

PEMBUATAN SIMULATOR *FUEL SYSTEM* BOEING 737-200 DENGAN VISUALISASI ALIRAN *FUEL* DI HANGGAR POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA

Anjas Maulana Iswanto¹, Lady Silk Moonlight², Suseno³
^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I No 73, Surabaya 60236
Email : metc273@gmail.com

Abstrak

Pesawat udara membutuhkan suplai bahan bakar yang stabil pada saat melakukan penerbangan. Bahan bakar ini digunakan oleh mesin pesawat untuk menghasilkan daya dorong, maka diperlukannya system pendistribusian bahan bakar.

Fuel system merupakan suatu sistem penting pada pesawat terbang yang digunakan untuk mengalirkan bahan bakar dari *tank* menuju *engine*. Kegagalan pada *fuel system* dapat menyebabkan masalah yang serius bahkan fatal pada pesawat. Tujuan pembuatan alat kali ini agar mempermudah para taruna untuk memahami materi dengan efisien.

Tank dan pipa pada simulator akan dibuat dari bahan akrilik agar dapat melihat proses aliran fluida. Simulator ini diberikan system pengontrol menggunakan mikrokontroler arduino mega 2560 untuk mengatur buka tutup solenoid, dan sebagai display *fuel indicator*.

Kata Kunci : Alat peraga, Sistem Bahan Bakar, Tangki

Abstract

Aircraft need a steady supply of fuel while flying. This fuel is used by aircraft engines to generate thrust, so a fuel distribution system is needed.

The fuel system is an important system in aircraft used to flow fuel from the tank to the engine. A failure in the fuel system can cause serious or even fatal problems for the aircraft. The purpose of making the tool this time is to make it easier for cadets to understand the material efficiently.

Tanks and pipes in the simulator will be made of acrylic material in order to see the fluid flow process. This simulator is given a control system using the Arduino Mega 2560 microcontroller to adjust the solenoid opening and closing, and as a display fuel indicator.

Keywords : Simulator, Fuel System, Tank

PENDAHULUAN

Pesawat terbang membutuhkan *thrust* yang dihasilkan oleh *engine* agar dapat melaju sampai kecepatan tertentu yang dapat membuat sayap mendapatkan daya angkat lalu mengudara, bahan bakar pada pesawat terdapat pada sayap dan untuk mengalirkan

bahan bakar menuju *engine* dibutuhkan *Fuel system* yang mengatur aliran bahan bakar.

Fuel System digunakan untuk menyuplai kebutuhan bahan bakar ke *engine* pesawat di setiap kondisi dengan stabil. Pembahasan *Fuel system* sendiri dibagi menjadi dua bahasan, yakni *airframe fuel system* dan *engine fuel system*. Pada *airframe*

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

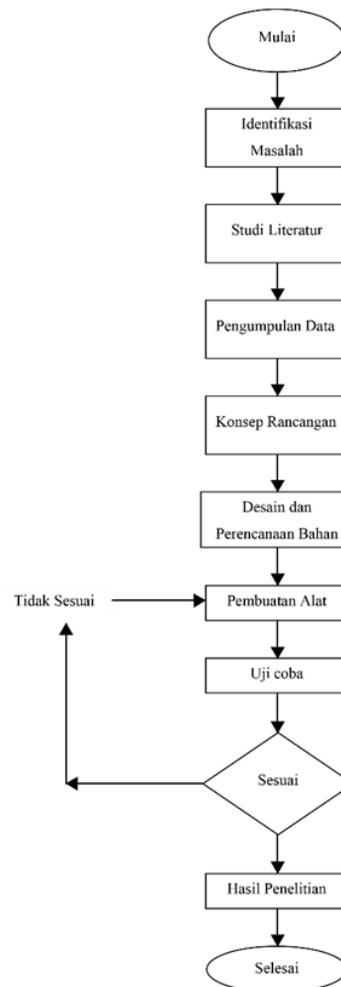
fuel system mencakup fungsi pengisian bahan bakar ke tangki pesawat (*refueling*), pengosongan *tank* untuk pemeliharaan (*defueling*), pendistribusian bahan bakar dari *tank* ke *engine* (*fuel feeding*), dan pembacaan kuantitas bahan bakar didalam *tank* (*Fuel Indicating*).

Di hangar Politeknik Penerbangan Surabaya sendiri terdapat simulator *fuel system* yang digunakan sebagai sarana praktek untuk mengetahui bagaimana *fuel* bekerja pada pesawat, dalam pengoperasian simulator tersebut simulator berjalan dengan baik namun terdapat kekurangan dimana aliran *fluid* tidak dapat terlihat dikarenakan pipa dari simulator yang tidak transparan, serta kurang kompleksnya fungsi dari *fuel system*, Sehubungan dengan hal tersebut, maka penulis ingin membuat simulator *fuel system* yang mengacu pada pesawat terbang jenis Boeing 737-200 yang akan dibuat dengan menggunakan bahan akrilik yang tembus pandang sehingga dapat memperhatikan aliran bahan bakar dengan jelas dan membuat sistem control untuk simulator tersebut.

Pembuatan simulator ini memiliki beberapa batasan yang dibuat mengingat *Fuel System* pada pesawat sangat kompleks seperti simulasi dilakukan seperti pesawat di ground, APU *fuel feed*, dan *bypass valve*.

Simulator ini dibuat bertujuan untuk membantu Dosen/Pengajar untuk menyampaikan materi dan sebagai media pembelajaran untuk Taruna Politeknik Penerbangan Surabaya yang ingin belajar tentang *Fuel System* pada Pesawat Terbang.

METODE



Gambar 1 Diagram Alur Metodologi

Dimulai dengan adanya gagasan mengenai simulator *fuel system*, kemudian klasifikasi masalah dengan melihat langsung kondisi lapangan mengenai alat yang sudah

PROSIDING SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

ada, sementara studi literatur didapat dengan bimbingan kepada instruktur dan juga dengan dukungan jurnal, modul pembelajaran, maupun artikel sebagai penunjang pembuatan simulator.

Konsep rancangan didasarkan pada *Aircraft Maintenance Manual* dengan beberapa penyesuaian untuk menyelaraskan batasan masalah dan disertai dengan teori-teori yang telah didapat pada tahap sebelumnya.

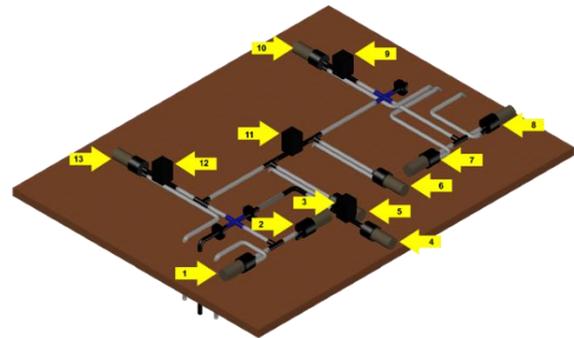
Proses pembuatan diawali dengan pengumpulan bahan-bahan yang telah direncanakan kemudian memulai dengan menyatukan tiap bahan atau komponen agar menjadi satu kesatuan alat simulator. Selanjutnya adalah melakukan uji coba kepada alat apakah dapat bekerja dengan baik atau belum. Jika kinerja alat belum atau kurang baik maka alat akan memasuki proses pembuatan kembali untuk modifikasi atau memperbaiki agar bekerja sebagai mana mestinya. Proses akhir adalah penulisan atau penyusunan laporan sebagai evaluasi dalam hasil pembuatan alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini teori dasar dan perencanaan yang telah dilakukan akan dijadikan acuan cara kerja “Pembuatan Simulator *Fuel System* Boeing 737-200 Di

Hanggar Politeknik Penerbangan Surabaya” sebagai sarana penunjang pembelajaran di hanggar AMTO 147 D-010 program studi Teknik Pesawat Udara Politeknik Penerbangan Surabaya.

Desain Simulator *Fuel System*



Gambar 2 Gambar Rancangan

- | | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| 1. Main Tank 1 Boost Pump 1 | 8. Main Tank 2 Boost Pump 2 |
| 2. Main Tank 1 Boost Pump 2 | 9. Engine 2 Fuel Shut-off Valve |
| 3. APU Shut-off Valve | 10. Engine 2 Driven Pump |
| 4. APU EDP | 11. Cross Feed Valve |
| 5. Center Tank Left Pump | 12. Engine 1 Fuel Shut-off Valve |
| 6. Center Tank Right Pump | 13. Engine 1 Driven Pump |
| 7. Main Tank 2 Boost Pump 1 | |

Spesifikasi Simulator

Kapasitas *tank* : 4 Liter

Jumlah *pump* : 8

Penggerak *pump* : Motor 220VAC,
12VDC

Jumlah sensor *level* : 3

Jumlah solenoid : 4

Tank yang digunakan pada pembuatan simulator *fuel system* merupakan *tank* berbahan akrilik dengan tinggi 20 cm, lebar

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

15 cm, dan memiliki volume 3 liter. Material yang digunakan untuk *fuel feed line* berupa *PolyVinyl Chloride* yang memiliki diameter 8 mm dengan ketebalan 2 mm dan merupakan bahan yang transparan juga elastis. *Pump* dan *Solenoid valve* yang digunakan pada simulator menggunakan *input power* 12V DC. Kecepatan *output* yang dihasilkan tiap-tiap *pump* yaitu:

$$v = \frac{Q}{A}$$

Debit *pump* :

$$Q = 75 \text{ L/H} \text{ atau } 0,0208 \text{ L/S}$$

Luas Permukaan *fuel feed line* :

$$A = \pi r^2$$

$$= \pi 4^2$$

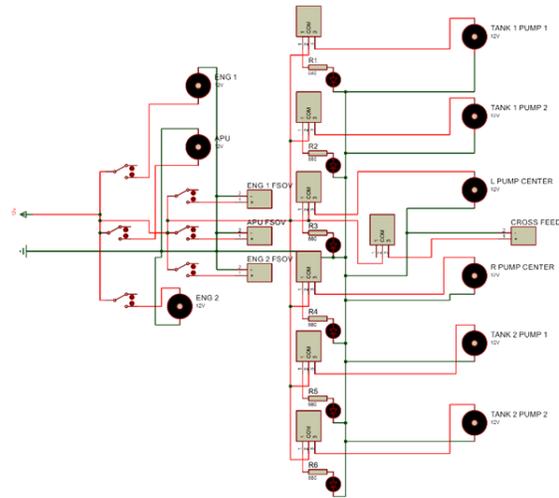
$$= 4\pi \text{ cm}^2$$

Kecepatan *output* :

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,0208}{4\pi \cdot 10^{-4}} = 1,656 \text{ m/s}$$

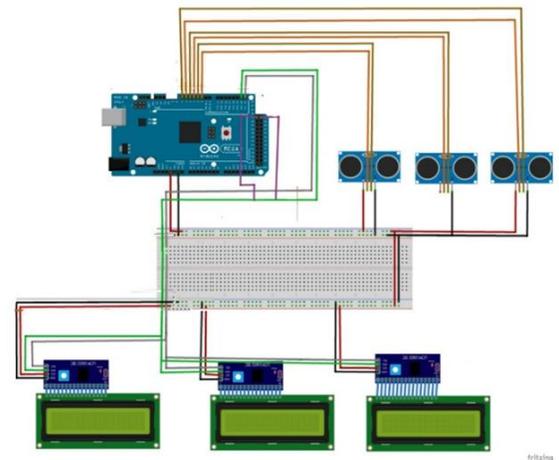
Perancangan *Switch Control Panel* dan *Tank Quantity Display*

Kontrol pada simulator untuk menyalakan *pump* dan mengubah posisi solenoid *valve* dari *close* ke *open* menggunakan *switch*.



Gambar 3 Rangkaian sistem kontrol pada simulator

Pembacaan kuantitas *fuel* pada simulator menggunakan sensor *ultrasonic*, dan microprosesor arduino mega 2560 sebagai pengelola data, kemudian ditampilkan melalui LCD 16x2.



Gambar 4 Rangkaian Fuel Quantity Display.

Uji Coba Rancangan

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

Pada simulator kali ini akan dilakukan simulasi *fuel feeding* dari *tank* menuju *engine*, dan *cross feeding* dari *main tank* 1 menuju *engine* 2 atau sebaliknya.

Pengujian pertama kali dilakukan dengan mengisi ketiga *tank* dengan air bervolume 3 liter yang diberi pewarna sebagai visualisasi aliran *fuel* pada simulator. Pewarna yang digunakan adalah warna cokelat sebagai warna *fuel* pada *main tank* 1 dan *main tank* 2, dan warna merah pada *center tank*.

Kemudian letakkan simulator diatas ketiga *tank* yang telah terisi dengan air berwarna.

Agar simulator dapat bekerja hubungkan Simulator dengan *input power* 12V DC sebagai sumber kelistrikan untuk menggerakkan *pump* dan solenoid *valve*, setelah terhubung Indikator LED akan menyala.

Simulasi Fuel Feeding

Pertama nyalakan *switch left tank booster pump aft* dan *fwd*, setelah *switch* diaktifkan maka kedua *booster pump* mulai menyala dan mulai mengambil *fuel* dari *left wing fuel tank* untuk dialirkan menuju APU dan *Engine* 1.

Selanjutnya nyalakan kedua *switch center tank boost pump*, setelah *switch*

diaktifkan kedua *booster pump* pada *center tank* akan menyala dan menyuplai aliran *fuel* pada *system*, untuk *left center tank booster pump* hanya menyuplai APU dan *Engine* 1, dan untuk *right center tank boost pump* hanya menyuplai *Engine* 2.

Posisikan *right tank/main tank 2 booster pump switch* dalam keadaan *ON*, *booster pump* aka menyala dan menyuplai *fuel* menuju *Engine* 2.

Simulasi Cross Feeding

Cross feed dari *tank* 1 menuju *engine* 2

Posisikan *switch* pada *booster pump main tank 2* dalam keadaan *off*, dalam keadaan tersebut akan muncul indikator berupa LED yang menandakan *booster pump* dalam keadaan *off*. Kemudian nyalakan *switch Cross feed valve* untuk membuka *valve* agar aliran *fuel* dari *main tank* 1 dapat terdistribusi menuju *engine* 2.

Cross feed pada *center tank* dapat memberikan akses pada *left center tank boost pump* menyuplai ke *engine* 2 dan *right center tank boost pump* dapat menyuplai ke *engine* 1 dan APU. Untuk melakukan simulasi tersebut pada *engine* 2 maka *boost pump* dari *main tank* 2 dimatikan atau dalam kondisi *low pressure*, kemudian nyalakan *switch* untuk *center tank boost pump left and right*.

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

Cross feed dari *tank 2* menuju *engine 1* dan APU

Karena APU hanya dapat disuplai oleh *boost pump main tank 1*, maka ketika *boost pump* mati dan *cross feed* diaktifkan *fuel* dari *main tank 2* akan menyuplai *engine 1* dan APU.

Posisikan *switch* pada *booster pump main tank 1* dalam keadaan *off*, dalam keadaan tersebut akan muncul indikator berupa LED yang menandakan *booster pump* dalam keadaan *off*. Kemudian nyalakan *switch Cross feed valve* untuk membuka *valve* agar aliran *fuel* dari *main tank 2* dapat terdistribusi menuju *engine 1* dan APU.

Simulasi Engine Driven Pump

Engine Driven Pump merupakan *pump* yang digerakkan oleh *engine* yang menjadi pengaman ketika kedua *booster pump* atau semua *booster pump* dalam keadaan mati atau *fail*. *Engine Driven Pump* hanya dapat mengambil *fuel* dari *wing tank* atau *main tank* dengan cara *suction* melalui *bypass valve*.

Pada *engine driven pump 1* hanya dapat mengambil *fuel* dari *main tank 1*, dan *engine driven pump* pada *engine 2* hanya dapat mengambil *fuel* dari *main tank 2*, sedangkan *engine driven pump* yang ada di APU hanya mengambil *fuel* dari *main tank 1*.

Posisikan *switch booster pump* dalam keadaan *off*, kemudian posisikan *switch engine driven* dalam keadaan *on*, *Engine* akan mengambil *fuel* melalui *bypass valve* dan tetap menyuplai *engine*.

Pembahasan Hasil Penelitian

Hasil penelitian pada pengujian simulator *fuel system* tersebut didapatkan aliran *fuel* yang diambil dari masing – masing *tank* dapat dialirkan menuju *engine*, didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 1 Pengujian *Fuel Feeding*

<i>Fuel Feeding (Normally)</i>		
<i>Main Tank 1</i>	<i>Center Tank</i>	<i>Main Tank 2</i>
<i>Engine 1</i>	<i>Engine 1</i>	<i>Engine 2</i>
APU	<i>Engine 2</i>	-
-	APU	-

Tabel 2 Pengujian *Cross Feeding*

<i>Cross Feeding</i>		
<i>Main Tank 1</i>	<i>Center Tank</i>	<i>Main Tank 2</i>
<i>Engine 1</i>	<i>Engine 1</i>	<i>Engine 1</i>
<i>Engine 2</i>	<i>Engine 2</i>	<i>Engine 2</i>
APU	APU	APU

Perhitungan Debit Air

Selain menguji dan mendapatkan hasil tersebut alat juga dianalisa dengan menghitung debit air yang mengalir pada saat proses *fuel feeding* dan *cross feeding* dengan menguji simulator untuk mengalirkan air kedalam wadah bervolume 3 liter dan mencatat waktu yang digunakan dalam

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

proses pemenuhan wadah tersebut kemudian didapat data sebagai berikut :

$$Q = \frac{v}{t}$$

Keterangan :

Q = Debit (L/S)

v = Volume (liter)

t = Waktu (detik)

Tabel 4.3 Penghitungan debit air saat *fuel feeding* (normally)

<i>Fuel Feeding (Normally) (L/S)</i>						
	Main Tank 1		Center Tank		Main Tank 2	
	Pump 1	Pump 2	L Pump	R Pump	Pump 1	Pump 2
Engine 1	0,030	0,028	0,025	-	-	-
Engine 2	-	-	-	0,033	0,030	0,026
APU	0,030	0,028	0,030	-	-	-

Tabel 4.4 Penghitungan debit air saat *cross feeding*

<i>Cross Feeding (L/S)</i>						
	Main Tank 1		Center Tank		Main Tank 2	
	Pump 1	Pump 2	L Pump	R Pump	Pump 1	Pump 2
Engine 1	0,030	0,028	0,025	0,036	0,034	
Engine 2	0,036		0,030	0,033	0,030	0,026
APU	0,030	0,028	0,030	0,036	0,034	

PENUTUP
Kesimpulan

1. Simulator ini digunakan untuk menunjang aspek pembelajaran di Politeknik Penerbangan Surabaya.
2. Simulator ini menggunakan akrilik sebagai *tank* tempat menampung fluid yang aplikasikan sebagai *fuel*, kemudian menggunakan solenoid *valve* sebagai *cross feed valve* dan *fuel shut-off valve*, dan pipa yang terbuat dari *PolyVinyl Chloride* yang transparan sehingga aliran *fuel* dapat terlihat.
3. Simulator ini memiliki pembacaan kuantitas yang digunakan untuk membaca kuantitas pada tiap *fuel tank*.
4. Simulator ini mensimulasikan proses *fuel feeding* antara *tank* dengan *engine* juga proses *cross feeding* untuk menyilangkan aliran dari *main tank 1* ke *engine 2* dan sebaliknya *main tank 2* ke *engine 1* dan APU.

Saran

1. Pembaruan terhadap material dan *design* saat ini.
2. Pengubahan tenaga masukan yang awalnya 12V DC dengan tenaga

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

- masukannya yang lebih besar agar simulator dapat bekerja lebih baik.
3. Menambah fitur yang lebih lengkap seperti: *transfer fuel, defueling, dan refueling*.
 4. Menambah fitur kontrol yang lebih praktis dimana pengendalian *switch* menggunakan *relay* berbasis arduino.
- [5] Kholil, A., Kustori., & Moonlight, L. S., (2020). *Prototype Smart Water Meter Terpusat Berbasisraspberry Via Internet of Things Sebagai Monitoring Debit Air Di Bandar Udara Internasional Supadio Pontianak*. Prosiding SNITP 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Boeing Company. (2007). *Aircraft Maintenance Manual*. Seattle: Boeing Commercial Airplane Group.
- [2] Jannus, P., Raditya, L., Banyulingga, M., Bernatius, T., & Siahaan, P. (2019). *RANCANG BANGUN SIMULATOR FUEL SYSTEM PESAWAT TERBANG BOEING 737-800*
- [3] U.S. Department of Transportation. (2012). *Aviation Maintenance Technician Handbook–Powerplant*. U.S.A: United States Department of Transportation, Federal Aviation Administration.
- [4] Hermawan, D. C., Kustori., & Moonlight, L. S., (2020). *Prototype Sistem Kontrol Dan Monitoring Cubicle Berbasis Smartphonedidi Bandar Udara El Tari Kupang*. Prosiding SNITP 2020.