

Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara berbasis *Internet of Things* Terintegrasi *Blynk* sebagai Deteksi Awal Pencemaran Udara

Idris Maulana
Universitas Telkom
Teknik Telekomunikasi
Jakarta, Indonesia

idrismau@student.telkomuniversity.ac.id

Nurwan Reza Fachrur Rozi
Universitas Telkom
Teknik Telekomunikasi
Jakarta, Indonesia

nurwan@telkomuniversity.ac.id

Yus Natali
Universitas Telkom
Teknik Telekomunikasi
Jakarta, Indonesia

yusnatali@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Permasalahan yang sering muncul adalah karena polusi udara dari asap dan kendaraan serta sampah yang menumpuk dan tidak dibuang pada tempatnya menyebabkan kualitas udara menjadi menurun. Proses pembakaran bahan bakar dalam mesin kendaraan menghasilkan berbagai zat berbahaya, termasuk karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), dan senyawa organik volatil (VOC). Tujuan dari proyek akhir ini adalah pembuatan alat untuk mendeteksi kandungan gas yang berbahaya terutama gas akibat pencemaran yang diakibatkan oleh kendaraan bermotor yaitu nitrogen oksida (NO_x), gas CO₂ (Karbon Dioksida), dan gas CO (Karbon Monoksida). Sistem ini akan menggunakan ESP32 sebagai komponen kendali yang akan mengatur seluruh komponen yang terhubung. Sensor MQ135 sebagai sensor yang digunakan untuk mendeteksi beberapa gas yang mencemari udara atau membahayakan kesehatan manusia seperti ammonia, aromatic compounds, sulfur, benzene vapor, smoke, NH₃, NO_x, dan lain-lain, Sensor analog gas carbon monoxide (CO) MQ7 sebagai sensor yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas karbon monoksida pada udara, Sensor analog gas MQ2 sebagai sensor yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas LPG, asap, propane, methane, alcohol pada udara. Selain melakukan deteksi awal terhadap pencemaran udara sistem perlu mengirim notifikasi kepada pengguna sebagai pengingat apabila udara disekitar telah tercemar melalui Telegram. Selain itu, aplikasi blynk digunakan untuk memonitoring secara real time kondisi udara yang ada disekitar sistem.

Kata kunci — *NodeMCU ESP32*, *Pencemaran Udara*, *Sistem*, *Blynk*.

I. PENDAHULUAN

Masalah pencemaran udara yang tengah terjadi di ibukota Jakarta ditambah isu ini terjadi di tengah musim kemarau, hal ini tentu akan berdampak buruk dari segi kesehatan masyarakat sekitar, berbagai faktor menyebutkan, penyebab terjadinya pencemaran udara di ibukota Jakarta ialah ulah dari sektor-sektor industri, namun faktor lain menyebutkan emisi polusi kendaraan lah yang menyebabkan pencemaran udara. Pembakaran kendaraan bermotor adalah salah satu sumber utama emisi polutan yang mencemari udara. Proses pembakaran bahan bakar dalam mesin kendaraan menghasilkan berbagai zat berbahaya, termasuk

karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), dan senyawa organik volatil (VOC). Emisi ini memiliki dampak negatif yang signifikan pada kualitas udara dan lingkungan. Oleh karena itu, udara merupakan komponen lingkungan yang sangat penting kehidupan makhluk hidup, sehingga harus dijaga kualitasnya. Untuk mendapatkan udara yang sesuai dengan tingkat kualitas yang diinginkan, Salah satu cara untuk melihat dan mendapatkan udara yang optimal adalah dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT).

permasalahan utama pada Proyek akhir ini adalah pembuatan alat untuk mendeteksi kandungan gas yang berbahaya terutama gas akibat pencemaran yang diakibatkan oleh kendaraan bermotor yaitu nitrogen oksida (NO_x), gas CO₂ (Karbon Dioksida), dan gas CO (Karbon Monoksida). Alat yang dirancang harus mampu membaca seberapa besar gas yang terdapat dalam alam bebas agar terhindar dari keracunan gas. Banyaknya gas yang tercemar dapat mempengaruhi kualitas udara, sehingga perlu dibuat alat yang mampu untuk mendeteksi gas yang terdapat pada udara dengan tepat. Gas yang diukur harus sesuai dengan konsentrasi gas yang terdapat pada daerah yang tercemar, pada alat ini yang di maksud gas tercemar adalah udara yang terdapat kandungan CO₂ dan CO yang melebihi ambang batas aman bagi manusia. Dengan begitu sensor akan bekerja dan mengukur kandungan konsentrasi gas yang terdapat pada daerah tersebut melalui data ppm dari sensornya. Dan juga bagaimana mengembangkan sistem notifikasi yang dapat menginformasikan mengenai kualitas udara pada suatu tempat melalui IoT. Penelitian ini bertujuan untuk membantu meningkatkan kesadaran mengenai pentingnya kualitas udara yang baik dan level kewaspadaan jika terjadi pencemaran yang disebabkan oleh gas maupun zat lainnya yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Sistem yang dibangun dalam implementasinya diharapkan dapat bermanfaat untuk meningkatkan kesadaran mengenai pentingnya kualitas udara yang sehat pada suatu tempat.

Sistem ini nanti akan menggunakan *ESP32-WROOM-32* sebagai komponen kendali yang akan mengatur seluruh komponen yang terhubung. Sensor MQ135 sebagai sensor

yang digunakan untuk mendeteksi beberapa gas yang mencemari udara atau membahayakan kesehatan manusia seperti ammonia, aromatic compounds, sulfur, benzene vapor, smoke, NH₃, NO_x, dan lain-lain, Sensor analog gas carbon monoxide (CO) MQ7 sebagai sensor yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas karbon monoksida pada udara, Sensor analog gas MQ2 sebagai sensor yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas LPG, asap, propane, methane, alcohol pada udara. Selain melakukan deteksi awal terhadap pencemaran udara Sistem perlu mengirim notifikasi kepada pengguna sebagai pengingat apabila udara disekitar telah tercemar melalui Telegram. Selain itu, aplikasi blynk digunakan untuk memonitoring secara real time kondisi udara yang ada disekitar system.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. NodeMCU ESP32-WROOM-32

NodeMCU ESP32-WROOM-32 merupakan modul WiFi yang digunakan sebagai mikrokontroler tambahan seperti Arduino sehingga dapat terhubung langsung ke WiFi dan menjalin koneksi TCP/IP [5].



GAMBAR 1
Fisk ESP32-WROOM-32

Modul ini membutuhkan catu daya sekitar 3,3 Volt dan memiliki tiga mode WiFi, yaitu stasiun dan titik akses. Modul ini telah disempurnakan dengan CPU, memori dan GPIO (General Purpose Input/Output). Jenis *ESP32-WROOM-32* ini tergantung pada jumlah pin yang digunakan. Dengan tersedianya komponen IC/Chip pada modul *NodeMCU ESP32-WROOM-32* sehingga dapat bekerja secara mandiri tanpa menggunakan mikrometer.

2. Sensor MQ135

Sensor MQ-135 merupakan sensor yang mendeteksi gas amonia, benzol, alkohol, dioksida, dan gas berbahaya lainnya, sensor ini melaporkan hasil deteksinya kualitas udara dan hasil resensinya analog di pin outputnya. Cara kerja dari sensor MQ-135 ini adalah yaitu dengan menampilkan data dari analog yang terbaca dari tegangan output pada saat serangan gas pencemaran tersebut terjadi. Pada saat semi konduktor SnO₂ yang diberi tegangan yang panas, jika terjadi gas pencemaran maka akan terjadi perpindahan energi serta pergerakan sehingga mempunyai nilai output yang berbeda dengan hasil input.

3. Sensor MQ7

Sensor MQ-7 merupakan sensor gas karbon monoksida (CO) yang berfungsi untuk mengukur konsentrasi gas karbon monoksida (CO). Sensor ini memiliki sensitivitas tinggi dan

10 waktu respon yang cepat. Keluaran yang dihasilkan oleh sensor ini adalah berupa sinyal analog. Sensor ini juga membutuhkan tegangan direct current (DC) sebesar 5V. Sensor ini mampu mendeteksi kadar nilai karbon monoksida dalam udara dengan cakupan antara 20-2000 ppm.

5. Sensor MQ2

Sensor jenis ini adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara serta asap dan output membaca sebagai tegangan analog. Sensor gas asap MQ-2 dapat langsung diatur sensitifitasnya dengan memutar trimpotnya. Gas yang dapat dideteksi diantaranya : LPG, i-butane, propane, methane , alcohol, Hydrogen, smoke. Berikut spesifikasi dari alat tersebut : Catu daya pemanas : 5V AC/DC, Catu daya rangkaian : 5V DC, Range pengukuran : 200 – 5000 ppm untuk LPG, propane 300 – 5000 ppm untuk butane 5000 – 20000 ppm untuk methane 300 – 5000 ppm untuk Hidrogen. Keluaran : analog (perubahan tegangan).

4. Telegram

Perangkat lunak yang digunakan untuk memonitoring hasil deteksi dari pada sensor adalah menggunakan aplikasi telegram sebagai penampilan antarmuka yang akan digunakan pengguna. Data yang diperoleh dari pada sensor juga ditampilkan pada telegram, sesuai dengan instruksi yang diberikan. Telegram adalah aplikasi perpesanan yang didasarkan pada layanan terbuka, tanpa memerlukan pembayaran apapun dengan keamanan dan penampilan yang cepat. Pada aplikasi telegram, memiliki kelebihan memberikan sebuah fitur bot chat telegram untuk pengembangan kebutuhan IoT. Membuat bot chat telegram dengan melakukan sinkronisasi menggunakan akun bot provider yang bernama botfather. Sebuah token Application Programming Interface (API) diberikan untuk melakukan sinkronisasi dan sebuah aku bot dan ID pengguna telegram. Kegunaan ID telegram adalah untuk tetap menjaga keamanan dalam mengakses akun. Setelah perangkat berhasil terhubung dengan wifi, langkah selanjutnya adalah membuat barisan deskripsi perintah pada kolom chat ID pengguna dan kemudian akun bot telegram akan merespon perintah pengguna.

5. Blynk

Blynk adalah sebuah platform aplikasi Operating System (OS) Mobile seperti iOS dan Android yang bertujuan untuk memudahkan dalam pengendali modul seperti Arduino, Raspberry Pi, *ESP32-WROOM-32*, WEMOS D1 dan module jenis lain melalui internet. Platform ini merupakan dasbor digital sebagai tempat kreativitas untuk membuat antarmuka grafis untuk proyek yang akan diimplementasikan hanya dengan metode drag dan drop. Dari aplikasi ini dapat mengontrol dari jarak jauh, kapanpun dan dimanapun kita berada. Aplikasi harus terhubung melalui internet dengan koneksi yang stabil (Blynk, 2017). Gambar 2.11 menampilkan antarmuka aplikasi Blynk.

Adapun fitur-fitur yang ada pada aplikasi Blynk yaitu sebagai berikut:

1. API & UI serupa untuk semua perangkat keras & perangkat yang didukung
2. Dapat terhubung ke cloud menggunakan:

- Wi-Fi
 - Bluetooth
 - BLE Ethernet USB (serial)
 - GSM, dan lain-lain
3. Manipulasi pin langsung tanpa penulisan kode
 4. Mudah untuk mengintegrasikan dan menambahkan fungsi baru menggunakan pin virtual Riwayat pemantauan data melalui widget graph history
 5. Komunikasi device to device menggunakan bridge widget, serta fitur-fitur baru yang terus ditambahkan.

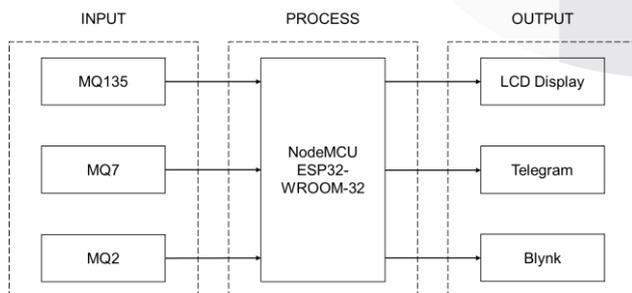
III. METODE DAN IMPLEMENTASI

1. Tinjauan Umum Sistem

Sistem yang digunakan menggunakan mikrokontroler *NodeMCU ESP32-WROOM-32* yang nantinya akan terintegrasi dengan *Telegram* dan *Blynk*. Sistem akan mengirim pesan ke *Telegram* apabila udara yang diukur mendapatkan nilai indikator dibawah normal. Sistem menggunakan 3 sensor sebagai input yaitu Sensor MQ135 sebagai sensor yang digunakan untuk mendeteksi beberapa gas yang mencemari udara atau membahayakan kesehatan manusia seperti ammonia, aromatic compounds, sulfur, benzene vapor, smoke, NH3, NOx, dan lain-lain, Sensor analog gas carbon monoxide (CO) MQ7 sebagai sensor yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas karbon monoksida pada udara, Sensor analog gas MQ2 sebagai sensor yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas LPG, asap, propane, methane, alcohol pada udara. Data yang masuk akan diolah oleh *NodeMCU* apakah kondisi udara normal atau tidak. Apabila kondisi udara tidak normal maka *NodeMCU* akan mengirimkan pesan notifikasi ke *Telegram*. Selain itu data juga dapat dilihat secara *realtime* yang akan ditampilkan pada LCD yang terpasang dan dapat diakses melalui *Blynk* juga. Sumber tenaga pada system ini akan menggunakan Listrik dari powerbank sehingga dapat memudahkan pengguna dalam penggunaan system kemanapun.

2. Blok Diagram

Skema proses monitoring udara berbasis *NodeMCU ESP32-WROOM-32* terintegrasi *Telegram* menggunakan konsep perancangan secara sederhana, konsep perancangan meliputi input, proses dan output.

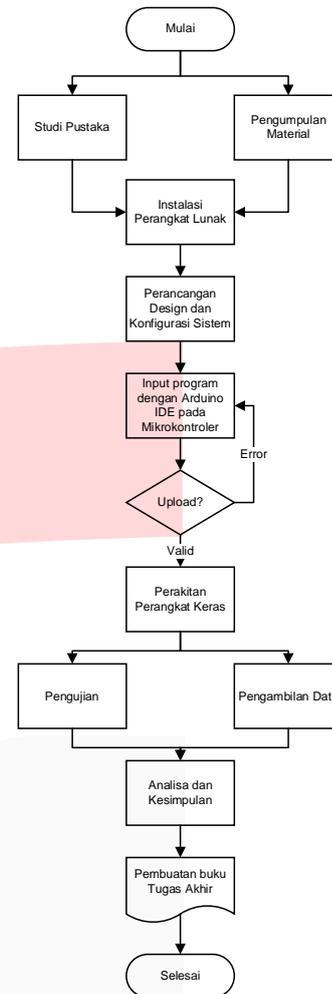


GAMBAR 2
Blok diagram penelitian

3. Prosedur dan Langkah Penelitian

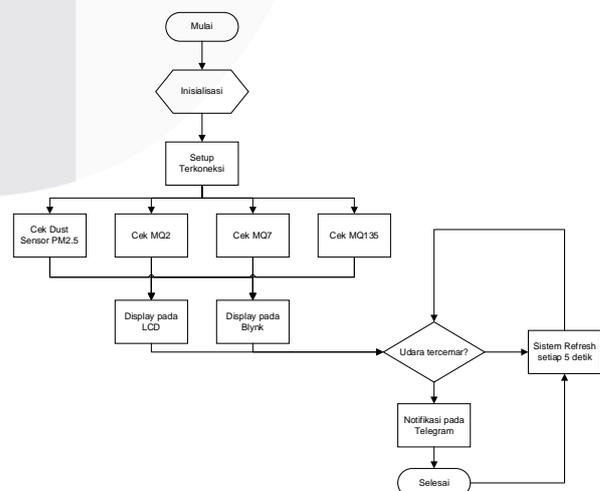
Prosedur penelitian yang di gunakan, secara garis besar di gambarkan dalam diagram alir (flow chart) pada Gambar 3.

Pada penelitian ini di lakukan beberapa tahapan pengerjaan mulai dari studi literatur, analisa kebutuhan sampai dengan penyusunan laporan.



GAMBAR 3
Alur Proses Penelitian

4. Alur Sistem Perangkat Lunak



GAMBAR 4
Flowchart software

Sistem akan menginisialisasi komponen apakah seluruh sensor dapat bekerja dengan baik. Apabila semua sensor dapat bekerja dengan baik maka seluruh setup akan terkoneksi yang artinya seluruh komponen dapat terhubung dengan *NodeMCU* dan sistem dapat dimulai.

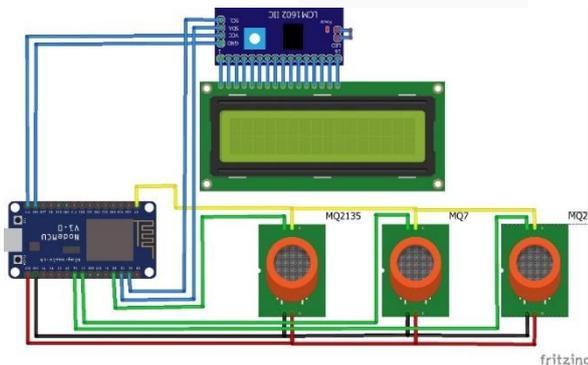
Pengecekan terhadap nilai kualitas udara oleh sensor MQ2, MQ7, MQ135, dan dust sensor yang mana jangkauan nilai untuk indicator sensor ini adalah sebagai berikut:

TABEL 1
Rentang parameter pengukuran

Sensor	Parameter	Ambang Batas		
		Baik	Sedang	Buruk
MQ2	Asap	0 – 2000 ppm	2000 – 4000 ppm	> 4000 ppm
		0 – 30 ppm	30 – 80 ppm	> 80 ppm
MQ7	CO	0 – 30 ppm	30 – 80 ppm	> 80 ppm
MQ135	CO ²	0 – 500 ppm	500 – 1000 ppm	> 1000 ppm

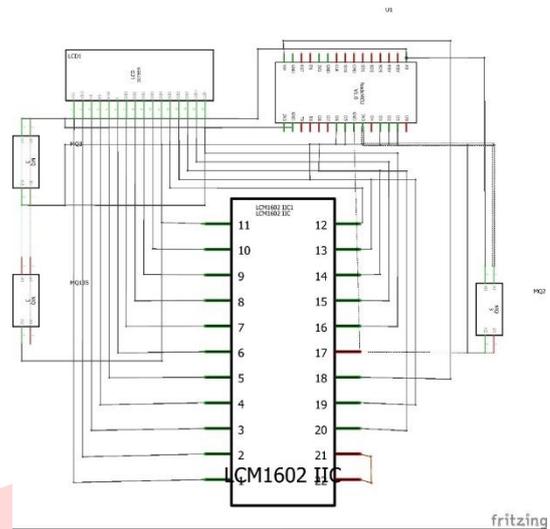
Setelah semua pengecekan pada sensor dilakukan maka nilai dari sensor akan ditampilkan secara real time oleh LCD dan akan ditampilkan juga pada aplikasi Blynk, Blynk dapat diakses melalui perangkat laptop, computer ataupun smartphone. Dilakukan juga pengecekan pada *NodeMCU* terhadap nilai sensor apakah kualitas udara baik atau tidak, apabila kualitas udara berada pada nilai ambang batas maka notifikasi akan terkirim melalui Telegram sehingga pengguna dapat mengetahui apakah udara yang diukur berpotensi polusi atau tidak.

5. Perancangan Perangkat Keras



GAMBAR 5
Perancangan Hardware

Alat yang dirancang memiliki sistem untuk mengontrol dan mengolah data penelitian. Sistem kontrol tersebut merupakan seluruh komponen yang terhubung seperti *NodeMCU ESP32-WROOM-32*, sensor MQ2, sensor MQ7, sensor MQ135, dust sensor dan LCD karakter 16x2. *NodeMCU ESP32-WROOM-32* akan terhubung dari tegangan 3,7 V DC sebagai sumber tegangan dari baterai 18650 yang disusun 2 buah secara seri.



GAMBAR 6
Skematik Perancangan Hardware

NodeMCU ESP32-WROOM-32 berfungsi sebagai komponen yang melakukan pengolahan data hasil pengukuran dari sensor MQ2, sensor MQ7, dan sensor MQ135 yang terhubung ke pada pin digital IO, sensor dust sensor yang terhubung pada pin analog IO. Output dari sensor sensor MQ2, sensor MQ7, dan sensor MQ135 adalah data digital sehingga dapat langsung dikonversi menjadi nilai kualitas udara, tetapi untuk output dust sensor masih berupa sinyal analog sehingga harus diolah melalui ADC pada *NodeMCU* kemudian diubah menjadi data digital yang dapat dikonversi menjadi nilai kualitas debu atau asap. Selanjutnya nilai-nilai dari sensor akan ditampilkan pada LCD karakter 16x2 dan dikirim ke *Telegram* dan *Blynk* melalui media IoT (*Internet Of Things*).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemrograman *ESP32-WROOM-32* dengan seluruh komponen

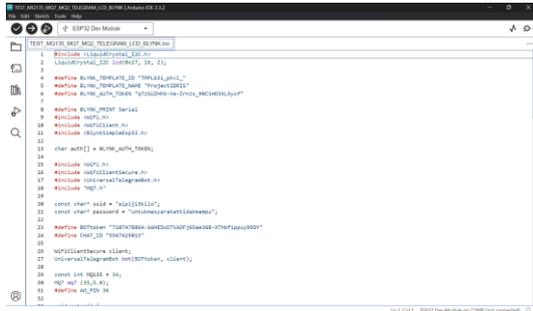
Pemrograman dimulai dengan memasukkan hasil library yang telah diunduh untuk masing-masing komponen baik sensor, LCD, maupun untuk integrasi pada *Telegram* dan *Blynk*. Dilakukan pengisian input pin pada masing-masing komponen yang memerlukan data baik pin analog maupun digital. Setelah itu penginputan tipe data pada masing-masing komponen untuk memanggil hasil pengukuran parameter pada akhir pemrograman.

Setelah itu diintegrasikan *ESP32-WROOM-32* dengan *Telegram* dengan memasukkan SSID dan password dalam satu jaringan yang sama agar antara *Telegram* pengguna dengan *ESP32-WROOM-32* dapat saling terhubung. Selain itu dimasukkan juga Bot token dan ID Bot yang telah didapat pada program.

Setelah itu diintegrasikan juga *ESP32-WROOM-32* dengan *Blynk* dengan memasukkan SSID dan password dalam satu jaringan yang sama agar pengguna dapat mengakses dan memonitoring parameter pengukuran hasil dari sensor melalui perangkat laptop ataupun smartphone. Selain itu dimasukkan juga Blynk template ID, Blynk template name, dan Blynk auth token yang telah didapat pada program.

Pada void loop yang programnya berjalan berulang-ulang diinputkan data untuk sensor agar dapat menampilkan hasil

dari parameter melalui LCD. Data nilai yang dihasilkan dapat memperlihatkan apakah udara baik atau tidak. Apabila melebihi angka normal maka akan dikirimkan pesan melalui notifikasi pada Telegram. Data nilai yang dimasukkan disesuaikan dengan kondisi yang ada. Data tersebut juga akan ditampilkan secara *realtime* pada LCD sehingga pengguna dapat melihat data situasi pada kondisi saat itu. Data yang ditampilkan pada LCD adalah CO, CO₂, dan asap. Berikut merupakan gambar tampilan Arduino IDE dengan program yang sudah dibuat oleh penulis.



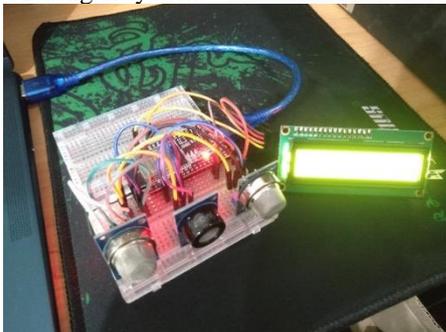
GAMBAR 7
Pemrograman Keseluruhan Sistem

2. Implementasi ESP32-WROOM-32 dengan sistem

Implementasi ini terpusat pada mikrokontroler yaitu ESP32-WROOM-32. Sensor MQ135, MQ7, dan MQ2 serta terhubung dengan LCD. Berikut merupakan pin ESP32-WROOM-32 yang terhubung pada sensor:

- MQ135 : VCC, GND, dan GPIO34
- MQ7 : VCC, GND, dan GPIO35
- MQ2 : VCC, GND, dan GPIO36
- LCD : VCC, GND, D21, dan D22

Berikut merupakan Gambaran implementasi ESP32-WROOM-32 dengan system.



GAMBAR 8
Implementasi Hardware

3. Implementasi ESP32-WROOM-32 dengan sistem

Pengujian ini merupakan pengujian keseluruhan sistem yang terintegrasi dengan seluruh komponen yaitu ESP32-WROOM-32 sebagai kontroler dan pengirim data ke Telegram maupun mengakses ke Blynk, Sensor MQ135, sensor MQ7, dan sensor MQ2 sebagai pendeteksi, LCD sebagai penampil data *realtime*, Telegram sendiri sebagai aplikasi pemberi notifikasi kepada pengguna, dan Blynk sebagai akses data *realtime* yang dapat diakses melalui laptop maupun smartphone.



GAMBAR 9
Cover Implementasi Hardware

Pengujian sistem terintegrasi ini dilakukan dengan menggabungkan sistem yang telah diimplementasikan dengan Telegram maupun Blynk. Sensor MQ135, sensor MQ7 dan sensor MQ2 diletakkan pada box hitam berukuran 18,5 cm x 11,5 cm x 6,5 cm. Pengujian dimulai dengan kondisi sensor tidak terdeteksi dan sesuai dengan respon dari Aplikasi Telegram yang tidak mengirimkan notifikasi apapun. Saat sensor mendeteksi adanya kenaikan nilai pada pengukuran yaitu CO₂ > 1000, CO > 100, dan asap > 4000 Aplikasi Telegram otomatis memberi notifikasi peringatan tentang keadaan udara disekitar yang mendeteksi adanya kenaikan gas yang berbahaya yang menandakan bahwa udara disekitar telah tercemar. Berikut merupakan gambaran pengujian pada sistem.

6 Agustus 2024				
Waktu	Karbon dioksida	Karbon monoksida	Asap	Notifikasi Telegram
06.00	6	5,15	1772	Off
07.00	7	4,69	1767	Off
08.00	7	4,76	1759	Off
09.00	5	6,71	1755	Off
10.00	8	8,32	1753	Off
11.00	8	4,78	1747	Off
12.00	13	8,97	1747	Off
13.00	14	5,45	1781	Off
14.00	14	4,69	1780	Off
15.00	16	4,63	1731	Off
16.00	18	4,62	1771	Off
17.00	11	4,81	1784	Off
18.00	5	4,90	1770	Off

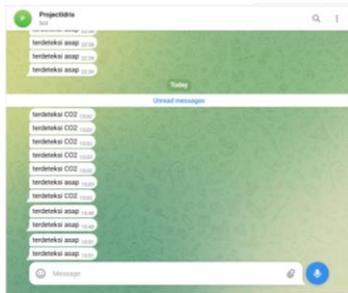
Dari hasil pengujian yang dilakukan dirumah penulis telah didapat hasil sebagai berikut yang menandakan sistem dapat bekerja dengan baik. Dari data yang diukur dari pukul 06.00 hingga 18.00 didapat bahwa gas CO₂, CO dan asap terlihat stabil dan tidak menandakan udara disekitar rumah penulis berbahaya.



GAMBAR 10

Pengujian system menggunakan korek api

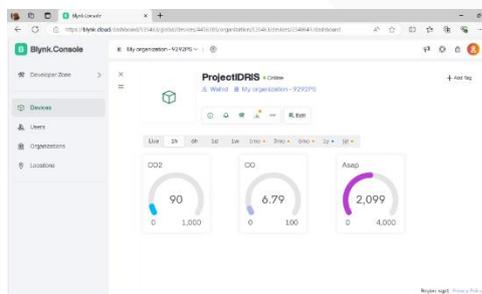
Dikarenakan udara disekitar rumah penulis stabil dan tidak mengalami kenaikan dari nilai normal pengukuran, maka penulis melakukan ujicoba system dengan menggunakan korek api yang mengandung butana dan dapat mengeluarkan asap sehingga dapat memicu sensor untuk meningkatkan hasil nilai pengukuran. Pengukuran telah dilakukan dan mendapatkan input 5 Volt dan output yang juga 5 Volt yang mana output digunakan untuk mentenagai LCD dan beberapa sensor.



GAMBAR 11

Hasil notifikasi pada Telegram

Dari hasil pengujian menggunakan korek api didapat bahwa nilai CO₂, CO dan asap meningkat sehingga memicu ESP32-WROOM-32 untuk mengirim notifikasi ke Telegram bahwasanya kondisi udara disekitar tidak baik. Selain itu dilakukan juga pengujian menggunakan Blynk yang dapat dimonitoring melalui web maupun aplikasi smartphone. Pengujian berhasil dikarenakan nilai dari sensor yang tertampil pada LCD maupun pada Blynk sama.



GAMBAR 12

Pengujian sistem terintegrasi Blynk pada web

V. KESIMPULAN

Pada proyek akhir ini mendapat kesimpulan yaitu :

1. Sistem dapat melakukan pengukuran secara otomatis pada gas CO₂, CO, dan asap yang masing-masing menggunakan sensor MQ135, MQ7, dan MQ2. Hasil

pengukuran system juga dapat ditampilkan secara realtime melalui LCD maupun Blynk. Sistem akan mengirimkan data setiap 1 detik.

2. Sistem monitoring udara yang terintegrasi dengan telegram ini menggunakan Bot token dan ID Bot sebagai komunikasinya. Dimana kita meregstrasikan kontak Bot yang akan digunakan untuk dapat menerima data dari ESP32-WROOM-32, lalu meregstrasikan IDBot agar ESP32-WROOM-32 dapat berkomunikasi dengan Telegram pengguna dan IDBot yang didapat merupakan credential penting agar sistem saling terhubung dan berkomunikasi 2 arah. System ini juga berhasil terintegrasi dengan Blynk menggunakan ID Template, ID Name, dan Auth Token sehingga dapat dimonitoring menggunakan web maupun aplikasi smartphone
3. Hasil pengujian sistem dengan Telegram terbukti berhasil dengan dapat dikirimkan notifikasi saat telah didapat nilai diatas normal, yang mana sensor mendeteksi udara berbahaya.

REFERENSI

- [1] I. A. D. M. F. Anand Fikri, "Rancang Bangun Monitoring Kadar Polusi Udara di Lingkungan Kampus FKIP Menggunakan Sistem IoT," *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 2019*, vol. 6, no. 5, pp. 2931-2935, 2023.
- [2] J. C. C. Reza Ramadhan, "RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA BERBASIS IOT DENGAN NODEMCU," *Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI)*, pp. 1183-1190, 2022.
- [3] A. Y. R. Y. M. Saepul Anwar, "Rancang Bangun Alat Ukur Kualitas Udara (PM_{2.5}, NO₂, CO) Berbasis Iot Menggunakan Sim8001 Dan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Di Kota Tasikmalaya," *Jurnal Informatika – COMPUTING*, vol. 9, no. 1, pp. 36-43, 2022.
- [4] J. A. Ferry Fachrizal, "Sistem Monitoring Polusi Udara Menggunakan Sensor Nitrogen Carbon Berbasis Internet of Thing," *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, vol. 4, no. 1, pp. 199-203, 2022.
- [5] H. Z. Z. D. R. Nurul Halizah, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING POLUSI UDARA PADA BUDIDAYA TANAMAN SAYUR HIDROPONIK BERBASIS MICROCONTROLLER," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 5, no. 1, pp. 308-314, 2021.
- [6] D. A. H. F. F. H. A. D. C. D. E. Y. Y. A. P. Andiko Pridiantoko Putro, "Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Mikrokontroler ESP32 dengan Sensor MQ2 Berbasis Internet of Things," *Seminar*

Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika, pp. 217-224, 2023.

- [7] A. M. d. N.Zulfa, "Sistem Monitoring dan Pendukung Keputusan Kualitas Udara di Kota Semarang," *JURNAL INFORMATIKA UPGRIS*, vol. 8, no. 1, pp. 37-41, 2022.
- [8] V. C. P. A. M. R. Grace C. Rumampuk, "Internet of Things-Based Indoor Air Quality Monitoring System Design," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 17, no. 1, pp. 11-18, 2021.
- [9] Y. T. H. G. S. Nogar Silitonga, "PENGEMBANGAN PERANGKAT IoT MONITORING KUALITAS UDARA DALAM

RUANGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER BERBASIS ANDROID," *METHOMIKA: Jurnal Manajemen Informatika & Komputerisasi Akuntansi*, vol. 5, no. 1, pp. 81-85, 2021.

- [10] A. R. S. M. N. F. S. M. Muhammad Guntur Salasa, "PERANCANGAN ALAT MONITORING POLUSI UDARA BERBASIS MIKROKONTROLER MENGGUNAKAN SENSOR GAS TGS-2442," *Jurnal Ilmiah Computing Insight*, vol. 3, no. 1, pp. 1-8, 2021.

