

**PROTOTYPE SISTEM KONTROL DAN PEMANTAUAN ALAT
PEMADAM KEBAKARAN DI POWER STATION BANDAR
UDARA SOEKARNO-HATTA BERBASIS IoT**

*Prototype of Fire Extinguisher Control and Monitoring System at
Soekarno-Hatta Airport Power Station Based on IoT*

SKRIPSI

**Disusun sebagai syarat kelulusan pendidikan pada program studi
Strata 1 Teknik Elektro Universitas Sangga Buana YPKP**

Disusun oleh:

Pratama Herwandinata Putra

2114227023



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP

BANDUNG

2024



**UNIVERSITAS SANGGA
BUANA**

**JL. P.H. Mustofa No.68
Bandung, 40124**

**FORMULIR LEMBAR
PENGESAHAN**

No. Revisi

01

Berlaku Efektif

Maret 2024

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**PROTOTYPE SISTEM KONTROL DAN PEMANTAUAN ALAT
PEMADAM KEBAKARAN DI POWER STATION BANDAR UDARA
SOEKARNO-HATTA BERBASIS IoT**

*Prototype of Fire Extinguisher Control and Monitoring System at Soekarno-Hatta
Airport Power Station Based on IoT*

Disusun oleh:

Pratama Herwandinata Putra

2114227023

Telah disetujui dan disahkan sebagai Skripsi Program S1 Teknik Elektro Fakultas
Teknik Universitas Sangga Buana YPKP

Bandung, Agustus 2024

Disahkan Oleh:

Pembimbing 1

Ketut Abimanya M, ST., MT.

NIK: 432.200.122



UNIVERSITAS SANGGA
BUANA

Jl. P.H.H. Mustofa No.68
Bandung, 40124

FORMULIR LEMBAR
PENGESAHAN

No. Revisi	01
BerlakuEfektif	Maret 2024

Penguji 1


Ivany Sarief, S.T., M.T.
NIK: 432.200.166

Penguji 2

Nina Lestari, S.T., M.T.
NIK: 432.200.202

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Elektro

Ivany Sarief, S.T., M.T.
NIK: 432.200.122

	UNIVERSITAS SANGGA BUANA	FORMULIR LEMBAR PENGESEAHAN	
	Jl. P.H.H. Mustofa No.68 Bandung, 40124	No. Revisi BerlakuEfektif	01 Maret 2024

LEMBAR PENGESEAHAN ORISINALITAS

Nama : Pratama Herwandinata Putra
NIM : 2114227023
Alamat : Grandcity The Extention Blok GC 21 No. 8, sepatan, Kab. Tangerang Banten
No. Telp/HP : 087853390108
E-Mail : cadet_tama@yahoo.com

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan karya orisinali saya sendiri, dengan judul:

**PROTOTYPE SISTEM KONTROL DAN PEMANTAUAN ALAT
PEMADAM KEBAKARAN DI POWER STATION BANDAR UDARA
SOEKARNO-HATTA BERBASIS IoT**

Prototype of Fire Extinguisher Control and Monitoring System at Soekarno-Hatta Airport Power Station Based on IoT

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila di kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini, atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidak aslian.



Bandung, 15 Maret 2024



Pratama Herwandinata Putra
2114227023

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas sistem deteksi kebakaran di Power Station Bandara Soekarno-Hatta dengan fokus pada pengembangan Sistem Kontrol Monitoring Fire Alarm. Sebagai gerbang utama transportasi udara di Indonesia, Bandara Soekarno-Hatta memiliki kebutuhan mendesak untuk menjaga keamanan dan keselamatan operasionalnya, terutama di lingkungan kritis seperti Power Station.

Tinjauan pustaka mengungkapkan perkembangan teknologi deteksi kebakaran yang pesat dan meningkatnya kompleksitas sistem keamanan di bandara. Keberhasilan operasional bandara sangat bergantung pada ketersediaan dan kinerja optimal sistem deteksi kebakaran, terutama di Power Station yang menyediakan daya listrik esensial untuk seluruh fasilitas.

Penelitian ini akan memfokuskan pada integrasi teknologi terkini, termasuk sensor canggih, pemrosesan sinyal digital, dan kecerdasan buatan, untuk meningkatkan kemampuan deteksi dan merespon kebakaran dengan cepat dan akurat. Selain itu, penelitian akan mengeksplorasi konsep integrasi sistem keamanan secara menyeluruh, termasuk koneksi dengan sistem pemadam kebakaran dan kontrol akses, untuk menciptakan solusi yang terpadu dan efisien.

Dalam konteks regulasi dan standar keselamatan, penelitian ini akan mengidentifikasi persyaratan terbaru yang berlaku dalam industri penerbangan, baik di tingkat internasional maupun dalam konteks peraturan penerbangan di Indonesia. Keberlanjutan operasional dan keselamatan personel di Power Station menjadi fokus utama, dengan penekanan pada pemeliharaan preventif dan manajemen kegagalan untuk meningkatkan keandalan sistem.

Melalui pendekatan studi kasus, penelitian ini akan mengevaluasi implementasi sistem serupa di lingkungan industri bandara internasional, mengeksplorasi keberhasilan dan tantangan yang mungkin dihadapi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan praktis dan solusi inovatif untuk memperbaiki sistem deteksi kebakaran di Power Station Bandara Soekarno-Hatta.

Keberhasilan penelitian ini diantisipasi akan memberikan dampak positif dalam menjaga operasional bandara yang aman, efisien, dan memenuhi standar keselamatan terkini. Dengan memadukan teknologi terkini dan konsep integrasi sistem yang canggih, penelitian ini diharapkan dapat memberikan landasan bagi peningkatan keamanan di lingkungan Power Station, yang pada gilirannya akan mendukung keseluruhan sistem keamanan Bandara Soekarno-Hatta.

Kata Kunci: Bandara, Soekarno-Hatta, Kebakaran, Power Station

ABSTRACT

This research aims to improve the effectiveness of the fire detection system at the Soekarno-Hatta Airport Power Station with a focus on developing a Fire Alarm Monitoring Control System. As the main gateway to air transportation in Indonesia, Soekarno-Hatta Airport has an urgent need to maintain its operational security and safety, especially in critical environments such as Power Stations.

A literature review reveals the rapid development of fire detection technology and the increasing complexity of security systems at airports. The operational success of airports depends heavily on the availability and optimal performance of fire detection systems, especially in Power Stations that provide essential electrical power to the entire facility.

The research will focus on integrating the latest technologies, including advanced sensors, digital signal processing, and artificial intelligence, to improve fire detection and response capabilities quickly and accurately. In addition, research will explore the concept of thorough security system integration, including connection with fire suppression systems and access control, to create integrated and efficient solutions.

In the context of regulations and safety standards, this study will identify the latest requirements applicable in the aviation industry, both at the international level and in the context of aviation regulations in Indonesia. Operational sustainability and personnel safety at the Power Station are key focuses, with an emphasis on preventive maintenance and failure management to improve system reliability.

Through a case study approach, the study will evaluate the implementation of similar systems in the international airport industry environment, exploring successes and possible challenges. The results of this study are expected to provide practical guidance and innovative solutions to improve the fire detection system at the Soekarno-Hatta Airport Power Station.

The success of this research is anticipated to have a positive impact in maintaining airport operations that are safe, efficient, and meet the latest safety standards. By combining the latest technology and advanced system integration concepts, this research is expected to provide a foundation for improved security in the Power Station environment, which in turn will support the entire security system of Soekarno-Hatta Airport.

Keywords: Airport, Soekarno-Hatta, Fire, Power Station

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat ALLAH SWT, atas rahmat dan hidayah – Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Prototipe Sistem Kontrol dan Pemantauan Alat Pemadam Kebakaran di Power Station Bandar Udara Soekarno Hatta Berbasis IoT”. Penulis menyusun skripsi ini sebagai syarat dalam menyelesaikan pendidikan tahap sarjana pada Program Studi Sarjana Teknik Elektro Universitas Sangga Buana YPKP pada tahun 2024.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap adanya saran, kritik, dan masukan yang bersifat membangun agar supaya penulisan penelitian ini menjadi lebih baik dan bermanfaat. Semoga Allah SWT memberikan rahmat dan hidayah-Nya.

Bandung, 15 Maret 2024

Pratama Herwandinata Putra
2114227023

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam proses penyusunan proposal penelitian ini peneliti banyak mendapatkan bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ketut Abimanyu, S.T., M.T. sebagai Pembimbing dan pemberi masukan ide pada penyusunan skripsi di Universitas Sangga Buana.
2. Bapak Ivany Sarief, S.T., M.T. selaku Kepala Prodi Fakultas Teknik Elektro dan sebagai penguji penyusunan skripsi di Universitas Sangga Buana.
3. Bapak Ibu Nina Lestari, S.T., M.T. sebagai Penguji dan pemberi masukan ide pada penyusunan skripsi di Universitas Sangga Buana.
4. Kedua Orang Tua saya Drs.H.Hergani,MM dan Dra.Hj.Sri Poerwani,MSi yang selalu memberikan doa,semangat dan dukungan.
5. Rina Dewi Aprilia Ningrum istri saya yang selalu support doa dan semangat.
6. Abidzar Misbareta Razzan Athallah dan Naira Misbareta Adreena kedua anak saya yang selalu memberikan dukungan dan doa .
7. Rekan – rekan Mahasiswa Universitas Sangga Buana Prodi Teknik Elektro yang selalu memberikan bantuan ilmu,ide,saran dan kritik yang membangun pada penyusunan skripsi ini.

Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN ORISINALITAS	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMAKASIH	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR ISTILAH	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Rumusan Masalah	2
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Metode Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
<i>State of The Art</i>	7
2.1. Pemadam Kebakaran	7
2.2 Konsep Sistem Kontrol dan Pemantauan	8
2.3. Internet of Thing (IoT)	9
2.4. Implementasi IoT dalam Sistem Kontrol dan Pemantauan	13
BAB III DESAIN DAN METODE	16
3.1 Perancangan Desain	16
3.2 Desain Sistem	16

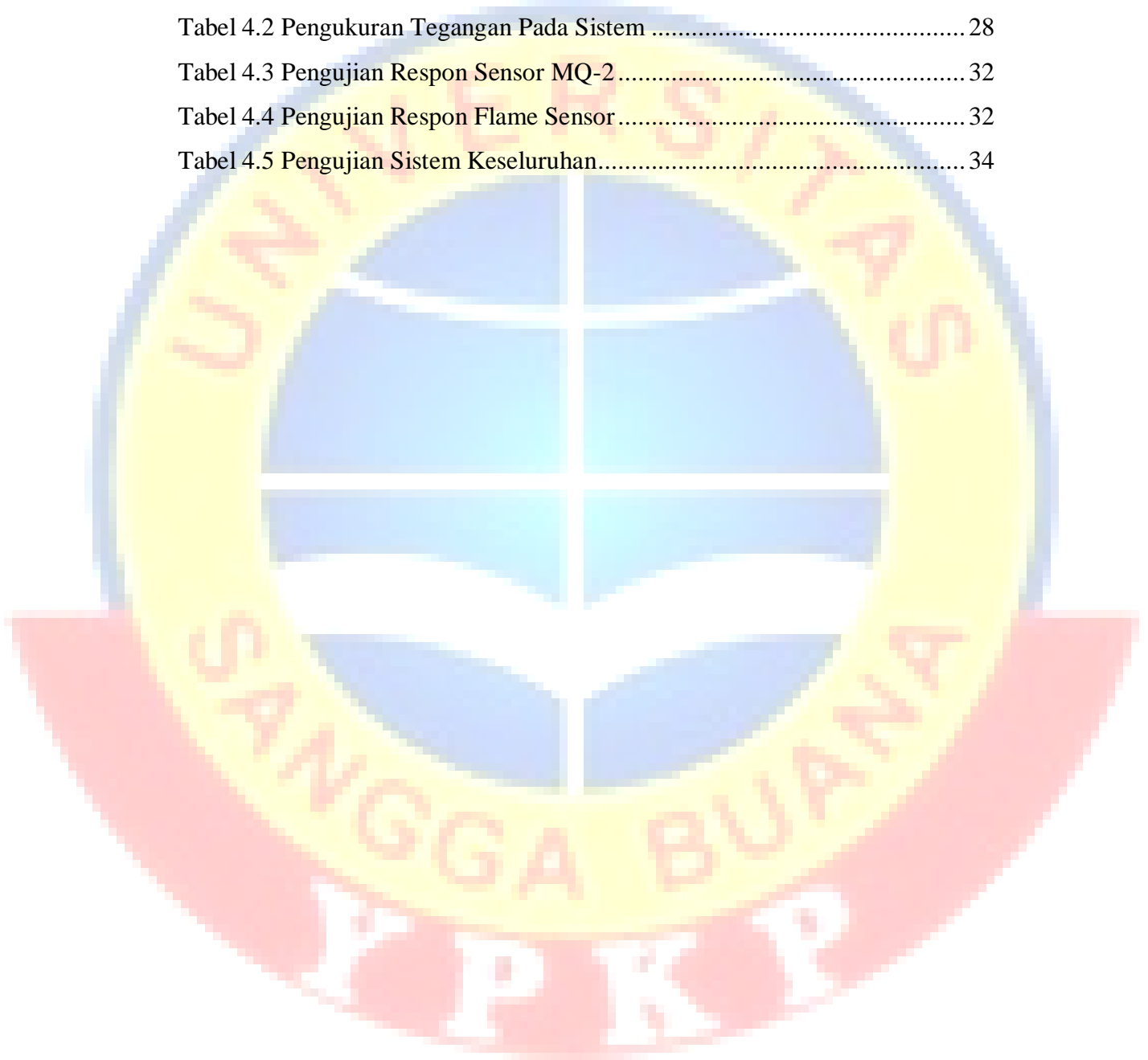
3.3 Hasil akhir prototipe sistem kontrol dan pemantauan alat pemadam kebakaran.....	21
3.4 Pengujian Sistem.....	22
BAB IV PENGUJIAN DAN HASIL IMPLEMENTASI	25
4.1. Analisis Kebutuhan Sistem.....	25
4.2 Implementasi Sensor MQ-2 dan Flame Sensor	25
4.5 Pembahasan Hasil Pengujian.....	32
4.6 Perbandingan Dengan Penelitian Terkait	35
BAB V PENUTUP	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN A PERANCANGAN PROGRAM	40
LAMPIRAN B TAMPILAN PADA LCD.....	43
LAMPIRAN C DATASHEET NODEMCU ESP8266	44
LAMPIRAN D DATASHEET SENSOR MQ-2.....	47
LAMPIRAN E DATASHEET I2C 20x4 PCD MODULE	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 NodeMCU ESP 32.....	10
Gambar 2.2 Modul Relay dan Sensor Yang Digunakan.....	11
Gambar 2.3 Modul I2C 20x4	12
Gambar 2.4 Power Supply	12
Gambar 3.1 Blok diagram	16
Gambar 3.2 Flowchart sistem kontrol dan pemantauan alat pemadam kebakaran.....	17
Gambar 3.3 Skematik perangkat keras sistem kontrol dan pemantauan alat pemadam kebakaran.....	19
Gambar 4.1 Implementasi Alat (a) Tampak Bawah, (b) Tampak Depan, (c) Tampak Dalam	25

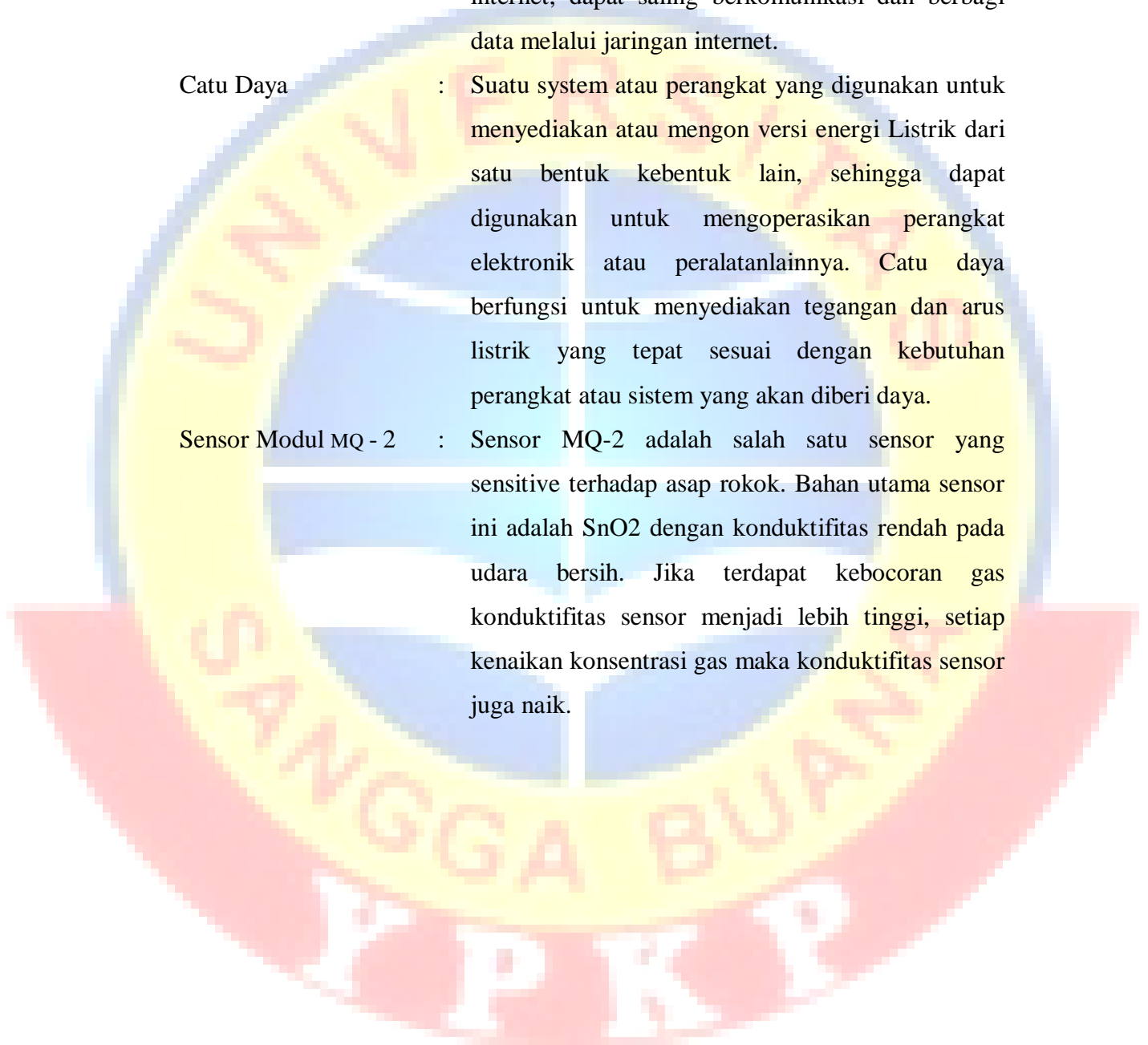
DAFTAR TABEL

Table 3.1 Ketentuan sistem Sensor MQ-2	24
Table 3.2 Ketentuan sistem Flame Sensor	24
Tabel 4.1 Pengujian Fungsi Komponen.....	26
Tabel 4.2 Pengukuran Tegangan Pada Sistem	28
Tabel 4.3 Pengujian Respon Sensor MQ-2.....	32
Tabel 4.4 Pengujian Respon Flame Sensor.....	32
Tabel 4.5 Pengujian Sistem Keseluruhan.....	34



DAFTAR ISTILAH

- NodeMCU ESP32 : Modul mikrokontroler Wi-Fi yang sangat populer. Modul ini didasarkan pada sistem-on-chip (soc) ESP32, yang dikembangkan oleh Perusahaan Tiongkok, Espressif Systems. Nodemcu merupakan salah satu papan pengembangan (development board) yang menggunakan soc ESP32, yang memungkinkan pengembang untuk dengan mudah mengembangkan aplikasi berbasis Wi-Fi.
- Prototype* : Versi awal atau model pertama dari suatu produk atau sistem yang dibuat untuk menguji, mengevaluasi, dan menguji konsep sebelum produk akhir dibuat atau system diimplementasikan. Dalam konteks pengembangan produk atau proyek, prototipe merupakan alat yang berharga untuk mengidentifikasi masalah, mengumpulkan umpan balik dari pengguna atau pemangku kepentingan, dan melakukan iterasi untuk meningkatkan desain dan kinerja sebelum menghasilkan versi final.
- Mikrokontroler : Suatu jenis system terpadu (*integrated circuit*) yang mengintegrasikan unit pemrosesan sentral (CPU), memori, dan perangkat masukan / keluaran dalam satu chip tunggal. Mikrokontroler dirancang khusus untuk mengendalikan perangkat elektronik atau system tertentu, dan sering digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti system tertanam (embedded systems), Internet of Things (iot), otomatisasi industri, kendali robotik, dan perangkat elektronik konsumen.

- 
- IoT : Singkatan dari "*Internet of Things*" atau "Internet untuk Segala Hal" dalam bahasa Indonesia. Iot merujuk pada konsep di mana berbagai perangkat dan objek fisik, yang sebelumnya tidak terhubung ke internet, dapat saling berkomunikasi dan berbagi data melalui jaringan internet.
- Catu Daya : Suatu system atau perangkat yang digunakan untuk menyediakan atau mengonversi energi Listrik dari satu bentuk ke bentuk lain, sehingga dapat digunakan untuk mengoperasikan perangkat elektronik atau peralatan lainnya. Catu daya berfungsi untuk menyediakan tegangan dan arus listrik yang tepat sesuai dengan kebutuhan perangkat atau sistem yang akan diberi daya.
- Sensor Modul MQ - 2 : Sensor MQ-2 adalah salah satu sensor yang sensitive terhadap asap rokok. Bahan utama sensor ini adalah SnO₂ dengan konduktifitas rendah pada udara bersih. Jika terdapat kebocoran gas konduktifitas sensor menjadi lebih tinggi, setiap kenaikan konsentrasi gas maka konduktifitas sensor juga naik.

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	54
LAMPIRAN B	57
LAMPIRAN C	58
LAMPIRAN D	61
LAMPIRAN E	64



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Bandara Soekarno-Hatta, sebagai salah satu gerbang utama transportasi udara di Indonesia, menghadirkan tantangan kompleks terkait keamanan dan keselamatan operasional. Keberhasilan operasional bandara ini sangat tergantung pada sistem keamanan yang efisien, termasuk sistem deteksi kebakaran yang dapat mengidentifikasi, memberi peringatan, dan merespons potensi bahaya kebakaran dengan cepat dan akurat.

Power Station menjadi elemen kritis dalam infrastruktur bandara, menyediakan daya listrik untuk mendukung fungsi operasional dan sistem keamanan. Keberlanjutan operasional Power Station menjadi kunci, dan deteksi dini terhadap potensi kebakaran adalah aspek krusial dalam memastikan keselamatan dan integritas sistem.

Latar belakang penelitian ini didorong oleh perlunya meningkatkan efektivitas sistem deteksi kebakaran di Power Station Bandara Soekarno-Hatta. Keterbatasan dan kelemahan dalam sistem kontrol dan monitoring saat ini mengharuskan adanya pengembangan dan peningkatan. Dengan pertumbuhan teknologi dan inovasi dalam industri keamanan, perluasan kemampuan deteksi, integrasi sistem, dan respons yang lebih cepat menjadi prioritas.

Penelitian ini juga mengacu iurgensi peraturan dan standar keselamatan yang terus berkembang, yang menuntut pembaruan dan penyesuaian sistem deteksi kebakaran. Seiring perubahan lingkungan operasional dan perkembangan teknologi keamanan, perlu adanya upaya kontinu untuk menjaga ketersediaan dan keandalan sistem deteksi kebakaran di Power Station.

Dengan menggabungkan teknologi terbaru dan metodologi terbaik, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan respons dan kinerja sistem deteksi kebakaran di Power Station Bandara Soekarno-Hatta. Diharapkan bahwa hasil

penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam menjaga keselamatan operasional, mengurangi risiko kebakaran, dan meningkatkan efisiensi dalam mengelola potensi bahaya di lingkungan Power Station.

Melalui pemahaman yang lebih mendalam tentang sistem kontrol monitoring fire alarm di Power Station, penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan untuk pengembangan teknologi keamanan yang lebih baik, memastikan operasional bandara berjalan dengan aman dan efisien, serta memenuhi standar keselamatan yang diperlukan dalam industri penerbangan yang dinamis.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Membuat sebuah prototipe sistem kontrol dan pemantauan alat pemadam kebakaran dengan cara *monitoring* energi;
2. Meningkatkan efisiensi penggunaan alat pemadam kebakaran

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini yaitu :

1. Membangun komunikasi yang baik dalam urusan energi;
2. Meningkatkan kemampuan sistem untuk merespons kebakaran dengan cepat dapat menyelamatkan nyawa dan harta benda yang berharga;
3. Memberikan kontribusi pada bidang penelitian dan inovasi teknologi pemadam kebakaran.

1.4 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Meneliti parameter dan parameter kontrol yang diperlukan untuk meningkatkan efektivitas pemadam kebakaran.;
2. Menentukan teknologi pemantauan yang dapat mendeteksi kebakaran secara dini dan memberikan informasi akurat kepada sistem.

3. Memperhatikan faktor-faktor seperti suhu, kelembaban, dan tekanan untuk meningkatkan kinerja sistem pemadam kebakaran dalam berbagai kondisi lingkungan.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Alat yang dirancang menggunakan prototipe NodeMCU ESP 32 sebagai mikrokontroler;
2. Relay yang digunakan yaitu relay 2 channel dengan 3 jenis beban yang berbeda, yaitu 1 buzzer sebagai indikator atau sinyal adanya gas atau api, dan 2 LED sebagai indikator untuk memberitahu APAR;
3. Sumber energi yang dijadikan bahan penelitian yaitu power supply 5 Volt;
4. Aplikasi yang digunakan yaitu aplikasi arduino IDE pada laptop/PC;
5. Sensor modul Flame sensor untuk deteksi api, Sensor MQ-2 untuk mendeteksi gas atau asap, dan Sensor DHT22 untuk memantau suhu.

1.6 Metode Penelitian

Penulisan penelitian ini menggunakan beberapa metode penelitian, diantaranya yaitu:

1.6.1 Analisa Penelitian

Untuk analisa penelitian ini dirancang sistem penjadwalan beban energi listrik yang mampu dikendalikan dari jarak jauh berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu mengirimkan data secara *real time* melalui *smartphone* dan *web browser*. Secara terperinci Analisa ini dijabarkan ke dalam beberapa tahap yakni sebagai berikut:

1. Perencanaan

Pada tahapan ini ditentukan tujuan dari penulisan, tema, dan sasaran penelitian yang sudah direncanakan dengan baik. Tahapan ini melalui pemilihan mikrokontroler sebagai *load cluster controller*, instrumen sensor sebagai alat ukur, penyimpanan *database* sistem sebagai *embedded server*, aplikasi sebagai kontrol dan *monitoring* jarak

jauh, baterai atau akumulator sebagai catu daya sistem kontrol dan pemantauan alat pemadam kebakaran yang telah dibuat agar sasaran penelitian dapat tercapai dengan baik.

2. Uji coba

Tahapan uji coba dilakukan setelah tahap perencanaan dilaksanakan dengan baik. Uji coba dilakukan pada sensor modul MQ-2, Flame sensor, Sensor DHT22, relay dan NodeMCU ESP32 sehingga dari uji coba ini, penulis mampu memastikan bahwa pengukuran berjalan dengan baik. Selain itu, penulis dapat memastikan bahwa sistem yang telah dibuat mampu menghidup matikan serta menjadwalkan hidup matinya beban sesuai keinginan pengguna.

3. Desain

Desain prototipe sistem penjadwalan beban tenaga listrik yang dibuat yaitu dimulai dengan deskripsi program (*coding*) menggunakan *software* Arduino IDE yang diupload pada mikrokontroler NodeMCU ESP32. Perancangan program ini ditujukan agar Sensor MQ-2, sensor DHT22, dan Flame sensor dapat ditampilkan pada LCD I2C berukuran 20 x 4.

4. Implementasi

Implementasi dilakukan untuk menguji efektifitas dan fungsi dari sistem yang telah dibuat. Pengujian prototipe sistem penjadwalan beban listrik dilakukan dengan menggunakan modul elektronik Sensor MQ-2 dan Flame sensor sebagai sensor pada sistem yang telah dibuat. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan alat berfungsi dengan baik dalam hal menghidup matikan beban, *monitoring* beban, dan menjadwalkan hidup matinya beban sesuai profil waktu yang disetting terlebih dahulu. Selain itu, pengujian bertujuan untuk mengukur ke efektifan penggunaan alat dalam pemakaian energi hijau yang dalam penelitian ini menggunakan sumber energi dari power supply 5 Volt DC.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pelaporan penelitian ini disajikan ke dalam 5 bab dengan susunan pembahasan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bagian ini menguraikan secara rinci tentang latar belakang mengapa penelitian ini dilakukan, tujuan penelitian, rumusan masalah, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II Landasan Teori

Berisi landasan teori dasar dan data pendukung serta pengenalan terhadap penghubung seluruh kegiatan penelitian baik berupa perangkat keras maupun perangkat lunak.

BAB III Desain dan Metode

Bagian ini menjelaskan deskripsi umum sistem, perancangan sistem penjadwalan beban energi listrik, objek penelitian, sampel penelitian, alat dan bahan yang akan digunakan. Selanjutnya, bagian ini menjelaskan metode penelitian yang dilakukan terhadap alat yang dibuat.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini dibahas mengenai hasil perancangan dan analisa dari data hasil pengujian prototipe sistem kontrol dan pemantauan alat pemadam kebakaran.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bagian ini sebagai akhir dari penelitian yang berisi simpulan sebagai penjelasan dari rumusan masalah. Agar penelitian ini mendapatkan umpan balik, maka dibuatkan saran – saran bagi pihak – pihak terkait sehingga akan mendapatkan masukan untuk perbaikan.

BAB II

LANDASAN TEORI

Keamanan dan keselamatan di bandara merupakan aspek krusial dalam industri penerbangan. Sistem deteksi kebakaran di Power Station menjadi komponen utama dalam menjaga keberlanjutan operasional dan melindungi aset penting, termasuk fasilitas dan personel di Bandara Soekarno-Hatta[1].

Standar keselamatan dan peraturan terkait keamanan di bandara terus-menerus berkembang. Tinjauan pustaka akan memfokuskan pada persyaratan terbaru dalam hal sistem deteksi kebakaran, termasuk standar internasional dan regulasi penerbangan yang berlaku di Indonesia.

Keberhasilan sistem keamanan terletak pada integrasi yang efisien antara berbagai perangkat, termasuk sistem deteksi kebakaran, sistem pemadam kebakaran, dan sistem kontrol akses. Tinjauan pustaka akan mengeksplorasi konsep integrasi ini dan dampaknya pada kinerja keseluruhan sistem keamanan di Power Station. [2].

Ketersediaan dan keandalan sistem deteksi kebakaran menjadi faktor kunci dalam menjaga operasional Power Station. Penelitian terdahulu mengenai teknik pemeliharaan preventif, manajemen kegagalan, dan strategi pemulihan memberikan wawasan tentang cara meningkatkan ketahanan sistem. Hal ini menunjukkan bahwa pemeliharaan preventif, manajemen risiko kegagalan, dan strategi pemulihan menjadi langkah-langkah kunci dalam memastikan bahwa sistem deteksi kebakaran selalu siap dan berfungsi dengan baik.

Penelitian dan implementasi teknologi terkini, seperti kecerdasan buatan (AI) dan Internet of Things (IoT), dalam sistem deteksi kebakaran di lingkungan industri serupa, memberikan dasar untuk memahami potensi dan tantangan penerapan teknologi ini di Power Station Bandara Soekarno-Hatta. Integrasi teknologi canggih seperti AI dan IoT dapat meningkatkan efisiensi, respons, dan kemampuan prediksi dalam mendeteksi dan merespons kebakaran.

State of The Art

Pada penelitian sebelumnya dengan judul “Analisis Penggunaan Fire Alarm Di Bandara Internasional Jawa Barat Kertajati”[3] mengatakan kebakaran di tempat kerja dapat menimbulkan akibat yang merugikan banyak pihak, antara lain dunia usaha, pelanggan, tenagakerja, pihak berwenang dan seluruh masyarakat. Akibat kebakaran di tempat kerja dapat menimbulkan korban jiwa, kerugian material, kerugian kerja, dan kerugian tidak langsung lainnya, apalagi jika kebakaran tersebut bermula pada objek yang esensial[4].

Maka penulis mendapatkan ide dan membuat judul penelitian ini agar ketika terjadi sebuah kebakaran di dalam power station alat ini dapat memberikan sinyal/peringatan lebih awal, karena jika terjadinya keterlambatan dalam penanganan akan mengakibatkan kerugian yang sudah disebutkan di penelitian sebelumnya. Untuk itu perlunya alat pendeteksi kebakaran dengan system detector menggunakan alarm agar sesaat kebakaran terjadi semua yang berada di dalam area sekitar dapat mengetahui lewat pendeteksi tersebut dengan bunyi alarm sebagai penanda kebakaran[5].

2.1. Pemadam Kebakaran

Alat pemadam kebakaran adalah perangkat yang dirancang untuk merespons dan memadamkan kebakaran dengan berbagai cara, tergantung pada jenis kebakaran dan sifat bahan yang terlibat. Dalam konteks power station Bandara Soekarno-Hatta, alat pemadam kebakaran yang relevan termasuk:

1. Pemadam Api Berbasis Air:

Pemadam api berbasis air adalah alat pemadam kebakaran yang menggunakan air sebagai agen pemadam utama. Terdapat berbagai jenis pemadam api berbasis air, termasuk sistem sprinkler, hose reel, dan hydrant yang tersebar di seluruh area power station untuk merespons kebakaran dengan cepat dan efektif.

1. Pemadam Api Berbasis Bubuk Kimia:

Pemadam api berbasis bubuk kimia menggunakan bahan kimia khusus yang dirancang untuk menghambat reaksi kimia yang menyebabkan kebakaran. Alat ini efektif terhadap berbagai jenis kebakaran, termasuk kebakaran kelas A, B, dan C yang melibatkan bahan padat, cair, atau gas.

2. Pemadam Api Berbasis Gas:

Pemadam api berbasis gas menggunakan gas kimia tertentu untuk menghilangkan oksigen dari lingkungan kebakaran, sehingga memadamkan api. Alat ini umumnya digunakan dalam lingkungan di mana penggunaan air atau bahan kimia tidak diinginkan, seperti ruang server atau ruang elektronik lainnya.

3. Alat Pendeteksi Kebakaran:

Selain alat pemadam langsung, Arduin Arduino dan pemantauan juga melibatkan penggunaan alat pendeteksi kebakaran, seperti Arduino8 asap, Arduino8 panas, dan Arduino8 gas.

2.2 Konsep Sistem Kontrol dan Pemantauan

Sistem Arduino dan pemantauan merupakan bagian integral dari banyak Arduin teknologi modern, termasuk Arduin pemadam kebakaran di lingkungan Arduino8 seperti power station Bandara Udara Soekarno-Hatta. Konsep dasar dari Arduin Arduino dan pemantauan adalah untuk mengontrol dan memantau kondisi atau perilaku dari suatu Arduin atau perangkat secara otomatis atau dengan bantuan manusia.

Kontrol Arduin mengacu pada penggunaan perangkat keras dan perangkat lunak untuk mengelola dan mengatur operasi dari suatu Arduin. Tujuan utama dari Arduino Arduin adalah untuk memastikan bahwa Arduin tersebut beroperasi sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Jenis Arduino Arduin meliputi Arduino otomatis dan Arduino manual. Kontrol otomatis melibatkan penggunaan algoritma dan sensor untuk mengatur Arduin tanpa intervensi manusia, sementara Arduino manual memerlukan interaksi langsung dengan operator.

Pemantauan Arduin melibatkan pengumpulan, pengukuran, dan analisis data terkait dengan kondisi, kinerja, atau perilaku dari suatu Arduin. Tujuan dari pemantauan Arduin adalah untuk mendeteksi perubahan atau masalah yang mungkin terjadi dalam Arduin dan memberikan informasi yang diperlukan untuk pengambilan keputusan. Teknologi pemantauan Arduin mencakup sensor, perangkat lunak analisis data, dan antarmuka pengguna untuk visualisasi data.

Integrasi Arduin Arduino dan pemantauan memungkinkan untuk pengendalian yang lebih efisien dan Arduino9r9 terhadap kondisi Arduin. Dengan memadukan Arduino dan pemantauan dalam satu Arduin terpadu, informasi yang diperoleh dari pemantauan dapat digunakan untuk mengatur operasi Arduino secara otomatis. Integrasi juga memungkinkan pemantauan yang lebih efektif terhadap kinerja Arduin dan deteksi dini terhadap masalah atau kegagalan yang mungkin terjadi.

Dengan memahami konsep dasar Arduin Arduino dan pemantauan, pengembangan Arduin yang efektif untuk pengendalian dan pemantauan alat pemadam kebakaran di power station Bandara Soekarno-Hatta dapat dilakukan dengan lebih efisien dan efektif. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan konsep ini dalam konteks spesifik lingkungan Arduino9 tersebut untuk meningkatkan keamanan dan kinerja Arduin pemadam kebakaran.

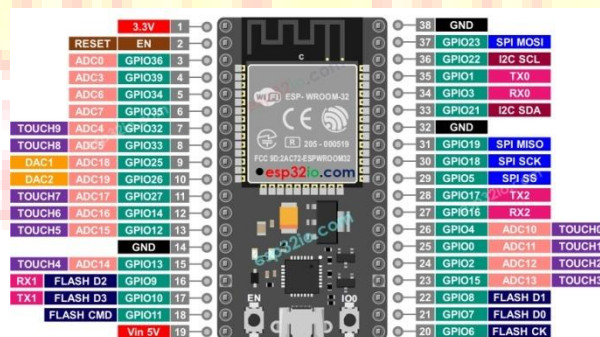
2.3. Internet of Thing (IoT)

Mengacu kepada IEEE (Institute Of Electrical and Electronics Engineers), Internet of Things (IoT) adalah suatu jaringan yang dilengkapi oleh beberapa perangkat keras (hardware) yang tertanam dengan sensor, dimana sensor tersebut terhubung dengan jaringan internet [5]. Solusi berbasis TIK yang memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) dapat berkontribusi secara signifikan terhadap penghematan energi, dengan memotivasi dan mendukung perubahan perilaku penghuni Arduin. Dalam konteks ini, Arduin berbasis IoT yang diusulkan memfasilitasi pengguna energi untuk mengetahui perkiraan energi yang dikonsumsi secara total dan skema penjadwalan penggunaan energi yang efisien. [4][6].

Contoh Arduin berbasis IoT yang telah dikembangkan yaitu mengendalikan hidup-mati beban dari jarak jauh secara langsung menggunakan smartphone [7][8]. Penelitian ini akan mengusulkan pengembangan prototipe Arduin pengaturan aktivitas hidup-mati beban secara otomatis sesuai jadwal yang direncanakan sebelumnya, dan juga bisa di-override dengan perintah langsung dari jarak jauh melalui smartphone atau web browser. Beban-bekan dikelompokkan menjadi satu Arduino (cluster) yang memiliki 1 buah Arduin IP. Sistem dapat memiliki banyak Arduino/device. Satu Arduino memiliki 1-4 output beban dengan kapasitas daya maksimum tertentu.

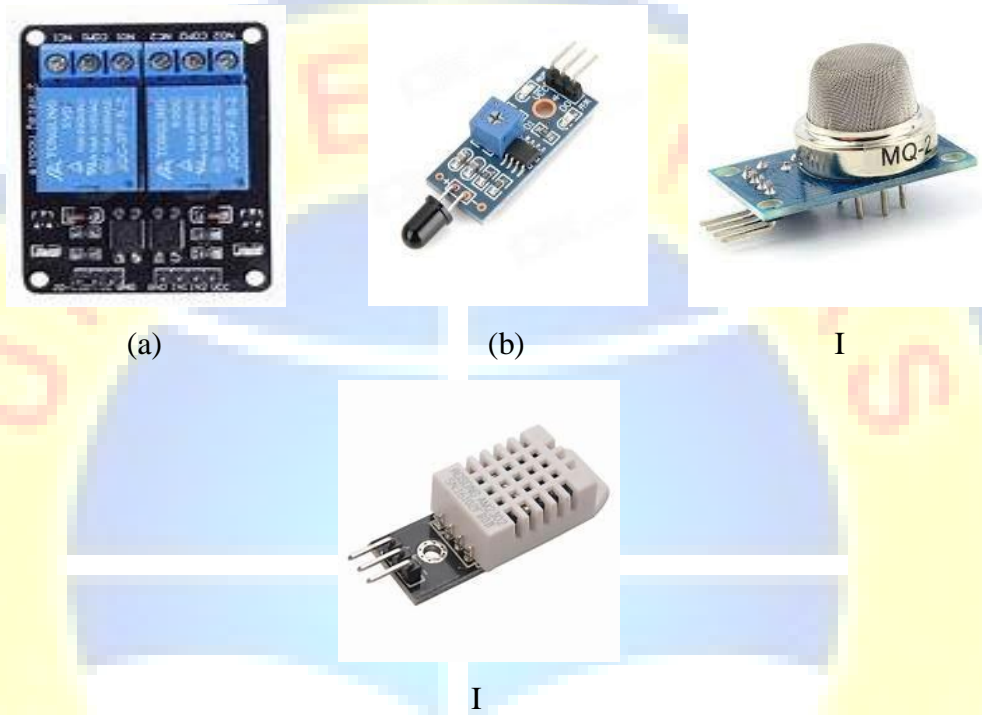
Perancangan prototipe ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU. NodeMCU yang sudah dilengkapi dengan wifi dan firmware-nya bersifat open source. Modul wifi pada NodeMCU berfungsi sebagai penghubung antara smartphone dengan objek/sensor. Automasi sendiri yaitu proses pengontrolan sebuah operasi atau alat tertentu secara otomatis dengan menggantikan peran manusia dalam proses pengamatan dan pengambilan keputusan.

NodeMCU ESP32 yang digunakan merupakan pengembangan dari modul ESP8266 dengan firmware berbasis e-Lua. Versi ini telah dilengkapi dengan micro USB port dengan fungsi input program dan suplai tegangan AC 5 Volt. NodeMCU versi ini juga dilengkapi dengan tombol flash dan reset. Bahasa Lua sendiri merupakan Arduin yang memiliki logika dan pemrograman yang sama dengan Arduin C, namun berbeda pada sintaksnya. Hal yang paling menarik adalah NodeMCU ini mendukung Arduino IDE yang merupakan software untuk mengaplikasikan program dari mikrokontroler Arduino [11][8].



Gambar 2.1 NodeMCU ESP 32

Pada pembuatan prototipe ini diperlukan *module relay* seperti pada gambar 2.3 (a) sebagai pemutus dan penghubung buzzer. *Module relay* sendiri mempunyai fungsi menyambungkan dan mematikan arus listrik terhadap perangkat elektronik [12]. Selain itu, pada *module relay* Arduino11r mengatur keadaan relay dalam kondisi *Normally Open* (NO) atau *Normally Close* (NC).



Gambar 2.2 Modul Relay dan Sensor Yang Digunakan

Selanjutnya, flame sensor digunakan untuk mendeteksi adanya api dan panas yang tinggi, sensor MQ-2 digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas seperti gas metana dan karbon monoksida. Output dari kedua sensor tersebut adalah relay untuk mengaktifkan dan menonaktifkan buzzer sebagai sinyal peringatan Arduin adanya api dan gas berbahaya terdeteksi.

Hasil pengukuran dapat dilihat dan diamati pada Modul I2C dengan ukuran 20x4 pada gambar 2.4 (a) dan (b).



(a) (b)

Gambar 2.3 Modul I2C 20x4

Sumber energi yang digunakan yaitu menggunakan power supply 5V. Power supply 5V ini menggantikan baterai VRLA 12V 7.5 Ah dalam rangkaian elektronik. Dengan tegangan keluaran 5V, power supply ini cocok untuk berbagai aplikasi di Arduino12 dan rumah tangga seperti pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), lampu jalan solar cell, Arduin panel surya, UPS, dan sebagainya



Gambar 2.4 Power Supply

Penggunaan power supply 5V memberikan fleksibilitas dalam mendukung berbagai perangkat elektronik, dan tegangan yang lebih rendah sering digunakan untuk mengurangi konsumsi daya dan memaksimalkan efisiensi energi pada perangkat tertentu.

2.4. Implementasi IoT dalam Sistem Kontrol dan Pemantauan

Implementasi Internet of Things (IoT) dalam Arduin Arduino dan pemantauan merupakan Arduino progresif yang memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi, responsibilitas, dan keandalan Arduin dalam berbagai lingkungan Arduino13, termasuk power station Bandar Udara Soekarno-Hatta. Berikut adalah beberapa aspek penting dari implementasi IoT dalam konteks tersebut:

4. Sensorisasi dan Pemantauan Real-Time:

Implementasi IoT memungkinkan penempatan sensor yang terhubung ke internet di seluruh fasilitas power station untuk memantau parameter kunci seperti suhu, tekanan, kelembaban, dan deteksi asap secara real-time. Data yang dikumpulkan dari sensor – sensor ini dapat dikirimkan ke pusat Arduino melalui jaringan internet, memungkinkan operator untuk mengamati dan menganalisis kondisi fasilitas secara kontinu.

5. Pengendalian Otomatis:

Dengan IoT, Arduin Arduino dapat ditingkatkan untuk memberikan respons otomatis terhadap kondisi tertentu. Misalnya, Arduin sensor mendeteksi suhu yang tinggi atau Arduino13 asap mendeteksi kebakaran, Arduin dapat secara otomatis mengaktifkan Arduin pemadam kebakaran atau memberikan peringatan kepada petugas keamanan. Ini mengurangi keterlambatan respons dan memastikan Arduino13 yang cepat dan tepat diambil untuk mengatasi situasi darurat.

6. Integrasi dengan Sistem Pemantauan yang Ada:

IoT dapat diintegrasikan dengan Arduin pemantauan yang sudah ada di power station untuk meningkatkan fungsionalitas dan kemampuannya. Informasi yang dikumpulkan dari sensor – sensor IoT dapat digabungkan dengan data dari Arduin pemantauan lainnya untuk memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang kondisi dan kinerja fasilitas.

7. Analisis Data dan Prediksi:

Data yang dikumpulkan melalui implementasi IoT dapat dianalisis menggunakan Arduin – Arduin analisis data canggih untuk mengidentifikasi pola, tren, dan Arduino yang mungkin terjadi. Analisis ini dapat digunakan untuk merencanakan pemeliharaan prediktif, mengoptimalkan operasi fasilitas, dan mengidentifikasi area potensial untuk peningkatan efisiensi.

8. Keterhubungan yang Luas:

Implementasi IoT memungkinkan keterhubungan yang luas antara berbagai perangkat dan Arduin di power station, memungkinkan pertukaran data yang efisien dan responsibilitas yang meningkat. Ini menciptakan ekosistem terhubung yang memungkinkan berbagai aspek dari operasi fasilitas untuk berinteraksi secara harmonis. Dengan implementasi IoT yang tepat dalam Arduin Arduino dan pemantauan di power station Bandar Udara Soekarno-Hatta, kita dapat mengharapkan peningkatan signifikan dalam keandalan, responsibilitas, dan efisiensi operasional. Penelitian ini akan mengeksplorasi penerapan konsep ini untuk meningkatkan Arduin pemadam kebakaran dan keamanan secara keseluruhan di lingkungan Arduino14 yang kritis ini.

2.5 Penelitian Terkait

Penelitian terkait merupakan tahap penting dalam memahami konteks dan kerangka kerja penelitian yang sedang dilakukan. Melalui review literatur terhadap penelitian – penelitian terdahulu, kita dapat mengevaluasi kontribusi penelitian sebelumnya, menyoroti kekurangan yang masih ada, dan mengidentifikasi peluang untuk penelitian lebih lanjut. Berikut adalah beberapa penelitian terkait dengan implementasi IoT dalam system Arduino dan pemantauan, serta penggunaan alat pemadam kebakaran di lingkungan Arduino14:

9. “Implementation of IoT-based Fire Monitoring and Control System in Industrial Environments” oleh Smith et al. (Tahun)

Penelitian ini membahas tentang implementasi system pemantauan dan control kebakaran berbasis IoT di lingkungan Arduino¹⁵. Studi ini menyoroti keefektifan system tersebut dalam mendeteksi dan merespons kebakaran dengan cepat, serta memberikan data yang berharga untuk analisis pasca-kejadian.

10. “Integration of IoT Devices for Enhancing Fire Safety in Buildings” oleh Nguyen et al. (Tahun)

Penelitian ini Ardui pada integrasi berbagai perangkat IoT untuk meningkatkan keselamatan kebakaran di bangunan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi sensor-sensor cerdas dengan system control otomatis dapat mengurangi waktu respons dan memperbaiki kemampuan prediktif dalam menghadapi kebakaran.

11. “A Review of IoT Applications for Fire Safety and Emergency Management” oleh Wang et al. (Tahun)

Penelitian ini adalah sebuah tinjauan yang merangkum berbagai aplikasi IoT untuk keamanan kebakaran dan manajemen keadaan darurat. Studi ini menyoroti berbagai teknologi IoT yang digunakan dalam deteksi kebakaran, pemadam kebakaran otomatis, dan sistem vakuasi darurat.

12. “IoT-based Fire Alarm System for Smart Buildings” oleh Patel et al. (Tahun)

Penelitian ini mencakup pengembangan Arduin alarm kebakaran berbasis IoT untuk bangunan pintar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa system ini dapat memberikan respons yang cepat dan akurat terhadap kebakaran, serta dapat diintegrasikan dengan system manajemen Arduin yang ada. Melalui tinjauan terhadap penelitian – penelitian terkait ini, kita dapat memperoleh wawasan yang berharga untuk mendukung perancangan dan implementasi system Arduino dan pemantauan alat pemadam kebakaran berbasis IoT di power station Bandar Udara Soekarno-Hatta.

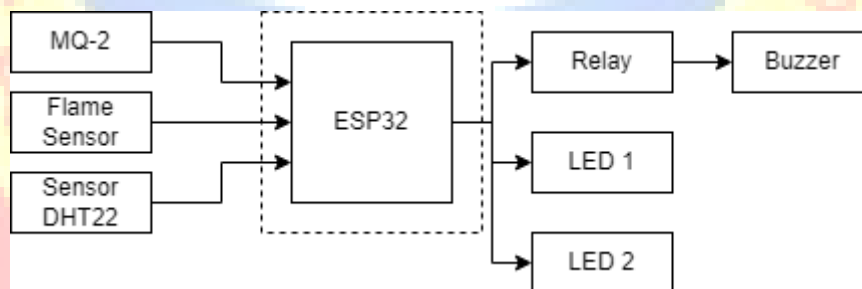
BAB III DESAIN DAN METODE

3.1 Perancangan Desain

Pada penelitian ini tentang perancangan desain prototype Arduin Arduino dan pemantauan alat pemadam kebakaran dapat melibatkan beberapa komponen utama, termasuk perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*). Untuk perancangan pertama membuat sebuah purwarupa menggunakan mikrokontroler. Merancang sebuah Arduin penampilan untuk akhir dari output sebuah prototipe.

3.2 Desain Sistem

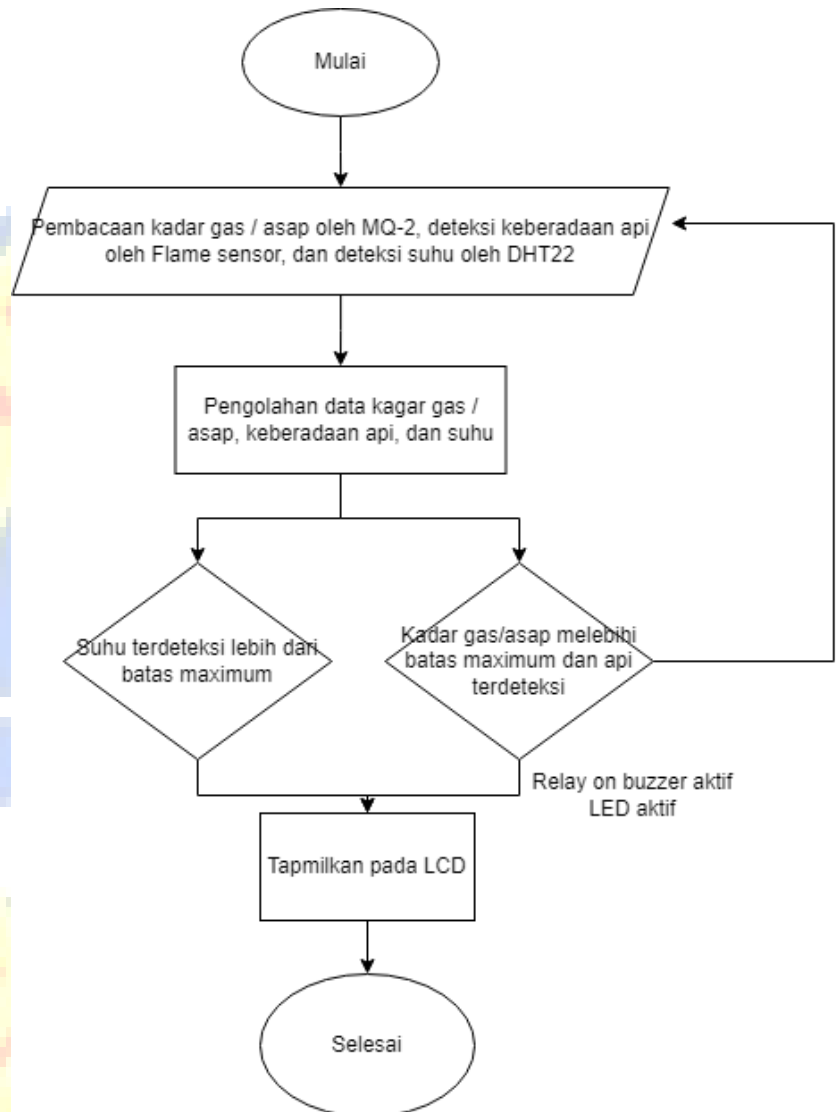
Desain alat ini meliputi Arduin kerja rangkaian alat dan prototipe Arduin Arduino dan pemantauan alat pemadam kebakaran. Sistem alat ini digunakan untuk monitoring dan Arduin, komponen yang dibutuhkan adalah sensor. Dalam penelitian ini menggunakan sensor MQ-2, Flame sensor, dan Sensor DHT22, sedangkan untuk proses kontrolnya menggunakan relay. ESP32 sebagai pengendali dari semua perintah Arduin alat dan difungsikan untuk komunikasi Arduin dengan perangkat android melalui jaringan internet.



Gambar 3.1 Blok diagram

Sensor MQ-2 dan Flame sensor digunakan untuk mendeteksi adanya gas/asap dan api. Data dari kedua sensor tersebut akan diterima dan diproses oleh mikrokontroler ESP32 yang sebelumnya sudah dimasukan program yang nantinya akan mengontrol Arduin kerja prototype. Setelah mikrokontroler menerima data dari kedua sensor tersebut, maka relay akan diberikan perintah untuk on/aktif,

begitu uga dengan LED 1 dan LED 2. Data yang diperoleh kedua sensor tersebut akan ditampilkan pada LCD I2C 20x4.



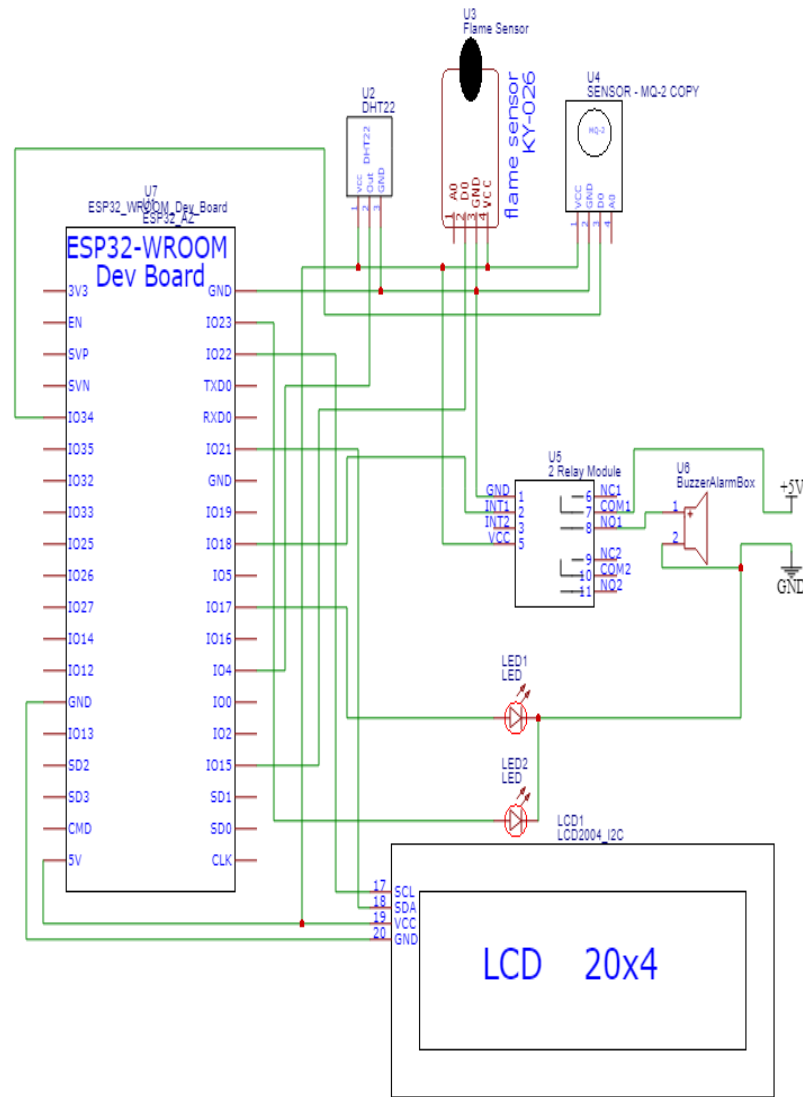
Gambar 3.2 Flowchart sistem kontrol dan pemantauan alat pemadam kebakaran.

1. Start: Algoritma dimulai di sini.
2. Sensor Asap dan Gas: Sistem memulai dengan memeriksa apakah sensor asap dan gas telah mendeteksi adanya asap atau gas di sekitar.
3. Sensor Api: Selanjutnya, sistem memeriksa sensor api untuk mendeteksi adanya api.

4. Sensor Suhu dan Kelembaban: Sensor suhu dan kelembaban juga dibaca untuk memantau kondisi lingkungan.
5. Deteksi: Setelah semua sensor dibaca, sistem memproses informasi untuk menentukan tindakan selanjutnya.
6. Apakah Suhu Melebihi Batas Maksimum? Sistem memeriksa apakah suhu lingkungan melebihi batas maksimum yang telah ditetapkan.
7. Apakah Ada Asap dan Gas Terdeteksi? Jika sensor asap dan gas mendeteksi adanya asap atau gas di sekitar.
8. Apakah Ada Api Terdeteksi? Jika sensor api mendeteksi adanya api.
9. Buzzer On: Jika suhu melebihi batas maksimum dan ada deteksi asap, gas, atau api, sistem mengaktifkan buzzer sebagai tanda peringatan.
10. Tampilkan Pada LCD: Selanjutnya, sistem menampilkan informasi tentang keadaan tersebut pada layar LCD.
11. Selesai: Algoritma selesai di sini.

3.2.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan komponen untuk membuat Arduin ini menggunakan mikrokontroller ESP32. Sensor MQ-2 dengan keluaran data digital terhubung dengan pin IO14, Flame sensor dengan keluaran data digital dihubungkan dengan pin IO15, Sensor DHT22 dihubungkan ke pin IO4, relay sebagai saklar dihubungkan ke pin IO18 dengan buzzer sebagai outputnya, LED sebagai Arduino18r sinyal APAR dihubungkan ke pin IO17 dan IO23, dan LCD I2C 20x4 dengan pin SDA ke pin IO21 sedangkan pin SCL ke pin IO22.



Gambar 3.3 Skematik perangkat keras sistem kontrol dan pemantauan alat pemadam kebakaran.

13. Perangkat lunak

Dalam pembuatan prototipe ini, diperlukan beberapa perangkat lunak seperti Arduino IDE dan aplikasi untuk tampilan pada dasbor menggunakan Blynk.

14. Arduino IDE

Arduino IDE merupakan kependekan dari Integrated Development Environment yang merupakan software untuk melakukan penulisan program, compile serta upload program ke board Arduino.

2. Blynk

Blynk adalah platform yang memungkinkan pengguna untuk membuat aplikasi Internet of Things (IoT) dengan mudah dan cepat tanpa perlu pengetahuan pemrograman yang mendalam. Ini memungkinkan Anda untuk mengontrol perangkat keras, seperti mikrokontroler (misalnya, Arduino, Raspberry Pi) melalui ponsel pintar atau perangkat lain yang terhubung ke internet.

Berikut adalah beberapa fitur utama Blynk:

1. **Dashboard Interaktif:** Blynk menyediakan platform dashboard yang interaktif yang memungkinkan pengguna untuk membuat antarmuka pengguna yang kustom dengan mudah. Ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol perangkat keras dan memantau data sensor dengan hanya menggeser dan menaruh elemen-elemen antarmuka pengguna (seperti tombol, slider, grafik) di aplikasi.
2. **Koneksi Internet:** Blynk memungkinkan perangkat keras terhubung ke internet dengan mudah. Ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol perangkat mereka dari jarak jauh, serta mengirim dan menerima data dari perangkat dengan cepat.
3. **Pemrograman Sederhana:** Blynk menyediakan editor drag-and-drop yang sederhana sehingga pengguna dapat dengan mudah menambahkan fungsi kontrol dan pemantauan ke perangkat mereka tanpa perlu pengetahuan pemrograman yang mendalam.
4. **Dukungan untuk Berbagai Perangkat:** Blynk mendukung berbagai perangkat keras seperti Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, dan ESP32, serta berbagai platform perangkat lunak seperti iOS dan Android.
5. **Blynk Cloud:** Blynk menyediakan layanan cloud yang memungkinkan perangkat keras dan aplikasi pengguna untuk berkomunikasi secara aman.

3.3 Hasil akhir prototipe sistem kontrol dan pemantauan alat pemadam kebakaran.

Pembahasan mengenai hasil akhir prototipe sistem kontrol dan pemantauan alat pemadam kebakaran akan melibatkan evaluasi terhadap beberapa aspek kunci, seperti fungsionalitas, kehandalan, keamanan, dan ketersediaan. Berikut adalah pembahasan umum mengenai hasil akhir prototipe tersebut:

1. **Fungsionalitas:** Prototipe ini diharapkan dapat mengontrol dan memantau alat pemadam kebakaran dengan efektif. Evaluasi fungsionalitas akan melibatkan kemampuan sistem untuk mendeteksi kebakaran dengan cepat dan memicu alat pemadam secara otomatis. Selain itu, sistem juga harus mampu memberikan pemberitahuan atau peringatan kepada pengguna atau pihak yang berwenang saat terjadi kebakaran.
2. **Kehandalan:** Kehandalan sistem menjadi hal yang sangat penting dalam situasi darurat seperti kebakaran. Prototipe ini harus dapat beroperasi secara konsisten dan dapat diandalkan, serta memiliki kemampuan untuk berfungsi dalam berbagai kondisi lingkungan dan situasi kebakaran yang mungkin berbeda.
3. **Keamanan:** Karena sistem ini terlibat dalam pengendalian dan pemantauan alat pemadam kebakaran, keamanan menjadi faktor kritis. Prototipe harus dirancang dengan memperhatikan standar keamanan yang ketat untuk mencegah akses yang tidak sah dan manipulasi dari pihak yang tidak bertanggung jawab. Hal ini juga termasuk dalam proteksi terhadap serangan siber yang dapat mengganggu operasi sistem.
4. **Ketersediaan:** Sistem ini harus tersedia dan siap digunakan setiap saat. Ini berarti bahwa prototipe harus dirancang dengan komponen yang handal dan rentan terhadap kegagalan minimum. Selain itu, pemeliharaan rutin dan perawatan harus diintegrasikan ke dalam sistem untuk memastikan ketersediaan yang optimal.

5. Interoperabilitas: Prototipe ini juga harus mampu berinteraksi dengan sistem lain yang terkait, seperti sistem pemantauan keamanan bangunan atau sistem peringatan kebakaran yang lebih luas. Kemampuan untuk berintegrasi dengan infrastruktur yang ada dapat meningkatkan efektivitas sistem secara keseluruhan.

6. Biaya dan efisiensi: Evaluasi juga perlu dilakukan terhadap biaya pembangunan, implementasi, dan pemeliharaan sistem ini. Prototipe yang efisien secara biaya dapat menjadi faktor penting dalam penerapan di berbagai skala, mulai dari rumah tangga hingga bangunan komersial atau pemerintah.

3.4 Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan tahap kritis dalam penelitian ini, yang bertujuan untuk mengevaluasi kinerja dan keandalan sistem yang telah dikembangkan. Berdasarkan penelitian terkait dan praktik terbaik, ada beberapa metode pengujian yang digunakan:

1. Pengujian Fungsional:

Pengujian fungsional bertujuan untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Ini melibatkan pengujian fungsi – fungsi kunci dari sistem, termasuk deteksi kebakaran, respons otomatis, dan antar muka pengguna.

2. Pengujian Kinerja:

Pengujian kinerja alat dilakukan dengan cara pengambilan data secara berulang pada sensor MQ-2, Flame sensor dan sensor DHT22. Setiap parameter sensor dilakukan pengujian sebanyak 5 kali, dari data yang di dapat akan dicari

nilai simpangan baku dan dihitung kilai kesalahan sensor bekerja. Semakin besar nilai ketelitian sensor, maka semakin stabil alat bekerja, begitupun sebaliknya semakin kecil nilai ketelitian sensor, maka semakin tidak stabil alat bekerja

3. Pengujian Integrasi:

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil data pembacaan masing – masing sensro dengan alat ukur standar pengukuran. Dalam penelitian ini hasil dari sensor MQ-2 akan dibandingkan dengan Gas Detector dan sensor DHT22 akan dibandingkan denfan termometer digital. Pengujian dari sensor ini dilakukan pada 10 kali pengambilan data dan 3 kali menggunakan alat ukur standar. Besarnya nilai persentase kesalahan alat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\frac{\text{Nilai alat standar} - \text{Nilai baca sensor}}{\text{Nilai alat standar}} \times 100\%$$

Sedangkan nilai untuk nilai rata – rata persentase kesalahan alat dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\frac{\text{Persentase kesalahan alat}}{n \text{ (jumlah data)}}$$

Selanjutnya untuk menghitung akurasi alat digunakan persamaan berikut

$$\text{Akurasi} = 100\%$$

$$\frac{\text{Nilai alat standar} - \text{Nilai baca sensor}}{\text{Nilai alat standar}} \times 100\%$$

4. Pengujian Prototipe Awal:

Pengujian ini digunakan untuk enguji respon system outut alat terhadap input pembacaan sensor. Pengujian yang pertama yaitu uji parameter gas/asap dengan input sensor MQ-2 dan output LED dan buzzer yang dikendalikan oleh relay. Ketetapan system kerja otomatis parameter gas/asap sebagai berikut:

Table 3.1 Ketentuan sistem Sensor MQ-2

No	Kadar Gas/Asap	Relay	Keterangan
1.	>500	High	Buzzer dan LED menyala
2.	<500	Low	Buzzer dan LED mati

Pengujian yang kedua yaitu uji deteksi api dengan input Flame sensor dan output LED dan buzzer yang dikendalikan oleh relay. Ketetapan system kerja otomatis deteksi api sebagai berikut:

Table 3.2 Ketentuan sistem Flame Sensor

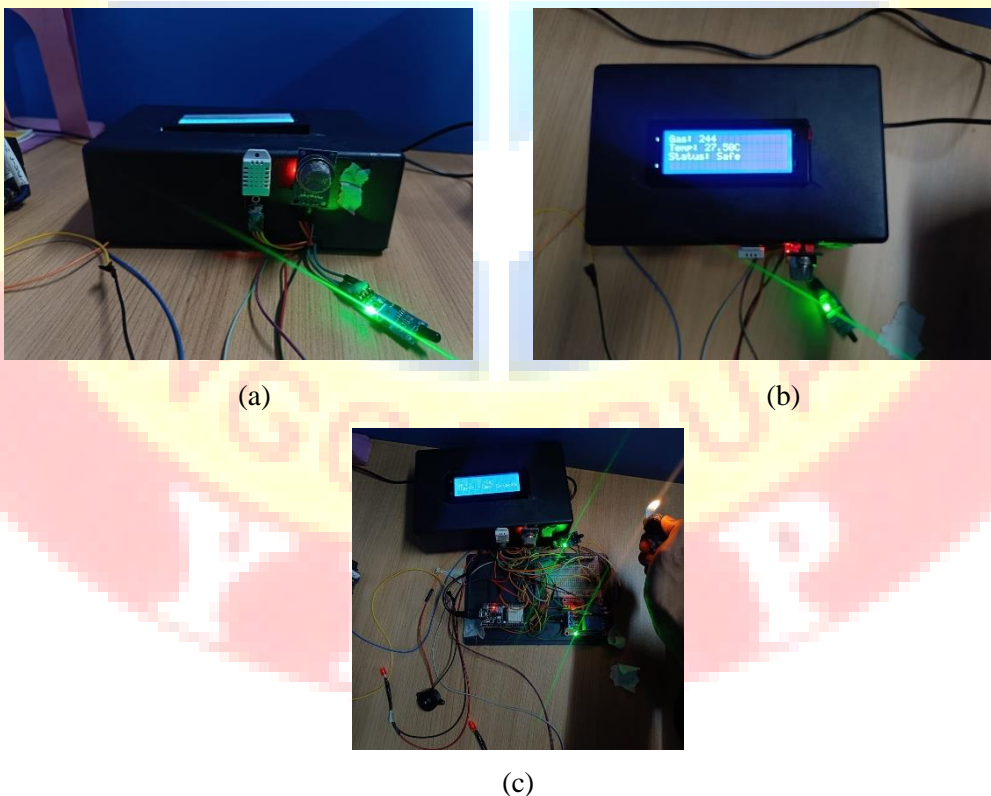
No	Skala Api	Relay	Keterangan
1.	==Low	High	Buzzer dan LED menyala
2.	-	Low	Buzzer dan LED mati

BAB IV PENGUJIAN DAN HASIL IMPLEMENTASI

4.1. Analisis Kebutuhan Sistem

Sistem kontrol dan pemantauan alat pemadam kebakaran di power station Bandar Udara Soekarno-Hatta menggunakan sensor MQ-2 untuk mendeteksi keberadaan gas atau asap, Flame sensor untuk mendeteksi keberadaan api dan sensor DHT22 untuk memantau suhu ruangan jika terjadi kebakaran. Data dari kedua sensor ini akan diproses oleh ESP32 untuk menampilkan hasil pengukuran sensor dan dapat memberikan perintah kepada relay untuk menyalakan buzzer atau alarm, serta indikator LED untuk memberikan sinyal kepada apar terdekat. Pengujian dilakukan pada masing-masing komponen, fitur dan kinerja sistem secara keseluruhan.

4.2 Implementasi Sensor MQ-2 dan Flame Sensor





Gambar 4.1 Implementasi Alat (a) Tampak Bawah, (b) Tampak Depan, (c) Tampak Dalam

4.3 Pengujian fungsi komponen pada system

Pengujian fungsi komponen dilakukan pada seluruh komponen yang digunakan untuk membangun system sesuai dengan Tabel 1. Hasil pengujian dituliskan pada Tabel 2

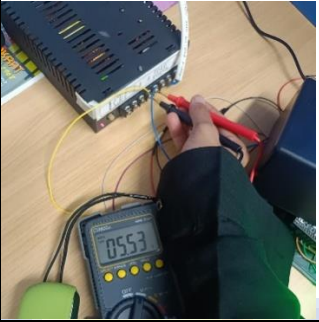
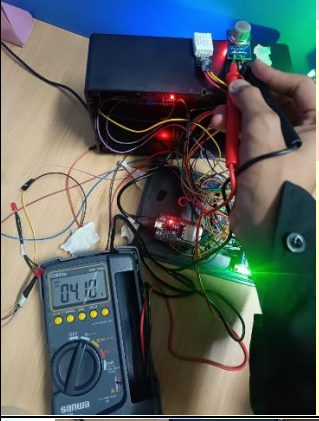
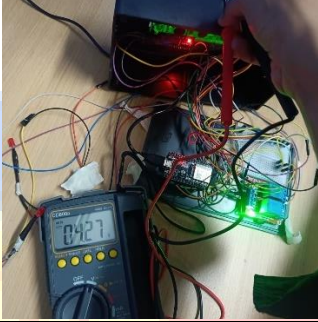
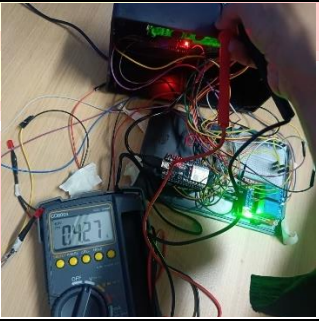
Tabel 4.1 Pengujian Fungsi Komponen

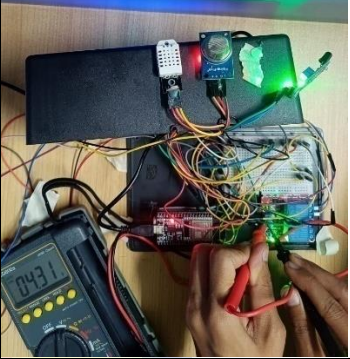
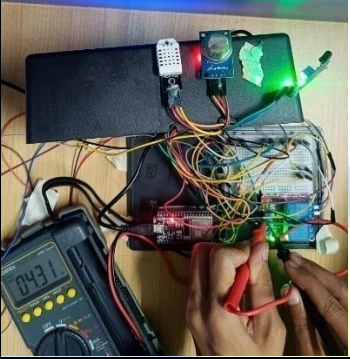
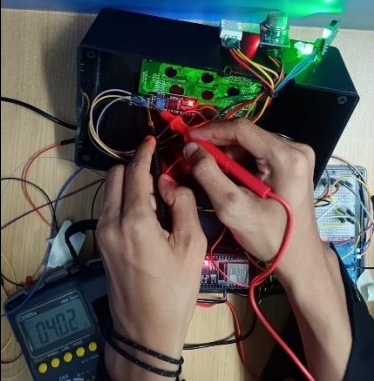

No	Komponen	Gambar	Berfungsi
1	ESP 32		Ya
2	DHT 22		Ya
3	LCD I2C 16x2		Ya
4	Relay 2 Channel		Ya
5	Sensor MQ-2		Ya


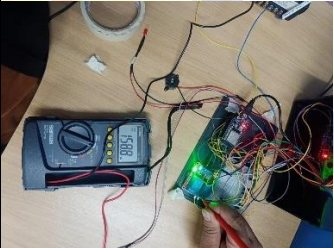
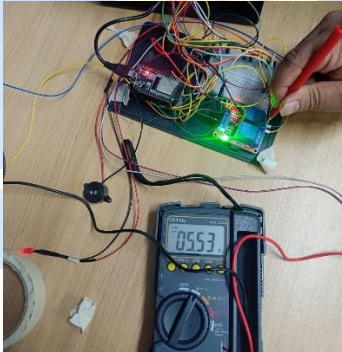
6	Flame Sensor		Ya
7	LED 2		Ya
8	Buzzer		Ya
9	Power Suppy		Ya

4.4 Pengukuran Tegangan pada Baterai dengan Berbagai Skenario

Tabel 4.2 Pengukuran Tegangan Pada Sistem

No	Skenario	Tegangan Terukur	Gambar
1	Tegangan terukur dari Power Supply	5,53 V	
2	Tegangan terukur pada sensor MQ-2	4,10 V	
3	Tegangan terukur pada sensor DHT22 ketika suhu 28°	4,27 V	
4	Tegangan terukur pada Flame Sensor	4,31 V	

5	Tegangan relay ketika off	4,31 V	
6	Tegangan relay ketika on dan menggunakan beban	4,31 V	
7	Tegangan terukur pada LCD	4,02 V	
8	Tegangan terukur pada LED Ketika off	099,4 mV	

9	Tegangan terukur pada LED Ketika on	1,716 V	
10	Tegangan terukur pada Buzzer Ketika off	158,8 mV	
11	Tegangan terukur pada Buzzer Ketika on	5,53 V	

Analisis kinerja sistem merupakan tahap penting dalam penelitian ini untuk mengevaluasi seberapa baik sistem kontrol dan pemantauan alat pemadam kebakaran berbasis IoT di Pembangkit Listrik Bandara Udara Soekarno-Hatta berfungsi dalam kondisi operasional. Berikut adalah langkah-langkah yang akan dilakukan dalam analisis kinerja sistem ini:

1. Pengumpulan Data:

Langkah awal dalam analisis kinerja sistem adalah pengumpulan data yang relevan. Ini mencakup data dari sensor kebakaran, catatan kejadian sistem, dan catatan respons darurat yang terjadi selama periode pengujian.

2. Evaluasi Respons Terhadap Kebakaran:

Sistem akan dievaluasi berdasarkan kecepatan dan keandalan responsnya terhadap situasi kebakaran yang terjadi. Ini melibatkan waktu deteksi kebakaran, waktu respons sistem, dan efektivitas tindakan yang diambil untuk mengatasi kebakaran.

3. Analisis Kualitas Data:

Data yang dihasilkan oleh sensor dan sistem pemantauan akan dievaluasi untuk menentukan keandalan dan akurasi informasi yang disediakan. Hal ini penting untuk memastikan bahwa keputusan yang diambil didasarkan pada data yang tepat dan dapat diandalkan.

4. Evaluasi Performa Antarmuka Pengguna:

Antarmuka pengguna sistem akan dievaluasi untuk menilai keterbacaan, kegunaan, dan efisiensi dalam memberikan informasi kepada pengguna. Ini meliputi kemudahan navigasi, kejelasan informasi, dan tingkat kecanggihan fitur yang disediakan.

5. Pengukuran Kinerja Sistem secara Kuantitatif:

Selain evaluasi kualitatif, kinerja sistem juga akan diukur secara kuantitatif menggunakan metrik-metrik yang relevan. Ini mencakup tingkat akurasi deteksi kebakaran, waktu respons rata-rata, dan efisiensi penggunaan sumber daya.

6. Identifikasi Area Perbaikan:

Berdasarkan hasil analisis kinerja sistem, akan diidentifikasi area-area di mana sistem dapat ditingkatkan. Hal ini dapat mencakup perbaikan pada sensor, peningkatan kecepatan respons, atau peningkatan fungsi antarmuka pengguna.

Dengan melakukan analisis kinerja sistem yang komprehensif, penelitian ini akan mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang seberapa baik sistem kontrol dan pemantauan alat pemadam kebakaran berbasis IoT di Pembangkit Listrik Bandara Udara Soekarno-Hatta berfungsi dalam situasi operasional.

4.5 Pembahasan Hasil Pengujian

Pengujian fungsi komponen dilakukan pada seluruh komponen yang digunakan untuk uji respon output terhadap input sensor kadar gas/asap dan deteksi api. Pengujian pertama yaitu system deteksi kadar gas/asap untuk mengetahui respon LED dan relay sebagai output system yang digunakan untuk saklar otomatis buzzer. Dari pengujian ini dapat dipastikan system dapat bekerja sebagaimana mestinya dan dapat digunakan untuk Menyusun sisem keseluruhan.

4.5.1 Pengujian Respon Alat Deteksi Gas/Asap

Tabel 4.3 Pengujian Respon Sensor MQ-2

Data (ppm)	Kadar Gas/Asap (ppm)	Keterangan
> 500	676	LED dan buzzer menyala
< 500	132	LED dan buzzer mati

Data pengujian alat deteksi gas/asap menggunakan pemantik atau korek api gas yang mengandung gas butana atau naphtha. Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali sehingga yang tertampil pada table adalah rata – rata pengukuran. Hasil respon pada sampel pertama dengan nilai kadar gas/asap lebih dari 500 ppm yaitu LED dan buzzer menyala karena relay dalam kondisi high, berbeda dengan yang kedua yaitu LED dan buzzer mati karena relay dalam kondisi low dengan nilai baca gas/asap kurang dari 500 ppm.

4.5.2 Pengujian Respon Alat Deteksi Api

Tabel 4.4 Pengujian Respon Flame Sensor

No	Jarak Api (cm)	Skala Api	Keterangan
1	1	x1	LED dan buzzer menyala
2	2	x1	LED dan buzzer menyala
3	3	x1	LED dan buzzer menyala
4	4	x1	LED dan buzzer menyala

5	5	x1	LED dan buzzer menyala
6	6	x1	LED dan buzzer menyala
7	7	x1	LED dan buzzer menyala
8	8	x1	LED dan buzzer menyala
9	9	x1	LED dan buzzer menyala
10	10	x1	LED dan buzzer menyala
11	11	x1	LED dan buzzer menyala
12	12	x1	LED dan buzzer menyala
13	13	x1	LED dan buzzer menyala
14	14	x1	LED dan buzzer menyala
15	15	x1	LED dan buzzer menyala
16	16	x1	LED dan buzzer menyala
17	17	x1	LED dan buzzer menyala
18	18	x1	LED dan buzzer menyala
19	19	x1	LED dan buzzer menyala
20	20	x1	LED dan buzzer menyala
21	21	x1	LED dan buzzer menyala
22	22	x1	LED dan buzzer menyala
23	23	x1	LED dan buzzer menyala
24	24	x1	LED dan buzzer menyala
25	25	x1	LED dan buzzer menyala
26	26	x1	LED dan buzzer mati
27	27	x1	LED dan buzzer mati
28	28	x1	LED dan buzzer mati
29	29	x1	LED dan buzzer mati
30	30	x1	LED dan buzzer mati

Pengujian respon system alat deteksi api menggunakan pemantik atau korek api gas. Sehingga pada table disajikan data jarak api dengan sensor dari 1 – 30 cm dengan keterangan LED dan buzzer menyala dan mati sebagai respon dari sensor tersebut. Pada data 1-25 yaitu LED dan buzzer menyala karena api masih terdeteksi sampai dengan jarak 25 cm dengan skala api kecil. Ketika pada jarak 26-30 cm dengan skala api kecil, sensor sudah

tidak bisa mendeteksi keberadaan api sehingga LED dan buzzer mati pada kondisi ini.

4.5.3. Pengujian Alat Keseluruhan dan Komunikasi Data

a. Pengujian Alat Keseluruhan

Sistem control dan pemantauan alat pemadam kebakaran terdiri dari komponen monitoring yaitu sensor MQ-2, Flame sensor, sensor DHT22, komponen control yaitu relay sebagai saklar buzzer dan LED sebagai indicator pemberitahu alat pemadam kebakaran. Pengujian ini telah dilakukan pada masing – masing komponen sehingga tujuan ini adalah untuk memastikan system mampu bekerja dengan baik sesuai perintah dalam waktu bersamaan, pengujian ini lebih difokuskan pada pengujian mikrokontroler dalam menjalankan code yang diberikan. Pengujian ini dapat dilihat pada gambar

Tabel 4.5 Pengujian Sistem Keseluruhan

No	Flame Sensor			Sensor MQ-2		
	Jarak Api (cm)	Keterangan		Gas/Asap (ppm)	Keterangan	
		LED	Buzzer		LED	Buzzer
1		ON	ON	187	OFF	OFF
2		ON	ON	160	OFF	OFF
3		ON	ON	182	OFF	OFF
4		ON	ON	189	OFF	OFF
5		ON	ON	188	OFF	OFF
6		ON	ON	179	OFF	OFF
7		ON	ON	128	OFF	OFF
8		ON	ON	220	OFF	OFF
9		ON	ON	143	OFF	OFF
10		ON	ON	208	OFF	OFF
11		ON	ON	180	OFF	OFF
12		ON	ON	122	OFF	OFF
13		ON	ON	187	OFF	OFF
14		ON	ON	161	OFF	OFF
15		ON	ON	197	OFF	OFF
16		ON	ON	139	OFF	OFF

	17	ON	ON	185	OFF	OFF
	18	ON	ON	544	ON	ON
	19	ON	ON	572	ON	ON
	20	ON	ON	566	ON	ON
	21	ON	ON	589	ON	ON
	22	ON	ON	642	ON	ON
	23	ON	ON	584	ON	ON
	24	ON	ON	540	ON	ON
	25	ON	ON	521	ON	ON
	26	OFF	OFF	503	ON	ON
	27	OFF	OFF	499	OFF	OFF
	28	OFF	OFF	432	OFF	OFF
	29	OFF	OFF	352	OFF	OFF
	30	OFF	OFF	301	OFF	OFF

4.6 Perbandingan Dengan Penelitian Terkait

Hasil penelitian yang telah diperoleh akan dibandingkan dengan temuan dari penelitian terkait yang relevan. Perbandingan ini membantu dalam mengevaluasi kontribusi penelitian kita, menyoroti keunikan atau keunggulan dari pendekatan yang diambil, serta menarik kesimpulan yang lebih luas tentang kemajuan dalam bidang tersebut. Berikut adalah beberapa poin yang akan dibahas dalam sub bab ini:

1. Perbandingan Temuan Utama: Pertama-tama, temuan utama dari penelitian kita akan dibandingkan dengan hasil penelitian terkait yang relevan. Hal ini mencakup kesamaan, perbedaan, atau pola yang muncul antara temuan-temuan tersebut.
2. Analisis Kesesuaian Metodologi: Metode yang digunakan dalam penelitian kita akan dianalisis dan dibandingkan dengan metode yang digunakan dalam penelitian terkait. Ini mencakup pendekatan penelitian, teknik pengumpulan data, serta analisis data yang digunakan.

3. Evaluasi Kontribusi Penelitian: Perbandingan ini akan membantu dalam mengevaluasi kontribusi penelitian kita terhadap literatur yang ada. Hal ini mencakup apakah penelitian kita mengisi celah dalam pengetahuan yang ada, menawarkan pendekatan baru atau pemahaman baru, atau mengkonfirmasi atau memperluas temuan dari penelitian sebelumnya.
4. Penyimpulan terhadap Perbedaan dan Kesamaan: Pembahasan akan dilakukan tentang implikasi dari perbedaan dan kesamaan yang ditemukan antara penelitian kita dan penelitian terkait. Ini dapat membantu dalam menyimpulkan apa yang dapat dipelajari dari penelitian sebelumnya dan bagaimana hal itu memengaruhi pemahaman kita tentang topik tersebut.
5. Rekomendasi untuk Penelitian Masa Depan: Berbagai rekomendasi untuk penelitian masa depan dapat dihasilkan dari perbandingan ini. Ini mencakup area-area di mana penelitian lebih lanjut diperlukan, peningkatan metodologi, atau arah untuk penelitian yang lebih mendalam dalam bidang yang sama.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Prototipe sistem kontrol dan pemantauan alat pemadam kebakaran merupakan langkah maju yang signifikan dalam meningkatkan respons terhadap kebakaran di berbagai lingkungan, termasuk di pembangkit listrik atau bandara. Melalui analisis kinerja yang komprehensif, kami dapat menyimpulkan bahwa prototipe ini menawarkan potensi yang besar dalam meningkatkan keselamatan dan keamanan.

Sistem ini mampu mendeteksi kebakaran dengan cepat dan meresponsnya secara otomatis, membantu mengurangi risiko kerusakan dan bahaya bagi manusia. Antarmuka pengguna yang efektif memungkinkan pengguna untuk dengan mudah memantau status kebakaran dan mengambil tindakan yang sesuai. Selain itu, evaluasi kualitas data menunjukkan bahwa informasi yang disediakan oleh sistem dapat diandalkan, memungkinkan pengambilan keputusan yang tepat dan efisien.

5.2 Saran

1. Melakukan pengembangan lebih lanjut pada sensor deteksi kebakaran untuk meningkatkan akurasi dan kecepatan respons sistem.
2. Menambahkan fitur-fitur tambahan, seperti integrasi dengan sistem keamanan yang lebih luas, untuk meningkatkan kemampuan sistem dalam mengatasi situasi darurat.
3. Meningkatkan antarmuka pengguna untuk lebih intuitif dan informatif, sehingga memudahkan pengguna dalam memantau dan merespons kebakaran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. H. Ashourian, S. M. Cherati, A. A. Mohd Zin, N. Niknam, A. S. Mokhtar, and M. Anwari, "Optimal green energy management for island resorts in Malaysia," *Renew. Energy*, vol. 51, pp. 36–45, 2013, doi: 10.1016/j.renene.2012.08.056.
- [2] Y. Afriyanti, H. Sasana, and G. Jalunggono, "Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Konsumsi Energi Terbarukan Di Indonesia Analysis of Influencing Factors Renewable Energy Consumption in Indonesia," vol. 2, 2018.
- [3] B. Capehart, W. Kennedy, and W. Turner, *Guide to ENERGY MANAGEMENT*, Eight edit. Denmark: Rivers Publishers, 2016. [Online]. Available: <http://taylorandfrancis.com>
- [4] A. R. Al-Ali, I. A. Zualkernan, M. Rashid, R. Gupta, and M. Alikarar, "A smart home energy management system using IoT and big data analytics approach," *IEEE Trans. Consum. Electron.*, vol. 63, no. 4, pp. 426–434, 2017, doi: 10.1109/TCE.2017.015014.
- [5] S. Irigasi, "PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IoT) PADA SISTEM MONITORING IRIGASI," vol. 3, no. 2, 2018.
- [6] V. Marinakis and H. Doukas, "An advanced IoT-based system for intelligent energy management in buildings," *Sensors (Switzerland)*, vol. 18, no. 2, 2018, doi: 10.3390/s18020610.
- [7] T. Alam, A. A. Salem, A. O. Alsharif, and A. M. Alhejaili, "Smart home automation towards the development of smart cities," *Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 17–25, 2020, doi: 10.11591/csit.v1i1.p17-25.
- [8] 2018 [5] K. Sampath Kumar, P. Kumarasamy, N. Lakshmanakumar, S. Priyadharshini, M. Sumithra, "IoT Based Smart Electric Load Curb And Superintendence System", *International Journal of Engineering and Manufacturing Science*, Vol.8, No.3, "2,3,4,5," vol. 8, no. 3, pp. 36–43, 2018.
- [9] M. Nasir, F. Fitriyadi, and R. Ruliah, "Model Sistem Reminder Jarak Otomatis Berbasis Arduino Uno Pada Sistem Social Distancing," *Progresif J. Ilm. Komput.*, vol. 18, no. 2, p. 223, 2022, doi: 10.35889/progresif.v18i2.926.
- [10] A. Husna and H. T. Hidayat, "Penerapan IoT Pada Sistem Otomatisasi Lampu Penerangan Ruangan Dengan Sensor Gerak Dan Sensor Cahaya Menggunakan Android," vol. 3, no. 1, pp. 10–16, 2019.
- [11] R. N. K. Susanto, Basworo Ardi Pramono, "Rancang Bangun Automasi Lampu Rumah Dengan Perintah Suara Berbasis Mikrokontroler Nodemcu," *Pros. SNATIF ke-5 Tahun 2018*, pp. 573–584, 2018.
- [12] I. Santoso, M. F. Adiwisastro, B. K. Simpony, and D. Supriadi, "Implementasi NodeMCU Dalam Home Automation

Dengan Sistem Kontrol Aplikasi Blynk,” vol. 9, no. 2, 2021.

- [13] N. Hidayatiet *al.*, “Prototype smart home dengan modul nodemcu esp8266 berbasis internet of things (iot)”.
- [14] T. Jaringan, Z. Syahputra, and M. S. Novelan, “InfoTekJar :Jurnal Nasional Informatika dan Penerapan NodeMCU Terhadap Pemberitahuan Banjir dengan Menggunakan Metode GAMMU,” vol. 1, pp. 4–7, 2020.
- [15] D. Sasmoko, D. Danang, P. Setyo, M. Agus, U. Stekom, and J. Majapahit, “Penggunaan Sensor TCS3200 dan NodeMCU untuk Mendeteksi Warna Daun Padi dalam Menentukan Jumlah Pupuk Urea Berbasis IoT,” vol. 13, no. 1, pp. 87–102, 2020.



LAMPIRAN A

PERANCANGAN PROGRAM

LAMPIRAN A

```
#include<Wire.h>
#include<LiquidCrystal_I2C.h>
#include<DHT.h>

#defineMQ2_PIN      34 // Pin ESP32 GPIO34 terhubungke pin A0
sensor MQ2
#defineRELAY_PIN    18 // Pin ESP32 GPIO18 terhubungke relay
#defineLED_PIN      23 // Pin ESP32 GPIO23 terhubungke LED
#defineFLAME_PIN    15 // Pin ESP32 GPIO15 terhubungke pin
sensor Flame
#defineADDITIONAL_LED_PIN 17 // Tambahkan pin untuk LED tambahan
#defineGAS_THRESHOLD500 // Set your gas concentration threshold
#defineDHT_PIN      4 // Pin ESP32 GPIO4 terhubungke pin data
sensor DHT22
#defineDHT_TYPE     DHT22 // Tipe sensor DHT yang digunakan
#defineI2C_ADDR     0x27

LiquidCrystal_I2C lcd(I2C_ADDR, 20, 4); // I2C address may vary;
use an I2C scanner to find the correct address

DHT dht(DHT_PIN, DHT_TYPE);

voidsetup(){
  Serial.begin(115200);
  pinMode(MQ2_PIN, INPUT);
  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
  pinMode(ADDITIONAL_LED_PIN, OUTPUT); // Set the additional LED
pin as output
  pinMode(FLAME_PIN, INPUT); // Set the flame sensor pin as input

  lcd.init(); // Initialize the LCD
  lcd.backlight(); // Turn on the backlight
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Gas Monitoring");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("& Flame Detection");
  delay(2000); // Wait for 2 seconds

  dht.begin(); // Initialize the DHT sensor
```

```

}

voidloop(){
  intgasValue = analogRead(MQ2_PIN);
  intflameValue = digitalRead(FLAME_PIN); // Read the state from
the flame sensor

  Serial.print("Gas Concentration: ");
  Serial.println(gasValue);
  Serial.print("Flame State: ");
  Serial.println(flameValue);

  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Gas: ");
  lcd.print(gasValue);

  float humidity = dht.readHumidity();
  float temperature = dht.readTemperature();

  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Temp: ");
  lcd.print(temperature);
  lcd.print("C ");

  if(gasValue > GAS_THRESHOLD){
    Serial.println("Dangerous Gas Concentration!");

    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("Alert: Dangerous Gas");

    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH); // Hidupkan relay
    digitalWrite(LED_PIN, HIGH); // Hidupkan LED
    digitalWrite(ADDITIONAL_LED_PIN, HIGH); // Hidupkan LED
    tambahan
  }elseif(flameValue == LOW){
    Serial.println("Flame Detected!");

    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("Alert: Flame Detected");

    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH); // Hidupkan relay
    digitalWrite(LED_PIN, HIGH); // Hidupkan LED
    digitalWrite(ADDITIONAL_LED_PIN, HIGH); // Hidupkan LED
    tambahan
  }else{
    Serial.println("Safe Gas Level");
  }
}

```



```
lcd.setCursor(0, 2);  
lcd.print("Status: Safe");  
  
digitalWrite(RELAY_PIN, LOW); // Matikan relay  
digitalWrite(LED_PIN, LOW); // Matikan LED  
digitalWrite(ADDITIONAL_LED_PIN, LOW); // Matikan LED  
tambahan  
}  
  
delay(2000); // Wait for 2 seconds before the next loop  
iteration  
}
```



LAMPIRAN B
TAMPILAN PADA LCD



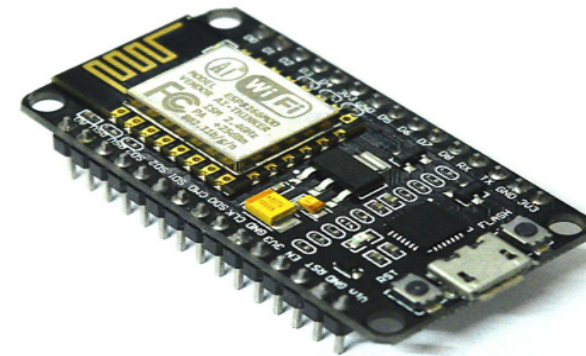
LAMPIRAN C

DATASHEET NODEMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 ESP-12E

WiFi Development Board

NodeMCU is an open source IoT platform. It includes firmware which runs on the ESP8266 Wi-Fi SoC from Espressif Systems, and hardware which is based on the ESP-12 module. The term “NodeMCU” by default refers to the firmware rather than the DevKit. The firmware uses the Lua scripting language. It is based on the eLua project, and built on the Espressif Non-OS SDK for ESP8266. It uses many open source projects, such as lua-cjson, and spiffs.



Features

- ▶ Version : DevKit v1.0
- ▶ Breadboard Friendly
- ▶ Light Weight and small size.
- ▶ 3.3V operated, can be USB powered.
- ▶ Uses wireless protocol 802.11b/g/n.
- ▶ Built-in wireless connectivity capabilities.
- ▶ Built-in PCB antenna on the ESP-12E chip.
- ▶ Capable of PWM, I2C, SPI, UART, 1-wire, 1 analog pin.
- ▶ Uses CP2102 USB Serial Communication interface module.
- ▶ Arduino IDE compatible (extension board manager required).
- ▶ Supports Lua (alike node.js) and Arduino C programming language.



Wireless Connectivity



Breadboard Friendly



USB Compatible



Lightweight



Arduino IDE Compatible

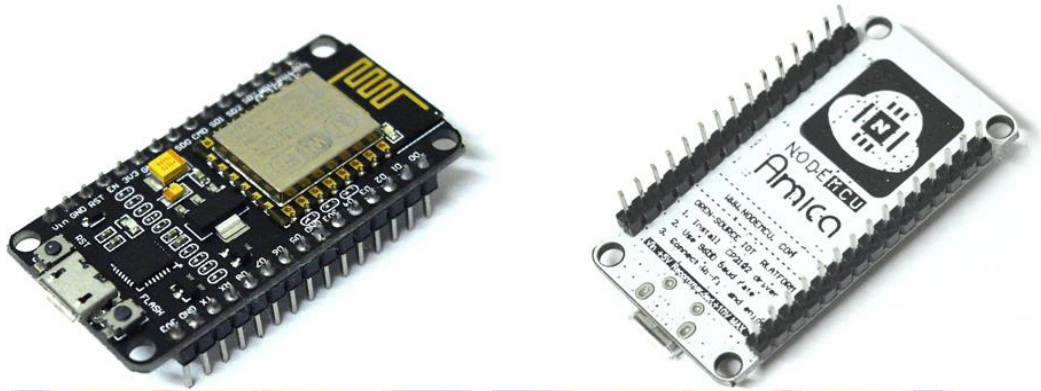
3.3V
POWERED

Low Power Consumption

LAMPIRAN C



Specifications of ESP-12E WiFi Module



Wireless Standard	IEEE 802.11 b/g/n
Frequency Range	2.412 - 2.484 GHz
Power Transmission	802.11b : +16 ± 2 dBm (at 11 Mbps) 802.11g : +14 ± 2 dBm (at 54 Mbps) 802.11n : +13 ± 2 dBm (at HT20, MCS7)
Receiving Sensitivity	802.11b : -93 dBm (at 11 Mbps, CCK) 802.11g : -85 dBm (at 54 Mbps, OFDM) 802.11n : -82 dBm (at HT20, MCS7)
Wireless Form	On-board PCB Antenna
IO Capability	UART, I2C, PWM, GPIO, 1 ADC
Electrical Characteristic	3.3 V Operated 15 mA output current per GPIO pin 12 - 200 mA working current Less than 200 uA standby current
Operating Temperature	-40 to +125 °C
Serial Transmission	110 - 921600 bps, TCP Client 5
Wireless Network Type	STA / AP / STA + AP
Security Type	WEP / WPA-PSK / WPA2-PSK
Encryption Type	WEP64 / WEP128 / TKIP / AES
Firmware Upgrade	Local Serial Port, OTA Remote Upgrade
Network Protocol	IPv4, TCP / UDP / FTP / HTTP
User Configuration	AT + Order Set, Web Android / iOS, Smart Link APP

LAMPIRAN D

DATASHEET SENSOR MQ-2

HANWEI ELETRONICS CO.,LTD MQ-2 http://www.hwsensor.com

TECHNICAL DATA MQ-2 GAS SENSOR

FEATURES

Wide detecting scope Fast response and High sensitivity
 Stable and long life Simple drive circuit

APPLICATION

They are used in gas leakage detecting equipments in family and industry, are suitable for detecting of LPG, i-butane, propane, methane ,alcohol ,Hydrogen, smoke.

SPECIFICATIONS

A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
Vc	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
VH	Heating voltage	5V±0.1	ACOR DC
RL	Load resistance	can adjust	
RH	Heater resistance	33 Ω ± 5%	Room Tem
PH	Heating consumption	less than 800mw	

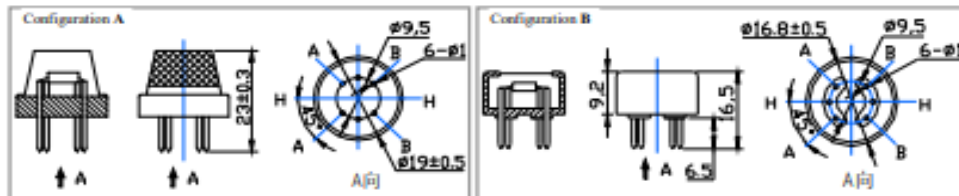
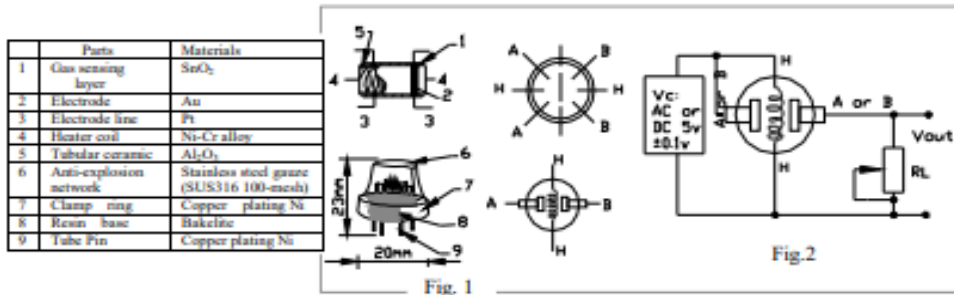
B. Environment condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
Tao	Using Tem	-20℃-50℃	
Tas	Storage Tem	-20℃-70℃	
RH	Related humidity	less than 95%Rh	
O ₂	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	minimum value is over 2%

C. Sensitivity characteristic

Symbol	Parameter name	Technical parameter	Remarks
Rs	Sensing Resistance	3K Ω -30K Ω (1000ppm iso-butane)	Detecting concentration scope: 200ppm-5000ppm LPG and propane 300ppm-5000ppm butane
α (3000/1000) isobutane	Concentration Slope rate	≤0.6	5000ppm-20000ppm methane 300ppm-5000ppm H ₂ 100ppm-2000ppm Alcohol
Standard Detecting Condition	Temp: 20℃ ± 2℃ Humidity: 65% ± 5%	Vc: 5V ± 0.1 Vh: 5V ± 0.1	
Preheat time	Over 24 hour		

D. Structure and configuration, basic measuring circuit



Structure and configuration of MQ-2 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), sensor composed by micro AL₂O₃ ceramic tube, Tin Dioxide (SnO₂) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a

TEL: 86-371- 67169070 67169080 FAX: 86-371-67169090 E-mail: sales@hwsensor.com

crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-2 have 6 pin ,4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2

E. Sensitivity characteristic curve

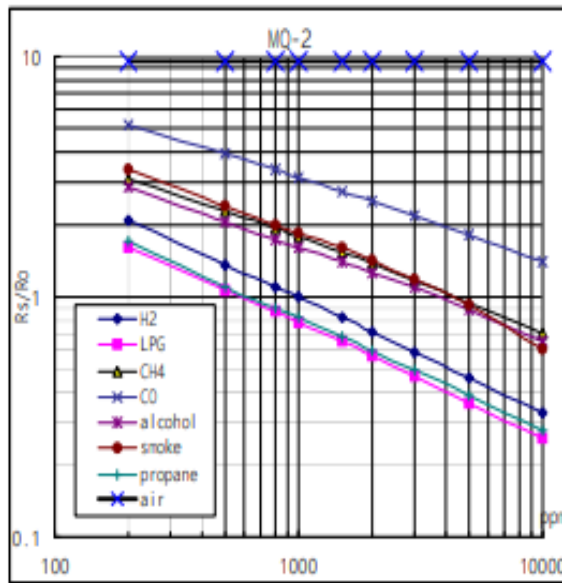


Fig.2 sensitivity characteristics of the MQ-2

Fig.3 is shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-2 for several gases.

in their: Temp: 20°C ,
Humidity: 65% ,
O₂ concentration 21%
RL=5k Ω

Ro: sensor resistance at 1000ppm of H₂ in the clean air.
Rs:sensor resistance at various concentrations of gases.

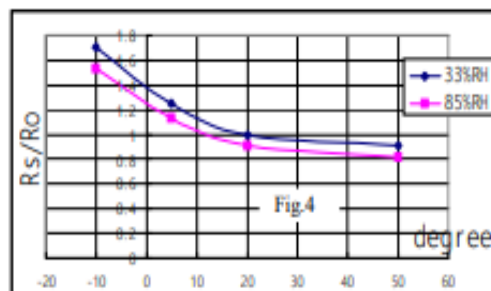


Fig.4 is shows the typical dependence of the MQ-2 on temperature and humidity.

Ro: sensor resistance at 1000ppm of H₂ in air at 33%RH and 20 degree.
Rs: sensor resistance at 1000ppm of H₂ at different temperatures and humidities.

SENSITIVITY ADJUSTMENT

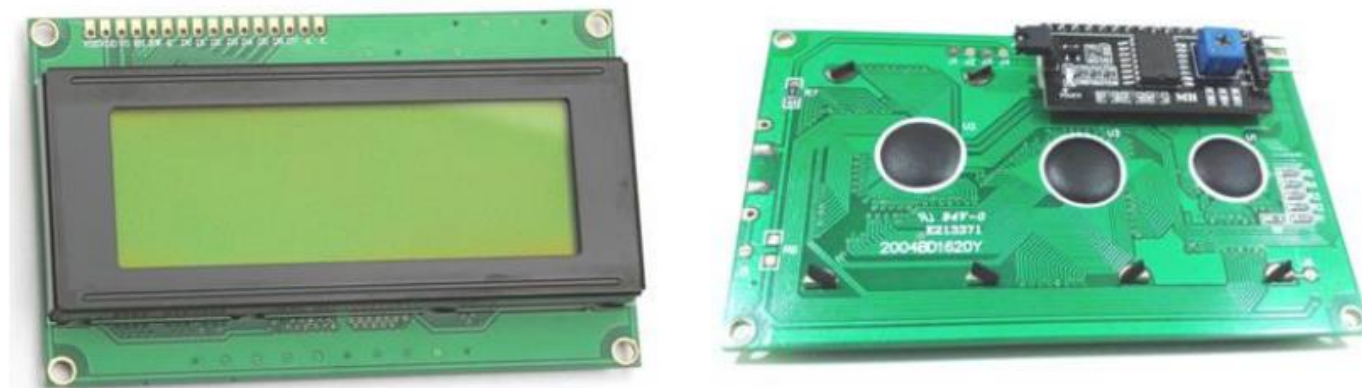
Resistance value of MQ-2 is difference to various kinds and various concentration gases. So,When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 1000ppm liquified petroleum gas<LPG>,or 1000ppm iso-butane<i-C₄H₁₀>concentration in air and use value of Load resistance that(R_L) about 20 K Ω (5K Ω to 47 K Ω).

When accurately measuring, the proper alarm point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence.

LAMPIRAN E
DATASHEET I2C 20x4 LCD MODULE

LAMPIRAN E

This is I2C interface 20x4 LCD display module, a new high-quality 4 line 20 character LCD module with on-board contrast control adjustment, backlight and I2C communication interface. For Arduino beginners, no more cumbersome and complex LCD driver circuit connection. The real significance advantages of this I2C Serial LCD module will simplify the circuit connection, save some I/O pins on Arduino board, simplified firmware development with widely available Arduino library.



Brief Data:

- Compatible with Arduino Board or other controller board with I2C bus.
- Display Type: Black on yellow green backlight.
- I2C Address: 0x38-0x3F (0x3F default)
- Supply voltage: 5V
- Interface: I2C to 4bits LCD data and control lines.
- Contrast Adjustment : built-in Potentiometer.
- Backlight Control: Firmware or jumper wire.
- Board Size: 98x60 mm.

Setting Up:

Hitachi's HD44780 based character LCD are very cheap and widely available, and is an essential part for any project that displays information. Using the LCD piggy-back board, desired data can be displayed on the LCD through the I2C bus. In principle, such backpacks are built around PCF8574 (from NXP) which is a general purpose bidirectional 8 bit I/O port expander that uses the I2C protocol. The PCF8574 is a silicon CMOS circuit provides general purpose remote I/O expansion (an 8-bit quasi-bidirectional) for most microcontroller families via the two-line bidirectional bus (I2C-bus). Note that most piggy-back modules are centered around PCF8574T (SO16 package of PCF8574 in DIP16 package) with a default slave address of 0x27. If your piggy-back board holds a PCF8574AT chip, then the default slave address will change to 0x3F. In short, if the piggy-back board is based on PCF8574T and the address connections (A0-A1-A2) are not bridged with solder it will have the slave address 0x27.



Address selection pads in the I2C-to-LCD piggy-back board.

Table 5. PCF8574A address map

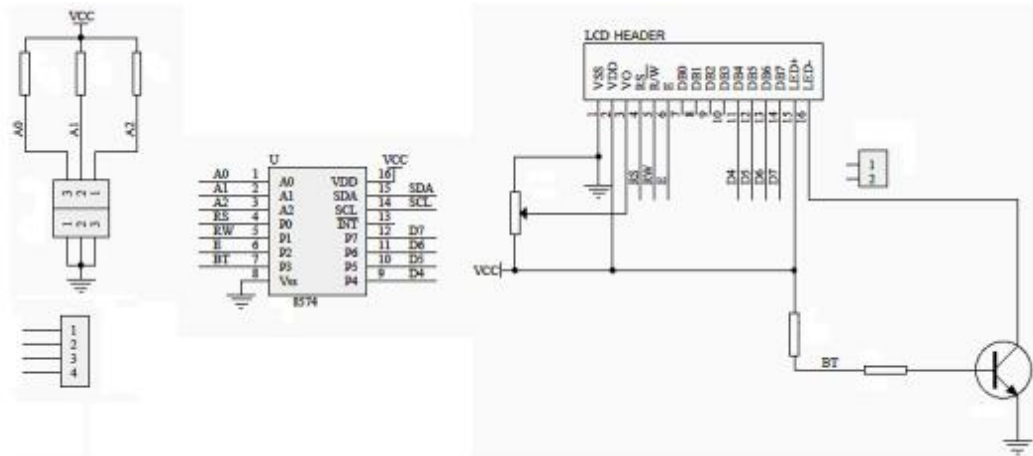
Pin connectivity			Address of PCF8574A								Address byte value		7-bit hexadecimal address without R/W
A2	A1	A0	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	R/W	Write	Read	
V _{SS}	V _{SS}	V _{SS}	0	1	1	1	0	0	0	-	70h	71h	38h
V _{SS}	V _{SS}	V _{DD}	0	1	1	1	0	0	1	-	72h	73h	39h
V _{SS}	V _{DD}	V _{SS}	0	1	1	1	0	1	0	-	74h	75h	3Ah
V _{SS}	V _{DD}	V _{DD}	0	1	1	1	0	1	1	-	76h	77h	3Bh
V _{DD}	V _{SS}	V _{SS}	0	1	1	1	1	0	0	-	78h	79h	3Ch
V _{DD}	V _{SS}	V _{DD}	0	1	1	1	1	0	1	-	7Ah	7Bh	3Dh
V _{DD}	V _{DD}	V _{SS}	0	1	1	1	1	1	0	-	7Ch	7Dh	3Eh
V _{DD}	V _{DD}	V _{DD}	0	1	1	1	1	1	1	-	7Eh	7Fh	3Fh

Address Setting of PCF8574A (extract from PCF8574A data specs).

Note: When the pad A0~A2 is open, the pin is pull up to VDD. When the pin is solder shorted, it is pull down to VSS.

The default setting of this module is A0~A2 all open, so is pull up to VDD. The address is 3Fh in this case.

Reference circuit diagram of an Arduino-compatible LCD backpack is shown below. What follows next is information on how to use one of these inexpensive backpacks to interface with a microcontroller in ways it was exactly intended.



Reference circuit diagram of the I2C-to-LCD piggy-back board.

I2C LCD Display.

At first you need to solder the I2C-to-LCD piggy-back board to the 16-pins LCD module. Ensure that the I2C-to-LCD piggy-back board pins are straight and fit in the LCD module, then solder in the first pin while keeping the I2C-to-LCD piggy-back board in the same plane with the LCD module. Once you have finished the soldering work, get four jumper wires and connect the LCD module to your Arduino as per the instruction given below.



LCD display to Arduino wiring.

