

**RANCANG BANGUN SIMULATOR KEBAKARAN PADA
MESIN 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:

NATASYA RAMADHANI

061930322852

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2022

LEMBAR PENGESAHAN
RANCANG BANGUN SIMULATOR KEBAKARAN PADA
MESIN 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:

NATASYA RAMADHANI

061930322852

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Yudi Wijanarko, S.T., M.T.
NIP. 196705111992031003

Masayu Anisah, S.T., M.T.
NIP. 197012281993032001

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Elektro,

Koordinator Program Studi
Teknik Elektronika,

Ir. Iskandar Lutfi, M.T.
NIP. 196501291991031002

Dewi Permata Sari, S.T., M.Kom.
NIP. 197612132000032001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Tetapi hanya Allah-lah pelindungmu, dan Dia penolong yang terbaik. [Q.S. Ali Imran (3:150)]

Maka tidak seorang pun mengetahui apa yang disembunyikan untuk mereka yaitu (bermacam-macam nikmat) yang menyenangkan hati sebagai balasan terhadap apa yang mereka kerjakan. [Q.S. As-Sajdah (32:17)]

I am on my way, I can go the distance. I don't care how far, somehow I'll be strong. I know every mile will be worth my while. I would go most anywhere, to find where I belong.

- Hercules

Karya ini kupersembahkan kepada:

- Allah SWT yang telah memberikan nikmat tiada tara di dalam kehidupanku dan tempatku bermunajat memohon pertolongan.
- Mamaku tersayang yang senantiasa memberikan *support* moral maupun materil serta doa restu tanpa hentinya.
- Kakakku tersayang yang selalu memberikan doa dan semangat dari kejauhan serta menjadi tempat bercerita.
- Keluarga besar yang senantiasa memberikan doa dan dukungan dalam menyelesaikan studi saat ini dan ke depannya.
- Teman seperjuangan dan *bestie*-ku, Nadya Dwi Agustina, yang senantiasa berjalan di sampingku tiap harinya dalam menyelesaikan LA ini.
- Teman-teman kelas kerja sama PT GMF AeroAsia Tbk. 2019 kelas 6EE Politeknik Negeri Sriwijaya
- Seluruh dosen dan staf jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya yang saya hormati.

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SIMULATOR KEBAKARAN PADA MESIN PESAWAT DC-9 BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)

Oleh:

Natasya Ramadhani

061930322852

Pesawat terbang merupakan suatu moda transportasi yang didesain dengan teknologi mutakhir. *Engine* merupakan salah satu bagian terpenting pada pesawat yang menghasilkan daya dorong (*thrust*). Salah satu permasalahan *engine* yang dapat mengancam keamanan adalah kebakaran. Peristiwa kebakaran pada *engine* pesawat dapat lebih mudah dipahami jika terdapat simulator yang dapat memvisualisasikan proses yang terjadi. Rancang bangun simulator kebakaran pada mesin pesawat ini mengacu pada *fire protection system* pesawat DC-9 yang menggunakan sensor *thermocouple* tipe K dengan *range* suhu 0°-400°C yang dipasang pada miniatur *engine* untuk sistem deteksinya. Sedangkan, sistem pemadamnya menggunakan *water pump*. Sensor *thermocouple* akan diprogram untuk mendeteksi kenaikan suhu sebesar $\geq 76^{\circ}\text{C}$ yang akan mengindikasikan kebakaran dengan menyalakan *engine fire warning lights* dan bel. Suhu yang digunakan merupakan hasil rasio 1:4 dari suhu terjadinya kebakaran pada *engine* pesawat sesungguhnya, yaitu $\geq 304^{\circ}\text{C}$. Sistem deteksinya juga didesain untuk memberikan notifikasi kebakaran dan menampilkan suhu yang terdeteksi di *engine* pada aplikasi Blynk. Untuk sistem pemadamnya, ketika suhu mencapai $\geq 76^{\circ}\text{C}$ dan *engine fire handle* serta *switch* dioperasikan maka 4 LED sistem akan mati, lalu menghidupkan *water pump* yang akan menyemprotkan air ke sensor *thermocouple*. Setelah air disemprotkan, suhu yang terdeteksi pun akan kembali normal. Kemudian dilakukan pengukuran waktu kenaikan suhu dan penurunan suhu sensor *thermocouple*, pengukuran tegangan sensor *thermocouple* saat kenaikan maupun penurunan suhu, dan pengukuran waktu respon notifikasi aplikasi Blynk pada simulator ini. Hasilnya menunjukkan bahwa rancang bangun simulator kebakaran pada mesin pesawat DC-9 bekerja dengan baik.

Kata Kunci: Simulator Kebakaran, Mesin Pesawat, Sensor *Thermocouple*, Sistem Deteksi, Sistem Pemadam, Blynk

ABSTRACT

DESIGN AND CONSTRUCTION OF FIRE SIMULATOR ON THE ENGINE OF DC-9 AIRCRAFT BASED ON INTERNET OF THINGS (IOT)

By:

Natasya Ramadhani

061930322852

Airplane is a mode of transportation that is designed with the latest technology. The engine is one of the most important parts of the aircraft that produces thrust. One of the engine problems that can threaten safety is fire. Fire events on aircraft engines can be more easily understood if there is a simulator that can visualize the process. The design of the fire simulator on this aircraft engine refers to the fire protection system of the DC-9 aircraft which uses a type K thermocouple sensor with a temperature range of 0°-400°C which is mounted on a miniature engine for its detection system. Meanwhile, the extinguishing system uses a water pump. The thermocouple sensor will be programmed to detect a temperature rise of $\geq 76^{\circ}\text{C}$ which will indicate a fire by turning on the engine fire warning lights and bell. The temperature used is the result of a 1:4 ratio of the fire temperature in the actual aircraft, which is $\geq 304^{\circ}\text{C}$. The detection system is also designed to provide fire notifications and display the temperature detected in the engine in the Blynk application. For the extinguishing system, when the temperature reaches $\geq 76^{\circ}\text{C}$ and the engine fire handle and switch are operated, the 4 system LEDs will turned off, then turn on the water pump which will spray water on the thermocouple sensor. After the water is sprayed, the detected temperature will return to normal. Then measure the temperature rise and fall of the thermocouple sensor, measure the voltage of the thermocouple sensor when the temperature increases or decreases, and measure the response time of the Blynk application notification on this simulator. The results show that the design of the fire simulator on the engine of DC-9 aircraft works well.

Keywords: *Fire Simulator, Aircraft Engine, Thermocouple Sensor, Detection System, Extinguishing System, Blynk*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Laporan Akhir tepat pada waktunya. Laporan ini ditulis untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya, dengan judul "**Rancang Bangun Simulator Kebakaran pada Mesin Pesawat DC-9 Berbasis *Internet of Things* (IoT)**".

Kelancaran penulisan Laporan Akhir ini tak luput dari bimbingan, arahan dan motivasi dari berbagai pihak. Maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I
2. Ibu Masayu Anisah, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II

Tentu tanpa bimbingan kedua Pembimbing tersebut, penulis tidak akan mampu menyelesaikan Laporan Akhir ini dengan baik. Oleh karena itulah penulis sekali lagi mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya karena telah membimbing penulis dengan sabar dan tulus hingga selesai pembuatan Laporan Akhir ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas dukungan moril maupun materil 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.Kom. selaku Koordinator Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Seluruh instruktur GMF Learning Services PT GMF AeroAsia Tbk.
6. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Sriwijaya.

Semoga amal baik dan ilmu bermanfaat yang telah diberikan kepada kami mendapatkan imbalan dari Allah SWT. Dalam penulisan Laporan Akhir ini mungkin terdapat kekurangan-kekurangan, baik dalam penulisan maupun isi dari laporan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan laporan ini. Akhirnya kami berharap mudah-mudahan Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi mahasiswa Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.2.1 Tujuan	3
1.2.2 Manfaat	3
1.3 Perumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penulisan.....	4
1.5.1 Metode Literatur	4
1.5.2 Metode Observasi	4
1.5.3 Metode Wawancara	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pesawat DC-9	6
2.2 Definisi Api dan Klasifikasi Kelas Api	7
2.2.1 Definisi Api.....	7

2.2.2	Klasifikasi Kelas Kebakaran.....	8
2.3	Zona Kebakaran pada Pesawat Terbang.....	8
2.3.1	Zona Kebakaran pada <i>Cargo Compartment</i>	8
2.3.2	Zona Kebakaran pada <i>Engine Power Plant</i>	9
2.4	<i>Fire Protection System</i>	10
2.4.1	<i>Fire Detection System</i>	10
2.4.2	<i>Engine Fire Detection System</i>	15
2.4.3	Fire Extinguishing System.....	17
2.4.4	<i>Engine Fire Extinguishing System</i>	17
2.4.3	<i>Fire Extinguishing Agent</i>	19
2.5	Sistem Pesawat yang Berhubungan dengan <i>Engine Fire Protection System</i>	20
2.5.1	<i>Engine Fuel Fire Shutoff Valve</i>	20
2.5.2	<i>Pneumatic Crossfeed Valve</i>	21
2.5.3	<i>Hydraulic Fire Shutoff Valve</i>	23
2.5.4	<i>Engine Generator</i>	24
2.6	<i>Internet of Things (IoT)</i>	25
2.7	Blynk	25
2.8	<i>Thermocouple Type K</i>	26
2.8.1	Modul MAX6675	27
2.9	Bel	28
2.10	<i>OLED Display</i>	28
2.11	<i>Relay</i>	29
2.12	Arduino.....	31
2.13	NodeMCU ESP8266	33

2.14 LED	33
2.15 <i>Water Pump</i>	34
2.16 Adaptor	35
BAB III RANCANG BANGUN ALAT	36
3.1 Tahap Perancangan.....	36
3.2 Blok Diagram	37
3.2.1 Blok Diagram <i>Fire Detection System</i>	38
3.2.2 Blok Diagram <i>Fire Extinguishing System</i>	39
3.3 <i>Flowchart</i>	40
3.4 Prinsip Kerja.....	41
3.5 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	42
3.5.1 Perancangan Elektronik	42
3.5.1.1 Perancangan <i>Fire Detection System</i>	42
3.5.1.1.1 Rangkaian yang Digunakan pada <i>Fire Detection System</i>	42
3.5.1.2 Perancangan <i>Fire Extinguishing System</i>	49
3.5.1.2.1 Rangkaian yang Digunakan pada <i>Fire Extinguishing System</i> .	49
3.5.2 Perancangan Mekanik.....	57
3.5.2.1 Perancangan <i>Control Panel</i>	57
3.5.2.2 Perancangan Miniatur <i>Engine</i>	59
3.6 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	60
3.6.1 Perancangan pada Arduino IDE	61
3.6.1.1 <i>Coding</i> untuk <i>Fire Detection System</i>	61
3.6.1.2 <i>Coding</i> untuk <i>Fire Extinguishing System</i>	64
3.6.2 Perancangan pada Aplikasi Blynk	66
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	70

4.1 Deskripsi Alat.....	70
4.2 Tujuan Pengambilan Data	70
4.3 Metode Pengujian dan Pengambilan Data.....	71
4.4 Peralatan yang Digunakan.....	71
4.5 Langkah-Langkah Pengambilan Data	71
4.6 Titik Pengukuran Alat	72
4.7 Data Hasil Pengukuran	73
4.7.1 Pengukuran Waktu Kenaikan Suhu dan Tegangan Sensor <i>Thermocouple</i> pada <i>Engine</i>	73
4.7.2 Pengukuran Waktu Penurunan Suhu dan Tegangan Sensor <i>Thermocouple</i> pada <i>Engine</i>	78
4.7.3 Pengukuran Waktu Respon Notifikasi Aplikasi Blynk	83
4.8 Analisa.....	85
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	94
5.1 Kesimpulan.....	94
5.2 Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	xvi
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pesawat DC-9.....	6
Gambar 2.2 Segitiga Api.....	7
Gambar 2.3 <i>Thermal Switch Fire Circuit</i>	12
Gambar 2.4 <i>Thermocouple Fire Warning Circuit</i>	13
Gambar 2. 5 <i>Fire Detection System</i>	16
Gambar 2.6 <i>Fire Extinguishing System</i>	17
Gambar 2.7 <i>Fire Bottle</i>	18
Gambar 2.8 Posisi <i>Fuel Distribution System</i> di <i>Wing Root</i> Pesawat	20
Gambar 2.9 Tampilan <i>Close-up Engine Fuel Fire Shutoff Valve</i>	21
Gambar 2.10 Posisi <i>Pneumatic Duct System</i> di <i>Tail Compartment</i> Pesawat.....	22
Gambar 2.11 Posisi <i>Pneumatic Crossfeed Valve</i> di <i>Tail Compartment</i> Pesawat .	22
Gambar 2.12 Tampilan <i>Close-up Pneumatic Crossfeed Valve</i>	22
Gambar 2.13 Posisi <i>Hydarulic System</i> di <i>Wheel Well</i> Pesawat	23
Gambar 2.14 Tampilan <i>Close-up Hydraulic Fire Shutoff Valve</i>	23
Gambar 2.15 Posisi <i>Generator</i> di <i>Engine</i> Pesawat	24
Gambar 2.16 Tampilan <i>Close-up Engine Generator</i>	24
Gambar 2.17 <i>Internet of Things (IoT)</i>	25
Gambar 2.18 Blynk	26
Gambar 2.19 Termokopel Tipe K	27
Gambar 2.20 Kode Warna Termokopel Tipe K.....	27
Gambar 2.21 <i>Thermocouple</i> Tipe K dan Modul MAX6675.....	28
Gambar 2.22 Bel	28
Gambar 2.23 <i>OLED Display</i>	29
Gambar 2.24 Struktur <i>Relay</i> Sederhana	30
Gambar 2.25 Jenis <i>Relay</i> Berdasarkan <i>Pole</i> dan <i>Throw</i>	30
Gambar 2.26 Bentuk Fisik Arduino Uno	31
Gambar 2.27 Bentuk Fisik Arduino Mega.....	32
Gambar 2.28 Bentuk Fisik Arduino Nano	32
Gambar 2.29 Bentuk Fisik Arduino Mini	32
Gambar 2.30 Modul NodeMCU ESP8266	33

Gambar 2.31 Simbol LED, Bentuk Fisik LED, dan Bagian Penyusun LED.....	34
Gambar 2.32 <i>Water Pump</i> Mini.....	34
Gambar 2.33 <i>Adaptor</i> 12V 2A.....	35
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Simulator <i>Engine Fire</i> pada Pesawat DC-9 berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) secara Keseluruhan	37
Gambar 3.2 Blok Diagram <i>Fire Detection System</i> Simulator <i>Engine Fire</i> pada Pesawat DC-9 berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT).....	38
Gambar 3.3 Blok Diagram <i>Fire Extinguishing System</i> Simulator <i>Engine Fire</i> pada Pesawat DC-9 berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT).....	39
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Rancang Bangun Simulator <i>Engine Fire</i> pada Pesawat DC-9 Berbasis IoT (<i>Internet of Things</i>).....	40
Gambar 3.5 Tahap Perancangan Rangkaian <i>Power Supply</i>	43
Gambar 3.6 Tahap Perancangan Rangkaian Sensor <i>Thermocouple</i>	44
Gambar 3.7 Tahap Perancangan Rangkaian OLED <i>Display</i>	45
Gambar 3.8 Tahap Perancangan Rangkaian LED.....	46
Gambar 3.9 Tahap Perancangan Rangkaian <i>Relay</i> dan Bel.....	47
Gambar 3.10 Rangkaian Keseluruhan <i>Fire Detection System</i>	48
Gambar 3.11 Tahap Perancangan Rangkaian <i>Power Supply</i>	49
Gambar 3.12 Tahap Perancangan Rangkaian Sensor <i>Thermocouple</i>	50
Gambar 3.13 Tahap Perancangan Rangkaian OLED <i>Display</i>	51
Gambar 3.14 Tahap Perancangan Rangkaian <i>Switch Engine Fire Handle</i>	52
Gambar 3.15 Tahap Perancangan Rangkaian <i>Relay</i> dan <i>Water Pump</i>	53
Gambar 3.16 Tahap Perancangan Rangkaian LED.....	54
Gambar 3.17 Rangkaian Keseluruhan <i>Fire Extinguishing System</i>	56
Gambar 3.18 Bagian Atas <i>Control Panel</i>	58
Gambar 3.19 Bagian Bawah <i>Control Panel</i>	58
Gambar 3.20 Ukuran <i>Control Panel</i>	59
Gambar 3.21 Tampak Samping Miniatur <i>Engine</i>	60
Gambar 3.22 Tampak Atas Miniatur <i>Engine</i>	60
Gambar 3.23 <i>Library</i> pada <i>Coding Fire Detection System</i>	62
Gambar 3.24 Pemilihan <i>Board</i> yang Dipakai	62

Gambar 3.25 Ikon <i>Tools</i> dan <i>Port</i>	62
Gambar 3.26 Pemilihan <i>Port</i> yang Digunakan	63
Gambar 3.27 Ikon <i>Verify</i> dan <i>Upload</i>	63
Gambar 3.28 Tampilan Proses <i>Verify</i> dan <i>Upload</i> Berlangsung	63
Gambar 3.29 Tampilan Setelah <i>Coding</i> Berhasil Diunggah.....	63
Gambar 3.30 <i>Library</i> pada <i>Coding Fire Extinguishing System</i>	64
Gambar 3.31 Pemilihan <i>Board</i> yang Dipakai	65
Gambar 3.32 Ikon <i>Tools</i> dan <i>Port</i>	65
Gambar 3.33 Pemilihan <i>Port</i> yang Digunakan	65
Gambar 3.34 Ikon <i>Verify</i> dan <i>Upload</i>	66
Gambar 3.35 Tampilan Proses <i>Verify</i> dan <i>Upload</i> Berlangsung	66
Gambar 3.36 Tampilan Setelah <i>Coding</i> Berhasil Diunggah.....	66
Gambar 3.37 <i>Template ID</i> , <i>Device Name</i> , dan <i>Auth Token</i> Blynk	66
Gambar 3.38 Tampilan pada <i>Serial Monitor</i> yang Menandakan Perangkat Telah Terhubung ke Jaringan Internet dan Aplikasi Blynk	67
Gambar 3.39 Tampilan Suhu pada Aplikasi Blynk	68
Gambar 3.40 Notifikasi terjadinya Api pada <i>Engine</i> di Pusat Notifikasi <i>Smartphone</i>	69
Gambar 3.41 Notifikasi terjadinya Api pada <i>Engine</i> di dalam Aplikasi Blynk.....	69
Gambar 4.1 Titik Pengukuran Alat	73
Gambar 4.2 Grafik Suhu Sensor <i>Thermocouple</i> terhadap Waktu Kenaikan Suhu pada Percobaan Pertama	74
Gambar 4.3 Grafik Suhu Sensor <i>Thermocouple</i> terhadap Tegangan Titik Pengukuran saat Kenaikan Suhu pada Percobaan Pertama.....	75
Gambar 4.4 Grafik Suhu Sensor <i>Thermocouple</i> terhadap Waktu Kenaikan Suhu pada Percobaan Kedua	76
Gambar 4.5 Grafik Suhu Sensor <i>Thermocouple</i> terhadap Tegangan Titik Pengukuran saat Kenaikan Suhu pada Percobaan Kedua	76
Gambar 4.6 Grafik Suhu Sensor <i>Thermocouple</i> terhadap Waktu Kenaikan Suhu pada Percobaan Ketiga.....	77

Gambar 4.7 Grafik Suhu Sensor <i>Thermocouple</i> terhadap Tegangan Titik Pengukuran saat Kenaikan Suhu pada Percobaan Ketiga	78
Gambar 4.8 Grafik Suhu Sensor <i>Thermocouple</i> terhadap Waktu Penurunan Suhu pada Percobaan Pertama	79
Gambar 4.9 Grafik Suhu Sensor <i>Thermocouple</i> terhadap Tegangan Titik Pengukuran saat Penurunan Suhu pada Percobaan Pertama.....	80
Gambar 4.10 Grafik Suhu Sensor <i>Thermocouple</i> terhadap Waktu Penurunan Suhu pada Percobaan Kedua	81
Gambar 4.11 Grafik Suhu Sensor <i>Thermocouple</i> terhadap Tegangan Titik Pengukuran saat Penurunan Suhu pada Percobaan Kedua	81
Gambar 4.12 Grafik Suhu Sensor <i>Thermocouple</i> terhadap Waktu Penurunan Suhu pada Percobaan Ketiga.....	82
Gambar 4.13 Grafik Suhu Sensor <i>Thermocouple</i> terhadap Tegangan Titik Pengukuran saat Penurunan Suhu pada Percobaan Ketiga	83
Gambar 4.14 Grafik Pengukuran Waktu Respon Notifikasi Aplikasi Blynk	84

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Waktu Kenaikan Suhu dan Tegangan Sensor <i>Thermocouple</i> pada Percobaan Pertama	74
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Waktu Kenaikan Suhu dan Tegangan Sensor <i>Thermocouple</i> pada Percobaan Kedua	75
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Waktu Kenaikan Suhu dan Tegangan Sensor <i>Thermocouple</i> pada Percobaan Ketiga.....	77
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Waktu Penurunan Suhu dan Tegangan Sensor <i>Thermocouple</i> pada Percobaan Pertama	79
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Waktu Penurunan Suhu dan Tegangan Sensor <i>Thermocouple</i> pada Percobaan Kedua	80
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Waktu Penurunan Suhu dan Tegangan Sensor <i>Thermocouple</i> pada Percobaan Ketiga.....	82
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Waktu Respon Notifikasi Aplikasi Blynk	84