

**RANCANG BANGUN SIMULATOR KEBAKARAN PADA APU
(AUXILIARY POWER UNIT) PESAWAT DC-9 BERBASIS INTERNET OF
THINGS (IOT)**



LAPORAN AKHIR

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika**

Oleh:

NADYA DWI AGUSTINA

061930322851

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2022

LEMBAR PENGESAHAN
RANCANG BANGUN SIMULATOR KEBAKARAN PADA APU
(AUXILIARY POWER UNIT) PESAWAT DC-9 BERBASIS INTERNET OF
THINGS (IOT)



LAPORAN AKHIR

Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika

Oleh:

NADYA DWI AGUSTINA

061930322851

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Yudi Wijanarko, S.T., M.T.

Masayu Anisah, S.T., M.T.

NIP. 196705111992031003

NIP. 197012281993032001

Mengetahui,

Ketua Jurusan

Koordinator Program Studi

Teknik Elektro,

Teknik Elektronika,

Ir. Iskandar Lutfi, M.T.

Dewi Permata Sari, S.T., M.Kom.

NIP. 196501291991031002

NIP. 197612132000032001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Cukuplah Allah menjadi Penolong bagi kami dan Dia sebaik-baik Pelindung”.

(QS. Ali Imran: 173)

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia lainnya”.

(HR. Ahmad)

Laporan Akhir ini kupersembahkan kepada:

- Allah SWT atas segala nikmat dan rahmat yang telah diberikan-Nya serta Nabi Besar Muhammad SAW.
- Kedua orang tuaku, Ayah Teguh Riyanto dan Ibu Yulia yang selalu mendoakan dan memberikan *support*.
- Mbak tersayang, Rizki Yurini yang selalu menjadi teman bercerita dan adik tercinta, Almh. Salwa Nur Asyyifa yang selalu berada dihati kami.
- Dosen pembimbing Laporan Akhir Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T. dan Ibu Masayu Anisah, S.T., M.T. yang telah membimbing dan banyak membantu dalam menyelesaikan Laporan Akhir ini, serta keluarga besar dosen dan staf Teknik Elektro
- Natasya Ramadhani, partnerku dalam mengerjakan alat. Terima kasih sudah berjuang sampai akhir.
- Seluruh teman-teman seperjuanganku, terkhusus seluruh teman kelas *Electrical Avionic Batch 4* Polsri 2019. Terima kasih telah mewarnai kehidupan perkuliahanku.
- Untuk diri sendiri, terima kasih sudah sabar dari segala hal yang mengejar. Terima kasih sudah berani sepanjang jalan ini. Dan terima kasih, untuk tidak pernah menyerah walau sering kali merasa kalah.

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SIMULATOR KEBAKARAN PADA APU (*AUXILIARY POWER UNIT*) PESAWAT DC-9 BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)

Oleh:

Nadya Dwi Agustina

061930322851

APU (*Auxiliary Power Unit*) merupakan bagian dari pesawat yang berfungsi untuk menghasilkan sumber elektrikal dan sumber pneumatik. Salah satu permasalahan pada APU yang dapat mengganggu kinerja APU adalah terjadinya kebakaran. APU memiliki sistem proteksi kebakaran yang terdiri dari sistem deteksi dan sistem pemadam. Cara kerja sistem ini akan mudah dipahami dengan dibuatnya suatu simulator. Pada tugas akhir ini, penulis membuat rancang bangun simulator kebakaran pada APU Pesawat DC-9. Sistem ini menggunakan sensor *thermocouple* tipe k range 0-400°C yang diletakkan pada miniatur APU untuk mendeteksi kebakaran. Simulator ini bekerja ketika sensor *thermocouple* mendeteksi kenaikan suhu hingga mencapai $\geq 58^{\circ}\text{C}$ yang menunjukkan terjadinya kebakaran. Suhu yang digunakan adalah hasil dari rasio 1:4 dari suhu 232°C yang merupakan suhu terdeteksinya kebakaran pada APU di pesawat sesungguhnya. Ketika suhu mencapai titik ini, APU *fire warning light* akan menyala, *horn* akan berbunyi dan muncul notifikasi terjadinya kebakaran di aplikasi *blynk*. Untuk sistem pemadamnya, *water pump* akan aktif saat suhunya $\geq 58^{\circ}\text{C}$ dan saat *switch* ON. Saat suhu $\leq 58^{\circ}\text{C}$, APU *fire warning light*, *horn* dan *water pump* akan OFF yang mengindikasikan api telah padam.

Kata kunci: Simulator Kebakaran, APU, Sistem Deteksi, Sistem Pemadam, Sensor *Thermocouple*, *Blynk*

ABSTRACT

DESIGN AND CONSTRUCTION OF FIRE SIMULATOR ON THE APU (AUXILIARY POWER UNIT) OF DC-9 AIRCRAFT BASED ON INTERNET OF THINGS (IOT)

By:

Nadya Dwi Agustina

061930322851

APU (Auxiliary Power Unit) is a part of aircraft that functions to produce electrical sources and pneumatic sources. One of the problems on APU that can interfere the performance of APU is the occurrence of fire. The APU has a fire protection system consisting of a detection system and an extinguishing system. The working principal of this system will be easy to understand by making a simulator. In this final project, the author designs an APU fire simulator on DC-9 aircraft. This system uses a thermocouple sensor type k range 0-400°C which is placed on a miniature APU to detect fires. This simulator works when the thermocouple sensor detects an increase in temperature $\geq 58^{\circ}\text{C}$ which indicates a fire has occurred. The temperature used is the result of a 1 :4 ratio of the temperature of 232°C which is the temperature at which a fire is detected in APU on the actual aircraft. When the temperature reaches this point, the APU fire warning light will light up the horn will sound and a fire notification will appear in the blynk application. For the extinguishing system, the water pump will activate when the temperature is $\geq 58^{\circ}\text{C}$ and the switch is ON. When the temperature is $\leq 58^{\circ}\text{C}$, the APU fire warning light, horn and water pump will turn OFF indicating that the fire has been extinguished.

Key Words: *Fire Simulator, APU, Detection System, Extinguishing System, Thermocouple Sensor, Blynk*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini dengan baik. Sholawat beserta salam selalu kita haturkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW yang telah mengubah zaman kebodohan menjadi zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan ini.

Adapun tujuan dari penulisan Laporan Akhir ini untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma III di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam penyusunan Laporan Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak berupa bimbingan, petunjuk, dan motivasi, baik yang diberikan secara tertulis maupun secara lisan. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih atas kesempatan dan bantuan yang telah diberikan oleh berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini terutama kepada:

1. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing 1 dalam penulisan laporan akhir ini. Terima kasih atas kritik dan saran yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini dengan baik.
2. Ibu Masayu Anisah, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktu untuk konsultasi mengenai penyelesaian laporan akhir ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung serta membantu hingga Laporan Akhir ini dapat diselesaikan, terutama kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.

3. Bapak Destra Andika Pratama, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Dewi Permata Sari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Ir. Muhammad Nawawi, M.T., selaku Koordinator Kelas Kerja Sama EA.
6. Bapak Selamat Muslimin, S.T., M. Kom., selaku *Manager* Kelas Kerja Sama EA.
7. Seluruh Dosen, Instruktur, dan Staf Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan khususnya kepada kedua orang tua penulis.
9. Seluruh teman-teman Teknik Elektronika Angkatan 2019 khususnya di kelas 6EE.
10. Semua pihak yang telah membantu baik berupa tenaga maupun pikiran selama penyusunan Laporan Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan penulisan dalam penyajian laporan ini. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran guna penyempurnaan dari Laporan Akhir ini di masa akan datang.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga Laporan Akhir ini bermanfaat dan dapat dijadikan referensi bagi semua pihak khususnya mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program studi Teknik Elektronika.

Palembang, Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	ii
ABSTRAK	iii
ABTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Metode Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Kebakaran.....	6
2.2.1 Teori Kebakaran.....	6
2.2.2 Klasifikasi Kebakaran	7
2.2.3 Zona Kebakaran pada Pesawat.....	8
2.2 <i>Fire Protection System</i>	8
2.2.1 <i>Fire Detection System</i>	9
2.2.2 <i>Fire Extinguishing System</i>	11
2.2.2.1 <i>Fire-Extinguishing Agents</i>	11
2.2.2.2 <i>Portable Extinguishers</i>	13
2.2.2.3 <i>Hold Fire Extinguishing Systems</i>	14
2.2.2.4 <i>Waste Bin Fire Extinguisher</i>	14
2.2.2.5 <i>Fire Bottles</i>	15

2.3	<i>APU Fire Protection System</i> pada Pesawat DC-9.....	15
2.3.1	<i>APU Fire Detection System</i>	15
2.3.2	<i>APU Fire Extinguishing System</i>	18
2.4	Sistem yang Berhubungan dengan <i>APU Fire Protection System</i>	19
2.4.1	<i>APU Fuel Fire ire Shutoff Valve</i>	19
2.4.2	<i>Pneumatic Load Control Valve</i>	20
2.4.3	<i>APU Generator</i>	20
2.5	<i>Internet of Things (IoT)</i>	21
2.6	<i>Blynk</i>	22
2.7	Sensor <i>Thermocouple</i>	22
2.7.1	Prinsip Kerja <i>Thermocouple</i>	22
2.7.2	Jenis-Jenis <i>Thermocouple</i>	23
2.8	Arduino Uno R3	27
2.9	<i>OLED Display</i>	27
2.10	NodeMCU ESP8266	28
2.11	<i>Horn Buzzer</i>	29
2.12	<i>Relay</i>	29
2.13	<i>Light Emitting Diodes (LED)</i>	30
2.14	<i>Water pump</i>	31
2.15	Adaptor 12V 2A	32
BAB III PERANCANGAN ALAT		33
3.1	Tahap Perancangan.....	33
3.2	Blok Diagram	33
3.2.1	Blok Diagram Sistem Deteksi.....	34
3.2.2	Blok Diagram Sistem Pemadam	35
3.3	<i>Flowchart</i>	37
3.4	Prinsip Kerja Alat.....	38
3.5	Perancangan Perangkat Keras	39
3.5.1	Perancangan Elektronik	39
3.5.1.1	Perancangan Rangkaian Sistem Deteksi	39
3.5.1.2	Perancangan Rangkaian Sistem Pemadam.....	46
3.5.2	Perancangan Mekanik	53

3.5.2.1	<i>Control Panel</i>	53
3.5.2.2	Miniatur APU <i>Compartment</i>	55
3.6	Perancangan Perangkat Lunak	56
3.6.1	Perancangan pada Arduino IDE.....	56
3.6.1.1	Perancangan Arduino untuk Sistem Deteksi	57
3.6.1.2	Perancangan Arduino untuk Sistem Pemadam.....	60
3.6.2	Perancangan pada Aplikasi <i>Blynk</i>	61
BAB IV	ANALISA DAN PEMBAHASAN	65
4.1	Deskripsi Alat.....	65
4.2	Tujuan Pengambilan Data	65
4.3	Metode Pengujian dan Pengambilan Data.....	66
4.4	Peralatan yang Digunakan.....	66
4.5	Langkah-Langkah Pengambilan Data	66
4.6	Titik Pengukuran Alat	67
4.7	Data Hasil Pengukuran.....	67
4.7.1	Pengukuran Waktu Kenaikan Suhu dan Tegangan <i>Thermocouple</i> pada APU.....	68
4.7.2	Pengukuran Waktu Penurunan Suhu dan Tegangan <i>Thermocouple</i> pada APU.....	73
4.7.3	Pengukuran Waktu Respon Notifikasi <i>Blynk</i>	78
4.8	Analisa.....	79
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	85
5.1	Kesimpulan.....	85
5.2	Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA	xiv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Segitiga api.....	6
Gambar 2. 2 Zona sistem proteksi pada pesawat	9
Gambar 2. 3 <i>Portable extinguisher</i>	13
Gambar 2. 4 <i>Waste bin fire extinguisher</i>	14
Gambar 2. 5 Lampu <i>APU fire</i>	16
Gambar 2. 6 Lampu <i>master warning</i>	16
Gambar 2. 7 Lampu <i>fire</i>	17
Gambar 2. 8 <i>horn</i>	17
Gambar 2. 9 Panel sistem detektor kebakaran	18
Gambar 2. 10 <i>fire bottle</i>	19
Gambar 2. 11 <i>APU fuel fire shutoff valve</i>	19
Gambar 2. 12 <i>Pneumatic load control valve</i>	20
Gambar 2. 13 <i>APU Generator</i>	21
Gambar 2. 14 Prinsip kerja <i>thermocouple</i>	23
Gambar 2. 15 <i>OLED display</i>	28
Gambar 2. 16 <i>NodeMCU ESP8266</i>	28
Gambar 2. 17 <i>horn buzzer</i>	29
Gambar 2. 18 Prinsip kerja <i>relay</i>	30
Gambar 2. 19 <i>LED</i>	31
Gambar 2. 20 <i>Water pump</i>	32
Gambar 2. 21 <i>Adaptor 12V 2A</i>	32
Gambar 3. 1 Blok diagram sistem keseluruhan	34
Gambar 3. 2 Blok diagram sistem deteksi	35
Gambar 3. 3 Blok diagram sistem pemadam	36
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i>	37
Gambar 3. 5 Perancangan rangkaian power supply sistem deteksi	39
Gambar 3. 6 Rangkaian sensor <i>thermocouple</i> sistem deteksi	40
Gambar 3. 7 Rangkaian <i>OLED display</i> sistem deteksi	41

Gambar 3. 8 Rangkaian LED sistem deteksi	42
Gambar 3. 9 Rangkaian relay dan horn sistem deteksi	43
Gambar 3. 10 Rangkaian keseluruhan sistem deteksi	45
Gambar 3. 11 Rangkaian power supply sistem pemadam	46
Gambar 3. 12 Rangkaian sensor thermocouple sistem pemadam.....	47
Gambar 3. 13 Rangkaian OLED display sistem pemadam.....	48
Gambar 3. 14 Rangkaian switch sistem pemadam.....	49
Gambar 3. 15 Rangkaian relay dan water pump sistem pemadam	49
Gambar 3. 16 Rangkaian LED sistem pemadam	51
Gambar 3. 17 Rangkaian keseluruhan sistem pemadam.....	52
Gambar 3. 18 Ukuran control panel.....	53
Gambar 3. 19 Tampak depan control panel	54
Gambar 3. 20 Tampak atas control panel.....	54
Gambar 3. 21 Tampak samping miniatur APU compartment.....	55
Gambar 3. 22 Tampak depan miniatur APU compartment.....	56
Gambar 3. 23 Arduino IDE.....	57
Gambar 3. 24 Pemilihan <i>board</i> sistem deteksi	57
Gambar 3. 25 <i>Library</i> yang digunakan pada sistem deteksi	58
Gambar 3. 26 Proses <i>compiling sketch</i>	58
Gambar 3. 27 Pemilihan <i>port</i> untuk sistem deteksi	59
Gambar 3. 28 Keadaan bila koding berhasil diupload	59
Gambar 3. 29 Pemilihan <i>board</i> sistem pemadam	60
Gambar 3. 30 <i>Library</i> yang digunakan pada sistem pemadam.....	60
Gambar 3. 31 Pemilihan <i>port</i> untuk sistem pemadam	61
Gambar 3. 32 Koding <i>device info</i>	62
Gambar 3. 33 <i>Blynk</i> terhubung ke jaringan yang digunakan	62
Gambar 3. 34 <i>Interface</i> pada Aplikasi <i>Blynk</i>	63
Gambar 3. 35 Tampilan grafik suhu terhadap waktu pada aplikasi <i>blynk</i>	64
Gambar 3. 36 Pengaturan <i>automations blynk</i>	64
Gambar 3. 37 Notifikasi saat terjadi kebakaran	64

Gambar 4. 1 Titik pengukuran alat	67
Gambar 4. 2 Grafik suhu thermocouple terhadap waktu kenaikan suhu pada percobaan pertama	69
Gambar 4. 3 Grafik suhu thermocouple terhadap tegangan titik pengukuran saat kenaikan suhu pada percobaan pertama	69
Gambar 4. 4 Grafik suhu thermocouple terhadap waktu kenaikan suhu pada percobaan kedua.....	70
Gambar 4. 5 Grafik suhu thermocouple terhadap tegangan titik pengukuran saat kenaikan suhu pada percobaan kedua	71
Gambar 4. 6 Grafik suhu thermocouple terhadap waktu kenaikan suhu pada percobaan ketiga.....	72
Gambar 4. 7 Grafik suhu thermocouple terhadap tegangan titik pengukuran saat kenaikan suhu pada percobaan ketiga	72
Gambar 4. 8 Grafik suhu thermocouple terhadap waktu penurunan suhu pada percobaan pertama	74
Gambar 4. 9 Grafik suhu thermocouple terhadap tegangan titik pengukuran saat penurunan suhu pada percobaan pertama	74
Gambar 4. 10 Grafik suhu thermocouple terhadap waktu penurunan suhu pada percobaan kedua.....	75
Gambar 4. 11 Grafik suhu thermocouple terhadap tegangan titik pengukuran saat penurunan suhu pada percobaan kedua.....	76
Gambar 4. 12 Grafik suhu thermocouple terhadap waktu penurunan suhu pada percobaan ketiga.....	77
Gambar 4. 13 Grafik suhu thermocouple terhadap tegangan titik pengukuran saat penurunan suhu pada percobaan ketiga.....	77
Gambar 4. 14 Grafik waktu respon notifikasi terjadinya kebakaran pada aplikasi blynk.....	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Uno R3	27
Tabel 2. 2 Spesifikasi Modul NodeMCU ESP8266.....	29
Tabel 4. 1 Hasil pengukuran waktu kenaikan suhu dan tegangan thermocouple pada percobaan pertama.....	68
Tabel 4. 2 Hasil pengukuran waktu kenaikan suhu dan tegangan thermocouple pada percobaan kedua	70
Tabel 4. 3 Hasil pengukuran waktu kenaikan suhu dan tegangan thermocouple pada percobaan ketiga	71
Tabel 4. 4 Hasil pengukuran waktu penurunan suhu dan tegangan thermocouple pada percobaan pertama.....	73
Tabel 4. 5 Hasil pengukuran waktu penurunan suhu dan tegangan thermocouple pada percobaan kedua	75
Tabel 4. 6 Hasil pengukuran waktu penurunan suhu dan tegangan thermocouple pada percobaan ketiga.....	76
Tabel 4. 7 Hasil pengujian waktu respon notifikasi terjadinya kebakaran pada aplikasi blynk	78