

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING POLUSI UDARA BERBASIS IOT DENGAN SUMBER ENERGI RAMAH LINGKUNGAN

Ananda Richo¹, Martua R.S Naibaho², Meidi Wani Lestari³,

Teknik Elektronika^{1,2,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

anandaricho@students.polmed.ac.id¹, martuar.s.naibaho@students.polmed.ac.id²,

meidilestari@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Pencemaran udara telah menjadi permasalahan serius di berbagai wilayah, terutama di daerah perkotaan dan industri. Kualitas udara yang buruk dapat memberikan dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang dapat memantau kondisi polusi udara secara real-time. Tujuan utama dari alat ini adalah untuk memudahkan masyarakat dalam memantau tingkat kualitas udara di sekitar mereka, terutama di lokasi-lokasi yang sulit dijangkau secara langsung. Data yang diperoleh kemudian dikirimkan melalui jaringan internet, di mana data tersebut dapat diakses dan dianalisis oleh pengguna melalui LCD atau aplikasi Blynk. Alat pemantau kualitas udara ini dirancang dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang berfungsi sebagai pengendali sekaligus perangkat penghubung ke internet (WiFi), Dan Panel Surya sebagai sumber daya energi. Komponen utama yang digunakan adalah sensor MQ-135 dan sensor Debu sebagai input untuk mendeteksi perubahan kadar zat di udara sekitar, serta LED, Buzzer, dan LCD sebagai komponen output. Setelah melakukan 5 kali percobaan mendapatkan kualitas udara yang berbeda-beda, kualitas udara yang tidak sehat terdapat pada asap pembakaran kertas, korek gas api, percobaan dengan debu, dan diluar ruangan. Alat ini memberikan hasil keluaran berupa bunyi dari Buzzer, nyala LED merah saat kondisi udara sangat buruk, LED kuning saat kondisi udara sedang dan LED hijau saat kondisi udara normal. Nilai output juga ditampilkan pada layar LCD dan aplikasi Blynk, sehingga dapat dilihat dari mana saja dan kapan saja.

Kata Kunci : NodeMCU ESP32, Sensor MQ-135, Sensor Debu, Panel Surya, Blynk

PENDAHULUAN

Pencemaran udara yang disebabkan oleh aktivitas industri dan transportasi yang semakin meningkat merupakan masalah serius yang dapat berdampak buruk pada kualitas udara yang kita hirup setiap hari. Dampak buruk dari polusi udara tidak hanya mempengaruhi lingkungan, tetapi juga berpotensi menyebabkan berbagai penyakit pernapasan dan kesehatan pada manusia. Oleh karena itu, menjaga kualitas udara menjadi sangat penting untuk kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Dengan kondisi polusi udara yang semakin memprihatinkan, diperlukan upaya untuk memantau kualitas udara secara efektif dan efisien. Penggunaan sistem monitoring berbasis IoT dengan teknologi komunikasi wireless menjadi solusi yang inovatif dalam memantau kualitas udara dari lokasi yang berjauhan. Konsep Internet of Things (IoT) memberikan dampak positif dalam pengembangan teknologi monitoring yang memudahkan pengendalian dan pengumpulan data.

Dalam penelitian tersebut penulis mengusung judul "Rancang Bangun Sistem monitoring Polusi Udara Berbasis IoT Dengan Sumber Energi Ramah Lingkungan". Penggunaan komponen-komponen seperti Pilot Lamp, buzzer, sensor MQ-135, sensor debu LCD TFT, dan modul wifi NodeMCU ESP32 yang efektif dalam memonitor kualitas udara dengan menggunakan energi ramah lingkungan yaitu energi surya yang bersumber dari sinar matahari. Alat ini diharapkan dapat memberikan informasi yang akurat dan membantu dalam mengurangi dampak negatif polusi udara.

Dengan demikian, implementasi sistem monitoring kualitas udara berbasis IoT dengan sumber energi ramah lingkungan menjadi langkah yang penting dalam upaya menjaga kualitas udara bersih dan sehat untuk keberlangsungan hidup manusia dan lingkungan secara keseluruhan.

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam membuat tugas akhir ini :

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem monitoring polusi udara yang efektif berbasis Internet of Things (IoT)?
2. Bagaimana menampilkan tingkat kualitas udara yang terukur secara realtime dan mudah dipahami?

3. Bagaimana integrasi panel surya sebagai sumber energi dari alat sistem monitoring polusi udara yang efektif berbasis Internet of Things?

Batasan Penelitian

Adapun Batasan penelitian dalam membuat tugas akhir ini :

1. Alat ini di rancang Menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler.
2. Perancangan alat monitoring ini menggunakan sensor MQ-135 dan sensor debu untuk mengetahui kandungan polusi udara.
3. Kandungan polusi udara yang di monitoring yaitu berupa karbondioksida seperti asap, polusi, dan partikel debu.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam membuat penelitian ini:

1. Merancang dan membangun sebuah sistem yang mampu memantau kualitas udara secara real-time dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT).
2. Menyediakan platform monitoring yang dapat menampilkan dan menganalisis data kualitas udara secara real-time, sehingga memungkinkan pengguna untuk mengambil tindakan yang diperlukan jika terjadi peningkatan polusi udara.
3. Memanfaatkan teknologi IoT untuk menghubungkan berbagai sensor dan perangkat pemantau kualitas udara ke jaringan internet, sehingga memudahkan pengumpulan dan pertukaran data secara efisien.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian Terkait

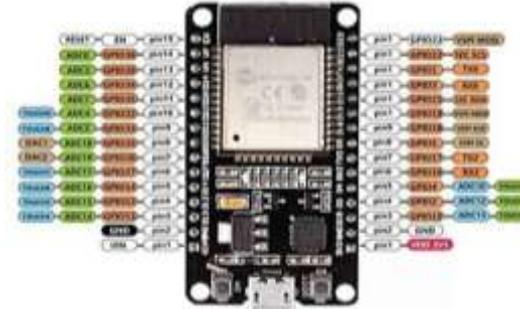
1. Dalam Artikel yang berjudul : “Pemantauan Konsentrasi PM2.5 dan CO2 Berbasis Low-Cost Sensor secara Real-Time di Cekungan Udara Bandung Raya”. Penelitian ini pemantauan konsentrasi PM2.5 dan CO2 serta meteorologi (T, RH, P, I, WS, WD) berbasis low-cost sensor secara real-time. Sistem observasi dibangun dengan cara menempatkan alat ukur di dua lokasi dengan perbedaan ketinggian ± 20 m dan jarak ± 300 m (Gedung Tokong Nanas/L1 dan Gedung Deli/L2). Berdasarkan data hasil pengukuran, massa udara relatif homogen di kedua lokasi. (Ashari Sya’bani, dkk, 2019).
2. Dalam Artikel yang berjudul : Yusuf Cahyo Nugroho, dkk (2023). “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Arduino Untuk Mendeteksi Polusi Udara Di Perkotaan”. Penelitian sebelumnya telah berhasil merancang sistem monitoring yang mampu mendeteksi dan mengukur kadar polutan udara seperti karbon monoksida (CO) dan sulfur dioksida (SO₂), serta mengukur suhu dan kelembapan udara. Arduino Uno digunakan untuk memproses data dari sensor-sensor tersebut dan menampilkan informasi pada layar LCD. (Yusuf Cahyo Nugroho, dkk, 2023).
3. Dalam Artikel yang berjudul : “Monitoring kualitas udara Menggunakan Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet Of Thing (IoT) di Ciamis”. Pengujian pembacaan pada sensor MQ135 dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan dari sensor dengan Air Quality sensor Indoor pada ruangan. Kadar normal karbon dioksida di udara adalah 300ppm sampai dengan 600ppm. Dalam pengukuran terdapat nilai asli dan nilai yang diukur. Nilai asli adalah nilai yang berasal dari hasil ukur Air Quality sensor Indoor dan nilai ukur adalah nilai yang berasal dari hasil ukur alat pada sistem yang diteliti. (Muhamad Ridwan Ali Akbar, dkk, 2022).

Landasan Teori

1. NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 adalah sebuah modul pengembangan mikrokontroler yang dilengkapi dengan chip WiFi dan Bluetooth BLE terintegrasi, serta dukungan untuk berbagai protokol komunikasi seperti SPI, I2C, dan UART. Modul ini dibangun di atas chip ESP32 yang diproduksi oleh Espressif Systems, sebuah perusahaan yang berspesialisasi dalam pengembangan chip WiFi dan Bluetooth.

ESP32 merupakan chip yang sangat powerful dengan prosesor dual-core Tensilica Xtensa LX6 yang dapat beroperasi pada frekuensi hingga 240 MHz, dilengkapi dengan 520KB RAM dan 4MB memori flash yang dapat diprogram dan digunakan untuk menyimpan data.



Gambar 1. NodeMCU ESP32

2. Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 adalah sensor gas yang mampu mendeteksi berbagai jenis gas berbahaya seperti amonia, nitrogen oksida, alkohol, benzena, asap, dan udara tercemar. Sensor ini bekerja dengan prinsip menggunakan elemen pengindera semikonduktor oksida logam yang konduktivitasnya berubah sesuai dengan konsentrasi gas di udara. Keluarannya berupa resistansi atau tegangan analog yang sebanding dengan konsentrasi gas terdeteksi.

Sensor ini memiliki daya tahan yang baik untuk penggunaan penanda bahaya polusi karena praktis dan tidak memakan daya yang besar. Penyesuaian sensitifitas sensor ditentukan oleh nilai resistensi dari MQ-135 yang berbeda – beda untuk berbagai konsentrasi gas. Satuan dari gas adalah ppm (part per million).



Gambar 2. Sensor MQ-135

3. Sensor Debu

Sensor Debu adalah sensor optik yang digunakan untuk mengukur tingkat kepekatan partikel debu atau asap di udara. Sensor ini bekerja dengan memancarkan sinar inframerah melalui udara dan mendeteksi intensitas sinar yang diterima oleh detektor cahaya. Semakin banyak partikel debu atau asap yang mengganggu jalur sinar inframerah, maka semakin banyak sinar inframerah yang diserap atau dihamburkan.

Pemancar sinar inframerah memancarkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu melalui udara yang akan diukur. Ketika tidak ada partikel debu atau asap, sebagian besar sinar inframerah akan melewati udara tanpa gangguan dan diterima oleh detektor cahaya.



Gambar 3. Sensor Debu

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. secara umum, pengambilan data dalam penelitian eksperimental tersebut biasanya dilakukan melalui pemantauan langsung menggunakan sensor MQ135 dan sensor debu yang memanfaatkan teknologi IoT yang terintegrasi dalam sistem monitoring polusi udara. Data yang dikumpulkan meliputi berbagai parameter polusi udara seperti konsentrasi partikel PM2.5, CO₂, dan CO. Selain itu, metode pengambilan data juga dapat melibatkan teknik pemetaan spasial untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang pola polusi udara di suatu wilayah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian perancangan alat dilakukan setelah semua rangkaian alat di hubungkan satu persatu sehingga menjadi alat sistem *monitoring* kualitas udara. Pengujian alat bertujuan untuk menguji semua komponen- komponen yang digunakan baik itu *hardware* maupun *software* apakah sudah dapat bekerja sesuai yang dibutuhkan dan diharapkan atau tidak. Pengujian alat akan dilakukan di dalam ruangan dan di luar ruangan dengan pengujian per 1 menit, selain itu pengujian juga akan dilakukan dengan gas maupun asap untuk mengetahui sensitifitas sensor terhadap gas-gas berbahaya maupun asap dan debu yang ada di udara, serta nantinya bisa diambil kesimpulan dari hasil pengujian tersebut.

Setelah perancangan *hardware* selesai maka tahap selanjutnya melakukan pengujian *hardware*. Pada pengujian ini memiliki 2 tahapan yaitu pengujian sensor MQ-135, Sensor Debu, *Buzzer*, LED, dan LCD TFT serta pengujian *hardware* secara keseluruhan.

Hasil pengujian nilai sensor

Pengujian ini akan dilakukan untuk mengetahui kepekaan sensor MQ-135 dan sensor debu terhadap lingkungan udara yang tercemar oleh gas maupun asap, percobaan akan dilakukan dengan menggunakan gas korek api, asap pembakaran kertas, dan Abu Tanah. Pada pengujian ini sensor MQ-135 dan sensor debu sebagai input untuk mendeteksi udara yang ada di sekitar, kemudian akan diproses oleh ESP32 untuk membaca data, setelah itu hasil baca sensor akan tampil pada layar LCD TFT. LED dan *Buzzer* hanya untuk indikator kandungan CO. Dan untuk Tampilan Warna pada LCD TFT hanya untuk indikator kandungan CO₂ dan PM 2.5. Data yang terbaca oleh sensor dimana LED dan Tulisan LCD hijau (H) kondisi udara baik, LED Tulisan LCD kuning (K) kondisi udara sedang, dan LED/ Tulisan LCD merah (M) untuk kondisi udara dalam tidak sehat. Hasil Pengujian Sensor dengan Gas/asap dan Debu dapat dilihat pada tabel.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor dengan Gas/asap dan Debu

No	Pengujian	PM 2.5			CO ₂			CO		
		LCD H	LCD K	LCD M	LCD H	LCD K	LCD M	LED H	LED K	LED M
1	Gas korek api	Mati	Mati	Hidup	Mati	Mati	Hidup	Hidup	Mati	Mati
2	Asap pembakaran kertas	Mati	Hidup	Mati	Mati	Mati	Hidup	Mati	Mati	Hidup
3	Partikel debu	Mati	Mati	Hidup	Mati	Hidup	Mati	Mati	Hidup	Mati
4	Dalam ruangan	Hidup	Mati	Mati	Hidup	Mati	Mati	Hidup	Mati	Mati
5	Luar Ruangan	Hidup	Mati	Mati	Mati	Mati	Hidup	Mati	Hidup	Mati

Berdasarkan data percobaan di atas maka dapat diketahui saat sensor MQ- 135 dan sensor debu di uji dengan gas/asap maupun debu sensor mendeteksi adanya gas / asap dan debu di udara. Selain itu tampilan pada LCD akan tampil pada *Blynk* dalam bentuk grafik yang telah terhubung dengan wifi dan ESP32. Setelah melakukan pengujian terhadap gas/asap maupun debu.

Hasil Pengujian Jarak terhadap Sensifitas Sensor

Berdasarkan data percobaan maka dapat diketahui saat sensor MQ- 135 dan sensor debu di uji dengan gas/asap maupun debu sensor mendeteksi jarak sensifitas kepekan terhadap sensor yaitu kepekaan sensor dengan jarak terdekat yaitu 5 cm dengan kualitas udara yang tidak sehat. Pembacaan sensor menurun ketika jarak asap/gas dan debu menjauh dengan jarak 25 cm hingga kandungan CO menurun di bawah 100ppm dengan kualitas udara sedang. Dan kandungan CO₂ masih tetap berada diatas 100 ppm dengan kondisi tidak sehat. Dan kandungan PM 2.5 menurun ke 15.01 µg/m³ dengan kondisi baik. Hasil Pengujian Jarak terhadap Sensifitas Sensor dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Jarak terhadap Sensifitas Sensor

No	Jarak percobaan	CO	CO ₂	PM 2.5	Kualitas udara
1	5 cm	135.20 ppm	184.61 ppm	28.63 µg/m ³	Tidak sehat
2	10 cm	129.80 ppm	177.96 ppm	24.51 µg/m ³	Tidak sehat
3	15 cm	113.33 ppm	161.60 ppm	22.65 µg/m ³	Tidak sehat
4	20 cm	100.55 ppm	142.66 ppm	18.44 µg/m ³	Tidak sehat
5	25 cm	87.62 ppm	132.41 ppm	15.01 µg/m ³	Tidak sehat

SIMPULAN

Setelah melakukan perencanaan dan pembuatan sistem, pengujian dan hasilnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan tentang sistem kerja pemantauan kualitas udara sebagai berikut ini, yaitu:

Setelah dilakukan perancangan dan membangun sistem yang mampu memantau kualitas udara secara real time, maka dapat diketahui bahwa alat yang dibuat dapat bekerja dengan baik sesuai yang diharapkan. Dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT), sistem ini dapat memonitor parameter-parameter kualitas udara tingkat polusi udara secara real time.

Ketika Sensor MQ-135 dan sensor debu mendeteksi adanya gas/asap dan debu maka ESP32 akan memproses dan hasil baca sensor tampil pada layar LCD dan blynk dengan kondisi kualitas udara baik, indikator LED hijau menyala, namun setelah sensor didekatkan dengan asap maupun gas, maka nilai baca sensor (ppm) langsung meningkat serta indikator LED berubah warna kuning penanda kualitas udara sedang. Dan LED merah diiringi notifikasi pada Buzzer penanda kualitas udara buruk jika ppm diatas 100.

Integrasi sensor-sensor tersebut ke dalam jaringan internet Dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) menghasilkan informasi seputar kualitas udara untuk dapat diakses dan dianalisis secara real-time, sehingga memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kondisi udara di suatu wilayah secara cepat. Nilai Tegangan Panel, nilai Arus Panel, dan nilai Daya Panel, 1,4 detik untuk menampilkan nilai Tegangan Baterai serta, 1,6 detik untuk menampilkan nilai kualitas udara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti ingin menyampaikan rasa terimakasih yang mendalam kepada Politeknik Negeri Medan (Polmed) melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) atas dukungan pendanaan yang telah diberikan untuk penelitian ini. Selain itu, peneliti juga berterimakasih kepada tim peneliti serta dosen pembimbing dan peneliti juga menghargai semua pihak yang telah berkontribusi dengan penuh semangat dan dedikasi, yang membuat penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Tanpa kerjasama dan komitmen dari semua yang terlibat, hasil penelitian ini tidak mungkin tercapai. Terimakasih atas segala bantuan dan inspirasi yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Yusuf Cahyo Nugroho, dkk (2023). "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Arduino Untuk Mendeteksi Polusi Udara Di Perkotaan". Jurnal TIKomSiN, Vol. 11, No. 2, Oktober 2023.
- ASHARI SYA'BANI, dkk (2019). "Pemantauan Konsentrasi PM2.5 dan CO2 Berbasis Low-Cost Sensor secara Real-Time di Cekungan Udara Bandung Raya". Jurnal Teknik Elektro.
- Muhamad Ridwan Ali Akbar, dkk (2022). "Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet Of Thing (IoT) di Ciamis". Jurnal Teknik Elektro, Vol. 03, No. 2, Desember 2022.
- Idham Yusuf Darise, dkk (2020). "Sistem Monitoring Kualitas Lingkungan (Asap, Suhu, dan Intensitas 3 Cahaya) Berbasis Web". Jurnal Teknik Elektro.
- Agus sulisty, dkk (2016). "Wireless Sensor System Untuk Monitoring Kosentrasi Debu Menggunakan Algoritma Rule Based". Vol.5, No 2 April 2016 Hal 43-50.
- Rochmania (2021). "Monitoring Kandungan Co2 Berbasis Iot Dengan Nodemcu Esp8266 Dan Sensor Mq135". Jurnal sains dan pendidikan fisika, Vol 17, No 3 (2021).
- Anand Fikri (2023) "Rancang Bangun Monitoring Kadar Polusi Udara di Lingkungan Kampus FKIP Menggunakan Sistem IoT" volume 6, Nomor 5, Mei 2023.
- Muhammad Firly Akbar (2021) "Pemanfaatan Sensor Mq-135 Sebagai Monitoring Kualitas Udara Pada Aula Gedung Fasilkom" Jurnal Teknik komputer.
- Rumampuk, G. C., Poekoel, V. C., & Rumagit, A. M. (2022). Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis IoT. Jurnal Teknik Informatika, 17(1), 11-18.