

## RANCANG BANGUN PANEL DINDING SIMULASI SISTEM HIDROLIK RODA Pendaratan Pesawat Grand Commander 680FL

Moch. Rifal Fadiya  
Politeknik Negeri Bandung  
moch.rifal.aer18@polban.ac.id

### Abstract

*This final project is about the Design of Simulation Wall Panels for the Grand Commander 680FL Landing Wheel Hydraulic System. This simulation wall panel is a tool in the form of a panel that visualizes the fluid flow rate of the hydraulic system caused by the movement of the pump and the movement of the landing gear on Grand Commander 680FL aircraft. The design has been done by Yosi Khosilma Apriliani in his Final Project (2020) with the title "Wall Panel Design Simulation of the Hydraulic Retracting Landing Gear Grand Commander 680FL System". This simulation wall panel is made to facilitate visual learning of the landing gear hydraulic system to replace the landing gear hydraulic system on the Grand Commander 680FL aircraft which is no longer functioning due to missing and damaged components, so that the components and working principles cannot be seen directly. This final project will be completed by analytical and experimental methods. The analytical method consists of some stages, that is stage of literature study, determination of DRO, observation and comparative study, analysis and design, while for the experimental method it is carried out through the stages of manufacturing and assembling, testing tools, evaluating and solving problems. This final project has successfully completed the manufacture of a landing gear hydraulic system simulation wall panel on a Grand Commander 680FL aircraft made with an Arduino Mega 2560 microcontroller as a simulation controller, LED as fluid flow visualization and servo motor as a driving wheel model for the landing gear. I hope this simulation wall panel can be used as a tool to help the learning process of PSTA students about understand the working principle of landing gear hydraulic system on Grand Commander 680FL aircraft.*

*Keywords: Hydraulic System, Simulation Wall Panel, Design And Manufacturing, Landing gear*

### 1. PENDAHULUAN

Sistem Hidrolik adalah suatu sistem yang menggunakan fluida yang bertekanan untuk mentransmisikan atau memindahkan suatu daya antara tempat dimana daya tersebut dihasilkan ke suatu tempat dimana gaya akan digunakan, Sistem hidrolik menggunakan fluida cair sebagai perantara agar memperoleh daya yang lebih besar dari daya awal yang dikeluarkan. Pada pesawat udara sistem hidrolik biasanya digunakan untuk menggerakkan komponen pesawat udara seperti *landing gear*, *flaps*, *flight control surface* dan *brake system*. Komponen sistem hidrolik meliputi dari tangki, pompa, akumulator, *heat exchanger*, dan sistem filter. Pengoperasian tekanan sistem hidrolik dapat bervariasi dari beberapa ratusan psi di pesawat terbang kecil dan helikopter hingga mencapai ribuan psi dalam angkutan besar.

Pada Program Studi Teknik Aeronautika terdapat mata kuliah yang mempelajari sistem hidrolik. Dalam proses pembelajaran pemahaman sistem hidrolik roda pendarat pesawat udara diperlukan alat bantu untuk menunjang pembelajaran. Pada pesawat *Grand Commander 680FL* yang dimiliki PSTA dihanggar Aeronautika Polban ada beberapa komponen yang sudah tidak berfungsi dan hilang sehingga mahasiswa PSTA tidak dapat melihat secara langsung komponen

dan prinsip kerja sistem hidrolik khususnya roda pendarat di pesawat *Grand Commander 680FL*.

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan realisasi pembuatan panel dinding simulasi sistem hidrolik roda pendarat yang sebelumnya sudah dirancang pada tahun 2020 oleh Yosi Khosilma Apriliani dengan judul “Perancangan Panel Dinding Simulasi Sistem Hidrolik *Retracting Landing Gear Grand Commander 680FL*”. Tetapi masih belum merealisasikan alatnya. Panel dinding simulasi yang akan dihasilkan nantinya sebagai alternatif atau pengganti sistem hidrolik roda pendarat yang terdapat pada pesawat *Grand Commander 680FL* dan untuk memahami prinsip kerja dari sistem hidrolik roda pendarat tersebut. agar bisa dilihat secara langsung dan visual.

Diharapkan hasil dari Tugas Akhir ini bisa dijadikan sebagai alat bantu pembelajaran bagi mahasiswa Teknik Aeronautika dalam memahami cara kerja dari sistem hidrolik pada pesawat *Grand Commander 680FL*.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

Pada Tugas Akhir ini, dilakukan pembuatan alat bahan ajar berupa panel dinding simulasi sistem hidrolik roda pendarat pada pesawat *Grand Commander 680FL* yang diharapkan bisa membantu proses pembelajaran di Program Studi Teknik Aeronautika. Pemilihan judul tugas akhir ini dilatar belakangi oleh tugas akhir sebelumnya yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Pada Tahun 2019 TA yang disusun oleh Ade Ryan Setiawan. Dengan judul “Rancang Bangun Panel Simulasi Sistem Bahan Bakar Pesawat Udara”, yaitu rancang bangun membuat alat panel simulasi untuk memvisualisasikan laju aliran sistem bahan bakar pesawat *Cessna C172N*. Panel simulasi ini memperlihatkan alur pergerakan sistem dari bahan bakar, Cara kerjanya dengan menggunakan komponen elektronik yaitu *LED* sebagai alur pergerakannya dan *switch* untuk mengatur arah pergerakannya.

Pada Tahun 2020 TA yang disusun oleh Nurdiansah. Dengan judul “Perbaikan Rancang Bangun Panel Simulasi Sistem Bahan Bakar Pesawat Udara”, yaitu perbaikan rancang bangun membuat alat panel simulasi untuk memvisualisasikan laju aliran sistem bahan bakar pesawat *Cessna C172N*. TA ini sama seperti sebelumnya tetapi dilakukan beberapa perbaikan pada sistem. Dan pengendalian panel simulasi ini menggunakan sistem utama dari mikrokontroler Arduino Mega 2560.

Tugas Akhir yang dikerjakan ini terinspirasi oleh Tugas Akhir yang dilakukan oleh Yosi Khosilma Apriliani yang disusun tahun 2020 dengan judul “Perancangan Panel Dinding Simulasi Sistem Hidrolik *Retracting Landing Gear Grand Commander 680FL*”, Tugas Akhir ini melakukan perancangan alat panel dinding simulasi sistem hidrolik *retracting landing gear* pada pesawat *Grand Commander 680FL* yang mensimulasikan laju aliran pergerakan sistem hidrolik dan memvisualisasikan pergerakan dari *landing gear*. Menurut penulis, TA ini dapat direalisasikan dengan dibuat alatnya.

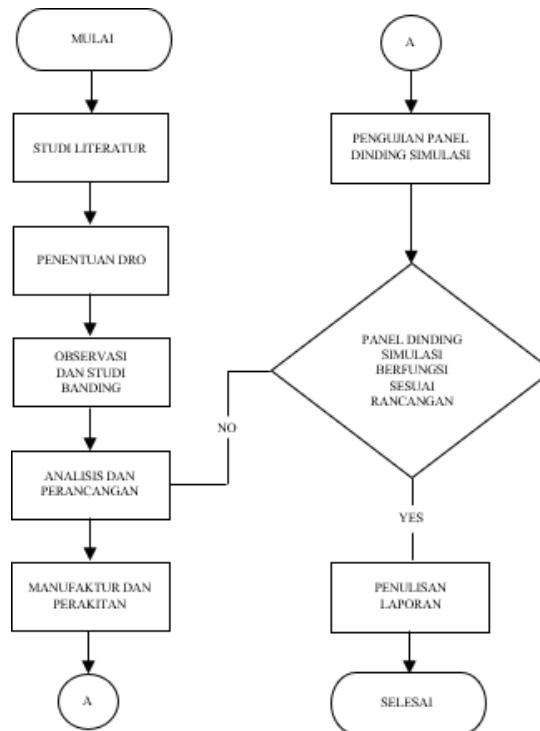
Dengan demikian maka penulis membuat Tugas Akhir mengenai Rancang bangun Panel Dinding Simulasi Sistem Hidrolik Roda Pendarat *Grand Commander 680FL* dengan menggunakan sistem utama dari mikrokontroler Arduino Mega 2560 untuk mengendalikan panel simulasinya.

## **3. METODE PENELITIAN**

Metode penyelesaian yang dikerjakan dalam Tugas Akhir ini adalah dengan menggunakan Metode Analisis dan Metode Eksperimental. Metode analisis dilakukan terdiri dari beberapa langkah yaitu studi literatur, penentuan DRO, observasi dan studi banding, analisis dan perancangan. Sedangkan Metode eksperimental dilakukan terdiri dari proses

manufaktur dan perakitan, pengujian panel dinding simulasi, evaluasi dan penyelesaian masalah.

Berikut ini adalah urutan dan langkah diagram alir dalam pelaksanaan Tugas Akhir yang ditunjukkan pada gambar 1. Diawali dengan dimulainya Studi literatur, Penentuan DRO, Observasi dan studi banding, Analisis dan perancangan, Manufaktur dan perakitan, Pengujian panel dinding simulasi dan diakhiri dengan Evaluasi dan penyelesaian masalah terhadap panel dinding simulasi agar berfungsi dengan baik sesuai rancangan.



Gambar 1 Diagram Alir

#### 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

##### Hasil Studi Literatur, Penentuan DRO, Observasi dan Studi Banding

Berdasarkan hasil dari studi literatur yang diperoleh pada Buku Bahan ajar modul II sistem hidrolik yaitu didapatkan penjelasan tentang sistem hidrolik menggunakan fluida cair sebagai perantara agar memperoleh daya yang lebih besar dari daya awal yang dikeluarkan. Serta didapatkan informasi penjelasan tentang prinsip kerja dari sistem hidrolik, komponen utama dan fungsinya, aplikasi dan melakukan latihan untuk merancang dan mengoperasikan sistem hidrolik. Hasil studi literatur pada *FAA Handbook* diperoleh informasi tentang penjelasan pada pesawat udara mengenai sistem hidrolik biasanya digunakan untuk menggerakkan komponen pesawat udara seperti *landing gear, flaps, flight control surface dan brakes system*, lalu komponen yang terdapat pada sistem hidrolik di pesawat udara dan tekanan pengoperasian sistem hidrolik yang berbeda sesuai dengan jenis pesawatnya. Hasil studi literatur pada *AMM* diperoleh informasi mengenai pesawat *Grand Commander 680FL* memberikan tekanan untuk mengoperasikan *flaps, brakes system, landing gear dan nose wheel Steering* dengan menggunakan fluida hidrolik MIL-H-5606A. Hasil studi literatur situs web dari internet diperoleh informasi mengenai penjelasan tentang pesawat udara, komponen yang menggunakan sistem hidrolik pada pesawat udara, komponen elektronik apa saja yang digunakan untuk membuat panel dinding simulasi dan regulasi sistem hidrolik pada pesawat udara. Dari Tugas Akhir sebelumnya didapatkan informasi mengenai rancangan dan perbaikan dari panel dinding simulasi dan cara kerja sistem bahan bakar pesawat udara

kemudian informasi tentang perancangan panel dinding simulasi dan cara kerja sistem hidrolik roda pendarat pada pesawat *Grand Commander 680FL*

Hasil dari tahapan penentuan *Design Requirement Objective* (DRO) ini dapat dikelompokkan yaitu komponen elektronik yang dibeli jadi kemudian nantinya akan dirakit dan diuji, Berikut ini DRO yang telah ditentukan.

Tabel 1 Design Requirement Objective

Komponen dan bahan	Spesifikasi	Fungsi
Mikrokontroler	Arduino Mega 2560	Sebagai mikrokontroler dari panel dinding simulasi sistem hidrolik pesawat <i>grand commander 680FL</i>
Arduino Scew Shield	Arduino Mega 2560 Scew Shield	Memudahkan untuk pemasangan komponen elektronik yaitu Arduino mega 2560
LED Strip	RGB WS2812B	Sebagai media visualisasi aliran fluida sistem hidrolik pada panel dinding simulasi
<i>Toggle Switch</i>	Kapasitas Amper: 15A-20A. Jumlah Pin: 2 Kaki.	Menghubungkan dan memutuskan aliran arus listrik
<i>Rotary Switch</i>	Arus 0.5mA (6 Posisi)	Sebagai pengganti <i>selector valve</i> dari sistem hidrolik
<i>Motor Servo</i>	Arus: < 500 mA. kecepatan putaran: 0,12 detik/60 derajat.	Sebagai penunjuk simulasi pergerakan dari roda pendarat
Kabel Jumper	Male to male	Menghubungkan komponen satu dengan yang lainnya
Kabel Awg	Awg no.18	Menghubungkan komponen satu dengan yang lainnya
Papan triplek	Ukuran 60x100cm Ketebalan 5mm dan 3mm	Sebagai media panel simulasi di pasang dan model dari roda pendarat
Kayu	Ukuran 1.5x4cm	Sebagai penyangga papan triplek dan frame pada papan
Banner	Jenis albatros Ukuran 60 x 100 cm	Melapisi dan menunjukkan informasi panel dinding simulasi

Berdasarkan observasi dan studi banding dilakukan pengamatan terhadap komponen-komponen pada sistem hidrolik pada pesawat *Grand Commander 680FL* secara langsung dan menyesuaikannya dengan AMM pesawat *Grand Commander 680FL*. Komponen sistem hidrolik pada pesawat terdapat tangki hidrolik (reservoir), shutoff valve, pompa hidrolik, dan roda pendarat yaitu main landing gear dan nose wheel steering. Sedangkan tahap studi banding tidak dilakukan karena tidak ada hasil dari alat yang berhubungan dengan tugas akhir sistem hidrolik roda pendarat *Grand Commander 680FL* karena hanya ada hasil perancangannya saja yang didapatkan dari proses studi literatur.

### Hasil Analisis dan Perancangan

Mengacu pada proses tahap analisis dan perancangan yang telah dilakukan, dimana tahap analisis menjadi 2 bagian yaitu analisis prinsip kerja sistem hidrolik roda pendarat *Grand Commander 680FL* dan penentuan komponen dan bahan sedangkan tahap perancangan

terbagi menjadi 2 bagian yaitu pembuatan gambar rancangan dan merancang *Mikrokontroler*. Maka hasil yang diperoleh dapat dijelaskan sebagai berikut

### 1. Analisis Prinsip Kerja Sistem Hidrolik Roda Pendarat *Grand Commander 680FL*

Analisis prinsip kerja sistem hidrolik roda pendarat pada pesawat *Grand Commander 680FL* simulasi yang dapat ditampilkan yaitu sebagai berikut :

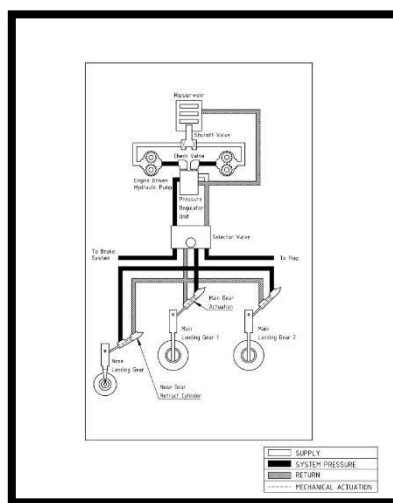
1. Aliran fluida hidrolik dari tangki hidrolik dialirkan menuju pompa hidrolik yang menghasilkan aliran fluida bertekanan. Kemudian aliran fluida bertekanan yang keluar dari pompa hidrolik keluar menuju ke *check valve* dan masuk ke *pressure regulator unit*. Aliran fluida hidrolik dari *pressure regulator unit* akan disalurkan ke *selector valve* dan apabila tekanan pada *pressure regulator unit* melebihi tekanan yang sudah diatur maka aliran fluida hidrolik akan dikembalikan ke tangki hidrolik (*fluida return*).
2. Pada *selector valve* aliran fluida hidrolik akan dialirkan menuju ke *flaps*.
3. Pada *selector valve* aliran fluida hidrolik akan dialirkan menuju ke *brake system*.
4. Pada *selector valve* aliran fluida hidrolik akan dialirkan ke roda pendarat, sehingga roda pendarat bergerak melakukan *retract*.
5. Pada saat roda pendarat bergerak melakukan *extend*, maka aliran fluida kembali ke tangki dengan melewati *selector valve (Fluida return)*.

### 2. Pembuatan Gambar Rancangan

Gambar rancangan ini terdapat hasil yang terbagi menjadi sebagai berikut yaitu pembuatan Gambar *schematic diagram*, Gambar panel dinding simulasi, Gambar tata letak komponen, Gambar 3D tampilan panel dinding simulasi, Gambar wiring diagram, Gambar diagram block rangkaian, Gambar tata letak LED strip dan Gambar tampilan panel dinding simulasi kondisi mati (*off*).

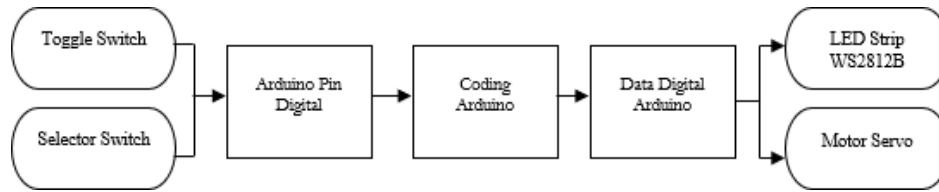
Berikut adalah hasil gambar rancangan yang telah dibuat, meliputi dari gambar *schematic diagram*, gambar panel dinding simulasi, gambar tata letak komponen dan gambar 3D tampilan panel dinding simulasi

Gambar *schematic diagram* panel dinding simulasi ini dibuat menggunakan *software solidwork* berdasarkan *schematic diagram* sistem hidrolik pada pesawat *Grand Commander 680FL* yang terdapat pada *AMM*. *Schematic diagram* yang dibuat digunakan sebagai referensi pembuatan panel dinding simulasi dan tata letak komponen.



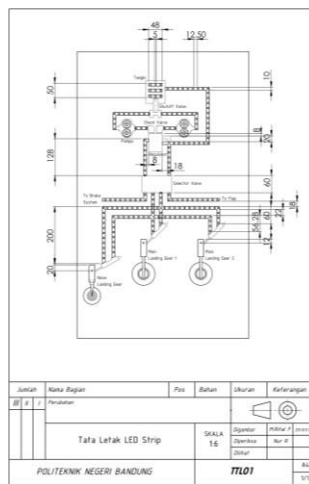
Gambar 2 Hydraulic System Schematic Diagram





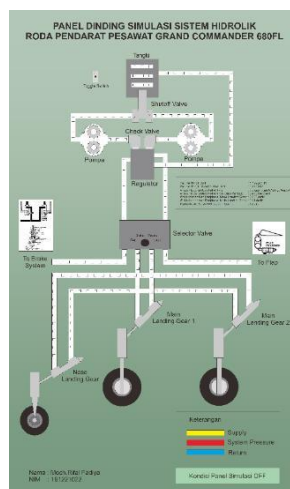
Gambar 5 Diagram Block Rangkaian

Tahapan berikut ini melakukan pembuatan gambar rancangan tata letak *LED strip* dengan mengacu pada gambar *hydraulic system schematic diagram* pada pesawat *Grand Commander 680FL* untuk dijadikan sebagai referensi dalam pembuatan panel dinding simulasi. Pada bagian tangki terdapat 9 buah mata *LED* yang mewakili volume dari tangki hidrolik, lalu ada garis *LED strip* lainnya yang dibuat mengikuti arah garis alur skematik diagram yang aslinya. Hasil dari rancangan gambar dapat ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Tata Letak LED Strip

Tahapan berikut ini adalah dibuatnya gambar simulasi yang akan ditampilkan pada panel dinding simulasi. Gambar rancangan ini dibuat menggunakan *software Corel draw*. Hasil simulasi yang ditampilkan terdiri dari beberapa kondisi. Salah satu gambar rancangan tampilan panel dinding simulasi kondisi mati dapat ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Tampilan Panel Dinding Simulasi Kondisi Mati (*off*)

Hasil dari proses merancang mikrokontroler Arduino mega 2560 yaitu Pemrograman yang dimasukkan ke dalam perangkat mikrokontroler Arduino mega 2560 berfungsi untuk memberikan perintah pada komponen elektronik yang digunakan pada panel dinding simulasi. Pemrograman dibuat berdasarkan rancangan simulasi yang telah dibuat untuk mengoperasikan komponen *LED Strip*, *Toggle swich*, *Rotary Switch* dan *Motor Servo*. Pemrograman Arduino dibuat menggunakan software Arduino IDE. Hasil dari pemrograman kemudian di *upload* ke Arduino mega 2560 yang telah dihubungkan pada komponen elektronik yang terdiri dari *LED Strip*, *Toggle swich*, *Rotary Switch* dan *Motor Servo*. Pada tahapan pembuatan program mikrokontroler *Arduino*, dibuat juga perhitungan *volume LED strip* yang terdapat ditangki hidrolik, pengaturan waktu nyala pada setiap mata *LED strip*, dan pengaturan waktu pergerakan dari *motor servo* yang menunjukkan simulasi pergerakan *retract* dan *extend* pada panel dinding simulasi sistem hidrolik roda pendarat *Grand Commander 680FL*.

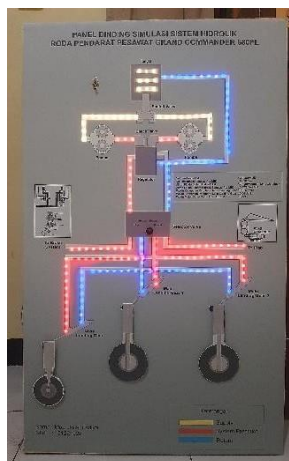
### Hasil Manufaktur dan Perakitan

Pada tahapan proses manufaktur dan perakitan ini terbagi menjadi 3 tahapan yaitu Pembuatan panel dinding simulasi sistem hidrolik roda pendarat *Grand Commander 680FL*, Merakit mikrokontroler dan komponen elektronik, dan Finalisasi panel dinding simulasi sistem hidrolik roda pendarat *Grand Commander 680FL*.

Hasil dari proses pembuatan papan panel dinding simulasi ini dibuat dengan sesuai rancangan dengan ukuran panel dinding 60 x 100cm.

Hasil dari tahapan proses merakit mikrokontroler dan komponen elektronik ini di lakukan sesuai dengan rancangan *wiring diagram* dan tata letak *LED* yang sudah dibuat sebelumnya.

Hasil dari tahapan proses memfinalisasi panel dinding sistem hidrolik roda pendarat pesawat *Grand Commander 680FL* yaitu dengan memasang *banner* jenis *albatros* yang sudah dibuat rancangannya menggunakan *software Corel Draw* dan memasang model roda pendarat yang di buat dari papan triplek dan dilapisi oleh gambar yang sudah dibuat juga rancangannya pada *software Corel Draw*. Gambar hasil pemasangan *banner* dan model roda pendarat pada panel dinding simulasi ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Hasil Pemasangan Banner dan Model Roda Pendarat Pada Panel Dinding Simulasi

### Hasil Pengujian

Pada tahapan proses pengujian panel dinding simulasi ini terbagi menjadi 2 tahapan yaitu Pengujian individual komponen elektronik dan pengujian operasional dan fungsional panel dinding simulasi sistem hidrolik roda pendarat.

Berikut ini adalah hasil pengujian komponen elektronik yang di uji secara individual, Dilakukan pengujian secara satu persatu pada komponen elektronik sebelum di uji secara keseluruhan sistem. Hasil dari tahap pengujian individual komponen elektronik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Individual Komponen Elektronik

No	Nama Komponen	Status
1	Arduino Mega 2560	Berfungsi dengan baik
2	Arduino Mega 2560 <i>Screw Shield</i>	Berfungsi dengan baik
3	LED strip RGB WS2812B	Berfungsi dengan baik
4	<i>Toggle Switch</i>	Berfungsi dengan baik
5	<i>Rotary Switch</i>	Berfungsi dengan baik
6	Kabel Jumper	Berfungsi dengan baik
7	Kabel AWG 18	Berfungsi dengan baik
8	<i>Motor Servo</i>	Berfungsi dengan baik

Pengujian operasional dan fungsional pada panel dinding simulasi ini dilakukan secara keseluruhan sistem. Hasil dari tahap pengujian operasional dan fungsional panel dinding simulasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Operasional dan Fungsional

No	Nama Simulasi	Status
1	Simulasi tangki Hidrolik dalam kondisi nyala ( <i>on</i> ) dan seluruh sistem pada panel dinding simulasi dalam kondisi nyala ( <i>on</i> ).	Berfungsi dengan baik
2	Simulasi laju pergerakan aliran fluida hidrolik dari tangki hidrolik menuju ke pompa	Berfungsi dengan baik
3	Simulasi laju pergerakan aliran fluida hidrolik dari pompa masuk ke <i>check valve</i> dan menuju <i>pressure regulator unit</i>	Berfungsi dengan baik
4	Simulasi laju pergerakan aliran fluida hidrolik dari <i>pressure regulator unit</i> menuju ke <i>selector valve</i>	Berfungsi dengan baik
5	Simulasi laju pergerakan aliran fluida hidrolik dari <i>pressure regulator unit</i> kembali menuju ke tangki hidrolik apabila tekanan berlebih ( <i>fluida return</i> ).	Berfungsi dengan baik
6	Simulasi aliran fluida hidrolik dari <i>selector valve</i> mengalir menuju ke <i>Flap</i>	Berfungsi dengan baik
7	Simulasi aliran fluida hidrolik dari <i>selector valve</i> mengalir menuju ke <i>Brake system</i>	Berfungsi dengan baik
8	Simulasi aliran fluida hidrolik dari <i>selector valve</i> mengalir menuju ke roda pendarat untuk melakukan pergerakan <i>retract</i> pada roda pendarat	Berfungsi dengan baik
9	Simulasi laju pergerakan aliran fluida hidrolik kembali menuju ke <i>selector valve</i> ( <i>fluida return</i> ). Dan aliran fluida hidrolik dari <i>selector valve</i> kembali menuju <i>pressure regulator unit</i> yang akan dikembalikan lagi ke tangki hidrolik jika tekanan berlebih ( <i>fluida return</i> ).	Berfungsi dengan baik
10	Simulasi roda pendarat melakukan pergerakan <i>extend</i>	Berfungsi dengan baik
11	Simulasi panel dinding simulasi kondisi mati ( <i>off</i> ).	Berfungsi dengan baik

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Tugas Akhir ini berhasil membuat dan merealisasikan sebuah panel dinding simulasi sistem hidrolik roda pendarat pada pesawat *Grand Commander 680FL* yang sebelumnya berupa perancangan kini menjadi sebuah alat yang sudah berhasil dibuat. Diharapkan panel dinding simulasi ini dapat membantu proses pembelajaran yang praktis dan efektif di PSTA.

Saran yang dapat diberikan untuk memperbaiki dan mengembangkan panel dinding simulasi :

1. Panel dinding simulasi sistem hidrolik pada pesawat *Grand Commander 680FL* dapat ditambahkan pergerakan pada *flap* dan aliran menuju ke *brake system* secara lebih detail.
2. Panel dinding simulasi sistem hidrolik pada pesawat *Grand Commander 680FL* dapat dibuat dan ditambahkan simulasi pergerakan mekanisme aktuatornya.
3. Pemrograman bisa dibuat lebih baik lagi untuk mensimulasikan panel dinding simulasi agar terlihat lebih *real* seperti pada kondisi asli pada pesawat.
4. Pembuatan alat simulasi sistem hidrolik pada pesawat *Grand Commander 680FL* dapat dibuat dengan metode lain untuk memvisualisasikan aliran fluida hidrolik, mekanisme gerak roda pendarat, *flap*, *brake* sistem dan lain lain.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- 680FL Maintenance Manual. Oklahoma : Gulfstream Aerospace Corporation, 1965.
- Adi Prasetya, Tri. Landing Gear. *Belajar Terbang*. [Online] 16 Mei 2017 [Dikutip: 7 Februari 2021.] <http://binadhigantara.blogspot.com/2017/05/landing-gear.html>
- Apriliansi, Yosi Khosilma. *Perancangan Panel Dinding Simulasi Sistem Hidrolik Retracting Landing Gear Grand Commander 680FL*. Bandung : Politeknik Negeri Bandung, 2020.
- FAA. *Aviation Maintenance Technician Handbook Volume 2*. USA: U.S. Department of Transportation, 2018
- FAA. *Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge, Chapter 3: Aircraft Construction*. USA: U.S. Department of Transportation, 2016  
<https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/WS2812B.pdf>
- CASR Part 23 *Airworthiness Standards: Normal, Utility, Acrobatic, and Commuter Category Airplane*. Jakarta : s.n., 2014.
- CASR Part 25 *Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes*. 2014
- Nurdiansah. *Perbaikan Rancang Bangun Panel Simulasi Sistem Bahan Bakar Pesawat Udara*. Bandung : Politeknik Negeri Bandung, 2020.
- Setiawan, Ade Ryan. *Rancang Bangun Panel Simulasi Sistem Bahan Bakar Pesawat Udara*. Bandung : Politeknik Negeri Bandung, 2019.
- Triyono,Budi. Buku Ajar Modul II Sistem hidrolik. Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung 2012.
- Wiratama, Caesar. Pesawat Terbang. *Aero Engineering*. [Online] 13 Januari 2016. [Dikutip: 29 Januari 2021.] <http://aeroengineering.co.id/2016/01/pesawat-terbang/>.