

Optimasi dan Modifikasi Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Indikator pada Alat Peraga Aliran Sistem Bahan Bakar Pesawat

Dea Qori Alghifari¹, Iis Patimah², Yohanes Sinung Nugroho³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : dea.qori.aer21@polban.ac.id

E-mail : iis.patimah.aer21@polban.ac.id

E-mail : sinung.polban@gmail.com

ABSTRAK

Pesawat terbang membutuhkan sistem pengoperasian untuk menyuplai dan mendistribusikan bahan bakar, agar saat mengudara kondisi pesawat terjaga stabil dan optimal. Optimasi sebelumnya telah dilakukan untuk memaksimalkan fungsi alat sebelumnya, dengan pengerjaan yang sama dan telah ada, dibuatlah pengoptimalan agar sesuai dengan kondisi *cockpit* pada pesawat dengan dibuatnya panel kontrol yang lebih mirip Cessna 172S, akan tetapi masih terdapat kekurangan dan simulasi pada alat peraga belum lengkap. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi dan optimasi mengenai alat peraga bahan bakar pesawat Cessna 172S, dengan judul “*Optimasi dan Modifikasi Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Indikator pada Alat Peraga Aliran Bahan Bakar Pesawat*”. Dalam pembuatan penelitian ini, dilakukan modifikasi pada alat peraga yang dibuat sistem aliran lebih mirip dengan pesawat Cessna 172S beserta indikasinya dan modifikasi pada panel kontrol dengan menyesuaikan indikasi sistem serta melakukan perancangan pemrograman komponen sistem. Sedangkan modifikasi dan optimasi pada alat peraga dilakukannya penambahan simulasi *fuel return system* dan *engine driven pump* dengan menambahkan komponen serta merubah tata letaknya yang disesuaikan dengan skematik Cessna 172S. Fluida yang digunakan yaitu air, agar memudahkan saat berlagsungnya proses simulasi serta menggunakan *non-aircraft component*. Penyelesaian penelitian ini menggunakan metode studi literatur, observasi dan analisis sebagai perbandingan dari *prototype*. Hasil yang didapat pada penelitian ini berupa data perbandingan dari penelitian sebelumnya dan diharapkan dapat menjadi alat bantu sarana pembelajaran sistem bahan bakar pada pesawat Cessna 172S.

Kata Kunci

Sistem Bahan Bakar, Alat Peraga Sistem Kontrol dan Indikator, Cessna 172S

ABSTRACT

Airplanes need an operating system to supply and distribute fuel, so that when flying the aircraft condition is maintained stable and optimal. Previous optimization has been carried out to maximize the function of the previous tool, with the same workmanship and already existing, optimization is made to match the cockpit conditions on the aircraft by making the control panel more like the Cessna 172S, but there are still shortcomings and the simulation on the props is not complete. In this study, modifications and optimizations were made regarding the Cessna 172S aircraft fuel trainer, with the title "Optimization and Modification of the Control System Design and Indicators on Aircraft Fuel Flow Props". In making this research, modifications were made to the props that made the flow system more similar to the Cessna 172S aircraft and its indications and modifications to the control panel by adjusting the system indications and designing the programming of system components. While modifications and optimizations to the props are made to add simulations of the fuel return system and engine driven pump by adding components and changing the layout adjusted to the Cessna 172S schematic. The fluid used is water, in order to facilitate the simulation process and use non-aircraft components. The completion of this research uses the method of literature study, observation and analysis as a comparison of the prototype. The results obtained in this study are in the form of comparison data from previous studies and are expected to be a tool for learning the fuel system on the Cessna 172S aircraft.

Keywords

Fuel System, Control and Indicator System, Cessna 172S

1. PENDAHULUAN

Bahan bakar merupakan salah satu bahan yang sangat penting untuk menggerakkan *engine* sehingga menghasilkan daya dorong. Pesawat membutuhkan sistem untuk mengatur distribusi dan laju bahan bakar dari tangki menuju *engine* yang disebut dengan sistem bahan bakar, yang terdiri dari beberapa komponen yaitu, *fuel tank, fuel tank venting, fuel selector valve, fuel shut-off valve, fuel filter, fuel pump, fuel nozzle, fuel injector servo, fuel divider, fuel pipe line* serta indikator bahan bakar seperti *fuel quantity indicator* dan *fuel flow indicator*.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian yang telah ada, dibuat sistem baliran bahan bakar pada pesawat yang berbeda dan terdapat kekurangan pada seperti APU, *fuel feeding* dan *bypass valve*, karena merupakan pesawat besar dengan sistem bahan bakar lebih rumit (1). Sebagai referensi lain, dibuat simulasi sistem panel kontrol, dilakukan perancangan dan pembuatan panel yang menampilkan laju aliran pada pesawat Cessna 172N dioperasikan dengan menggunakan mikrokontroler Arduino (2).

Penelitian pertama ini, dibuat alat peraga dengan melakukan perancangan dengan menampilkan laju aliran pada pesawat Cessna 172S beserta indikasinya. Simulasi yang dilakukan pada panel simulasi ini adalah *refueling* dan simulasi aliran bahan bakar dari tangki (3). Bersama rekannya, dibuat panel kontrol untuk mengatur kinerja pada alat peraga. Panel ini juga menampilkan indikasi dari sensor. Akan tetapi, kedua penelitian ini belum lengkap dengan manual pada skematik pesawat Cessna 172S (4).

Dengan fungsi dan prinsip kerja yang sama, dibuatlah penelitian sebagai optimasi dari panel kontrol sebelumnya, yang akan tetapi kurang lengkap. Terdapat simulasi dan komponen yang tidak dibuat untuk kelengkapan alat peraga dan indikasi pada panel kontrol (5).

Maka dibuatlah penelitian ini, dengan melakukan saran dari penelitian sebelumnya dengan melengkapi sistem dan komponen baru seperti menambahkannya simulasi *fuel return* dengan tambahan komponen *check valve* dan

simulasi *engine driven pump* dengan tambahan pompa serta tata letak komponen beserta indikasinya yang disesuaikan dengan skematik yang terdapat di AMM Cessna 172S sebagai rujukan utama.

2.2 Landasan Teori

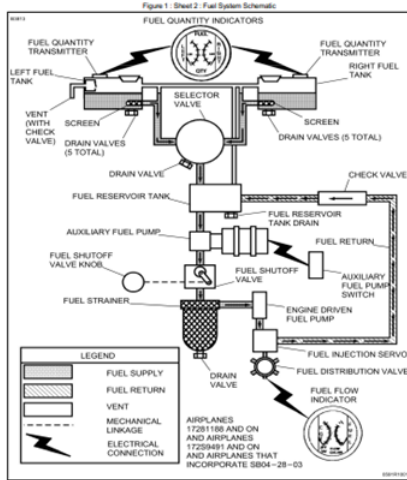
2.2.1 Pesawat Cessna 172S

Cessna 172 Skyhawk merupakan *fix wing aircraft* dibuat oleh *Cessna Aircraft Company* dengan *piston engine*, manufaktur Lycoming model IO-360-L2A kategori *American four-seat, single engine, high-wing, fix landing gear* dan *2 blade metal fixed pitch* manufaktur *propeller McCauley*. Cessna 172S dapat menampung sekitar 212 liter atau 56 gal bahan bakar, berjenis Avgas 100 octane low-lead berwarna biru (6).

2.2.2 Sistem Bahan Bakar Pesawat Cessna 172 S

Pesawat Cessna 172S mendukung 2 sistem pendistribusian bahan bakar yaitu, *gravity feed system* dan *pressure feed system*. Dengan sayap bertipe *high-wing*, dapat mendukung pemanfaatan gaya gravitasi untuk mengalirkan bahan bakar. Saat pesawat sedang beroperasi, bahan bakar yang tersedia ditangki, mengalir menuju *selector valve*, ini menentukan dari tangki mana bahan bakar akan dialirkan menuju *fuel reservoir tank*, dipompa oleh *auxiliary fuel pump* melewati *fuel shut off valve* ke *fuel strainer* menuju *engine-driven pump* yang diteruskan ke *injection servo* untuk mengatur jumlah bahan bakar yang dibutuhkan *engine* dan didistribusikan oleh *fuel distribution valve* menuju ke *engine*.

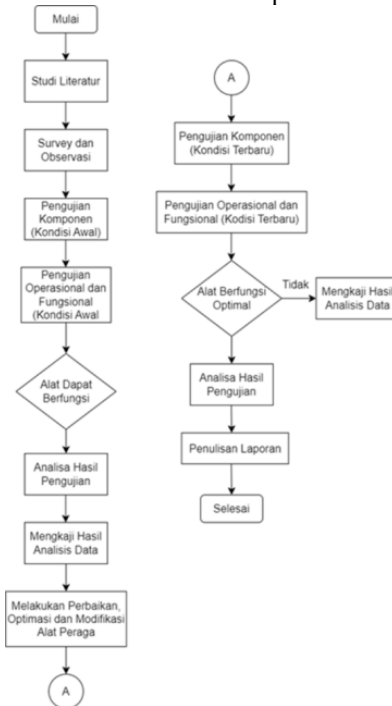
Terdapat *fuel return system* yang berfungsi untuk mengembalikan bahan bakar yang tidak digunakan oleh *engine* kembali ke tangki, sehingga bahan bakar dapat digunakan kembali. Ini untuk menghemat bahan bakar dan biaya operasional. Seperti yang ditampilkan pada "Gambar 1".



Gambar 1. Fuel System Schematic Cessna 172S

3. METODE DAN PROSES PENYELESAIAN

Metode penyelesaian masalah pada penelitian ini dibuat *flowchart* pada “Gambar 2” berikut sebagai bantuan langkah untuk penyelesaian dengan metode analisis dan eksperimental.



Gambar 2. Flowchart

3.1 Observasi

Observasi dilakukan dengan mengamati alat peraga serta sistem kontrol dan indikator secara langsung untuk memperoleh data dan informasi mengenai sistem yang telah dirancang dan dibuat (3).

3.2 Pengambilan dan Pengumpulan Data

Pengambilan data dilakukan dengan pengujian alat peraga, sistem kontrol dan indikator serta data yang dikumpulkan kondisi awal fungsional dan operasional.

3.3 Mengkaji Hasil Data

Berdasarkan hasil data pengujian dan operasional alat kondisi awal, dapat disimpulkan terdapat kendala pada indikator sensor yang tidak berfungsi dan tidak menampilkan hasil pengukuran. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan mengoptimasi dan memodifikasi agar dapat berfungsi dengan baik.

3.5 Penentuan dan Perancangan DRO

Penentuan perancangan *Design, Requirements and Objective* dilakukan agar tujuan modifikasi dan optimasi alat peraga dan sistem kontrol indikator sesuai. Berikut ini “Tabel 1” alat peraga serta sistem kontrol dan indikator.

Tabel 1. DRO.

	Kapasitas tangki	Skala 1:21
	Dimensi tangki	(2) × 24 cm × 12 cm × 21 cm
	Dimensi reservoir	13 cm × 9 cm × 6,5 cm
Aspek Desain	Sistem aliran fluida	- Gravity feed system - Pressure feed system - Fuel Return
	Dimensi panel	40 cm × 31 cm × 15cm
	Tangki dan Reservoir	Akrilik (ketebalan 2 mm)
Aspek Material	Jalur distribusi aliran fluida	Pipa PVC dan selang bening (diameter 1/2 inch)
	Frame Alat Peraga	Kayu kaso dan triplek
	Pelapis Alat Peraga	Cat Kayu warna putih (SW P.BS - BH11.2B 200 gr)
	Fluida	Air
	Panel	Multiplek, tebal

	0,5mm
Pelapis Panel	HPL Hitam, tebal 0,8mm
Tegangan <i>input</i> pompa	(2 buah) 12 V
Debit <i>output</i> pompa	(2 buah) 4 liter/min
Sensor kuantitas <i>fluida</i>	Float Sensor dan HC-SR04 <i>Ultrasonic Sensor</i>
Sensor laju aliran <i>fluida</i>	YF-S201 <i>Water Flow Sensor</i>
Katup selektor aliran <i>fluida</i>	(3 buah) <i>Solenoid Valve</i> 12 Volt DC
<i>Filter</i>	<i>Universal Filter</i> (10-25 mikron)
<i>Check Valve</i>	<i>Aerator</i> 3/16 inch
<i>Cable Protector</i>	Ukuran TC 3 (3 meter) dan TC 2 (1 meter)
Roda hidup + Rem	Berputar 360° ukuran 2 inch (beban 50kg/roda)
Konektor (T)	Ukuran diameter luar 8mm
<i>Fire Fighter</i>	KY-026 <i>Flame Sensor</i> (0-15 Volt DC)
Indikator <i>low fuel tank</i>	Lampu LED
<i>Quantity Indikator</i>	<i>Universal Fuel Meter</i> (12 Volt dan diameter 5,1 cm)
Indikator aliran <i>fluida</i>	LCD I2C
Mikrokontroler	Arduino Mega 2560

**Aspek
Komponen**

3.6 Optimasi dan Modifikasi Alat Peraga dan Panel Kontrol

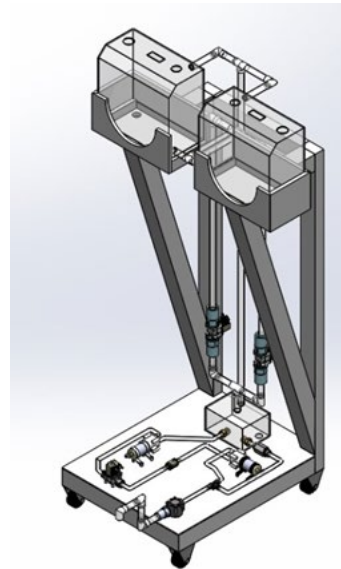
Optimasi dan modifikasi pada alat peraga dan panel kontrol mencakup perancangan desain, manufaktur dan perakitan. Optimasi dilakukan dengan manufaktur tangki *frame*, panel dengan material baru, penambahan *cable protector* serta roda hidup dilengkapi rem.

Modifikasi dilakukan pada *reservoir* dengan menambahkan *drain* dan koneksi simulasi *fuel*

return dengan ditambahkan komponen *check valve* sebagai pendukung simulasi. Selain itu komponen pompa sebagai simulasi *engine driven pump* dengan *switch* untuk mengaktifkan dan mengontrol *power* dengan indikasi LED untuk sensor simulasi saat beroperasi. Simulasi *shut-off valve* untuk kondisi *engine fire* disempurnakan dengan tambahan *flame sensor*. Modifikasi diakhiri dengan perubahan tata letak yang disesuaikan dengan skematik pesawat Cessna 172S.

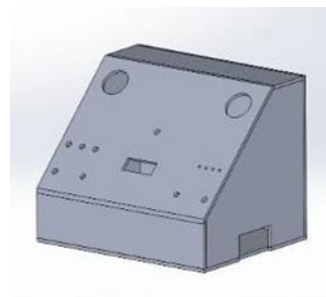
3.6.1 Perancangan dan Pembuatan Alat Peraga dan Sistem Kontrol dan Indikator

Pada tahap ini dilakukan perancangan kembali menggunakan aplikasi *Solidwork*, dengan dimensi yang telah ada. Tata letak alat peraga sesuaikan dengan skematik pesawat Cessna 172S. Hasil rancangan ditampilkan pada “Gambar 3” berikut.



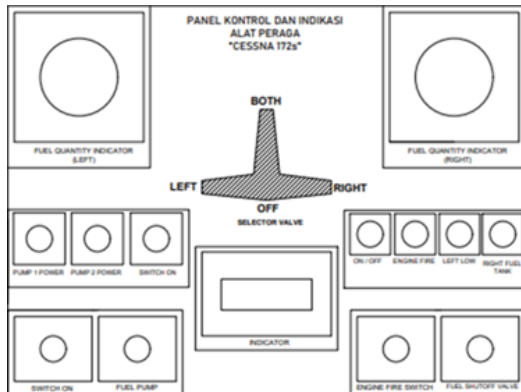
Gambar 3. Alat Peraga 3D

Hal yang sama juga dilakukan pada perancangan panel kontrol dengan referensi pada *cockpit* pesawat Cessna 172S. Hasil rancangan ditampilkan pada “Gambar 4” berikut.



Gambar 4. Panel Kontrol Indikasi 3D

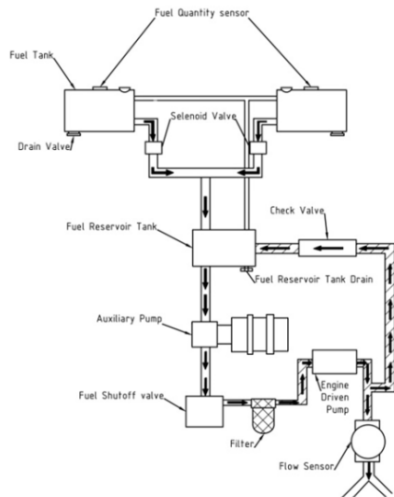
Tata letak indikator disesuaikan dengan fungsi dan penempatan pada alat peraga. Berikut ini merupakan hasil “Gambar 5” Desain Tampilan Panel Kontrol.



Gambar 5. Desain Tampilan Panel Kontrol

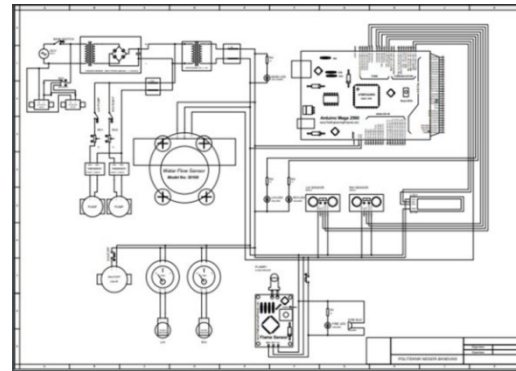
3.6.2 Pembuatan Skematik Aliran dan Wiring Diagram

Pembuatan skematik laju aliran alat peraga menggunakan *software* AutoCAD. Aliran, sistem dan komponen ditampilkan melalui “Gambar 6” Peraga berikut.



Gambar 6. Skematik Aliran Alat Peraga

Sedangkan pembuatan *wiring diagram* menggunakan *software* Proteus 8. Wiring diagram ini digunakan untuk acuan saat perakitan komponen indikasi dari sistem. Disimulasikan pada “Gambar 7” dibawah ini.

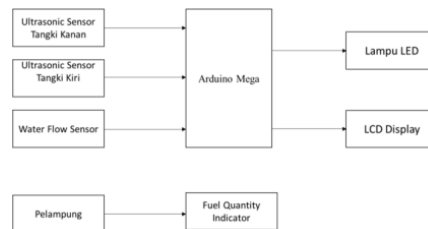


Gambar 7. Electrical Wiring Diagram

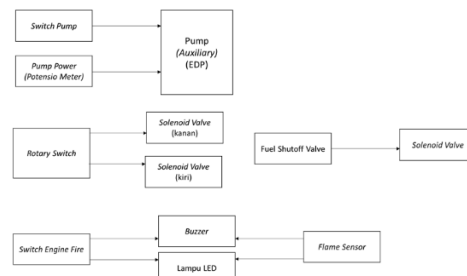
3.6.3 Pembuatan Diagram Elektrik

Dilakukan program pada mikrokontroler Arduino Mega 2560 menggunakan aplikasi Arduino IDE pada panel kontrol dan indikator yang tidak selesai pada penelitian sebelumnya. Komponen yang diprogram diantaranya, *ultrasonic sensor* untuk mengukur ketinggian *fluida* di dalam tangki dengan indikasi LED akan menyala saat ketinggian *fluida* dibawah 3cm sebagai simulasi *fuel low level* dan *flow sensor* untuk menampilkan jumlah laju aliran di LCD.

Maka dari itu, dibuatlah diagram elektrik hubungan *input* dan *output* setiap komponen yang ditampilkan pada “Gambar 8” sebagai rangkaian sistem indikator dan “Gambar 9” rangkaian sistem kontrol.



Gambar 8. Rangkaian Sistem Indikator



Gambar 9. Rangkaian Sitem Kontrol

3.7 Pengujian Alat

Dengan skematik yang dibuat pada penelitian ini yang telah disesuaikan dengan

manual. Pengujian dan cara kerja setiap simulasi yang dijelaskan pada “Tabel 2” berikut ini.

Tabel 2. Pengujian Simulasi dan Cara Kerja.

No.	Simulasi	Cara Kerja
1.	Refueling tangki kanan dan kiri dan <i>quantity indicator</i>	Mengisi air ke tangki kanan dan kiri menggunakan selang/corong sampai indikator di panel kontrol menunjukan arah F (<i>full</i>). <i>Float sensor</i> yang berada di dalam tangki akan mengindikasikan kapasitas <i>fluida</i> dengan mengirim sinyal ke indikator, maka jarum dial akan bergerak sesuai isi tangki.
2.	Distribusi aliran dari tangki kanan / kiri	Memutar <i>selector switch</i> di panel kontrol ke posisi “RIGHT”/“LEFT” maka <i>solenoid valve</i> sebelah kanan / kiri akan terbuka.
3.	Distribusi aliran dari kedua tangki	Memutar potensiometer di panel kontrol ke posisi “BOTH” maka kedua <i>solenoid valve</i> akan terbuka.
4.	Simulasi <i>starting engine</i>	Posisikan potensiometer ke posisi “BOTH” posisikan <i>aux pump switch</i> ke posisi “ON”.
5.	Simulasi <i>shut-off valve</i> dan <i>engine fire</i>	Tekan tombol <i>engine fire</i> di panel kontrol untuk cara manual atau nyalakan pemantik, dekatkan api dalam jarak 3-30 cm ke <i>flame sensor</i> untuk cara otomatis. Jika lampu indikator menyala dan alarm berbunyi, tekan tombol <i>shut-off valve</i> . Posisikan EDP <i>switch</i> ke posisi “OFF”.
6.	Simulasi <i>fuel return system</i>	Posisikan EDP <i>switch</i> agar pompa menghisap air ke arah <i>check valve</i> , maka aliran kembali ke <i>reservoir</i> dan apabila

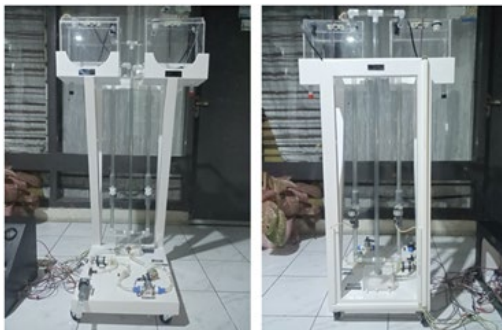
		diperlukan gunakan <i>dop</i> /penutup pipa, agar tidak ada aliran yang keluar.
7.	Simulasi <i>engine driven pump</i>	Posisikan EDP <i>switch</i> ke posisi “ON” kemudian atur <i>power</i> pompa menggunakan EDP <i>switch power</i> .
8.	Simulasi <i>auxiliary pump</i>	Posisikan <i>auxiliary pump switch</i> ke posisi “ON” kemudian atur <i>power</i> pompa menggunakan EDP <i>switch power</i> .
9.	Simulasi <i>low fuel</i> tangki kanan/kiri.	Mengurangi kuantitas air pada tangki kanan/kiri hingga ketinggian <i>level</i> air dibawah 3cm, ultrasonic sensor akan mengirim sinyal ke LED maka, lampu indikator akan menyala.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan Alat Peraga dan Panel Sistem Kontrol Indikator

Perubahan pada alat peraga ini terdapat pada optimasi tangki dan *reservoir* dilakukan manufaktur menggunakan material baru, tetapi dimensi yang sama dengan penelitian sebelumnya serta mencakup tambahan simulasi sistem *fuel return* dan EDP yang pada penelitian sebelumnya belum ada.

Sedangkan modifikasi dilakukan dengan menambahkan saluran *drain* pada *reservoir* dan saluran untuk simulasi sistem *fuel return*. Pada dasar *frame* alat peraga ditambahkan lubang untuk jalur elektrik pada komponen EDP dan *solenoid shut-off valve*. Tata letak yang telah disesuaikan dengan skematik Cessna 172S merupakan modifikasi terakhir yang tampilan alat peraga *final*-nya pada “Gambar 10” dibawah ini.



Gambar 10. Alat Peraga Beserta Indikasinya

Pada panel kontrol, optimasi dilakukan program pada *ultrasonic sensor* dan *flow sensor*, sehingga dapat bekerja dan indikasinya dapat terbaca oleh indikator di panel kontrol. Dengan penambahan *flame sensor* sebagai komponen pendukung simulasi sistem *shut-off valve* pada kondisi *engine fire*.

Sedangkan modifikasi yang dilakukan yaitu dengan penambahan lubang untuk *switch* kontrol EDP dan LED sebagai indikasi saat simulasi berlangsung dengan ukuran lubang disesuaikan ukuran asli komponen yang akan dipasang pada panel kontrol. Keluaran *cabl*e indikasi dari *frame* alat peraga dan panel kontrol dibuat satu lubang akses kotak dan *cabl*e yang telah disesuaikan dengan indikasinya dengan memberi *label* agar tampilan *electrical cabl*e tidak menyatu dengan *cabl*e lain.

4.2 Pembuatan Alat Peraga Panel Sistem Kontrol Indikator

Rangka dan *frame* pada alat peraga digunakan kembali untuk penelitian ini (5). Rangkanya dibuat dari kayu kaso serta *frame* dan dasarnya dibuat dari triplek dengan tebal 9 mm, dengan dimensi yang telah ada dari penelitian sebelumnya (3).

Dilakukan modifikasi pada alat peraga dengan mengecat seluruh permukaan alat peraga berwarna putih agar tampilan lebih bersih dan aliran dapat terlihat jelas. Selain itu, ditambahkan *cabl*e *protector*, selain untuk melindungi *electrical cabl*e, tujuan pemasangannya yaitu agar tampilan *cabl*e tidak berantakan, dan alat peraga terlihat lebih rapih serta dengan pemasangan roda hidup yang dilengkapi rem dapat memudahkan mobilitas pergerakannya, seperti pada “Gambar 11” berikut.



Gambar 11. Alat Peraga

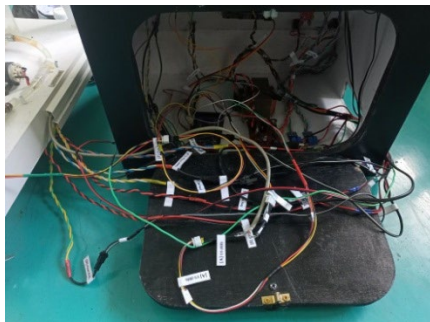
Pada panel sistem kontrol dan indikator dilakukan optimasi dengan mengganti bahan panel menggunakan *multiplek* ketebalan 5mm dan tambahan pelapisan memakai HPL ketebalan 0,8mm. Untuk panel sistem kontrol dan indikator dibuat mirip dan disesuaikan dengan kondisi *cockpit* Cessna 172S. Pada sisi belakang dipasang engsel untuk akses dalam melakukan perbaikan jika terdapat kerusakan pada komponen. Hasilnya ditunjukkan pada “Gambar 12” dibawah ini.



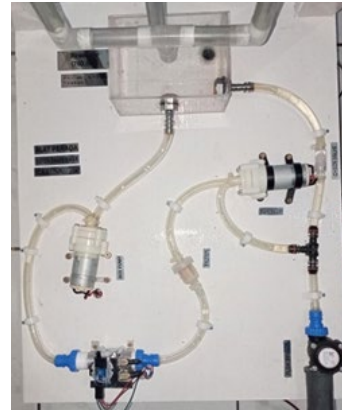
Gambar 12. Manufaktur Panel Kontrol

4.3 Perakitan Alat Peraga dan Panel Kontrol Indikator

Seluruh komponen pada alat peraga beserta tata letaknya dipasang sesuai sistem dan skematik yang telah dibuat. Untuk menghubungkan kabel antara alat peraga dan panel kontrol menggunakan *socket* agar memudahkan mobilitas perpindahan saat alat peraga dan panel kontrol ingin dipindahkan serta dapat menyimulasikan proses penyambungan dan pelepasan indikasi *electrical cable* sesuai *label* yang tersedia, seperti pada “Gambar 13” beserta tata letak komponen alat peraga yang ditampilkan “Gambar 14” dibawah.



Gambar 13. *Electrical Cable Indicators*



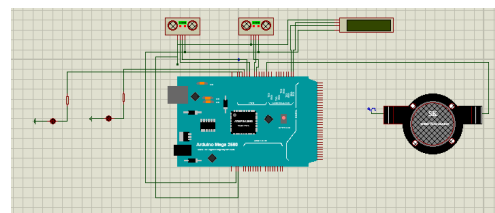
Gambar 14. Tata Letak Komponen Alat Peraga

Komponen pada panel kontrol dipasang sesuai dengan desain yang telah dibuat dengan menambahkan saklar ON/OFF, potensiometer, lampu LED dan *flame sensor* yang ukurannya disesuaikan dengan komponen yang digunakan. Berikut ini “Gambar 15” tampilan akhir panel kontrol.



Gambar 15. Panel Kontrol dan Indikator

Pada komponen yang berhubungan dengan Arduino Mega 2560 dapat dilakukan simulasi dengan menggunakan *software Proteus 8*. Pada aplikasi ini menggambarkan pemakaian pin pada mikrokontroler dengan komponen. Berikut ini merupakan “Gambar 16” hasil rangkaian Arduino dan komponen yang terhubung pada *software Proteus 8*.



Gambar 16. Simulasi Pin pada Arduino Mega 2560

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah dilakukan dalam penyelesaian Tugas Akhir, diperoleh kesimpulan diantaranya:

1. Dapat menyimulasikan *engine driven pump* dan *fuel return* tanpa atau dengan tambahan *dop* untuk menambah tekanan agar aliran kembali ke *reservoir* saat kondisi air terbatas.
2. Program pada komponen *ultrasonic sensor* sebagai pengukur kuantitas ketinggian *fluida* dapat mengindikasikan simulasi *low level* di dalam tangki dengan indikasi LED menyala dan *flow sensor* untuk menampilkan jumlah aliran yang dapat terbaca di LCD pada panel kontrol.
3. Penambahan komponen *flame sensor* sebagai penyempurna simulasi *shut-off valve* saat kondisi *engine fire* dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya.
4. Alat peraga serta panel kontrol dan indikator dapat berfungsi dengan baik, dapat digunakan untuk menyimulasikan sistem bahan bakar pada pesawat Cessna 172S.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada seluruh orang yang terlibat dalam membantu penyediaan fasilitas untuk penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. P. Jannus, "Rancang Bangun Simulator Fuel System Pesawat Terbang Boeing 737-800," pp. 930–937, 2019.
2. S. Ade Ryan, "Rancang Bangun Panel Simulasi Sistem Bahan Bakar Pesawat Udara. Bandung: Politeknik Negeri Bandung, 2019.
3. M. F. R. Syahid, "Rancang Bangun Alat Peraga Aliran Sistem Bahan Bakar Pada Pesawat Cessna 172S," 2021.
4. E. David, "Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Indikasi pada Alat Peraga Aliran Bahan Bakar Pesawat," 2021.
5. M. Naufal, Optimasi Alat Peraga Sistem dan Panel Kontrol Bahan Bakar Pesawat Cessna 172S. 2022.
6. Cessna, Piston Cessna Skyhawk. 2024
7. FAA, "Aviation Maintenance Technician Handbook-Airframe, Volume 2," pp. 1–23, 2016.
8. Cessna Aircraft Company, Maintenance Manual Cessna Model 172 Series 1996 & ON, no. July. 2007.
9. Silverius S, Filter or Strainer. 2017.
10. N. Shelton, "No Title," boldmethod. [Online].

- Available: www.boldmethod.com
11. N. Bloom and J. Van Reenen, "濟無 No Title No Title No Title," NBER Work. Pap., p. 89, 2013, [Online]. Available: <http://www.nber.org/papers/w16019>.
 12. A. Hardiansah, "No Title," kabarpenumpang. [Online]. Available: www.kabarpenumpang.com
 13. S. Way, "FUEL - GENERAL Tools , Equipment and Materials NOTE : Equivalent substitutes may be used for the following items :," vol. 172, no. Rev 23, 2020.
 14. Suryani, Survey Kemampuan Daya Serap Manusia. et al. 28, 2018.
 15. Civil Aviation Safety Regulation, "Civil Aviation Safety Regulation (CASR) Part 43," Certif. Oper. Requir. Domest. Flag, Suppl. Air Carriers, vol. Amdt 12, no. 14 Agustus 2017, p. 263, 2000. K. Perhubungan. Civil Aviation Safety Regulation, "Civil Aviation Safety Regulation Part 23," Certif. Oper. Requir. Domest. Flag, Suppl. Air Carriers, vol. Amdt 12, no. 14 Agustus 2017, p. 263, 2003.