

Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara Ruangan Berbasis Internet of Things (IoT)

¹Imran Iskandar, ²Watty Rimalia, ^{3*}Jeffry, ⁴Benny Leonard Enrico Panggabean
Ilmu Komputer, Universitas Pancasakti, Makassar

¹imran.ikandar@unpacti.ac.id, ²watty.rimalia@unpacti.ac.id, ³jeffry@unpacti.ac.id,
⁴blep@unpacti.ac.id

Abstrak

Udara merupakan salah satu sumber kehidupan manusia yang dapat diperoleh secara bebas. Baik buruknya kualitas udara dapat mempengaruhi kesehatan dan aktivitas manusia. Udara yang bersih dapat menyebabkan seseorang merasa nyaman berada di suatu tempat tertentu, sehingga dapat melakukan aktivitas secara baik dan menyenangkan. Pada penelitian ini ditawarkan alat untuk memonitoring kualitas udara pada ruangan dengan menggunakan MQ2, Microcontroller NodeMCU yang dilengkapi modul wireless ESP8266 dengan menggunakan protokol MQTT untuk komunikasi data node sensor ke server. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa ketika sensor mendeteksi keberadaan asap, gas, karbon monoksida (CO) maka nilai ADC sensor akan memberi notifikasi peringatan dalam bentuk alarm yang dihasilkan dari tone/nada buzzer(speaker) alarm tersebut akan aktif ketika sensor membaca nilai ADC dengan toleransi di atas 150 ppm sedangkan alarm akan secara otomatis di nonaktifkan ketika nilai ADC di bawah nilai 150 ppm.

Kata Kunci :MQ2, NodeMCU, MQTT

ABSTRACT

Air is one of the essential sources of human life that can be freely obtained. The quality of air, whether good or bad, can significantly impact human health and activities. Clean air can contribute to a sense of comfort in a particular place, allowing individuals to carry out activities effectively and enjoyably. This research introduces a tool for monitoring indoor air quality using an MQ2 sensor, a NodeMCU Microcontroller equipped with an ESP8266 wireless module, and employing the MQTT protocol for data communication from the sensor node to the server. The results of this research demonstrate that when the sensor detects the presence of smoke, gas, carbon monoxide (CO), the ADC sensor value will trigger a notification warning in the form of an alarm generated by the tone/buzzer speaker. The alarm will be active when the sensor reads an ADC value with tolerance above 150 ppm, while the alarm will be automatically deactivated when the ADC value is below 150 ppm. This device aims to provide a practical solution for monitoring and alerting users to potential air quality issues, contributing to a healthier and more comfortable indoor environment.

Keywords: MQ2, NodeMCU, MQTT

1. Pendahuluan

Udara merupakan salah satu sumber kehidupan manusia yang dapat diperoleh secara bebas. Baik buruknya kualitas udara dapat mempengaruhi kesehatan dan aktivitas manusia. Udara yang bersih dapat menyebabkan seseorang merasa nyaman berada di suatu tempat tertentu, sehingga dapat melakukan aktivitas secara baik dan menyenangkan.

Udara merupakan sebuah gas yang mengelilingi bumi, udara sangat dibutuhkan bagi setiap makhluk hidup baik manusia, hewan, maupun tumbuhan. Tapi dalam perkembangan zaman teknologi saat ini udara yang baik sudah sulit ditemukan karena banyak pembangunan industri dan banyak sekali kendaraan yang semakin bertambah, maka dari itu diperlukan cara untuk mengatasi udara yang tidak sehat yang mengganggu aktifitas makhluk hidup terutama manusia karena pencemaran udara terdapat zat-zat yang dapat mengakibatkan ketidakstabilan udara yang awalnya normal akhirnya bisa menjadi zat yang membatasi pertumbuhan makhluk hidup.

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 45 Tahun 1997 bahwa pencemaran udara dapat menimbulkan gangguan terhadap Kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya. Selain itu, kualitas udara juga dipengaruhi oleh kegiatan dalam ruangan seperti dalam hal penggunaan energi tidak ramah lingkungan, penggunaan sumber energi yang relatif murah seperti batubara dan biomasa (kayu, kotoran kering dari hewan ternak, residu pertanian), perilaku merokok dalam ruangan, penggunaan pestisida, penggunaan bahan kimia pembersih, dan kosmetika. Bahan-bahan kimia tersebut dapat mengeluarkan polutan yang dapat bertahan dalam ruangan untuk jangka waktu yang cukup lama. Walaupun pada saat tertentu manusia dapat menggunakan indera untuk memperkirakan jika udara di lingkungan sekitarnya berada pada level normal dan tidak tercemar ataupun sebaliknya, namun untuk melakukan pemantauan secara terus menerus, manusia dibatasi oleh ruang dan waktu Untuk melakukan pemantauan secara real-time dan mendapatkan data mengenai kualitas udara dapat dilakukan dengan membangun suatu perangkat keras yang terhubung dengan sistem pemantauan kualitas udara (Rumampuk et al., 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh (Sadali et al., 2022) melakukan monitoring kualitas udara jarak jauh dengan wemos d1 sebagai penghubung antara sensor MQ-135 dengan platform Internet of Things IoT. Penelitian tentang deteksi dini monitoring udara juga pernah diteliti oleh (Rianto, 2020). Penelitian ini menggunakan sensor gas MQ-02 untuk mengukur kadar monoksida (Maharani & Kholis, 2020). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa alat deteksi dini ini mampu memantau pencemaran udara secara realtime. Selain itu, untuk memonitoring kualitas udara, penelitian (Salasa et al., 2021) menggunakan sensor gas TGS-2442. Penelitian ini memberikan notifikasi pada handphone untuk mendeteksi pencemaran udara yang ada diluar. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh (Prakoso & Wellem, 2022) dengan mengimplementasikan Wemos D1 Mini dan android untuk memantau kualitas udara berbasis IoT. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem mampu mengukur kadar gas CO dalam ruangan dengan jangkauan antara 7 ppm hingga 38 ppm.

Penelitian yang dilakukan oleh (Ratri et al., 2022) dengan memanfaatkan mikrokontroller ESP32 sebagai server dengan teknologi IoT mampu memonitoring kondisi cuaca dan mengirimkan data secara realtime. Penelitian yang dilakukan oleh (Utami et al., 2022) dengan memanfaatkan sensor MQ-7 untuk mendeteksi asap rokok

pada ruangan selain itu sensor DHT11 digunakan juga untuk monitoring suhu dan kelembaban. Hasil monitoring tersebut ditampilkan pada aplikasi mobile.

Monitoring kadar polusi udara juga telah diteliti oleh (Fikri et al., 2023) dengan menggunakan system IoT. Penelitian ini menggunakan sensor MQ7 dengan melakukan pengujian selama 3 bulan di lingkungan kampus. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Sadali et al., 2022) namun penelitian ini menggunakan sensor MQ-135 dengan memonitoring kualitas udara di jalan raya dengan platform IoT. Kemudian, penelitian yang dilakukan oleh (Mashuri & Zulfa, 2022) dengan memanfaatkan sensor yang terdiri dari MQ-6, MQ-7, MQ135 dan DHT-11. Penelitian ini melakukan monitoring dan pendukung Keputusan kualitas udara di kota Semarang dengan IoT.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dalam penelitian ini penulis akan menyusun judul “Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara Ruang Berbasis Internet Of Things (IoT)”.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan november sampai dengan february 2020 di Iot Lab CV. Mitra Karya Informatika Jl. Andi Tonro Permai Blok L1 No.10 Sungguminasa Gowa.

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik atau metode yang digunakan dalam pengumpulan data yaitu metode pustaka dengan cara mengumpulkan beberapa data tertulis baik dari buku, literatur, dan tutorial-tutorial di internet, sebagai bahan referensi penyusunan skripsi, kemudian mencocokkan dengan kemungkinan-kemungkinan yang terjadi dalam penyelesaian masalah.

2.2.1 Instrumen Pengumpulan Data

Pengumpulan data membutuhkan suatu instrumen. Instrumen ini dibutuhkan untuk pengambilan data untuk penelitian baik penelitian kualitatif maupun penelitian kuantitatif. Instrumen penelitian adalah alat atau fasilitas yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data agar pekerjaannya lebih mudah dan hasilnya lebih baik dalam arti lebih cermat, lengkap, dan sistematis sehingga lebih mudah diolah.

2.2.2 Jenis penelitian

Jenis penelitian yang digunakan oleh penulis dalam penelitian ini adalah penelitian experimental dengan pendekatan. Metodologi PPDIOO. Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan uji coba dimana rancangan mekanik maupun elektronika untuk komponen hardware rancang bangun alat menggunakan sensor ini dapat bekerja sesuai dengan tujuan dan target yang diinginkan.

4. Analisis Perancangan

Umumnya sistem pendeteksi sensor asap yang digunakan beredar dipasaran berupa smoke detector yang dilengkapi dengan buzzer yang tidak dapat mendeteksi gas, CO dengan prinsip kerja ketika mendeteksi maka akan mengaktifkan buzzer, sensor tersebut umumnya berdiri sendiri dan tidak dapat dimonitoring dari jarak jauh. Mengingat luasnya ruangan maka perlu dipasang beberapa titik pemasangan

sensor. Dalam penelitian ini peneliti mengambil studi kasus ruangan yang digunakan adalah ruangan Cv. Mitra Karya Informatika.

Pada penelitian ini, peneliti merancang sistem yang dapat di monitoring secara real time, melalui dashboard yang dapat dipantau melalui personal komputer ataupun perangkat mobile. Selain itu pada penelitian ini juga difungsikan sebagai pendeteksi asap, gas dan CO mana kala pembacaan sensor mencapai ambang batas nilai sensor yang ditentukan dan ketika sensor mendeteksi bahwa kondisi ruangan sudah normal maka sistem akan menonaktifkan. Pada saat yang bersamaan ketika buzzer aktif maka di dashboardakan tampak perubahan tampilan berwarna merah yang menandakan ruangan yang terdeteksi asap, gas dan CO, selanjutnya sistem akan mengirimkan notifikasi ke perangkat mobile petugas.

Dari analisis tersebut maka perlu dilakukan beberapa perencanaan diantaranya: perancangan topologi jaringan, perancangan komunikasi data, perancangan arsitektur jaringan wireless, sensor network yang digunakan, perancangan antarmuka (interface Design).

3. Perancangan Topologi Jaringan

Topologi jaringan yang digunakan merupakan Topologi Star yang mana semua node sensor akan terhubung ke access point utama sebagai gateway/jalur untuk koneksi ke internet. Sedangkan server yang digunakan berbasis virtual cloud server yang memiliki IP public sehingga bisa diakses dari luar.



Gambar 1. Rancangan Arsitektur Jaringan Sistem Pendeteksi.

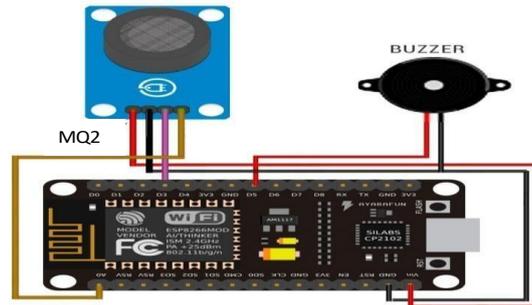
Didalam server di install beberapa paket aplikasi untuk keperluan pengembangan sistem, diantaranya, Node-JS, Node-Red dan Server MQTT Broker.

3.1 Perancangan Komunikasi Data

Dalam pembuatan alat penulis menggunakan microcontroller NodeMCU. Microcontroller ini dilengkapi modul ESP8266 yang memiliki module wireless yang bekerja pada frekuensi 2.4 GHz. Sensor MQ2 memiliki pin out yang terdiri dari pin1 sebagai ground, pin2 difungsikan sebagai Vcc. Buzzer yang terhubung pada microcontroller nantinya akan menghasilkan sebuah tone yang mengeluarkan output audio

Mengingat lokasi pemasangan sensor yang terpasang umumnya cukup berjauhan maka sensor perlu dibuat terpisah. Untuk pemasangan sensor, dibuat tersendiri dengan

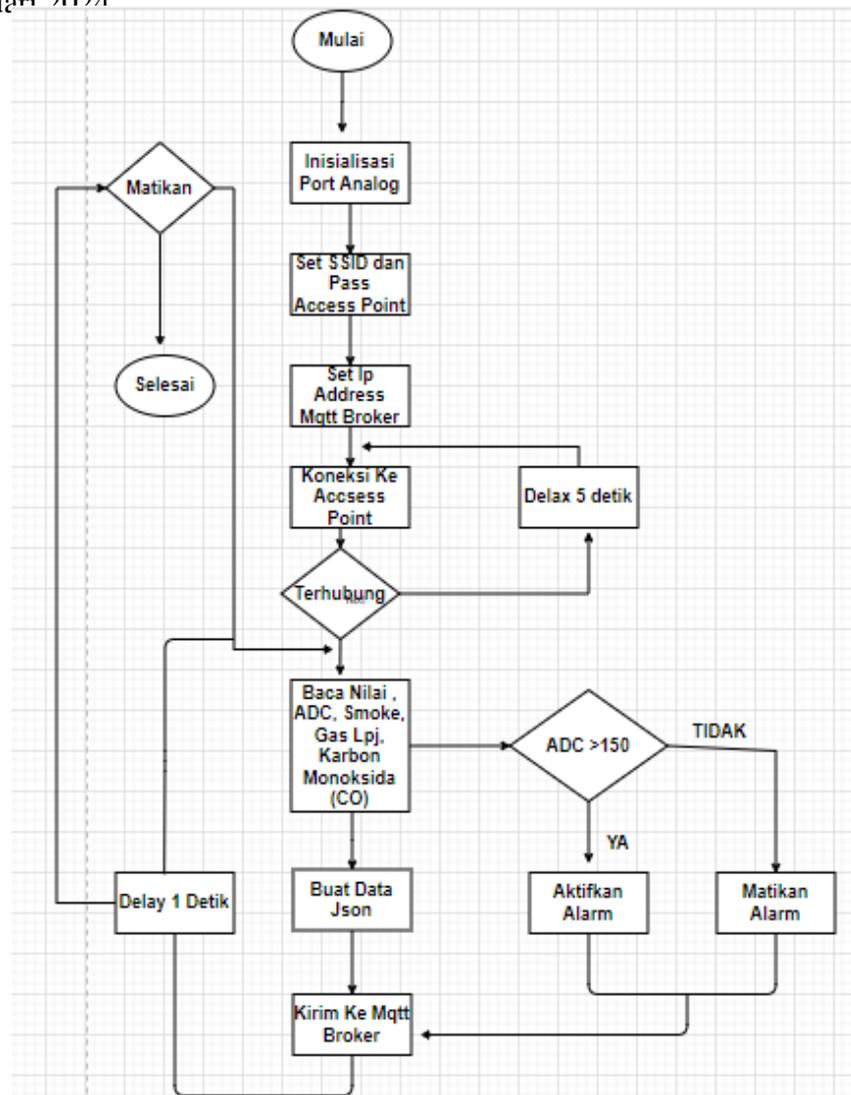
menghubungkan sensor pada microcontroller NodeMCU dan sebuah Buzzer. Adapun rancangan alatnya seperti tampak pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Rancangan Alat Pendeteksi

Agar kondisi ruangan bisa terdeteksi, maka perlu dibuat kontroler yang untuk proses pengaktifannya secara remote dilakukan dengan mengirim sinyal ke Microcontroller yang dipasang, ketika microcontroller menerima pesan dari MQTT broker berupa dinya {ON} maka NodeMCU akan mengirim sinyal HIGH pada relay sehingga coil pada relay akan menghubungkan PIN Common dan Normally Open pada modul relay sehingga akan aktif. Sebaliknya jika sensor sudah mendeteksi bahwa kondisi ruangan sudah steril maka MQTT Broker akan mengirim sinyal LOW untuk menonaktifkan.

Setelah Node-Red berhasil memproses data dari sensor maka Node-Red akan mengirim Payload ke MQTT broker yang selanjutnya MQTT broker akan mengirimkan sinyal logic HIGH/LOW ke MQTT Client dalam hal ini ke Microcontroller yang menggunakan nilai analog.



Gambar 2. Flowchart Pembacaan Sensor Dan Pengiriman Data

3.2 Perancangan Arsitektur Jaringan data dalam jaringan

Dalam melakukan perancangan pada prototype ruangan dengan detektor asap, gas, CO berbasis mikrokontroler NodeMCU dibutuhkan alat dan bahan sebagai berikut:

Tabel 1. Peralatan Penelitian.

No	Alat	
1.	Hardware	
	1	Solder
	2	Obeng

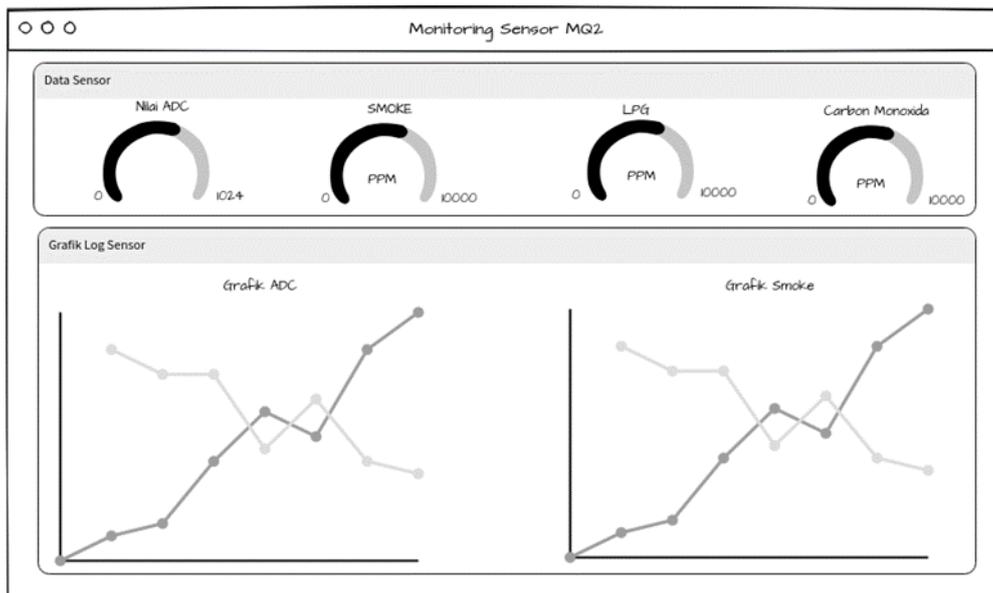
	3	Tang Potong
	4	Komputer
	5	Access Point
2.	Software	
	1	Node-Red
	2	MQTT Broker
	3	Cloud VPS (Server)
	4	<i>Arduino IDE</i>

Tabel 2. Bahan Penelitian.

No	Bahan
1	Floor Plan Indoor
2	Electronic Enclousur
3	Timah
4	Buzzer
5	Sensor Gas MQ-2
6	NodeMCU
7	Adaptor
10	Kabel

3.3 Perancangan Antarmuka (Interface Design)

Pada Perancangan Antarmuka (Interface Design) berencana menggunakan Platform IoT Node-red untuk memproses data dari masing-masing sensor, serta menyajikan dashboard berupa chart (grafik) status sensor.

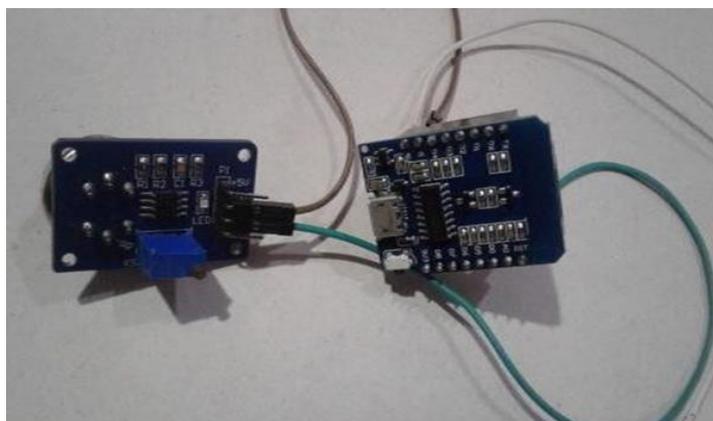


Gambar 3. Rancangan Tampilan Status Sensor

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Implementasi Hadware

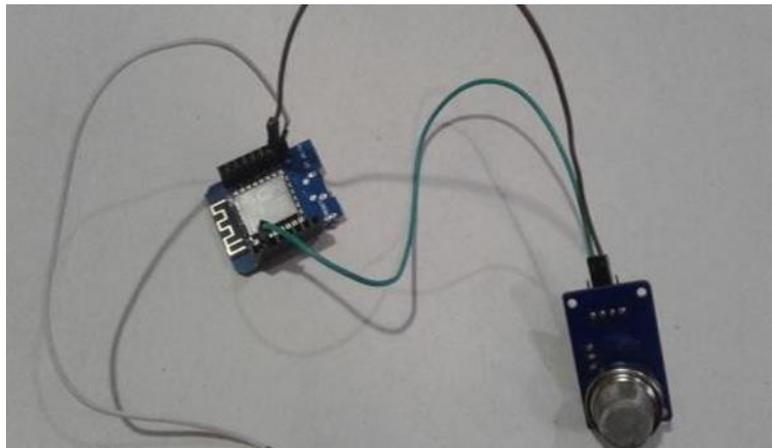
Hasil dari penelitian ini berupa suatu sistem yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak untuk melakukan monitoring. Dari sisi perangkat keras, alat yang dihasilkan dikemas dalam enclosure box yang didalamnya terdiri dari sensor untuk mendeteksi kondisi ruangan seperti asap, gas lpg, dan karbon Monoksida (CO). Untuk memberikan peringatan maka alat ini dilengkapi sebuah buzzer yang akan aktif menghasilkan tone/nada. Alat ini dilengkapi dengan suplai tegangan mulai 5V jika menggunakan power dari port USB, juga dapat berfungsi dengan satu daya 9-12 Volt DC karena sudah dilengkapi dengan rangkaian regulator. Pada tahap awal semua komponen disolder dan dipasang pada papan PCB seperti tampak pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.
Tampilan

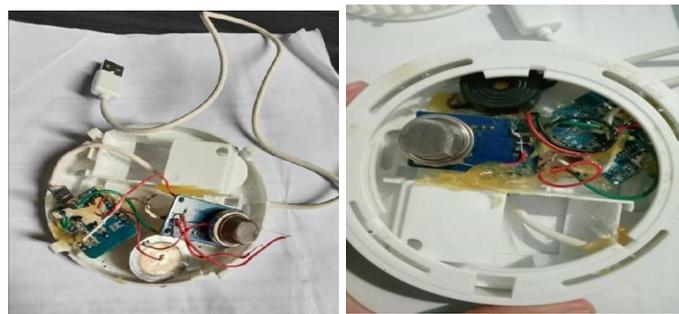
Rancangan
Status Sensor

Selanjutnya dilakukan pemasangan Microcontroller yang telah di program.



Gambar 4. Pemasangan Microcontroller

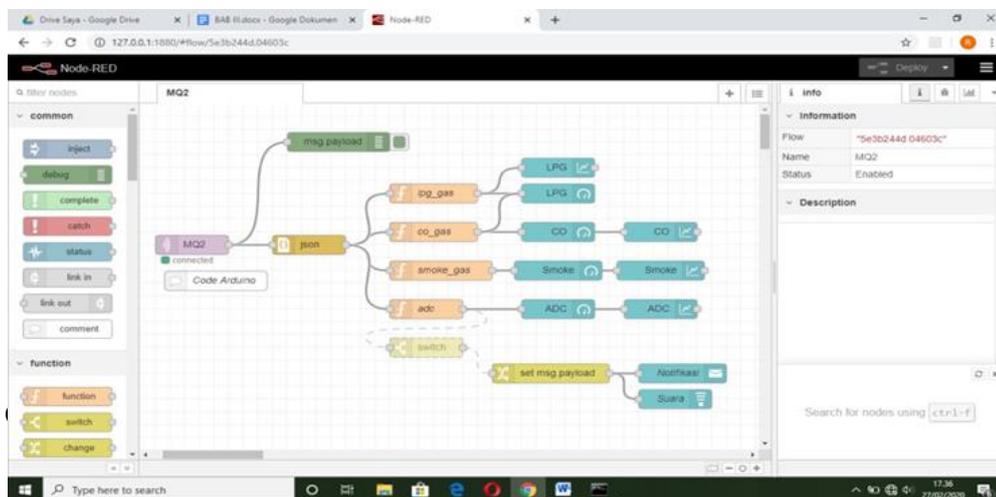
semua komponen terpasang maka berikutnya adalah dengan memasukkan rangkaian pada box= enclosure untuk memudahkan instalasi.



Gambar 5. Pemasangan Rangkaian pada Box Enclosure

4.2 Implementasi Software

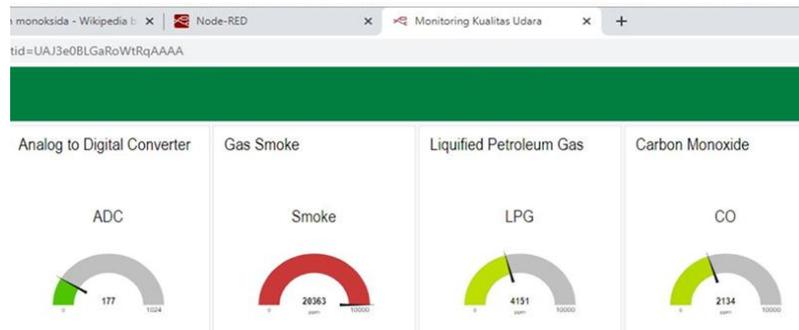
Penulis menggunakan di instalasi beberapa paket aplikasi seperti Mosquitto yang berfungsi sebagai server/broker MQTT, Node-JS dan Node-Red sebagai IoT Platform untuk mendesain logika program dan tampilan status sensor.



ambar 6.

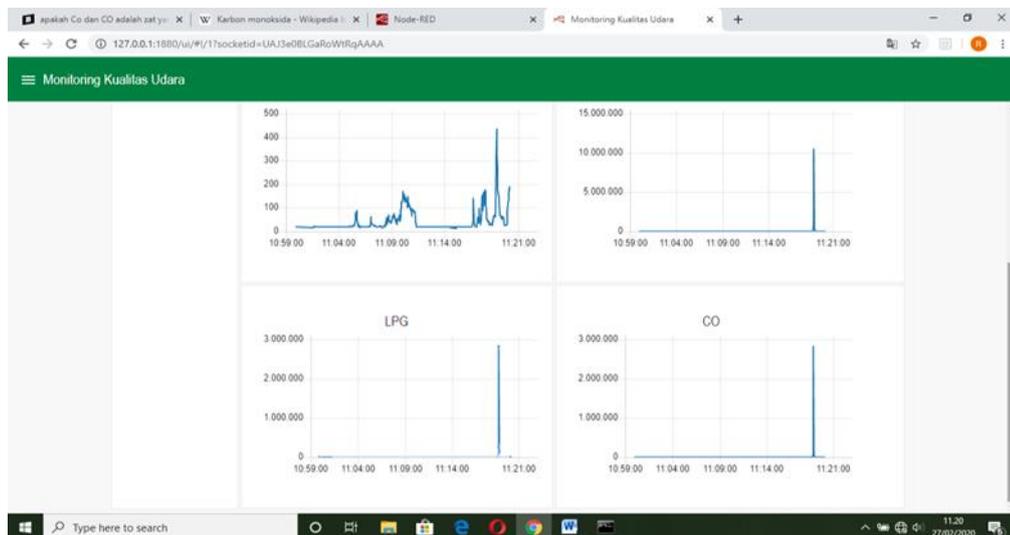
Tampilan Flow Node-Red

Untuk memonitoring status masing-masing sensor serta kondisi ruangan penulis membuat tampilan menggunakan MQTT dashboard. Tampilan pertama berbentuk line chart dengan fungsi mengeluarkan status nilai sensor sedang dalam keadaan aktif atau mendeteksi maka tampilan ruangan akan berwarna merah dan adapun tampilan dashboardnya seperti tampak pada gambar dibawah ini.



Gambar 7. Tampilan Dashboard dengan linechart untuk menampilkan status sensor

Sedangkan tampilan dashboard kedua, penulis sajikan dalam bentuk grafik. Pada dashboard tersebut jika terdeteksi asap, gas lpg, dan karbon monoksida (CO) akan memberi peringatan yang disajikan dalam bentuk alarm dalam bentuk grafik pada bagian bawah disajikan pula indikator masing-masing sensor dan nilai pembacaan sensor secara realtime.



Gambar 8. Tampilan MQTT dashboard sensor grafik

4.3 Pengujian Sistem

Mikrokontroler membaca nilai analog dari sensor MQ2, dari sensor MQ2 selanjutnya data analog dikonversi dalam bentuk ADC. Data kemudian dikirim ke protokol mqtt ke server broker dengan alamat address 192.168.1.200:1883 di sisi server di pasangkan node red yang terhubung ke node red yang dapat diakses melalui port 1880.

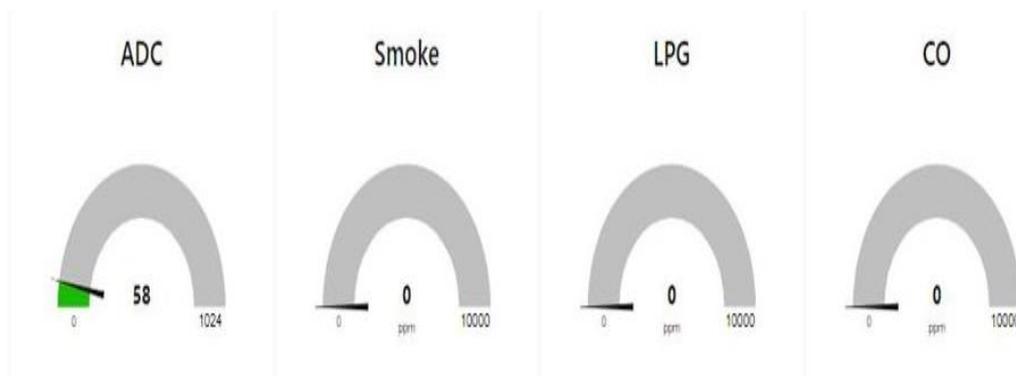
Dalam Penelitian ini penulis menghubungkan server pada aplikasi node red di buat untuk mengkoneksikan ke MQTT broker untuk memonitoring data yang dikirim melalui mikrokontroler, sensor MQ2 melalui topik (chanel) MQ2. Setelah data ditampilkan dari broker maka data akan diterima dalam bentuk jason dipisahkan (parsing) agar dapat di divisualisasikan data untuk menampilkan pembacaan dari mikrokontroler maka dibuat user interface gauge (mengukur) dan chart garis (grafik). Aplikasi ini pula dilengkapi notifikasi alarm peringatan berupa display informasi peringatan tampilan aplikasi dan suara dalam bentuk TTS(text to speech) yang memanfaatkan google TTS dari google voice. Sedangkan pada sisi hardware notifikasi peringatan disajikan dalam bentuk alarm yang dihasilkan dari tone/nada buzzer(speaker) alarm tersebut akan aktif ketika sensor aktif membaca nilai ADC dengan toleransi di atas 150 ppm sedangkan alarm akan secara otomatis di nonaktifkan ketika nilai ADC di bawah nilai 150 ppm.

Dalam Penelitian pengujian dilakukan eksperimen sampel asap, gas lpg, karbon monoksida(CO) dari hasil pengujian tersebut disajikan pada tabel.

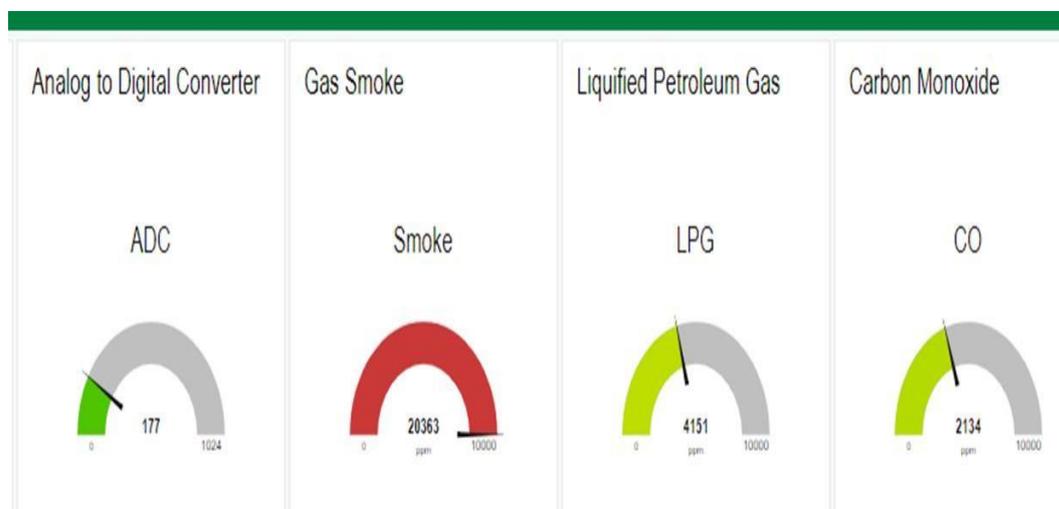
Tabel 3. Hasil pengujian Sensor MQ2

No	Analog To Digital (ADC) (Ppm)	Kadar Asap	Gas Lpj	Karbon Monoksida (Co)
1	21	0	0	0
2	108	1.526	294	294
3	114	4.899	338	338
4	144	11.429	1.252	1.707
5	163	20.363	2.747	2.747
6	177	27.249	4.151	2.134
7	217	67.878	14.695	14.695
8	497	12.186.558	56.362	171.109

Dari tabel 3 diatas dapat disimpulkan bahwa ketika sensor mendeteksi keberadaan asap, gas, karbon monoksida (CO) maka nilai ADC di atas ambang batas 150 Ppm akan memberikan notifikasi peringatan dalam bentuk alarm dan akan turun ketika nilai di bawah 150 Ppm yang menyebabkan tegangan yang dihasilkan ADC kembali normal semaking banyak kadar asap, gas, karbon monoksida (CO) yang di deteksi semaking naik nilai Ppm yang di hasilkan begitupun sebaliknya semaking rendah nilai Ppm di hasilkan maka nilai Ppm kembali normal.



Gambar 9. Tampilan Pengujian Sensor MQ2 sensor belum mendeteksi keberadaan asap, gas, karbon monoksida (CO)



Gambar 10. Tampilan Pengujian jika sensor mendeteksi keberadaan asap, gas, karbon monoksida (CO)

Dari gambar 9 dan 10 dapat disimpulkan bahwa ketika sensor tidak mendeteksi dan mendeteksi keberadaan asap, gas, karbon monoksida (CO) maka nilai ADC akan mengalami perubahan setiap saat.

5. Kesimpulan

Dari perancangan, pengujian dan pengamatan yang telah dilakukan pada sistem pengurai asap, gas lpg, karbon monoksida(CO) maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Pendeteksian asap ,gas lpg dan karbon monoksida (CO) di mana terdeteksi bahwa kondisi ruangan tidak stabil maka ada perintah untuk mengaktifkan notifikasi alarm yang dihasilkan dari tone/nada buzzer(speaker) alarm tersebut akan aktif ketika sensor aktif membaca nilai ADC dengan toleransi di atas 150 ppm sedangkan alarm akan secara otomatis di nonaktifkan ketika nilai ADC di bawah nilai 150 ppm dengan memanfaatkan berbagai alat seperti sensor MQ2, mikrokontroler ESP8266.

Daftar Pustaka

- Fikri, A., Darmawan, I. A., & Fatkhurrohman, M. (2023). *Rancang Bangun Monitoring Kadar Polusi Udara di Lingkungan Kampus FKIP Menggunakan Sistem IoT | JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*. 2931–2935.
- Maharani, S. H., & Kholis, N. (2020). Studi Literatur: Pengaruh Penggunaan Sensor Gas Terhadap Persentase Nilai Error Karbonmonoksida (Co) Dan Hidrokarbon (Hc) Pada Prototipe Vehicle Gas Detector (VGD). *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 9(3). <https://doi.org/10.26740/jte.v9n3.p%p>
- Mashuri, A., & Zulfa, N. (2022). Sistem Monitoring dan Pendukung Keputusan Kualitas Udara di Kota Semarang Menggunakan IoT. *Jurnal Informatika Upgris*, 8. <https://doi.org/10.26877/jiu.v8i1.7532>
- Prakoso, A. D., & Wellem, T. (2022). Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan Kualitas Udara berbasis IoT menggunakan Wemos D1 Mini dan Android. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 4(3), Article 3. <https://doi.org/10.47065/bits.v4i3.2498>
- Ratri, A. S., Poekoel, V. C., & Rumagit, A. M. (2022). Perancangan Sistem Monitoring Kondisi Cuaca Berbasis IoT. *Jurnal Teknik Informatika*, 17(1), Article 1. <https://doi.org/10.35793/jti.17.1.2022.34213>
- Rianto, A. (2020). Perancangan Alat Deteksi Dini Dan Monitoring Polusi Udara Berbasis Internet Of Things (IoT). *Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1, 153–164.
- Rumampuk, G. C., Poekoel, V. C., & Rumagit, A. M. (2022). Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis IoT. *Jurnal Teknik Informatika*, 17(1), Article 1. <https://doi.org/10.35793/jti.17.1.2022.34212>
- Sadali, M., Putra, Y. K., Kertawijaya, L., & Gunawan, I. (2022). Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara Dijalan Raya Dengan Platform IOT. *Infotek: Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.29408/jit.v5i1.4384>
- Salasa, M. G., Rosadi, A., & Fahrhani, N. (2021). Perancangan Alat Monitoring Polusi Udara Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor Gas TGS-2442. *Computing Insight: Journal of Computer Science*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.30651/ci:jcs.v3i1.9146>
- Utami, F. A. T., Kasoep, W., & Novani, N. P. (2022). Prototype Sistem Pendeteksi dan Penetralisir Asap Rokok pada Ruangan dengan Fitur Monitoring Suhu dan Kelembaban. *CHIPSET*, 3(01), Article 01. <https://doi.org/10.25077/chipset.3.01.32-44.2022>