

BAB II

TINJAUAN LITERATUR

1.1 Penelitian Terkait

Penelitian Rif dan Nim Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Semarang 2022 berjudul Sistem Monitoring Kualitas Udara di Area Sekitar TPA Jatibarang Kecamatan Mijen Semarang Berbasis *Internet of Things*. Pada penelitian ini penulis membuat sistem monitoring kualitas udara di area sekitar TPA Jatibarang Kecamatan Mijen Semarang yang dapat menginformasikan tingkat pencemaran udara melalui platform Internet of Things. Platform IoT yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ThingSpeak. Metode penelitian ini adalah riset dan pengembangan, yang menggunakan beberapa tahapan yaitu studi literatur, survey lapangan, perancangan dan pembuatan, pengujian, analisa data, dan pembuatan laporan. Hasil pengujian yang dilakukan pada kedua sensor tersebut, yaitu persentase rata – rata error sensor MQ 7 sebesar 6.49 %, sensor MQ 135 sebesar 5,20%, dan 4,88% .Berdasarkan analisa data hasil pengukuran tingkat pencemaran udara di area sekitar TPA Jatibarang menggunakan ISPU, didapatkan kualitas udara dengan indeks pencemaran Karbon Monoksida (CO) = 3 berada di rentang nilai 0-50 “Baik. Perbedaan dengan penelitian ini adalah sistem yang dirancang berfokus pada pemantauan kualitas udara di dalam ruangan dengan dua kondisi pengujian, yaitu kamar tanpa pendingin udara (AC) dan dapur yang baru selesai digunakan untuk kegiatan memasak, serta menggunakan platform

IoT Thingspeak untuk menampilkan data secara real-time. Selain itu, penelitian ini tidak menggunakan analisis ISPU secara langsung, melainkan menggunakan pengelompokan kondisi kualitas udara berdasarkan rentang nilai pembacaan sensor MQ-135 yang mengacu pada kategori kualitas udara seperti pada konsep ISPU.

Penelitian Muhamad Sadali, Yupi Kuspani Putra, Lalu Kertawijaya, Indra Gunawan Program Studi Teknik Informatika, Universitas Hamzanwadi 2022 berjudul Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara Dijalan Raya Dengan *Platform IoT*. Pencemaran udara dan polusi udara yang ada di jalan raya merupakan suatu dampak yang sangat buruk terhadap manusia, karena udara yang tercemar dapat menimbulkan berbagai macam penyakit oleh karena itu dalam penelitian ini dirancang sebuah alat yang bisa digunakan untuk memonitoring kualitas udara melalui jarak jauh, menggunakan wemos d1 sebagai penghubung antara sensor MQ-135 dengan platform Internet of Things (IoT) dan aplikasi blynk yang merupakan sebuah sistem monitoring yang apabila kualitas udara pada jalan raya yang banyak kendaraan melintas menjadikan polusi udara pada jalan raya menjadi kurang sehat sehingga mengancam kesehatan fisik makhluk hidup. Penelitian ini menggunakan metode yang terdiri dari software dan hardware dimana pengembangan software berupa perancangan sistem menggunakan aplikasi android sebagai aplikasi monitoring dan pembuatan hardware yang terdiri dari beberapa komponen pendukung dari masing-masing hardware diantaranya sensor MQ-135, ESP8266 Wemos D1R1, buzzer alarm, dan smartphone android. Hasil

dari pengujian lapangan pada 2 titik di wilayah Lombok Timur didapatkan kualitasnya masih Sedang dimana kualitas udara itu kisaran antara 400-800. Tetapi jika kondisi udara itu Normal rentang kisarannya 0-400 dan yang terakhir yaitu Kualitas udara Tidak Normal rentangnya adalah 800 ke atas. Perbedaan dengan penelitian ini adalah sistem yang dirancang hanya difokuskan pada pemantaua kualitas udara dalam ruangan dengan kondisi lingkungan kamar tanpa pendingin udara (AC) dan dapur yang baru selesai digunakan untuk kegiatan memasak, serta menggunakan platform Thingspeak sebagai media penyimpanan dan visualisai data.

Penelitian M Habib Alfirdaus Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan 2024 berjudul Perancangan Dan Implementasi Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis IoT. Semua kehidupan di Bumi terkena dampak polusi udara secara signifikan, termasuk kehidupan manusia. Polusi udara juga dapat merusak ekosistem, menurunkan kualitas tanah, dan berdampak buruk pada kesehatan hewan. Oleh karena itu, udara sangat penting bagi kehidupan sebagaimana yang kita ketahui, dan karenanya, kita harus menjaga kualitas udara di sekitar kita. Sistem ini dibuat untuk melacak indikator vital termasuk suhu, kelembapan, dan jumlah gas berbahaya di udara secara real-time. Penelitian ini menggunakan metode model waterfall, yang telah dikenal luas dalam dunia rekayasa perangkat lunak. Hasil dari penelitian ini yaitu alat yang telah dirancang mampu berfungsi sesuai harapan. Ketika sensor MQ-135 mendeteksi keberadaan gas atau asap, dan

sensor DHT11 mengukur suhu serta kelembapan, ESP8266 akan memproses data tersebut dan menampilkan hasilnya pada layar OLED. Perbedaan dengan penelitian ini adalah sistem yang dirancang hanya menggunakan sensor MQ-135 untuk mendeteksi kualitas udara di dalam ruangan dengan kondisi pengujian kamar tanpa pendingin udara (AC) dan dapur yang baru selesai digunakan untuk kegiatan memasak, serta menggunakan platform Thingspeak tanpa pengukuran suhu dan kelembapan.

1.2 Kualitas Udara

Kualitas udara yang baik merupakan salah satu faktor penting dalam menjaga kesehatan dan kenyamanan manusia. Namun, polusi udara masih menjadi permasalahan global yang signifikan, baik di lingkungan luar maupun di dalam ruangan. Emisi polusi udara dalam ruangan bisa berasal dari berbagai sumber, seperti Amonia (NH_3), Benzena (C_6H_6), dan Karbon Dioksida (CO_2)(Erik et al., 2024).

1.3 Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU)

Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) adalah parameter yang digunakan untuk mengukur dan menginformasikan tingkat kualitas udara kepada masyarakat. Sistem ini dikembangkan oleh Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (BAPEDAL) pada tahun 1997 guna memberikan gambaran mengenai kondisi udara disuatu wilayah, tingkat pencemarannya, serta kemungkinan dampak yang ditimbulkan terhadap kesehatan manusia akibat paparan polutan udara dalam periode waktu tertentu (Rizky dkk, 2024). kualitas udara dipantau menggunakan Indeks Standar Pencemaran

Udara (ISPU), yang dikategorikan menjadi baik(0-50), sedang(51-100), tidak sehat(101-200), sangat tidak sehat(200-300), dan berbahaya(>300). Berdasarkan data nasional, kualitas udara di beberapa kota sering berada pada kategori sedang hingga tidak sehat akibat aktivitas kendaraan bermotor, industri, serta pembakaran terbuka. Meskipun pemerintah telah menyediakan fasilitas pemantauan seperti Stasiun Pemantauan Kualitas Udara Ambien(SPKUA), distribusinya masih terbatas dan belum menjangkau seluruh wilayah secara merata.

1.4 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 merupakan sensor gas yang menunjukkan konduksifitas rendah ketika berada di udara bersih. Konduktivitasnya akan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi gas. Untuk mengubah sinyal tersebut menjadi pengukuran kepekatan gas, sensor ini memerlukan rangkaian listrik tambahan. keunggulan sensor ini meliputi: sensitifitas terhadap gas berbahaya seperti Amonia (NH_3), Benzena (C_6H_6), dan Karbon dioksida (CO_2) dalam berbagai tingkat konsentrasi, umur pemakaian yang panjang, serta biaya yang lebih terjangkau. Dengan memanfaatkan prinsip kerja sensor MQ-135, kadar gas-gas tersebut dapat diukur secara efektif(Sadali et al., 2022).



Gambar 2.1 Sensor MQ-135

Tabel 2.1 Perbandingan Sensor Gas

Parameter	MQ-135	MQ-2	MQ-7
Jenis gas yang dideteksi	CO ₂ , NH ₃ , Benzena, asap, alkohol	LPG, Metana (CH ₄), Hidrogen (H ₂), asap	Karbon Monoksida (CO)
Focus penggunaan	Kualitas udara (air quality)	Deteksi kebocoran gas & asap	Deteksi gas CO
Rentang deteksi	10 – 1000 ppm	300 – 10.000 ppm	0 – 2000 ppm
Sensitivitas	Tinggi terhadap berbagai gas (multi-gas)	Tinggi terhadap gas mudah terbakar	Tinggi terhadap CO
Akurasi	Sedang (perlu kalibrasi)	Sedang	Lebih spesifik dan stabil untuk CO
Waktu respons	Cepat (≤ 10 detik)	Cepat	Sedang
Kelebihan	Bisa mendeteksi berbagai polutan udara	Cocok untuk deteksi kebocoran gas	Akurat untuk CO
Kekurangan	Kurang spesifik (multi-gas)	Tidak cocok untuk kualitas udara umum	Hanya fokus pada CO
Aplikasi umum	Monitoring kualitas udara indoor	Alarm kebocoran gas	Deteksi CO di ruangan tertutup

1.5 Teknologi *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) adalah sebuah jaringan yang menghubungkan berbagai perangkat atau objek yang memiliki identitas unik serta alamat IP, sehingga mampu saling berkomunikasi dan bertukar data, baik mengenai kondisi dirinya maupun lingkungan di sekitarnya. Perangkat-perangkat dalam

IoT dapat memanfaatkan maupun menyediakan layanan, serta bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu. Perkembangan ini telah mengubah konsep internet dari sekadar “komputasi kapan saja dan dimana saja” menjadi luas, yaitu “segala sesuatu, siapa saja, dan berbagai layanan dapat terhubung”. Salah satu penerapan utama Iot berkaitan dengan kemampuan mengidentifikasi objek secara unik. Namun, di sisi lain, IoT juga menghadapi berbagai ancaman keamanan, seperti serangan pada label RFID, jaringan komunikasi, hingga kebocoran privasi data. Oleh karena itu, diperlukan mekanisme serta protokol keamanan yang tepat untuk mencegah dan mengatasi berbagai resiko tersebut (Rifaldi, 2021).

Tiga komponen utama yang membentuk Internet of Things (IoT) pada Alat Pemantau Kualitas Udara Berbasis IoT meliputi:

Sensor atau perangkat yang bertugas mengumpulkan data alat pemantau kualitas udara ini menggunakan sensor MQ135.

1. Mikrokontroler/NodeMCU Berfungsi sebagai otak perangkat yang mengolah data dari sensor, mengontrol operasi alat, dan mengirim data ke jaringan internet.
2. Konektivitas Jaringan, Komponen ini memungkinkan alat terhubung ke internet dengan teknologi seperti Wi-Fi, sehingga data yang diperoleh sensor bisa dikirim ke platform online seperti ThingSpeak untuk pemantauan secara real-time.
3. Platform Cloud IoT (ThingSpeak), Tempat penyimpanan, pengolahan, dan visualisasi data yang dikirim oleh mikrokontroler. Platform ini

menyediakan dashboard untuk memantau data kualitas udara dari jarak jauh.

Diagram arsitektur Internet of Things (IoT) pada penelitian ini menggambarkan alur kerja sistem pemantauan kualitas udara secara keseluruhan. Sistem dimulai dari sensor MQ-135 yang berfungsi untuk mendeteksi kandungan gas di udara. Data hasil pembacaan sensor kemudian dikirim ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk diproses.

Selanjutnya, data tersebut dikirimkan melalui jaringan wi-fi ke platform cloud IoT, yaitu ThingSpeak. Pada platform ini, data disimpan dan ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga dapat dipantau secara real-time. Pengguna dapat mengakses informasi kualitas udara melalui perangkat seperti smartphone atau komputer yang terhubung ke internet. Dengan adanya arsitektur ini, sistem mampu melakukan pemantauan kualitas udara secara jarak jauh, real-time, dan efisien.

1.6 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah *platform IoT* sumber terbuka yang terdiri dari perangkat keras System on Chip ESP8266 buatan Espressif System, serta firmware yang menggunakan bahasa pemrograman Lua. Istilah NodeMCU umumnya merujuk pada firmware-nya, bukan pada kit pengembangan perangkat keras. Platform ini dapat dianggap sebagai versi Arduino untuk ESP8266. Pada tutorial sebelumnya, pemrograman ESP8266 memerlukan teknik wiring dan modul tambahan USB to serial, namun NodeMCU telah mengintegrasikan ESP8266 ke dalam papan kompak yang

dilengkapi dengan fitur mikrokontroler, akses WiFi, dan chip komunikasi USB to serial. Hal ini membuat pemrogramannya cukup dengan menggunakan kabel data USB. Seperti yang digunakan pada smartphone Android(Noviardi et al., 2024).

NodeMCU ESP8266 merupakan modul berbasis *internet of things(IoT)* yang bersifat sumber terbuka. Modul ini terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip ESP8266, dilengkapi dengan 17 Pin GPIO yang dapat dihubungkan dengan komponen elektronik. Modul ini beroperasi pada tegangan 3,3 V – 5 V, dengan konsumsi arus antara 10 mikroampere hingga 170 miliampere. Kecepatan prosesornya berkisar dari 80 hingga 160 MHZ, dilengkapi RAM sebesar 32 KB ditambah 80 KB, serta memori flash hingga 16 MB(Ramadhani et al., 2023).



Gambar 2.2 NodeMCU ESP8266

1.7 *ThingSpeak*

ThingSpeak adalah *platform internet of things (IoT)* yang mampu mengumpulkan dan menyimpan data di cloud serta mendukung pengembangan aplikasi IoT. Data dari sensor dapat dikirim ke Thingspeak melalui berbagai perangkat keras seperti arduino, Raspberry Pi, BeagleBone Black, dan lainnya. Untuk menggunakan platform ini, pengguna harus membuat akun dan menentukan saluran (channel) di dalamnya. Thingspeak kemudian akan menyediakan kunci API(API key) yang perlu dikonfigurasi

dalam program mikrokontroler, sehingga memungkinkan pengiriman data dari sensor ke platform tersebut. Thingspeak juga merupakan layanan open source yang mencakup aplikasi dan antarmuka pemrograman aplikasi(API) untuk menyimpan serta mengambil data dari berbagai perangkat, dengan menggunakan protocol HTTP (Hypertext Transfer Protocol) melalui internet atau jaringan local (LAN)(Budianto dan Sumanto, 2024).

ThingSpeak digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi, mulai dari sistem pemantauan lingkungan hingga pengendalian perangkat dari jarak jauh. Sebagai contoh, *platform* ini memungkinkan pengguna memantau suhu ruangan melalui sensor yang terhubung dengan ESP8266, kemudian menampilkan data tersebut dalam bentuk grafik tersebut secara *real-time*. Dengan antarmuka yang sederhana dan dukungan integrasi ke platform seperti IFTTT dan Twitter, *ThingSpeak* menjadi pilihan populer bagi pengembang *IoT* yang ingin membuat proyek cerdas tanpa perlu mengelola server sendiri(Collins et al., 2021).



Gambar 2.3 Platform *ThingSpeak*

1.8 Buzzer

Buzzer merupakan komponen elektronika yang berfungsi mengubah sinyal atau getaran listrik menjadi suara. Cara kerjanya hampir sama dengan loudspeaker, yaitu menggunakan kumparan yang terpasang pada diafragma.

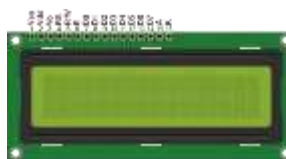
Ketika kumparan dialiri arus listrik, kumparan tersebut akan berubah menjadi elektromagnet. Perubahan arah arus dan polaritas magnet menyebabkan kumparan bergerak ke dalam dan ke luar. Karena kumparan terhubung dengan diafragma, maka gerakan tersebut membuat diafragma bergetar secara terus-menerus sehingga menghasilkan gelombang suara di udara. Buzzer biasanya dimanfaatkan sebagai indikator pada suatu perangkat, misalnya sebagai tanda bahwa suatu proses telah selesai atau sebagai alarm ketika terjadi kesalahan pada sistem (Aprilyana & Dewi, 2024).



Gambar 2.4 Buzzer

1.9 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD (Liquid Crystal Display) 16×2 adalah modul tampilan yang menggunakan kristal cair untuk menampilkan informasi dalam bentuk teks atau gambar. Perangkat ini banyak digunakan dalam berbagai peralatan elektronik yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, seperti kalkulator, game portabel, televisi, dan layar komputer (Marwanto & Jeniyansah, 2024).



Gambar 2.5 Liquid Crystal Display (LCD)