

Pembuatan Alat dan Simulasi Sistem *Engine Fire Protection* Pada Pesawat Terbang

Ozi Satria Nanda*, Bismil Rabeta

Prodi Teknik Aeronautika, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan, Universitas Suryadarma
Komplek Bandara Halim Perdanakusuma, Jakarta 13610, Indonesia

*Corresponding Author : ozisatria@gmail.com

Abstrak – Pembuatan alat simulasi sistem engine fire protection pada pesawat terbang telah dilakukan. Setelah proses pembuatan alat simulasi selesai, pengujian dilakukan guna mengukur kemampuan alat simulasi bekerja, terutama kemampuan detektor dan pemadam. Pengujian dilakukan dengan cara menyalakan alat pembakar yang terdapat pada engine nacelle, detektor akan merasakan panas lalu mengirim sinyal tanda kebakaran melalui engine fire detection module ke engine fire control panel dan ke aural warning unit, pilot yang menerima sinyal tersebut akan mengoperasikan pemadam untuk memadamkan api. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan detektor mampu mendeteksi kebakaran dalam waktu kurang dari 45 detik, dan pemadam dapat melakukan pemadaman api dalam waktu kurang dari 2 detik.

Kata kunci : Sistem Engine Fire Protection, Sinyal tanda kebakaran, Detektor, Pemadam

Abstrac – The manufacture of engine fire protection system simulation tool on aircraft has been carried out. After process of making the simulation tool is complete, the test is carried out to measure the ability of the simulation tool to work, especially the ability of the detector and extinguisher. Testing is done by turning on the burner contained in the engine nacelle, the detector will sense heat and then send a signal of fire trough engine fire detection module to engine fire control panel and aural warning unit, the pilot who receive the signal will operate extinguisher to put out the fire. From the test result it can be concluded the detector is able to detect fires in less than 45 seconds, and extinguisher is able to burnout the fire less than 2 seconds.

Keywords : Engine Fire Protection System, Signal of Fire, Detector, Extinguisher

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang industri penerbangan berkembang dengan sangat pesat. Hal ini dapat dilihat dengan semakin banyaknya pesawat yang menggunakan teknologi canggih sehingga pesawat tersebut dapat terbang dengan cepat, berkapasitas besar, efisien dan aman untuk keselamatan penumpang dan awaknya sendiri.

Salah satu perkembangan teknologi tersebut adalah sistem proteksi kebakaran pada mesin pesawat. Sistem proteksi ini membantu pilot untuk mengidentifikasi dan melakukan pemadaman saat terjadi kebakaran, sehingga keamanan dan keselamatan penumpang, awak, dan pesawat itu sendiri dapat terjamin.

Mesin merupakan komponen yang sangat penting pada pesawat, mesin menghasilkan gaya dorong agar pesawat bisa terbang. Selain untuk menghasilkan dorongan untuk menggerakkan pesawat terbang, setiap mesin juga dimanfaatkan untuk memutar kompresor dan generator listrik.^[1]

Kebakaran pada mesin merupakan suatu ancaman paling berbahaya bagi pesawat terbang. Beberapa kecelakaan pesawat terbang tercatat diakibatkan oleh kebakaran pada mesin, yaitu pada 22 Agustus 1985 pesawat Boeing 737-200 milik *British Airtour* terbakar saat lepas landas di Bandara Manchester. Kecelakaan ini menewaskan 53 orang penumpang, serta 2 orang kru^[2]. Yang terakhir adalah insiden terbakarnya mesin pesawat Boeing 777-300ER milik *Singapore Airlines* pada 27 Juni 2016^[3].

Untuk menjamin keselamatan dalam penerbangan, setiap mesin pesawat dilengkapi dengan sistem proteksi kebakaran (*engine fire protection system*) yang terdiri dari sistem pendeteksi (*detector*) dan alat pemadam (*extinguisher*). Semua mesin pesawat dan sistem instalasinya harus memiliki fitur-fitur yang meminimalkan kemungkinan kebakaran pada mesin. Jika terjadi kegagalan fungsi mesin yang mengakibatkan kebakaran, sistem deteksi dan sistem pemadam harus bekerja cepat memadamkan api dan mencegah penyebaran api tersebut^[4]. Pada penelitian ini akan dibuat alat simulasi *sistem engine*

fire protection mengikuti sistem pada pesawat Boeing 737-800NG untuk pembelajaran agar lebih mudah memahami cara kerja sistem tersebut.

II. METODE PENELITIAN

Dalam pembuatan alat simulasi sistem *engine fire protection* ini, pengerjaannya terbagi menjadi 5 bagian yang memiliki fungsi dan cara kerja tersendiri namun saling berkaitan satu sama lain untuk membentuk suatu sistem pada alat simulasi tersebut, yaitu pembuatan replika *engine nacelle*, rangkaian sistem detektor, rangkaian sistem pemadam, panel kontrol, dan kotak tempat komponen. Seluruh bagian diatas akan membentuk suatu sistem *engine fire protection* sesuai yang diharapkan.

2.1 Pembuatan Replika *Engine Nacelle*

Untuk tempat peletakan komponen detektor kebakaran dan pipa saluran bahan pemadam dibuatkan bentuk replika *engine nacelle* pesawat Boeing 737-800NG, replika *engine nacelle* dibuat dengan bahan dasar *styrofoam*, bahan ini dipilih karena mudah dibentuk, selanjutnya *styrofoam* dilapisi dengan masking tape dan kemudian di dempul menggunakan dempul polyester agar permukaan replika *engine nacelle* menjadi keras dan kuat, kemudian replika di cat menggunakan cat semprot serta dilapisi aluminium foil pada bagian dalamnya. Langkah terakhir adalah memasang komponen detektor dan pipa saluran bahan pemadam pada replika *engine nacelle*.

2.2 Pembuatan Alat Pembakar

Untuk mensimulasikan sistem *engine fire protection* dibutuhkan alat pembakar sebagai sumber panas yang kemudian panas tersebut akan dibaca oleh detektor, oleh sebab itu dibuatlah sebuah alat pembakar dengan sumbu dan minyak tanah sebagai bahan bakarnya. Alat pembakar juga berfungsi sebagai kaki dari replika *engine nacelle*.

Alat pembakar dibuat menggunakan bahan-bahan sederhana seperti triplek, sumbu kompor, pipa aluminium sebagai tempat sumbu, dan botol plastik sebagai wadah minyak tanah, kemudian permukaannya dibalut dengan sticker untuk memperindah tampilan.

2.3 Pembuatan Kotak Komponen

Kotak komponen berfungsi sebagai tempat meletakkan semua komponen alat simulasi, mulai dari replika *engine nacelle*, panel kontrol, tabung pemadam, dan komponen-komponen elektronik dari alat simulasi. Kotak komponen terbuat dari bahan triplek dengan ukuran panjang 60 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 15cm, bagian tengah kotak di beri engsel agar dapat dibuka dan ditutup dengan mudah, kemudian permukaan kotak di balut dengan sticker untuk memperindah tampilan.

2.4 Pembuatan Rangkaian Sistem Alat Simulasi

Untuk membuat rangkaian sistem *engine fire protection* pada alat simulasi, terlebih dahulu dibuat sebuah blok diagram yang menjelaskan hubungan dan fungsi komponen-komponen pada alat simulasi, blok diagram dibuat mengacu pada blok diagram sistem asli dari pesawat Boeing 737-800 NG dengan perubahan beberapa komponen yang memiliki fungsi serupa.

Komponen yang digunakan pada alat simulasi nantinya dirangkai kedalam kotak komponen sesuai dengan blok diagram yang telah dibuat.

2.4.1 Power supply

Power supply yang digunakan pada alat simulasi adalah *power supply* DC, spesifikasi dari *power supply* tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Spesifikasi	
Tipe	M-12120
Tegangan Input	AC 110/220V
Tegangan Output	DC 12V
Arus Output	10A
Jumlah	1 buah

2.4.2 Detektor

Detektor adalah sensor yg berfungsi untuk mendeteksi panas, detektor yang digunakan adalah termokopel, spesifikasi dari detektor tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Spesifikasi	
Tipe	K
Suhu Maksimum	400°C

Panjang Kabel	1 meter
Jumlah	2 buah

2.4.3 Engine fire detection module

Engine fire detection module adalah komponen yang membaca dan mengolah sinyal dari detektor, *engine detection module* menggunakan *digital temperature controller*, spesifikasi dari *engine fire detection module* tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Spesifikasi *engine fire detection module*

Spesifikasi	
Tipe	REX-C 100
Tegangan Input	AC 100-240V 50Hz
Rentang Suhu	0-400°C
Akurasi	± 2° Celcius
Input Sensor	Termokopel Tipe K
Output	Relay
Jumlah	2 Buah

2.4.4 Detector selector relay

Detector selector relay merupakan rangkaian relay yang berfungsi untuk memilih sinyal input dari detektor, pemilihan sinyal input detektor dapat dilakukan melalui *switch* pada *engine fire control panel*, relay akan mengatur input sinyal yang dipilih, jika pada kondisi normal relay akan meneruskan sinyal dari detektor A dan detektor B, jika *switch* di pindahkan ke posisi detektor A, relay hanya menerima input dari detektor A dan akan memutuskan sinyal dari detektor B, jika *switch* di pindahkan ke posisi detektor B, relay hanya menerima input dari detektor B dan akan memutuskan sinyal dari detektor A.

Detector selector relay ini dibuat dengan bantuan aplikasi *Cadsoft Eagle*, komponen yang digunakan adalah berupa papan pcb, relay 12V, dioda 1N4007, gambar rangkaian yang dibuat pada *Cadsoft Eagle* kemudian di cetak pada papan pcb, dan komponen dipasang dengan cara di solder.

2.4.5 Engine fire control panel

Engine fire control panel berfungsi sebagai pusat kontrol sistem *engine fire protection*, pada panel ini terdapat *switch* untuk mengatur pilihan detektor, *switch* untuk mematikan alarm, *switch* tes untuk sistem deteksi, *switch* tes untuk sistem pemadam, *switch* untuk membuka

pengunci *fire handle*, *fire handle* untuk memadamkan kebakaran, lampu indikator *overheat*, lampu indikator *fire*, lampu indikator detektor *fault*, lampu indikator tes pemadam, dan lampu indikator *bottle discharged*.

Panel dibuat menggunakan triplek, kemudian pada bagian atasnya dipasang gambar *engine fire control panel* pada pesawat Boeing 737-800NG, *fire handle* dibuat menggunakan pipa aluminium dan dilengkapi dengan sistem pengunci yang dibuat menggunakan solenoid, kemudian semua bagian seperti *switch*, lampu indikator, dan *fire handle* dipasang pada panel.

2.4.6 Aural warning unit

Aural warning unit (fire bell) adalah komponen yang berfungsi memberikan indikasi suara saat terjadi kebakaran pada mesin pesawat, *aural warning unit* menggunakan *AC round bell*, spesifikasi dari *aural warning unit* tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Spesifikasi *aural warning unit*

Spesifikasi	
Tipe	<i>Round bell</i>
Diameter	55 mm
Tegangan Input	220V
Frekuensi	50Hz
Jumlah	1 Buah

2.4.7 Extinguisher control relay

Sistem pemadam pada alat simulasi ini menggunakan sistem *two shot system* namun hanya menggunakan satu buah botol pemadam, oleh karena itu penulis membuat suatu alat pengontrol dengan relay sebagai komponen utama, pada saat *fire handle* di putar ke arah kiri, sistem pemadam nomor 1 (kiri) akan aktif lalu memberikan perintah ke *extinguisher bottle* melalui relay untuk memadamkan api dan menyalakan lampu indikator *left bottle discharged*, pada saat *fire handle* di putar ke arah kanan, sistem pemadam nomor 2 (kanan) akan aktif lalu memberikan perintah ke *extinguisher bottle* melalui relay untuk memadamkan api dan menyalakan lampu indikator *right bottle discharged*.

Extinguisher control relay ini dibuat penulis dengan bantuan aplikasi *Cadsoft Eagle*, komponen yang digunakan adalah

berupa papan pcb, relay 12V, dioda 1N4007, gambar rangkaian yang dibuat pada *Cadsoft Eagle* kemudian di cetak pada papan pcb, dan komponen dipasang dengan cara di solder.

2.4.8 Extinguisher bottle

Extinguisher bottle berfungsi sebagai alat pemadam kebakaran pada mesin pesawat, ketika *fire handle* diputar *extinguisher bottle* akan mengeluarkan bahan pemadam melalui pipa ke *fire extinguisher port* yang berada pada *engine nacelle*, pada alat simulasi ini bahan pemadam yang digunakan adalah apar mini berisi *foam*, sebagai alat penekan botol digunakanlah alat pengharum ruangan otomatis yang sudah dimodifikasi menyesuaikan ukuran botol pemadam.

2.4.9 Power relay

Beberapa komponen pada alat simulasi ini membutuhkan *power relay*, komponen ini berfungsi sebagai pemutus dan penghubung daya utama, *power relay* dibutuhkan untuk menghubungkan sumber arus listrik yang berbeda atau untuk mengalihkan arus listrik dari suatu komponen ke komponen lain.

2.4.10 Fault light adaptor

Apabila *engine fire detection module* kehilangan sumber daya listrik, atau jika dimatikan melalui *switch*, *module power relay* akan akan mengalihkan arus listrik AC ke lampu indikator detektor *fault*, karena lampu indikator *fault* membutuhkan arus listrik DC, maka diperlukan adaptor diantara *module power relay* dan lampu indikator detektor *fault*, spesifikasi dari *fault light adaptor* tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Spesifikasi *fault light adaptor*

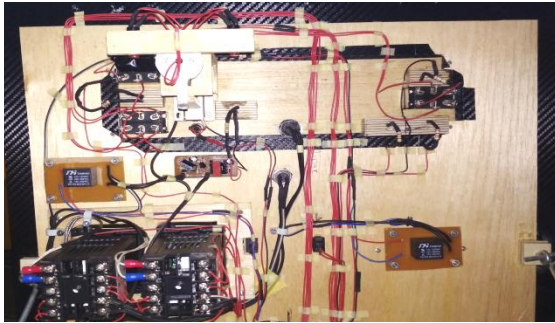
Spesifikasi	
Tipe	<i>AC to DC Adaptor</i>
Tegangan Input	220VAC
Tegangan Output	3.7VDC
Arus Output	500mA
Jumlah	1 Buah

2.4.11 Key switch

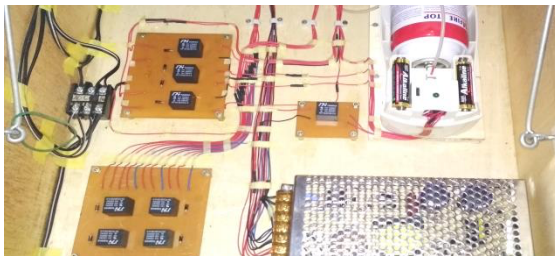
Key switch adalah saklar berbentuk kunci yang berfungsi sebagai saklar utama pada alat simulasi ini.

2.5 Pemasangan Komponen

Seluruh komponen dipasang pada kotak komponen dan kemudian rangkaian dihubungkan sesuai blok diagram yang sudah dibuat, rangkaian dihubungkan menggunakan kabel dengan cara dipuntir kemudian dibalut dengan isolator, disolder, atau menggunakan terminal.



Gambar 2.1 Pemasangan komponen pada bagian atas kotak



Gambar 2.2 Pemasangan komponen pada bagian bawah kotak



Gambar 2.3 Hasil akhir pembuatan alat simulasi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengoperasian Alat Simulasi

Setelah proses pembuatan alat simulasi selesai, maka tahap selanjutnya adalah mengoperasikan alat simulasi,

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mengoperasikan alat simulasi sebagai berikut:

1. Sebelum menyalakan alat simulasi, terlebih dahulu memastikan kabel *power* terhubung dengan sumber listrik, semua *switch* dalam posisi "off", dan *switch bell cutout* dalam posisi tertekan (*pushed down*).
2. Kemudian kunci dimasukan ke lubang *key switch*, lalu diputar ke arah titik hijau pada *key switch*, setelah kunci diputar arus listrik akan masuk ke alat simulasi, lampu *power indicator* pada alat dan lampu indikator *fault* pada *engine fire control panel* menyala.
3. *Switch* pada *engine fire detection module* ditekan ke posisi "on", kemudian layar pada modul akan menyala, *overheat setting* menunjukkan angka 174°C, *fire setting* menunjukkan angka 304°C, *loop A* dan *loop B* menunjukkan suhu ruangan sekitar, dan lampu indikator *fault* pada panel padam.
4. *Extinguisher switch* ditekan ke posisi "on", *extinguisher switch* dinyalakan minimal 15 detik setelah *key switch* diputar.
5. Kemudian tes dilakukan pada sistem deteksi dengan memindahkan posisi *detector test switch* pada panel, pindahkan posisi *switch* ke posisi *FAULT/INOP*, ini akan mengetes lampu indikator *fault* dan pada kondisi normal lampu akan menyala, kemudian pindahkan posisi *switch* ke posisi *OVHT/FIRE*, ini akan mengetes lampu indikator *overheat*, lampu indikator *fire* pada *fire handle*, dan *aural warning unit*, pada kondisi normal lampu akan menyala dan *aural warning unit* berbunyi, pindahkan kembali *switch* ke posisi tengah.
6. Kemudian tes dilakukan pula pada sistem pemadam dengan memindahkan posisi *extinguisher test switch* pada panel, pindahkan *EXT TEST switch* ke posisi 1, ini akan mengetes sistem pemadam nomor 1 (*left handle turn*), pada kondisi normal lampu indikator

- pemadam mesin kiri akan menyala, pindahkan *EXT TEST switch* ke posisi 2, ini akan mengetes sistem pemadam nomor 2 (*right handle turn*), pada kondisi normal lampu indikator pemadam mesin kiri akan menyala, pindahkan kembali *switch* ke posisi tengah.
7. Setelah melakukan pengetesan pada sistem deteksi dan sistem pemadam, langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi, detektor yang akan digunakan dipilih dengan memindahkan posisi *OVHT DET selector switch* (*detector selector switch*), ke posisi A untuk menggunakan detektor A saja, atau ke posisi B untuk menggunakan detektor B saja, jika posisi *switch* pada posisi normal (posisi tengah) sistem akan menggunakan kedua detektor (A & B) secara bersamaan.
 8. Kemudian sumbu pembakar pada replika *engine nacelle* dinyalakan dengan pemantik api, kedua detektor akan terbakar, kenaikan suhu pada kedua detektor diamati.
 9. Saat suhu yang dibaca detektor mencapai 174°C, lampu indikator *engine overheat* akan menyala, jika suhu terus meningkat hingga mencapai 304°C, lampu indikator *engine fire* dan *aural warning unit* akan menyala mengindikasikan terjadinya kebakaran pada mesin, *aural warning unit* dimatikan dengan menekan tombol *bell cutout*.
 10. Saat kebakaran pada mesin terdeteksi, tombol pengunci *fire handle* ditekan kemudian *fire handle* diangkat, lalu *fire handle* diputar ke arah kiri, sistem pemadam nomor 1 akan bekerja, botol akan mengeluarkan bahan pemadam ke titik api, dan lampu indikator *left bottle discharged* akan menyala.
 11. Jika api belum padam *fire handle* diputar ke arah kanan, sistem pemadam nomor 2 akan bekerja, botol akan mengeluarkan bahan pemadam ke titik api, dan lampu

indikator *right bottle discharged* akan menyala.

12. Lampu indikator *engine overheat* dan lampu indikator *engine fire* akan padam, menandakan bahwa kebaran pada mesin pesawat berhasil dipadamkan.
13. Proses simulasi selesai.

3.2 Pengambilan Data Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa alat simulasi *engine fire protection* ini dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Jika hal tersebut belum tercapai atau masih terdapat kekurangan, maka perbaikan terhadap alat simulasi dilakukan sesegera mungkin.

Adapun yang menjadi titik berat pengujian alat simulasi ini adalah:

1. Kemampuan detektor untuk mendeteksi api, saat api timbul hingga api padam.
2. Kemampuan pemadam untuk memadamkan api.

3.2.1 Pengujian detektor

Pengujian ini dilakukan untuk mendapat data kemampuan detektor dan lama waktu yang dibutuhkan untuk mendeteksi api, pengujian dilakukan sebanyak 3 kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil pengujian detektor

Pengujian ke	Posisi Detector Selector	Suhu Awal (°C)	Waktu Yang Dibutuhkan (s)	
			Overheat (174°C)	Fire (304°C)
1	Normal (A&B)	30	18.2	39.3
2	Normal (A&B)	30	17.2	41.3
3	Normal (A&B)	30	17.4	39.7
Rata-rata			17.6	40.1

3.2.2 Pengujian pemadam

Pengujian ini dilakukan untuk mendapat data kemampuan pemadam dan lama waktu yang dibutuhkan untuk memadamkan api, pengujian dilakukan sebanyak 3 untuk pemadam nomor 1 (arah putaran kiri) dan 3 kali untuk pemadam nomor 2 (arah putaran kanan). Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3.

Tabel 3.2 Hasil pengujian pemadam nomor 1

Pengujian ke	Arah Putar Fire Handle	Waktu Yang Dibutuhkan (s)
1	Kiri	1.2

2	Kiri	1.2
3	Kiri	1.1
Rata-rata		1.16

Tabel 3.2 Hasil pengujian pemadam nomor 2

Pengujian ke	Arah Putar <i>Fire Handle</i>	Waktu Yang Dibutuhkan (s)
1	Kanan	1.3
2	Kanan	0.9
3	Kanan	1.2
Rata-rata		1.13

IV. KESIMPULAN

Pembuatan alat simulasi dimulai dengan menyiapkan alat dan bahan, membuat replika *engine nacelle*, membuat alat pembakar, membuat kotak komponen, membuat rangkaian sistem alat simulasi dan terakhir pemasangan komponen alat simulasi.

Waktu rata-rata yang dibutuhkan detektor untuk mendeteksi dari suhu normal (30°C) ke suhu *overheat* adalah kurang lebih 17.6 detik, dan ke suhu *fire* adalah kurang lebih 40.1 detik. Waktu rata-rata yang di butuhkan pemadam nomor 1 (arah putaran kiri) untuk memadamkan api adalah kurang lebih 1.16 detik. Waktu rata-rata yang di butuhkan pemadam nomor 2 (arah putaran kanan) untuk memadamkan api adalah kurang lebih 1.13 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hutagaol, Desmond, 2013, Pengantar Penerbangan Perspektif Profesional, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [2] _____, 1988, *Aircraft Accident Report 8/88*, British Department of Transport, London.
- [3] _____, 2017, *Final Report B777-300ER Registration 9V-SWB Engine Fire*, Transport Safety Investigation Bureau - Ministry of transport Singapore, Singapore.
- [4] _____, 1996, *The Jet Engine*, Edisi Kelima, Rolls-Royce plc, Derby.