

**PERANCANGAN *PROTOTYPE LANDING GEAR SYSTEM* DAN MONITORING
PERGERAKAN *LANDING GEAR SYSTEM* PESAWAT TERBANG
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER**

UNIVERSITAS TELKOM

***DESIGN OF PROTOTYPE LANDING GEAR SYSTEM AND MONITORING THE
MOVEMENT OF AIRCRAFT LANDING GEAR SYSTEM WITH
MICROCONTROLLER***

TELKOM UNIVERSITY

Abdurrahman Birry, Angga Rusdinar Ph.D, Ir. Usep Ali Albayumi

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Telkom
abdurrahman.birry@yahoo.co.id, anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id

Abstrak – Pada penelitian ini dirancang sebuah simulator *prototype landing gear system* menggunakan mikrokontroler AVR ATmega16 sebagai kontrolernya dan pneumatik sebagai aktuatornya. *Prototype* dilengkapi indikator berupa nyala lampu led dan bunyi buzzer sesuai urutan operasi sistem *landing gear*. Selain itu, digunakan sensor MPU6050 untuk memonitor pergerakan *landing gear* menggunakan arduino uno yang ditampilkan pada display laptop dengan komunikasi serial. Perancangan HMI menggunakan *interface* labview dengan SolidWorks. Dari hasil pengujian, sistem kontrol menggunakan mikrokontroler ATmega16 untuk simulator *landing gear* berhasil dilakukan. Sedangkan pengujian terakhir untuk monitoring dengan HMI menggunakan *interface* labview dan solidworks, masih terdapat waktu tunda selama 2 detik antara perpindahan posisi aktual dengan posisi pada HMI.

Kata kunci: *landing gear system, mikrokontroler atmega16, pneumatic, labview, solidworks*

Abstract – This research is about designed a *prototype simulator landing gear systems* using AVR microcontroller ATmega16 as the controller and pneumatic as the actuator. *Prototype* equipped with indicator lights such as LED and buzzer sound in the order of the *landing gear system* operation. In addition, the sensor MPU6050 is used to monitor the movement *landing gear* using arduino uno displayed on a laptop with serial communications. The design of HMI using *labview interface* with SolidWorks. From the test results, the control system using microcontroller ATmega16 for *landing gear simulator* successfully performed. While the final test for monitoring the HMI using *labview and SolidWorks interface*, there is still time for 2 seconds delay between the actual position shift position on the HMI.

Keywords: *landing gear systems, microcontroller atmega16, pneumatic, labview, solidworks*

I. PENDAHULUAN

Salah satu fungsi kerja sistem pesawat yang perlu diperhatikan dengan baik adalah *landing gear system*. *Landing gear system* merupakan sistem gerak roda pesawat ketika pendaratan (*landing*) maupun lepas landas (*take off*). Ketika pesawat akan mendarat, maka roda pesawat harus mampu diturunkan agar pesawat dapat mendarat dan melaju di atas landasan. Begitu juga saat pesawat akan lepas landas (*take off*) maka roda harus mampu dinaikkan dan dimasukkan ke dalam pesawat agar sistem penerbangan di udara dapat seimbang. Bergerak atau tidaknya roda pesawat diketahui pilot melalui lampu indikator yang berada di dalam kokpit pesawat. Sehingga pilot tidak tahu persis posisi roda secara *real time* saat bergerak.

Prototype ini diharapkan dapat menjadi media pembelajaran serta acuan pengaplikasian mikrokontroler pada salah satu sistem pesawat terbang. Selain itu, sistem monitoring pada *prototype* ini diharapkan dapat menjadi salah satu rujukan untuk sistem monitoring pada pesawat sebenarnya yang masih menggunakan indikator lampu.

Adapun batasan masalah yang dibahas dalam penelitian ini meliputi :

- 1) Menggunakan mikrokontroler jenis AVR ATmega16 sebagai pengontrol *landing gear system*.
- 2) Menggunakan mikrokontroler arduino uno dan sensor MPU6050 untuk memonitor pergerakan *landing gear system*.
- 3) Menggunakan *toggle switch* sebagai pengganti sensor WOW (*Weight On Wheel*) pada simulasi.
- 4) Menggunakan potensiometer sebagai pengganti sensor ketinggian (*Radio Altimeter*) pada simulasi.
- 5) Menggunakan kalman filter dari pembacaan sensor MPU6050 untuk mereduksi *noise*.
- 6) *Prototype* diuji pada dua kondisi pendaratan yaitu kondisi normal dan kondisi *emergency*.
- 7) Menggunakan pneumatik sebagai aktuator *prototype landing gear system*.

II. TEORI PENUNJANG

A. Landing Gear System

Landing gear adalah salah satu bagian pesawat yang berfungsi untuk menahan beban pesawat selama proses operasi pendaratan dan operasi di landasan. Bagian ini melekat pada struktur utama pesawat^[7]. Adapun jenis-jenis *landing gear* berdasarkan penyusunannya, yaitu

- Tail wheel type (Conventional)
- Tandem loading gear (longitudinally Aligned)
- Tricycle type landing gear

Landing gear system adalah sistem keluar masuknya *gear* pada pesawat. Pesawat menggunakan sistem hidraulik untuk menggerakkan *landing gear*. Setelah *takeoff* (lepas landas), pilot menggerakkan posisi *switch gear* ke posisi untuk menarik masuk *landing gear*, dan menyalakan motor elektrik. Motor mengoperasikan pompa hidraulik, dan sistem hidraulik menggerakkan *landing gear*. Untuk memastikan sistem beroperasi dengan benar, sistemnya relatif kompleks. Sistem elektrik harus mendeteksi posisi setiap *landing gear* (*right, left, nose*) dan menentukan kapan setiap *gear* mencapai *full up* atau *down*. Lalu motor dikontrol sesuai keadaan itu. Terdapat pula sistem keamanan untuk membantu mencegah pergerakan *gear* secara tidak sengaja (*accidental*).

Serangkaian *limit switch* dibutuhkan untuk memonitor posisi masing-masing *gear* selama sistem beroperasi. Secara khusus, terdapat enam buah *limit switch* yang berada di roda *landing gear*. Tiga buah *up-limit switches* digunakan untuk mendeteksi ketika *gear* mencapai posisi masuk di atas (UP). Tiga buah *down-limit switches* digunakan untuk mendeteksi *gear* ketika mencapai bukaan maksimal posisi di bawah (DOWN). Setiap *switch* ini diaktifkan secara mekanis oleh bagian dari *landing gear* ketika *gear* tepat mencapai *limit* yang ditentukan.

B. Arduino Uno^[8]

Arduino uno adalah salah satu produk berlabel Arduino yang sebenarnya adalah salah satu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah computer). Peranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan yang berukuran relatif kecil ini. Bahkan, dengan penambahan komponen tertentu, peranti ini bisa dipakai untuk pemantauan jarak jauh melalui internet, misalnya pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah.^[8]

C. Mikrokontroler AVR^[2]

AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computer). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. AVR mempunyai 32 register general-purpose, timer/counter fleksibel dengan mode compare, interrupt internal dan eksternal, serial UART, programmable Watchdog Timer, dan mode power saving, ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai In-System Programmable Flash on-chip yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI.

D. Pneumatik^[3]

Istilah pneumatik berasal dari bahasa Yunani, yaitu 'pneuma' yang berarti napas atau udara. Istilah pneumatik selalu berhubungan dengan teknik penggunaan udara bertekanan, baik tekanan di atas 1 atmosfer maupun tekanan di bawah 1 atmosfer (vacum). Sehingga pneumatik merupakan ilmu yang mempelajari teknik pemakaian udara bertekanan (udara kempa). Jaman dahulu kebanyakan orang sering menggunakan udara bertekanan untuk berbagai keperluan yang masih terbatas, antara lain menambah tekanan udara ban mobil/motor, melepaskan ban mobil dari peleknya, membersihkan kotoran, dan sejenisnya. Sekarang, sistem pneumatik memiliki aplikasi yang luas karena udara pneumatik bersih dan mudah didapat. Banyak industri yang menggunakan sistem pneumatik dalam proses produksi seperti industri makanan, industri obat-obatan, industri pengepakan barang maupun industri yang lain. Belajar pneumatik sangat bermanfaat mengingat hampir semua industri sekarang memanfaatkan sistem pneumatik.

E. MPU6050^[9]

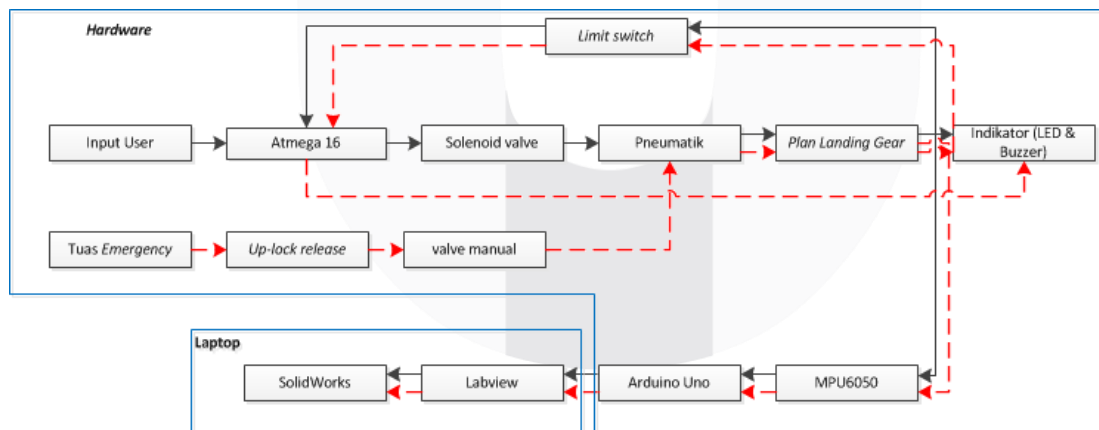
MPU6050 adalah perangkat MotionTracking 6-axis terpadu pertama di dunia yang menggabungkan 3-axis *gyroscope*, 3-axis *accelerometer*, dan *Digital Motion Processor* (DMP) dalam ukuran paket kecil 4x4x0.9mm. Dengan sensor khusus I²C bus, MPU6050 secara langsung menerima masukan dari 3-axis kompas eksternal untuk menyediakan keluaran lengkap 9-axis MotionFusion.

Fitur pada MPU6050 yaitu terdapat masing-masing tiga buah 16-bit *analog-to-digital converters* (ADCs) untuk digitalisasi keluaran *gyroscope* dan *accelerometer*. Untuk *tracking* yang presisi dari gerakan cepat dan lambat, disediakan bagian fitur yang dapat diprogram untuk menentukan skala penuh *gyroscope* yaitu 250, 500, 1000, dan 2000 (dps) dan skala penuh *accelerometer* yaitu 2g, 4g, 8g, dan 16g.

III. PERANCANGAN SISTEM

A. Perancangan Sistem Umum

Berikut ini merupakan diagram blok sistem *landing gear*.



Gambar 1 Diagram Blok Sistem

Keterangan jalur pada blok diagram sistem:

Garis hitam : Jalur simulasi kondisi normal sistem *landing gear*

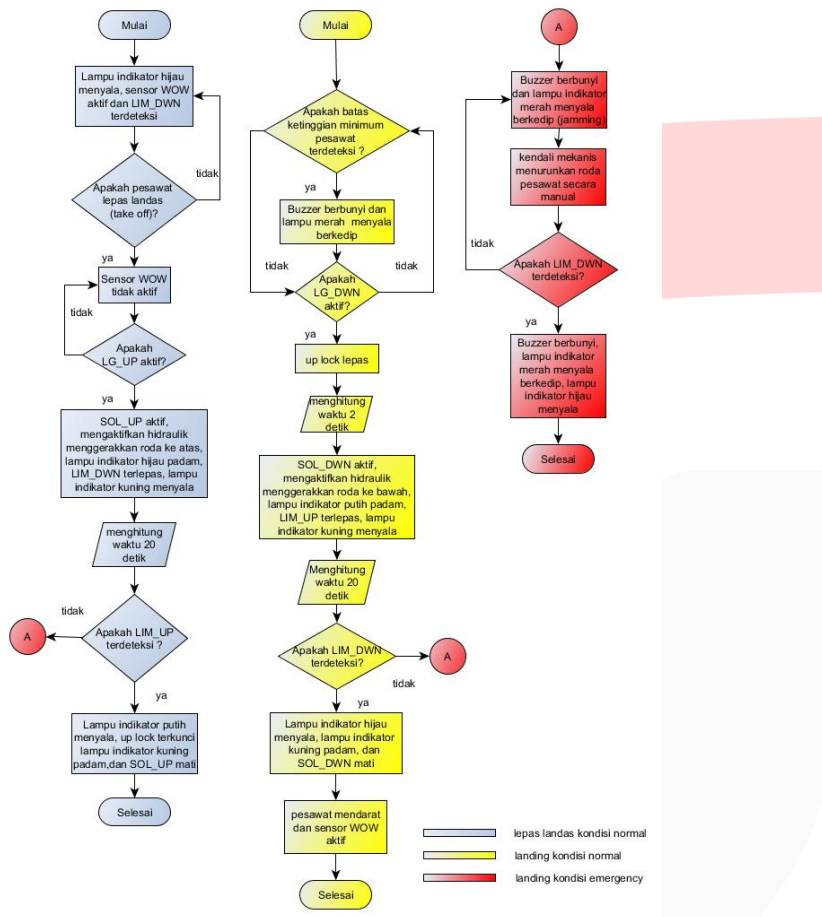
Garis merah putus-putus : Jalur simulasi kondisi darurat sistem *landing gear*

Gambar 1 menunjukkan blok diagram sistem *landing gear* secara keseluruhan. Pada bagian blok input *user*, jenis-jenis inputnya berupa *toggle switch* dan potensiometer. Input-input tersebut dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan simulasi. Ketika *user* menggerakkan *switch* ke posisi naik, maka mikrokontroler ATmega 16 akan mengaktifkan solenoid valve yang akan menggerakkan pneumatik untuk menarik *landing gear* naik ke

atas. Setelah gear mencapai posisi di atas, *limit switch* aktif dan indikator LED akan menyala sesuai kondisi tersebut. Selama proses ini, sensor MPU6050 akan membaca posisi *landing gear* dan terdisplay di laptop. Sama halnya ketika *user* menggerakkan *switch* ke posisi turun, pneumatik akan terlebih dahulu membuka sistem penguncian *landing gear* (*up-lock*) lalu menggerakkan gear turun.

Untuk simulasi kondisi *emergency*, tujuannya yaitu memposisikan gear berada di bawah. *User* terlebih dahulu menarik tuas yang akan melepaskan sistem *up-lock* dan memindahkan valve ke valve manual untuk memompa pneumatik.

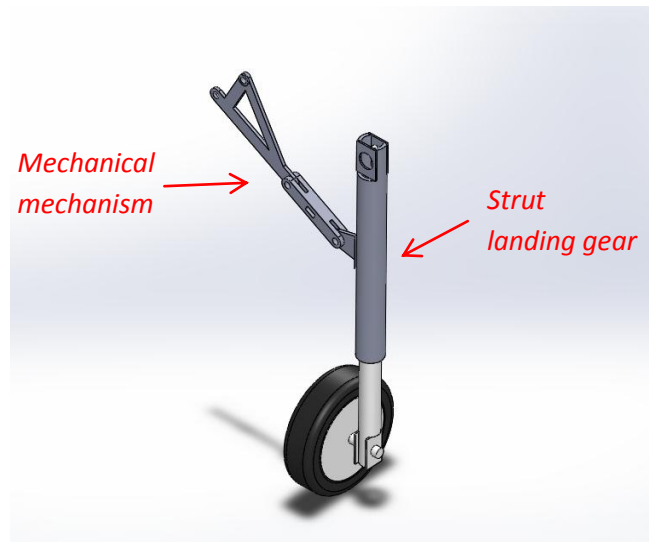
Berikut ini *flowchart* sistem.



Gambar 2 Flowchart sistem

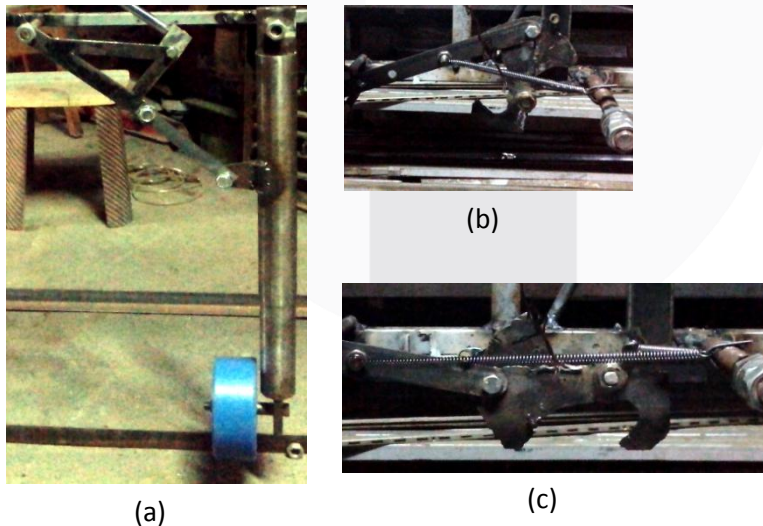
B. Perancangan Mekanika Rangka

Perancangan mekanik untuk *prototype landing gear system* ini diawali dengan desain menggunakan SolidWorks. Desain pada SolidWorks ini juga nantinya akan digunakan untuk kebutuhan simulasi monitoring posisi *landing gear*. Berikut ini desain *landing gear* yang telah dibuat menggunakan SolidWorks.



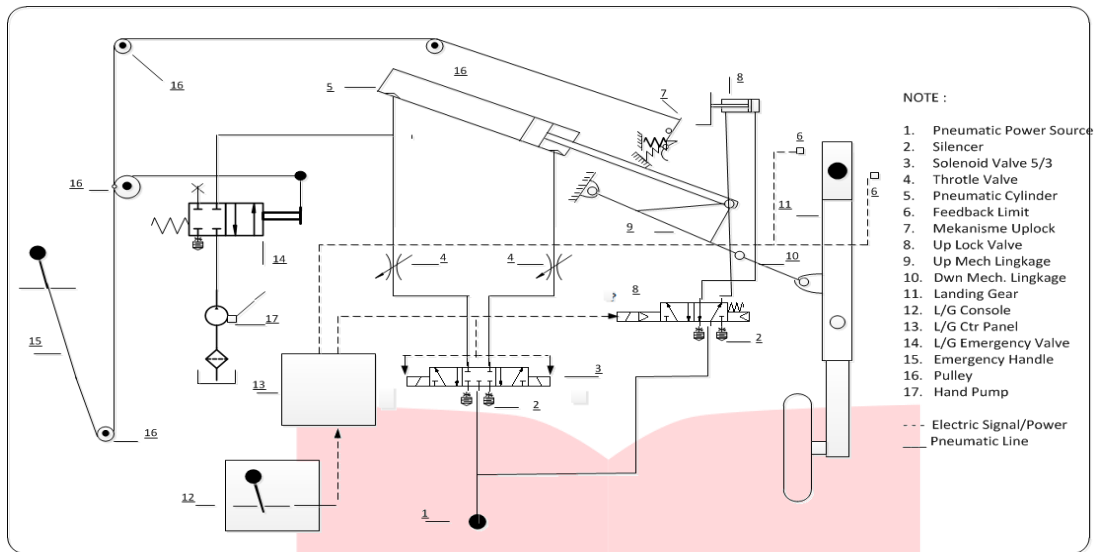
Gambar 3 Desain *landing gear*

Setelah desain selesai dibuat, selanjutnya merealisasikan dalam bentuk *hardware*. Penambahan beberapa detail selama pembuatan *hardware* dilakukan termasuk penambahan sistem *up-lock*. Berikut rancangan *hardware* yang telah dibuat.



Gambar 4 (a) *Hardware landing gear*; (b) *Up-lock* posisi mengunci; (c) *Up-lock* posisi release.

Semua *hardware* mekanik dirangkai dalam satu papan simulator dengan pneumatik dan solenoid valve. Solenoid valve yang digunakan pada *prototype* ini adalah solenoid valve DC 24 Volt dengan *pressure* 0.15 – 0.8 MPa. Berikut skema mekanis *landing gear system*.

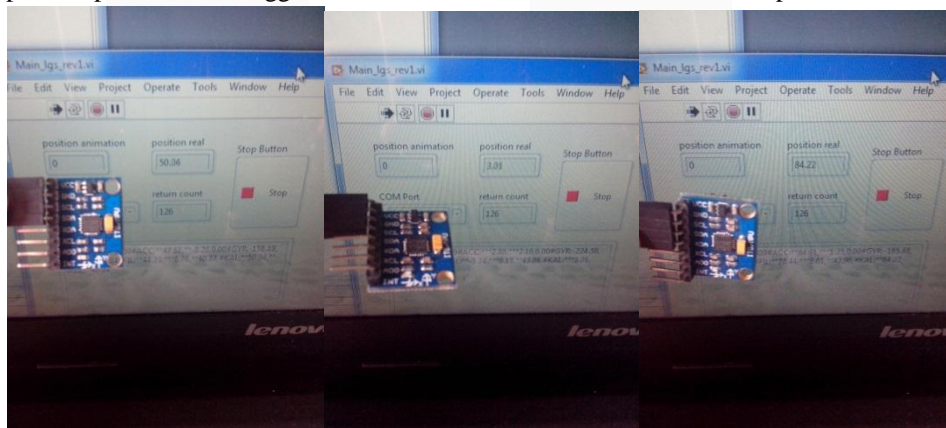


Gambar 5 Skema mekanis Landing Gear System

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

A. Simulasi Real Time dengan SolidWorks

Simulasi dilakukan menggunakan *interface* antara SolidWorks, Labview dan Arduino. Hasil pembacaan pada Arduino, informasi tersebut diproses di Labview sehingga terkoneksi dengan SolidWorks yang mengeluarkan output berupa motion sehingga dimanfaatkan untuk simulasi. Berikut hasil pembacaan sensor.



Gambar 6 Hasil pembacaan sensor MPU6050 beberapa posisi

B. Pengujian Catu Daya

Pengujian catu daya dilakukan dengan membaca tegangan keluaran dari masing-masing regulator. Pada tugas akhir ini, dirancang catu daya dengan regulator 12 volt dc dan 24 volt dc. Berikut hasil pengujian.

Table 1: Data Tegangan Pada Catu Daya

Vin	Vout Trafo	Vout Regulator	Vout Regulator	Vout Regulator	Vout Regulator
		12V (tanpa beban)	12V (dengan beban)	24V (tanpa beban)	24V (dengan beban)
220 Vac	26.7 Vac	11.67 Vdc	11.49 Vdc	23.44 Vdc	23.42 dc

Selisih tegangan antara output catu daya tanpa beban dan dengan beban relatif kecil, sehingga dapat disimpulkan bahwa drop tegangan akibat beban relatif kecil.

C. Pengujian Driver Relay

Berikut ini tabel hasil pengujian tegangan pada masing-masing coil relay untuk tiap simulasi.

Simulasi	Tegangan Relay(V)								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Inisialisasi	11.35	0	0	0	0	0	0	0	0
Takeoff	0	11.35	11.35	0	0	0	0	0	0
Landing	0	11.35	0	11.35	0	11.35	0	0	0
Emergency	0	11.35	0	0	0	0	11.35(*)	11.35(*)	0
Ketinggian	0	0	0	0	0	0	0	11.35(*)	11.35(*)

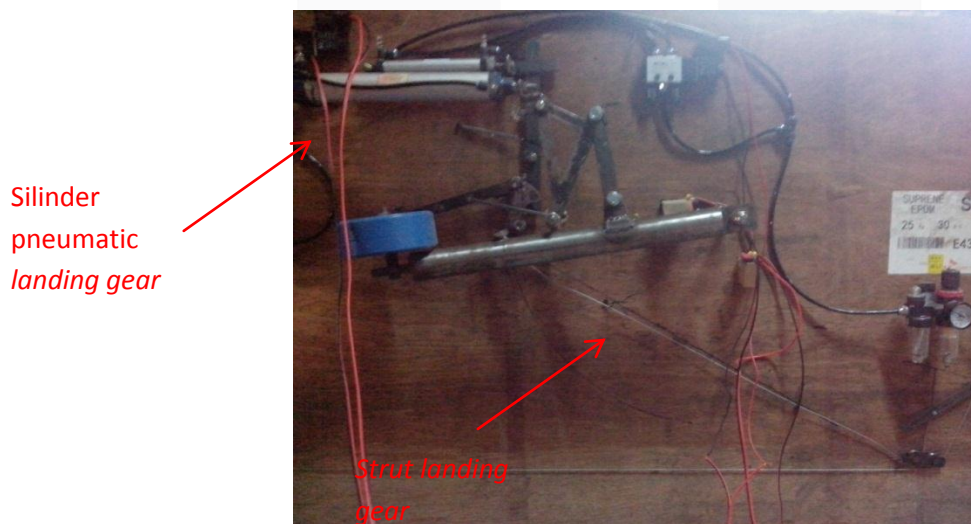
Tabel 4.3: Hasil Pembacaan Tegangan Pada Coil Relay
Keterangan tabel:

- C1 : coil relay output untuk indikator led hijau.
- C2 : coil relay output untuk indikator led kuning.
- C3 : coil relay output untuk solenoid valve.
- C4 : coil relay output untuk solenoid valve.
- C5 : coil relay output untuk indikator led putih.
- C6 : coil relay output untuk solenoid valve up-lock.
- C7 : coil relay output untuk indikator led merah.
- C8 : coil relay output untuk indikator led kuning.
- C9 : coil relay output untuk buzzer.

(*) : tegangan berubah-ubah (11.35 dan 0) sesuai program.

D. Sistem Mekanis Landing Gear

Pengujian pada sistem mekanis dilakukan dengan menjalankan sistem kontrol. Berikut tampilan sistem mekanis *landing gear* pada saat pengujian.



Gambar 7 sistem mekanis *landing gear*

Posisi silinder pneumatik *landing gear* sangat menentukan beban kerja silinder saat menarik strut *landing gear*. Semakin atas posisi silinder, maka semakin ringan dan stabil pergerakan strut *landing gear*. Tetapi, pada kondisi actual di pesawat, jarak silinder dengan *strut* dekat karena ruang yang tersedia cukup kecil. Sehingga pada simulator ini dipilih posisi silinder yang paling dekat dengan *strut* tetapi masih menghasilkan pergerakan *landing gear* yang stabil.

Berdasarkan hasil pengujian dan pengamatan di lapangan, sistem mekanis *landing gear system* ini telah berjalan dengan baik.

V. PENUTUP

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Simulasi kondisi pendaratan normal sudah berhasil dilakukan.
2. Simulasi kondisi pendaratan darurat sudah berhasil dilakukan.
3. Simulasi kondisi *takeoff* sudah berhasil dilakukan.
4. Komunikasi antara labview dan solidworks telah dapat dilakukan.
5. Monitoring pergerakan *landing gear* telah berhasil dilakukan.

REFERENSI

- [1] Seulas teori relay dan rangkaian penggerak relay. <http://depokinstruments.com/2010/02/20/seulas-teori-relay/> [Diakses 16 Agustus 2014]
- [2] Hadi, Mokh Solihul (2003). *Mengenal Mikrokontroler AVR ATmega16*. IlmuKomputer.com
- [3] Wirawan dan Pramono. *Bahan Ajar Pneumatik-Hidrolik*. Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- [4] Simon, Dan, "Kalman Filtering", <http://academic.csuohio.edu>, 2001.
- [5] Needham, A. 2014. A manual for use in the application of the Soft Motion module linking SolidWorks and LabVIEW: *An exercise in the design of an ankle-foot prosthesis with active control*. Kingston University: London.
- [6] Luther, E. 2009. LabVIEW 3D Control Simulation using SolidWorks 3D Models. OpenStax-CNX and licensed under the Creative Commons Attribution License 2.0. OpenStax-CNX module: m12977
- [7] Federal Aviation Administration. 2012. *Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe*. U.S Department of Transportation.
- [8] Kadir, Abdul. 2012. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler Dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. C.V ANDI OFFSET: Yogyakarta.
- [9] MPU-6000 And MPU-6050 Product Specification Revision 3.4. www.invensense.com