

Desain dan Implementasi Sistem Sensor BME680 Berbasis IoT Pada Area Parkiran Kampus

Muhammad Nasir¹, Aswandi², Rika Rahmawati^{3*}

^{1,3} Jurusan Teknologi Informasi dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹muhnasir.tmj@pnl.ac.id

²aswandi@pnl.ac.id

^{3*}rikarahmawati@pnl.ac.id

Abstrak— Pemantauan kualitas udara dan kondisi lingkungan di area parkir kampus menjadi penting seiring meningkatnya jumlah kendaraan yang dapat menimbulkan polusi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor BME680 untuk mendeteksi parameter lingkungan berupa suhu, kelembaban, tekanan udara, serta kualitas gas (VOC). Data hasil pengukuran dikirim melalui modul komunikasi nirkabel ke server IoT untuk dimonitoring menggunakan aplikasi Blynk dan divisualisasikan pada dashboard berbasis web menggunakan googlesheet. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan informasi kondisi lingkungan parkir secara real-time dengan tingkat akurasi sensor yang baik. Dari hasil pengujian nilai rata-rata konsentrasi gas CO₂ yaitu 473 ppm dan nilai rata-rata konsentrasi gas CO pada saat monitoring yaitu 14 ppm. Uji coba sistem monitoring dilakukan pada pukul 06.30 WIB sampai 22.51 WIB, dimana sistem monitoring di pasang pada ruang terbuka di area parkir. Sistem ini dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan area parkir yang ramah lingkungan..

Kata kunci— Google sheet, Blynk, Internet of Things (IoT), Kualitas Udara, Monitoring

Abstract— Monitoring air quality and environmental conditions in campus parking areas is becoming important as the number of vehicles that can cause pollution increases. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based system using a BME680 sensor to detect environmental parameters such as temperature, humidity, air pressure, and gas quality (VOC). The measurement data is sent via a wireless communication module to an IoT server to be monitored using the Blynk application and visualized on a web-based dashboard using Google Sheets. The implementation results show that the system is able to provide information on parking environmental conditions in real-time with a good level of sensor accuracy. From the test results, the average value of CO₂ gas concentration is 473 ppm and the average value of CO gas concentration at the time of monitoring is 14 ppm. The monitoring system trial was carried out at 06.30 WIB to 22.51 WIB, where the monitoring system was installed in an open space in the parking area. This system can be used as a basis for decision making in managing environmentally friendly parking areas..

Keywords— Google Sheet, Blynk, Internet of Things (IoT), Air Quality, Monitoring

I. PENDAHULUAN

Area parkir merupakan salah satu fasilitas penting yang ada di lingkungan kampus. Parkiran berfungsi sebagai tempat transit kendaraan para civitas akademika, mulai dari mahasiswa, dosen, hingga staf kampus. Kampus Politeknik Negeri Lhokseumawe merupakan salah satu kampus negeri terbesar yang ada di Kota Lhokseumawe dengan jumlah mahasiswa mendekati 5000 orang dan dengan pegawai sekitar 600 orang termasuk dosen, tenaga kependidikan, staf administrasi dan tenaga honorer. Seiring meningkatnya jumlah kendaraan bermotor yang masuk dan keluar area parkir, potensi polusi udara, peningkatan suhu, dan perubahan kualitas lingkungan semakin tinggi. Salah satu isu yang sering terjadi pada area publik seperti parkir adalah meningkatnya kadar polutan dan gas berbahaya akibat akumulasi emisi kendaraan bermotor, seperti karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NOx), serta senyawa *volatile organic compounds* (VOC) yang dapat berdampak buruk pada kesehatan manusia dan lingkungan sekitar[1].

Selain polusi udara, faktor suhu dan kelembaban di area parkir juga tidak luput dari perhatian, karena dapat memengaruhi kenyamanan pengguna dan kondisi kendaraan. Dengan semakin berkembangnya teknologi digital terutama *Internet of Things* (IoT), monitoring kualitas lingkungan secara real-time di area parkir menjadi solusi yang efisien dan terjangkau. IoT memungkinkan proses pengambilan data,

pengiriman, hingga visualisasi hasil monitoring dilakukan secara otomatis dan berkelanjutan[2].

Sensor BME680 adalah sensor multifungsi yang mampu mengukur suhu, kelembaban, tekanan, dan tingkat gas/udara dalam satu perangkat. Dengan kemampuan tersebut, sensor ini menjadi pilihan ideal untuk aplikasi monitoring kualitas lingkungan di area parkir. Penggabungan sensor BME680 dengan perangkat mikrokontroler seperti NodeMCU ESP32 sangat mendukung implementasi IoT karena terintegrasi dengan jaringan WiFi, sehingga data dapat diakses secara cloud oleh berbagai pengguna atau administrator kampus secara fleksibel.

Keberadaan sistem monitoring berbasis BME680 dan IoT di area parkir kampus memberikan beberapa manfaat, di antaranya [3]:

- Memantau perubahan suhu, kelembaban, dan kualitas udara secara terus-menerus serta mendeteksi dini potensi bahaya lingkungan.
- Menyediakan data lingkungan yang dapat dijadikan referensi dalam perencanaan dan pengelolaan ruang publik kampus, misalnya penataan sirkulasi udara, penanaman vegetasi, dan pengaturan area terbuka.
- Membantu pihak kampus untuk mengambil keputusan berbasis data mengenai kenyamanan dan keselamatan lingkungan.

Selain itu, sistem sensor dan monitoring lingkungan berbasis IoT mendukung upaya digitalisasi smart campus, yaitu kampus yang mengintegrasikan teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas pelayanan baik dari aspek fasilitas, operasional maupun keamanan lingkungan. Dengan data yang dihasilkan secara real-time dan dapat diakses melalui perangkat mobile maupun komputer, sistem ini juga dapat diintegrasikan ke aplikasi dashboard untuk peringatan atau notifikasi saat kualitas lingkungan menurun melewati ambang batas tertentu.

Beberapa penelitian yang telah berhasil mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT diantaranya penerapan sistem monitoring dan pengaturan suhu dan kelembaban pada inkubator bayi berbasis *Single Board Computer* (SBC). Penelitian ini bertujuan untuk memastikan kondisi ideal bagi bayi prematur atau bayi yang membutuhkan perawatan khusus, sehingga suhu dan kelembaban di inkubator dapat dipantau serta dikontrol secara otomatis dan terpusat. Sehingga dalam dalam pengujian, sistem mampu menjalankan fungsi otomatis seperti mengaktifkan pemanas dan kipas sesuai kebutuhan, dan sistem monitoring suhu serta kelembaban dapat diakses dari jarak jauh dengan tingkat akurasi tinggi hingga di atas 97% [4]. Penelitian lainnya yaitu sistem monitoring pembersihan kotoran dan pengaturan suhu kandang kelinci berbasis raspberry pi. Penelitian ini merupakan sistem otomatisasi yang mengintegrasikan sensor dan aktuator untuk menjaga kebersihan serta suhu kandang secara real-time dan efisien. Data hasil monitoring dapat ditampilkan melalui LCD maupun aplikasi di smartphone menggunakan platform seperti Blynk, sehingga pantauan dapat dilakukan dari jarak jauh oleh peternak [5]. Penelitian dengan menggunakan Blynk sebagai media monitoring juga dilakukan pada penelitian penerapan internet of things (iot) pada smart campus berbasis raspberry pi. Implementasi IoT berbasis Raspberry Pi pada smart campus dapat diadaptasi ke berbagai kebutuhan dan fasilitas, termasuk kelas, laboratorium, parkir, dan layanan mahasiswa, sehingga kampus menjadi lebih modern, efisien, dan ramah lingkungan. Penelitian ini mendukung pencapaian green campus dan digital campus dengan sistem yang fleksibel, hemat biaya, dan mudah diperluas [6].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring lingkungan area parkir kampus dengan sensor BME680 berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP32 dan platform cloud yang dapat diakses multi-user. Metode yang digunakan meliputi perancangan sistem perangkat keras, integrasi perangkat lunak (IoT & dashboard), dan pengujian di beberapa titik area parkir kampus untuk memperoleh data yang valid dan representatif.

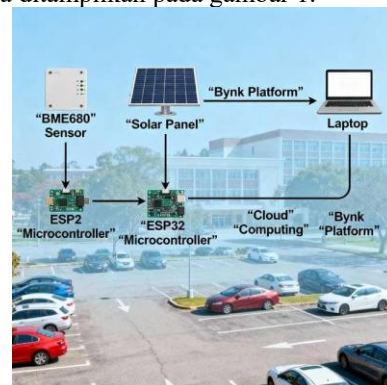
Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan nyata bagi pengembangan sistem monitoring lingkungan berbasis IoT di institusi pendidikan serta mendorong optimalisasi penerapan smart environment. Dengan adanya sistem ini, manajemen kampus dapat meningkatkan kenyamanan, kesehatan, dan keamanan sivitas akademika, serta membantu tercapainya visi kampus hijau yang ramah lingkungan dan berwawasan teknologi.

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Desain Sistem Instrumentasi

Parameter yang digunakan pada penelitian ini yaitu konsentrasi gas karbondioksida, konsentrasi gas karbonmonoksida, suhu, dan kelembaban udara. Masing-

masing parameter dipantau secara jarak jauh dan realtime menggunakan teknologi IoT. System instrumentasi dibangun menggunakan ESP-32 yang merupakan mikrokontroler pendukung IoT, sensor BME680 sebagai pendeteksi gas karbonmonoksida, gas karbondioksida, dan sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban udara. Blok diagram system monitoring kualitas udara ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram system monitoring kualitas udara berbasis IoT

Data dari masing-masing sensor akan dikirim ke system rangkaian penguat dan kemudian dikirim ke mikrokontroler. Selanjutnya data akan ditransfer ke system cloud melalui internet dan akan masuk ke database googlesheet sehingga dapat ditampilkan pada layar computer dan ataupun smartphone. System monitoring berbasis IoT dibangun menggunakan googlesheet sebagai penyimpanan data dan sekaligus interface yang dapat menampilkan visualisasi data secara realtime. System monitoring kualitas udara yang dibangun memanfaatkan energi listrik dari tenaga surya dimana terdapat solar panel sebagai pengkonversi tenaga surya menjadi energi listrik dan aki sebagai penyimpanan energi.

2.2 Desain Eksperimen

Ekperimen didesain terhadap pengukuran kualitas udara berdasarkan empat parameter yaitu konsentrasi gas CO₂, CO, suhu, dan kelembaban udara. Sistem instrumentasi dipasang pada lingkungan terbuka dengan ketinggian 2 m diukur dari atas permukaan tanah. Hal ini bertujuan agar memungkinkan udara luar atau lingkungan langsung dapat mengenai sensor tanpa melewati penghalang, seperti dinding, tiang, ataupun pagar rumah. Proses monitoring dilakukan pada siang dan malam hari. Tujuannya adalah untuk melihat perbandingan terhadap kualitas udara pada siang dan malam hari.

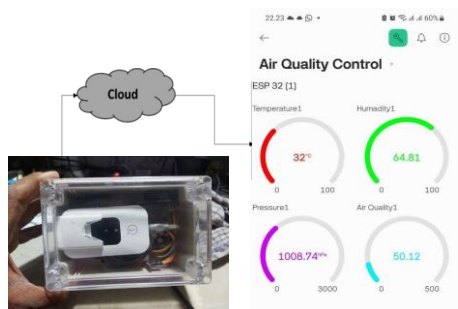
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis IoT

Monitoring kualitas udara dilakukan pada rentang waktu pukul 06.30 WIB sampai 22.51 WIB. Rentang waktu tersebut diambil berdasarkan aktivitas yang dilakukan oleh penduduk, mulai pagi hari hingga malam hari. Namun, secara keseluruhan sistem dapat bekerja secara 24 jam dengan melakukan pengiriman data secara periodik setiap 5 detik. Data hasil monitoring ditampilkan pada gambar 3. Berdasarkan gambar 3, dapat dilihat bahwa system monitoring berbasis IoT dapat menampilkan data secara realtime pada layar monitoring. Teknologi IoT yang dibangun pada system monitoring ini adalah IoT yang berbasis Google sheet. Pengiriman data ke system cloud

berbasis google sheet memungkinkan system instrumentasi yang dibangun dan pengguna (*user*) dapat saling terhubung satu sama lain melalui internet.

Keunggulan dari penggunaan IoT berbasis Blynk dan Google sheet ini adalah karena software Google sheet merupakan software yang bersifat open source, sehingga peneliti dapat mengembangkan system monitoring dengan lebih fleksibel. Selain itu, penggunaan Blynk dan Google sheet bersifat lebih efisien dan user friendly karena proses monitoring dapat dilakukan oleh siapa saja tanpa melakukan instalasi aplikasi tambahan. Pengguna dapat langsung melakukan proses monitoring dengan hanya mengklik link yang berisi local IP address dari system monitoring yang dibangun.

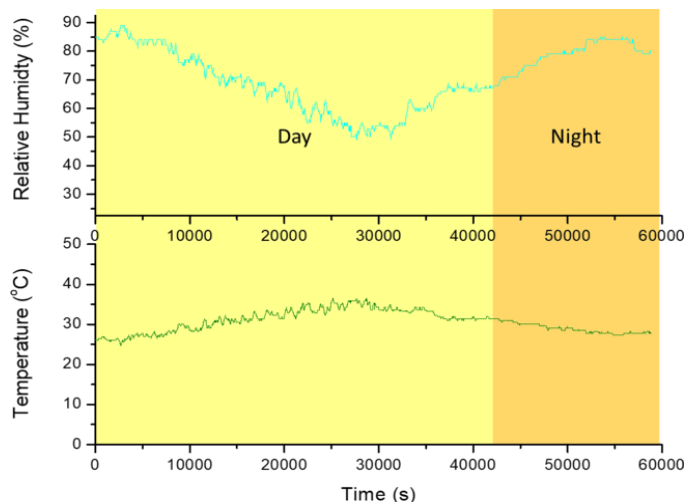


Gambar 2. (a) Sistem monitoring kualitas udara berbasis IoT. (b) Tampilan layer system monitoring IoT- Google sheet

3.2 Monitoring Temperatur dan Kelembaban Udara

Suhu dan kelembaban udara memiliki peran penting dalam menentukan kualitas udara dan dampaknya terhadap kesehatan manusia, lingkungan, dan berbagai aspek kehidupan lainnya. Suhu dan kelembaban yang tidak nyaman dapat mengurangi produktivitas dan kenyamanan, baik di dalam maupun di luar ruangan. Selain itu, suhu dan kelembaban juga dapat mempengaruhi proses biologis tanaman dan hewan. Misalnya, kelembaban yang terlalu rendah atau suhu yang terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Dalam aspek ketahanan bangunan, peranan kelembaban udara merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan. Kelembaban tinggi dapat mempercepat proses korosi pada bahan-bahan tertentu dan dapat merusak bangunan atau struktur lainnya. Di sisi lain, kelembaban yang rendah dapat menyebabkan retakan pada kayu dan bahan lainnya. Monitoring terhadap perubahan suhu dan kelembaban merupakan langkah kunci untuk memastikan kualitas udara yang baik dan kesejahteraan manusia.

Sensor BME680 juga merupakan sensor pendeteksi suhu dan kelembaban yang populer dan mempunyai harga yang terjangkau. Rentang suhu yang dapat dideteksi yaitu berada pada rentang 0 – 50 C. sehingga sensor ini sangat cocok untuk digunakan pada pemantauan suhu udara. Data hasil monitoring suhu dan kelembaban udara ditampilkan pada gambar 3.

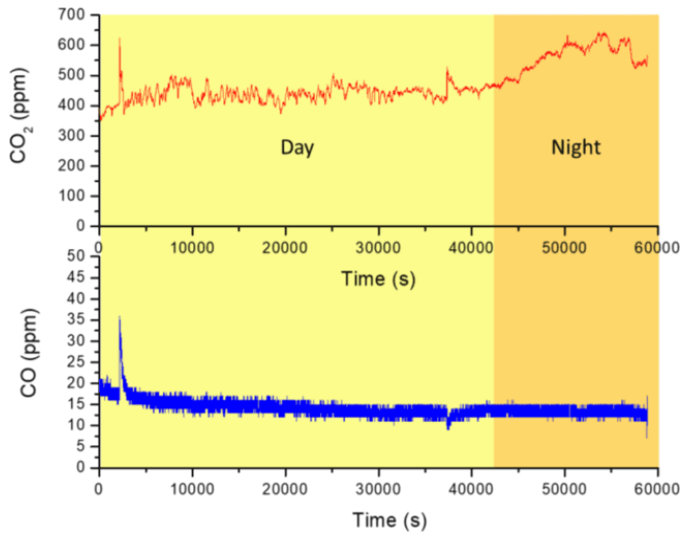


Gambar 3. Data monitoring suhu dan kelembaban udara

Berdasarkan data hasil monitoring yang ditampilkan pada gambar 3, grafik nilai suhu dan temperature mempunyai trend yang berkebalikan. Dimana ketika suhu meningkat, maka nilai kelembaban menurun. Sebaliknya, ketika nilai suhu menurun, maka nilai kelembaban meningkat. Masing-masing parameter suhu dan kelembaban udara saling berinteraksi dan mempengaruhi satu sama lain.

3.3 Monitoring Gas Karbondioksida (CO₂) dan Karbonmonoksida (CO)

Konsentrasi CO yang tinggi dalam udara dapat mempengaruhi kesehatan pernapasan dan kardiovaskular, serta dapat menyebabkan gejala seperti pusing, kebingungan, kelelahan, dan pada tingkat yang sangat tinggi, kematian. Selain itu, peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer berkontribusi pada perubahan iklim. Oleh karena itu, penting untuk dilakukan pemantauan terhadap parameter kualitas udara tersebut. Data hasil monitoring konsentrasi gas CO dan CO₂ ditampilkan pada gambar 4. Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata konsentrasi gas CO₂ yang dimonitoring mulai pukul 06.30 WIB pagi hari sampai pukul 22.51 WIB malam hari yaitu 473 ppm. Konsentrasi gas CO₂ mengalami fluktuasi yang tajam pada pukul 07.00 WIB. Hal ini disebabkan karena meningkatnya traffic kendaraan bermotor yang melewati system monitoring pada pagi hari. Akan tetapi, jika diamati nilai konsentrasi gas CO₂ pada siang dan malam hari, dapat dilihat bahwa konsentrasi gas CO₂ mengalami peningkatan pada malam hari dibandingkan dengan nilai konsentrasi gas CO₂ pada siang hari. Hal ini dapat disebabkan karena tidak adanya aktivitas fotosintesis yang terjadi di waktu malam



Gambar 4. Data hasil monitoring konsentrasi gas CO₂ dan gas CO pada siang dan malam hari

Sementara itu, nilai rata-rata konsentrasi gas CO pada saat monitoring yaitu 14 ppm. Sebagaimana trend yang ditunjukkan oleh konsentrasi gas CO₂ pada pukul 07.00 WIB, nilai konsentrasi gas CO juga mengalami fluktuasi tajam pada waktu tersebut. Hal ini sejalan dengan fakta di lapangan, bahwa pada waktu pagi hari, khususnya pada kisaran pukul 07.00 WIB, terdapat lalu lintas kendaraan bermotor yang cukup banyak di sekitar pemasangan system monitoring. Padatnya lalu lintas kendaraan bermotor tersebut dapat menjadi salah satu factor meningkatnya konsentrasi gas CO dan CO₂ yang disebabkan karena adanya sisa pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna dan dikeluarkan melalui knalpot. Selanjutnya, berdasarkan gambar 4, nilai konsentrasi gas CO mengalami penurunan pada waktu malam hari. Hal ini disebabkan karena berkurangnya lalu lintas kendaraan bermotor pada waktu malam.

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah berhasil dibangun sebuah system monitoring kualitas udara berbasis IoT. Terdapat empat parameter udara yang dimonitor yaitu konsentrasi gas CO₂, konsentrasi gas CO, suhu, dan kelembaban udara. Implementasi teknologi IoT pada system monitoring kualitas udara dibangun menggunakan software Blynk dan Google sheet. Monitoring kualitas udara dapat dilakukan secara realtime dan penggunaan Blynk menjadikan proses monitoring dapat berjalan dengan efisien karena pengguna tidak perlu melakukan instalasi aplikasi tambahan baik pada computer maupun pada smartphone. Hasil monitoring menunjukkan bahwa nilai rata-rata konsentrasi gas CO₂ yang dimonitoring mulai pukul 06.30 WIB pagi hari sampai pukul 22.51 WIB malam hari yaitu 473 ppm. Sementara itu, nilai rata-rata konsentrasi gas CO pada saat monitoring yaitu 14 ppm. Sebagaimana trend yang ditunjukkan oleh konsentrasi gas CO₂ pada pukul 07.00 WIB, nilai konsentrasi gas CO juga mengalami fluktuasi tajam pada waktu tersebut. Dari parameter

kualitas udara yang diamati mengalami perubahan yang sesuai dengan teori. Dimana nilai suhu dan kelembaban udara menunjukkan trend yang berbanding terbalik satu sama lain. Sedangkan nilai konsentrasi gas CO₂ dan gas CO mengalami perubahan sesuai dengan kondisi di lapangan yang mempengaruhi kualitas udara di sekitarnya.

REFERENSI

- [1] S. V. Sirsikir and P. Karemore, "Design and implementation of real time web based geographic pollution monitoring system," *4th IEEE Spons. Int. Conf. Comput. Power, Energy, Inf. Commun. ICCPEIC 2015*, pp. 447–450, 2015.
- [2] Indrayani I, Asfiati S. Pencemaran Udara Akibat Kinerja Lalu-Lintas Kendaraan Bermotor Di Kota Medan. *Jurnal Permukiman*. 2018;13(1):13.
- [3] Bosch Sensortec, "BME680 Low power gas , pressure , temperature & humidity sensor [Datasheet]," pp. 1–50, 2017.
- [4] Barry.R, Nasir.M, "Penerapan Sistem Monitoring dan Pengaturan Suhu dan Kelembaban Pada Inkubator Bayi Berbasis Single Board Computer (SBC)" *Prosiding SEMNAS PNL . Vol.1 No.1 September 2017 | ISSN: 2598-3954*, 2017
- [5] Khairina. J, Nasir. M, "Sistem Monitoring Pembersihan Kotoran Dan Pengaturan Suhu Kandang Kelinci Berbasis Raspberry Pi" *JAISE : Journal of Artificial Intelligence and Software Engineering*. Vol 1 No. 1 September 2021 | P-ISSN : 2797-054X | E-ISSN : 2777-001X., 2021
- [6] Nasir. M, dkk, "Penerapan Internet of Things (IoT) pada Smart Campus Berbasis Raspberry Pi". *Proceeding SEMNAS PNL. Vol.5 No.1 Nopember 2021 | ISSN: 2598-3954*, 2021.