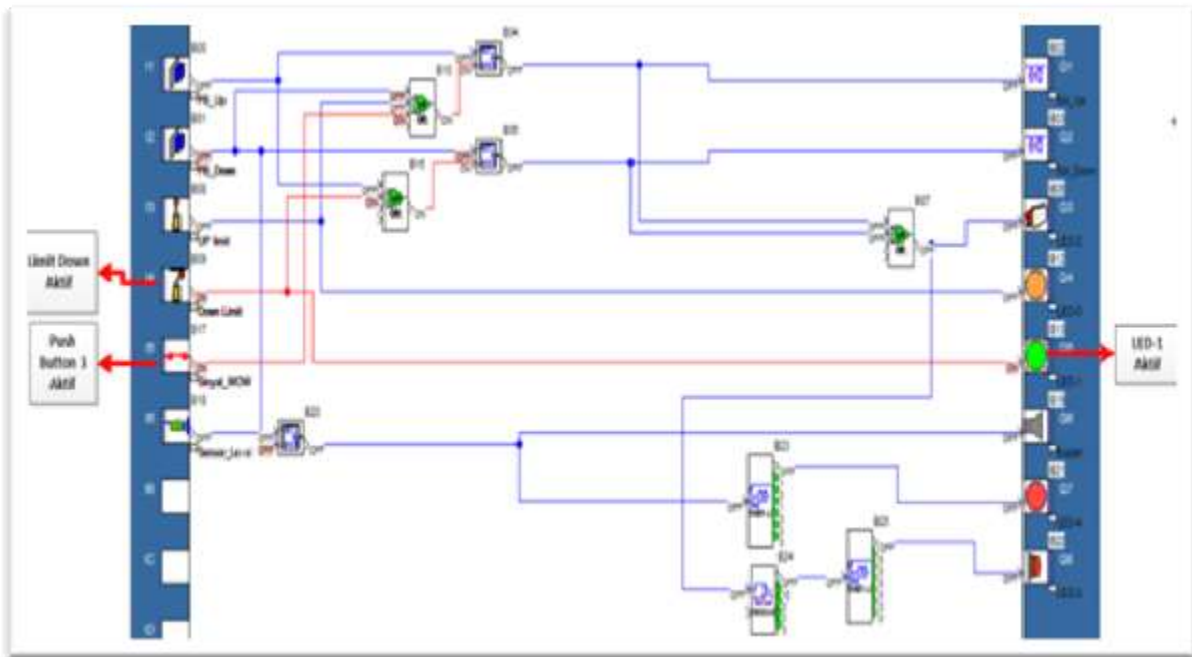
Pengujian *landing gear system* secara keseluruhan dilakukan untuk melihat kinerja sistem dari perangkat keras dan perangkat lunak agar bekerja sesuai dengan sistem yang diinginkan. Pengujian ini dilakukan mulai dari kondisi pesawat berada di landasan, pesawat lepas landas (*take off*), pesawat berada di udara, pesawat berada di ketinggian minimum, pesawat mendarat (*landing*) dan pesawat mengalami masalah pada gerakan piston *Double Acting Cylinder* (DAC).

3.1 Kondisi di Landasan

Ketika sistem diaktifkan, maka asumsi awal kondisi pesawat sedang berada di daratan dan sistem mendeteksi adanya beban pada roda pesawat, pada kondisi ini sensor WOW (*push button 3*) aktif artinya roda ke luar secara maksimum. Gambar 6 menunjukkan pengujian pada *software ZelioSoft 2*, ketika *hardware* dihubungkan.

Pada saat kondisi ini ujung piston DAC sebagai aktuator penggerak roda pesawat akan menyentuh *limit switch 1 (limit down)*. Hal ini mengakibatkan aktifnya *limit down* dan LED-1 sebagai indikator bahwa roda pesawat dalam posisi ke luar maksimum.

Gambar 6 berikut ini menunjukkan hasil pengujian untuk kondisi pesawat di landasan.

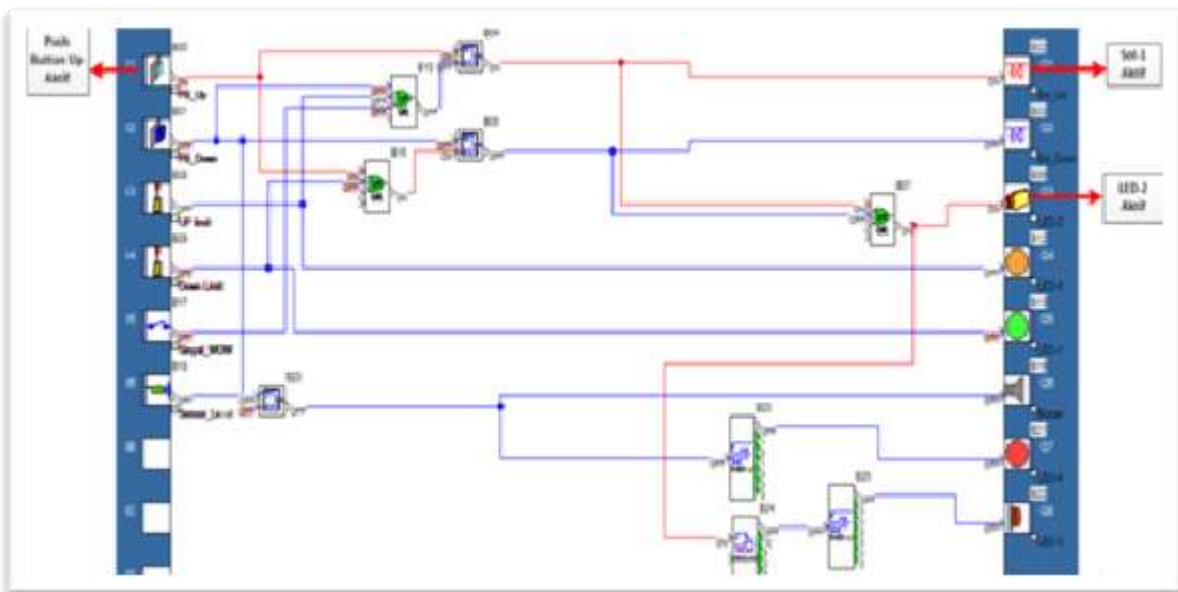


Gambar 6. LED-1 dan WOW Aktif Pada Software ZelioSoft 2

3.2 Kondisi Lepas Landas (*Take Off*)

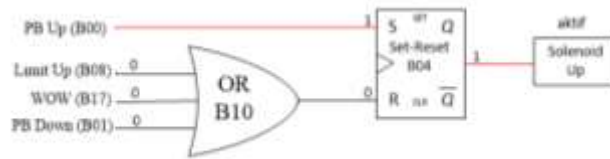
Saat pesawat mulai lepas landas (*take off*), beban pesawat yang dideteksi oleh WOW akan lepas sehingga saklar akan OFF. Pada kondisi ini roda pesawat dapat dimasukkan ke dalam pesawat dengan menekan *push button up* sehingga *solenoid valve* 1 akan aktif dan menggerakkan DAC. Ketika proses roda bergerak masuk ke dalam pesawat maka lampu indikator LED-2 akan menyala dan LED-1 akan padam. *Function Block Diagram* yang digunakan untuk proses ini adalah fungsi gerbang OR dan fungsi SR Flip-Flop.

Gambar 7 menunjukkan hasil pengujian pada *software* ZelioSoft 2 ketika *hardware* dihubungkan.



Gambar 7. SOL-1 dan LED-2 Aktif Pada Software ZelioSoft 2

Cara kerja instruksi *set-reset* (B04) ini dapat dilihat pada Gambar 8 :



Gambar 8. Instruksi *Set-Reset* (B04) Pada Saat Lepas Landas

Pada saat *push button up* aktif, instruksi ini akan membuat B04 pada kondisi set, sehingga *solenoid valve up* akan menggerakkan DAC dan roda pesawat perlahan-lahan masuk ke dalam pesawat. Tabel 1 menunjukkan tabel kebenaran Gambar 8.

Tabel 1. Tabel Kebenaran *set – reset* (B04) Pada Saat Lepas Landas

Instruksi Set - Reset (B04)		
Input		Output
Set - PB Up (B00)	Reset - OR (B10)	Sol Up (B02)
0	0	Qn
0	1	0
1	0	1
1	1	Don't Care

Gambar 9 menunjukkan cara kerja instruksi *OR* (B07).



Gambar 9. Instruksi *OR* (B07) Pada Saat Lepas Landas

Pada kondisi ini hanya *push button up* yang aktif dan membuat B04 pada kondisi set (aktif), sehingga LED-2 akan aktif

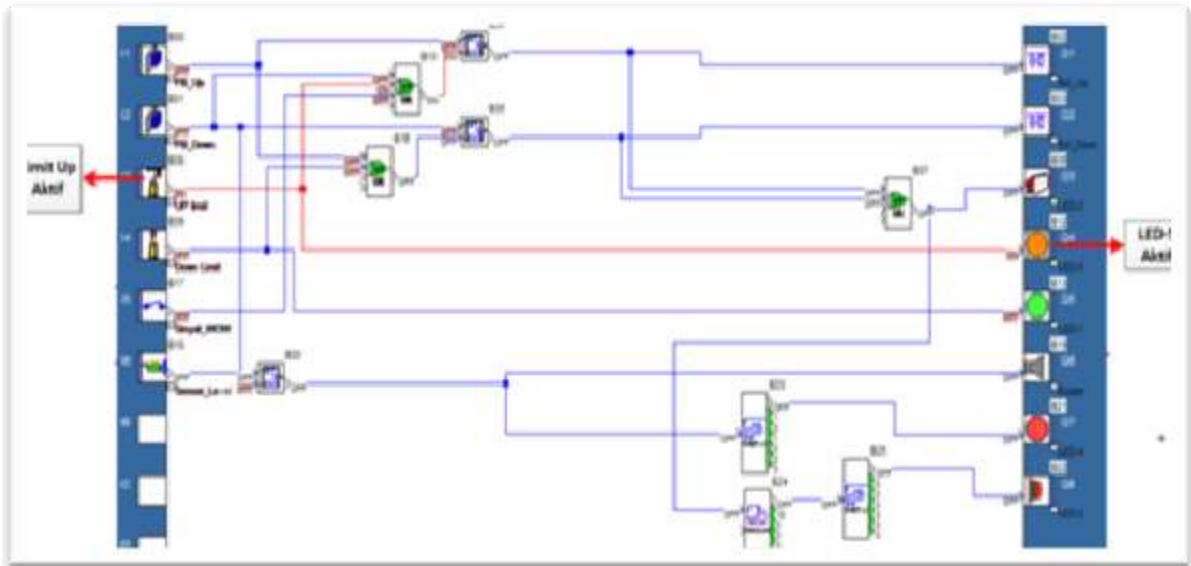
3.3 Kondisi Di Udara

Sesaat setelah pesawat lepas landas maka posisi pesawat selanjutnya berada di udara. Pada kondisi ini maka gerakan DAC akan mencapai maksimum, artinya posisi roda pesawat telah masuk ke dalam pesawat dan terkunci oleh *uplocking pin* yang dilakukan oleh *limit switch up*. Pada saat roda pesawat masuk, maka *limit swith up* akan tersentuh oleh ujung piston DAC seperti pada Gambar 10, yang menyebabkan *limit swith up* aktif.



Gambar 10. *Limit Up* Tersentuh Piston DAC

Gambar 11 menunjukkan hasil pengujian pada *software* ZelioSoft 2 ketika *hardware* dihubungkan.

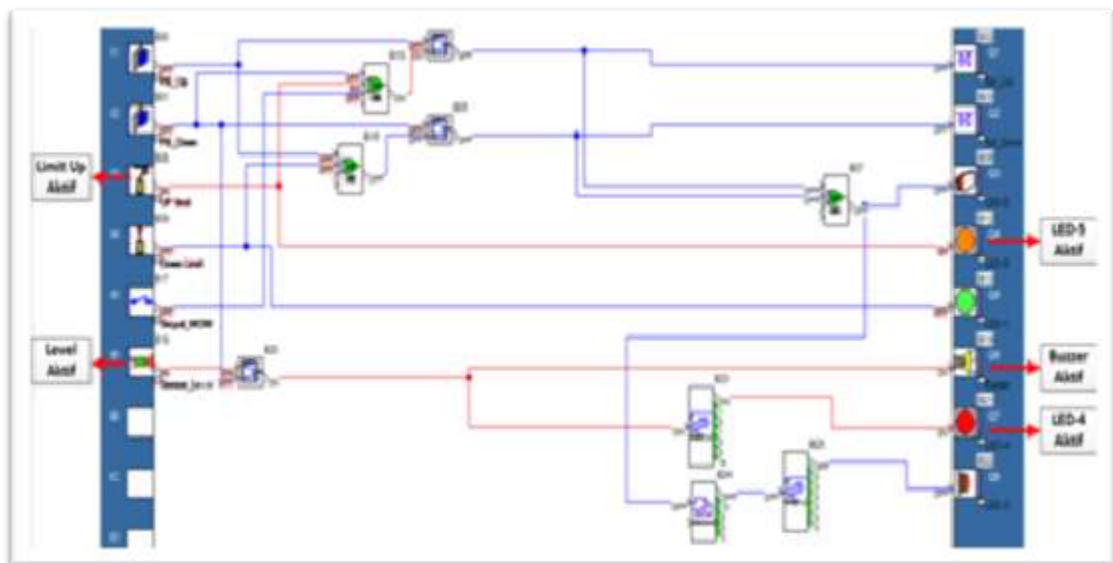


Gambar 11. *Limit Up* dan LED-5 Aktif Pada *Software* ZelioSoft

Pada saat *limit switch up* aktif, maka indikator LED-5 akan aktif, indikator ini sebagai informasi kepada pilot bahwa roda pesawat telah masuk sempurna ke dalam pesawat. Proses ini tidak melalui fungsi apa pun, aktifnya *limit switch up* dapat langsung mengaktifkan indikator LED-5.

3.4 Kondisi Pesawat Berada Di Ketinggian Minimum

Pada pengujian ini diasumsikan pesawat terbang dalam batas ketinggian minimum untuk pendaratan yaitu dimisalkan pada ketinggian 1000 kaki di atas daratan. Sensor radio altimeter yang berfungsi untuk mengukur ketinggian pesawat pada simulator ini dimodelkan dengan menggunakan sensor ultrasonik. Ketinggian 1000 kaki diasumsikan dengan jarak 100 cm dari hasil pembacaan sensor ultrasonik. Ketika sensor ultrasonik mengukur jarak ≤ 100 cm maka output sensor memberi logika 1, sedangkan untuk jarak > 100 cm output sensor memberi logika 0. Gambar 12 menunjukkan hasil pengujian pada *software* ZelioSoft 2 ketika *hardware* dihubungkan.

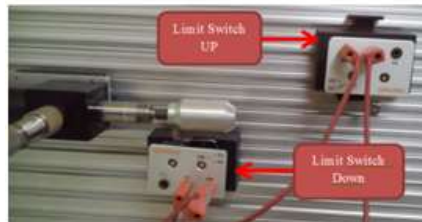


Gambar 12. Ketinggian Minimum Aktif Pada *Software* ZelioSoft 2

Pada kondisi ini pesawat sedang berada di udara, sehingga *limit switch up* tetap aktif dan tetap mengaktifkan LED-5. Ketika pesawat terbang pada ketinggian minimum, maka sensor level akan memberikan logika 1 pada instruksi *set – reset* (B20). Instruksi dan kondisi input yang terjadi ini akan mengakibatkan *buzzer* aktif dan mengaktifkan *Timer Li* (B23) yang menyebabkan LED-4 menyala berkedip. Ketika *push button down* ditekan maka *buzzer* dan LED-4 tidak aktif kembali. Aktifnya *push button down* menyebabkan pergerakan pada DAC untuk mengeluarkan roda pesawat.

3.5 Kondisi Mendarat

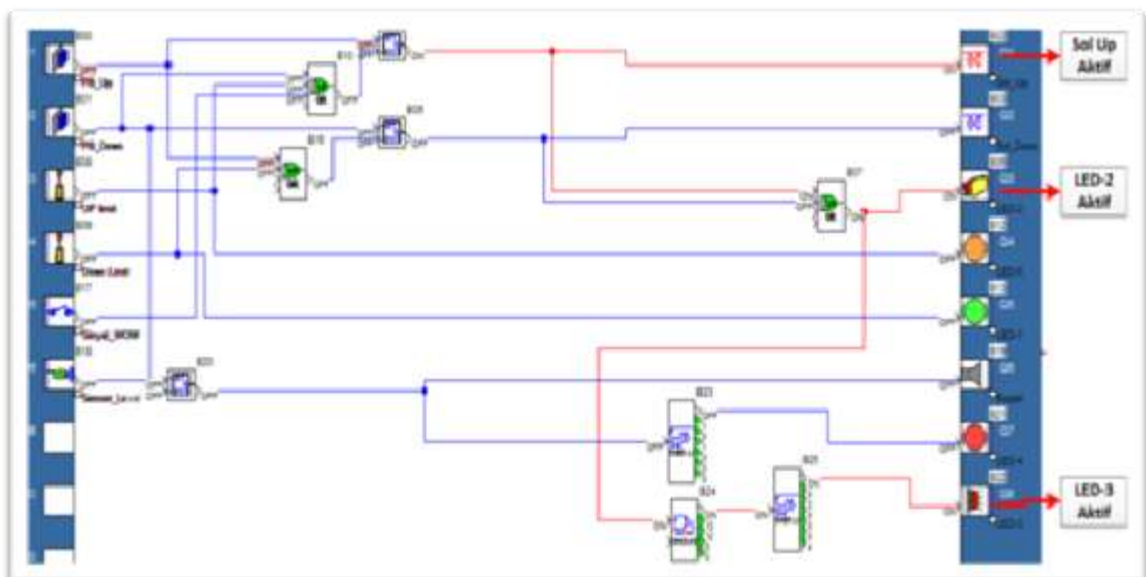
Sesaat sebelum proses mendarat (*landing*), maka *push button down* harus diaktifkan sehingga solenoid valve down akan menggerakkan DAC untuk mengeluarkan roda pesawat. Saat mendarat maka roda telah keluar secara maksimal dan piston DAC akan mengaktifkan *limit switch down* seperti pada Gambar 13. Pada saat ini sensor WOW akan aktif. Aktifnya sensor WOW akan mengunci sistem agar roda tetap berada di bawah selama pesawat bergerak di landasan. Jika dilihat dari input dan output yang aktif, kondisi ini hampir sama dengan kondisi saat pesawat berada dilandasan.



Gambar 13. *Limit Down* Aktif

3.6 Kondisi *Double Acting Cylinder* (DAC) yang Bermasalah

Kondisi *jamming system* merupakan kondisi dimana terjadi permasalahan pada proses pergerakan roda pesawat yaitu pada DAC sebagai aktuator penggerak roda pesawat. Kondisi ini perlu diketahui oleh pilot, sehingga diperlukan indikator untuk menginformasikan kondisi tersebut. Gambar 14 menunjukkan kondisi sistem pada saat *jamming system*.



Gambar 14. *Jamming System* Aktif Pada *Software ZelioSoft 2*

Pada Gambar 14 diasumsikan DAC bermasalah ketika akan memasukkan roda pesawat. Kondisi ini terjadi setelah *push button up* diaktifkan sehingga *solenoid valve up* menjadi aktif dan LED-2 pun aktif.

Proses pergerakan masuk dan keluarnya roda pesawat menghabiskan waktu tertentu, waktu pergerakan ini selanjutnya diberikan pada instruksi *Timer A/C* (B24). Jika waktu pergerakan masuknya roda pesawat melebihi waktu yang ditentukan pada *Timer A/C*, maka LED-3 sebagai indikator *jamming system* akan menyala berkedip, memberikan informasi kepada pilot bahwa terjadi masalah pada DAC . Pada pengujian ini, waktu yang ditentukan untuk lama proses Bergeraknya piston *double acting cylinder* adalah 10 detik.

Input *Timer A/C* berasal dari output instruksi OR (B07) yang terhubung dengan LED-2, karena LED-2 akan aktif untuk kondisi *push button up* ataupun *push button down* yang ditekan. Sehingga instruksi ini berlaku untuk kondisi ketika terjadi permasalahan baik pada saat pergerakan roda masuk maupun ke luar pesawat.,

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi dan pengujian terhadap *landing gear system* menggunakan *Smart Relay Zelio SR2 B201 BD* yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Lampu LED sebagai indikator telah bekerja sesuai sistem yang diinginkan, yaitu memberikan informasi kondisi roda pesawat di dalam atau di luar pesawat, kondisi proses pergerakan roda pesawat naik dan turun, kondisi pesawat pada ketinggian minimum dan kondisi *jamming system*.
2. Instruksi – instruksi yang digunakan pada *function block diagram* terdiri dari instruksi OR, *Set-Reset* dan *Timer*. Keseluruhan instruksi ini telah bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Setelah diintegrasikan antara hardware dan software sistem, maka simulator *landing gear system* ini telah mampu membaca input dan mengaktifkan output sistem sesuai yang diinginkan. Seluruh instruksi yang dipakai dapat mengimplementasikan 6 kondisi pesawat yang diinginkan.
3. Instruksi *Timer A/C* telah bekerja sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, yaitu selama 10 detik. Ketika input *Timer A/C* bekerja lebih dari waktu yang telah ditentukan tersebut maka indikator LED sebagai output *Timer* langsung aktif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bambang, Emil. 1991. *Perencanaan Awal Roda Pendarat Sistem Twin Wheel Pada Pesawat CN-235*. Bandung: PT Dirgantara Indonesia.
- [2] Eka, P. H. 1983. *Rancangan Aktuator Pada Roda Pendarat Depan Pesawat N-228*. Bandung: PT Dirgantara Indonesia.
- [3] Dwisusila, A. S.. 2013. *Aplikasi Smart Relay Untuk Panel Pompa Air Bersih*. Bandung: Universitas Mercu Buana.
- [4] Riyanto, Sigit. 2007. *Robotika, Sensor dan Aktuator*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [5] Albayumi, Usep. 2013. *Pelatihan PLC Dasar Diklat PT. Dirgantara Indonesia*. Bandung : PT Dirgantara Indonesia.