



9th Applied Business and Engineering Conference

SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA BERBASIS NODEMCU ESP8266 DENGAN METODE FUZZY LOGIC (*SOFTWARE*)

Diemas Ibnu Pasedja¹⁾ dan Mohammad Yanuar Hariyawan²⁾

¹⁾Teknik Elektronika Telekomunikasi, Politeknik Caltex Riau, Jl. Umban Sari (Patin)
No. 1 Rumbai, Pekanbaru, 28265

²⁾Teknik Elektronika Telekomunikasi, Politeknik Caltex Riau, Jl. Umban Sari (Patin)
No. 1 Rumbai, Pekanbaru, 28265

E-mail: diemas17tet@mahasiswa.pcr.ac.id

Abstract

Riau Province is an area that has the largest peatland area on the island of Sumatra, namely \pm 4.04 million hectares or 56.1% of the total area of peatland in Sumatra. Illegal forest burning which often occurs in the province of Riau has resulted in worsening air quality and a haze that hits Riau Province almost every year. Air quality monitoring system placed in the Politeknik Caltex Riau environment is used to assist smoke emergency decision making. This system is designed using the NodeMCU ESP8266 as the Master Control Unit (MCU) and uses several sensors, including the GP2Y1010AU0F as a detector for airborne PM10 levels, the DHT11 sensor as a temperature and humidity detector, the MQ-7 sensor as a detector for carbon monoxide levels in the air. Sensor data is sent to the database and displayed on a local website page (localhost) in realtime. PM10 sensor testing has an average error rate with a comparison tool of 9.56%, a temperature sensor of 8.42% and a humidity sensor of 2.89%. With this system, the entire campus academic community will be able to find out information on air quality in real time and help the campus in making smoke haze emergency decisions in the Riau Caltex Polytechnic environment.

Keywords: *NodeMCU ESP8266, realtime, website, haze, localhost*

Abstrak

Provinsi Riau merupakan wilayah yang memiliki lahan gambut terluas di Pulau Sumatera yaitu \pm 4,04 juta Ha atau 56,1% dari luas total lahan gambut di Sumatera. Pembakaran hutan ilegal yang sering terjadi di wilayah Provinsi Riau mengakibatkan kualitas udara semakin memburuk dan menimbulkan kabut asap yang melanda Provinsi Riau hampir setiap tahun. Sistem monitoring kualitas udara yang ditempatkan di lingkungan Politeknik Caltex Riau digunakan untuk membantu pengambilan keputusan darurat asap. Sistem ini dirancang menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai *Master Control Unit* (MCU) serta menggunakan beberapa sensor, diantaranya GP2Y1010AU0F sebagai pendeteksi kadar PM10 udara, sensor DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban, sensor MQ-7 sebagai pendeteksi kadar

1050

ISSN: 2339 – 2053

Pekanbaru, 25 Agustus 2021



9th Applied Business and Engineering Conference

karbon monoksida di udara. Data sensor dikirimkan pada database dan ditampilkan pada halaman website lokal (localhost) secara realtime. Pengujian sensor PM10 memiliki tingkat error rata-rata dengan alat pembanding sebesar 9,56%, sensor suhu sebesar 8,42% dan sensor kelembaban sebesar 2,89%. Dengan sistem ini, civitas akademika kampus dapat mengetahui informasi kualitas udara secara *realtime* serta membantu pihak kampus dalam pengambilan keputusan darurat kabut asap di lingkungan Politeknik Caltex Riau.

Kata kunci: *NodeMCU ESP8266, realtime, website, kabut asap, localhost*

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Udara merupakan materi yang tidak bisa dilihat dengan kasat mata. Kualitas udara mengambil peran penting bagi kehidupan makhluk hidup di permukaan bumi ini, terutama untuk manusia. Dewasa ini, kualitas udara di beberapa kota di wilayah Indonesia terus mengalami penurunan akibat interaksi berbagai sumber polutan seperti asap pembakaran hutan, asap kendaraan dan industri (Ismiyati, 2014). Standar kualitas udara mengacu pada standar Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Rentang kualitas udara yang baik untuk kesehatan yaitu pada rentang 0 – 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dimana jika manusia menghirup udara dibawah standar tersebut dapat menyebabkan penyakit jangka panjang (kemkes.go.id).

Provinsi Riau sering dilanda bencana kabut asap akibat dari kebakaran hutan yang terjadi hampir setiap tahun (kompas.com, 2019). Kabut asap berdampak pada beberapa sektor kehidupan, salah satunya yaitu pemberhentian kegiatan perkuliahan di Politeknik Caltex Riau. Selama ini pihak kampus mengacu pada data www.bmkg.go.id dalam pengambilan keputusan darurat bencana kabut asap. Namun kualitas udara di beberapa tempat cenderung berbeda, sehingga perlu dibuat suatu sistem monitoring kualitas udara yang khusus ditempatkan di lingkungan Politeknik Caltex Riau. Sistem ini dapat memberikan informasi dengan cepat dan valid mengenai kondisi kualitas udara terkini di lingkungan Politeknik Caltex Riau.

Selain itu, proses pemantauan dan pengawasan kualitas udara yang baik dapat meningkatkan kualitas kehidupan civitas akademika Politeknik Caltex Riau. Sistem ini



9th Applied Business and Engineering Conference

dapat melakukan monitoring kualitas udara dan pengambilan keputusan dengan tingkat mobilitas yang lebih baik, kemampuan analisa terhadap kondisi udara sesuai dengan standar kesehatan, serta menampilkan data perkiraan cuaca yang bersumber dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG).

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, Sistem Monitoring Kualitas Udara untuk Membantu Pengambilan Keputusan Darurat Asap di Lingkungan Politeknik Caltex Riau berfokus pada beberapa hal, diantaranya adalah :

- 1) Apakah data kualitas udara dari sistem ini sesuai dengan kondisi udara di lingkungan Politeknik Caltex Riau ?
- 2) Berapa lama waktu komputasi dan pengiriman informasi kepada *user* menggunakan sensor GP2Y1010AU0F (*Optical Dust Sensor*) ?
- 3) Berapa tingkat akurasi dari alat bantu pengambilan keputusan darurat asap di Lingkungan Politeknik Caltex Riau ini?

3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

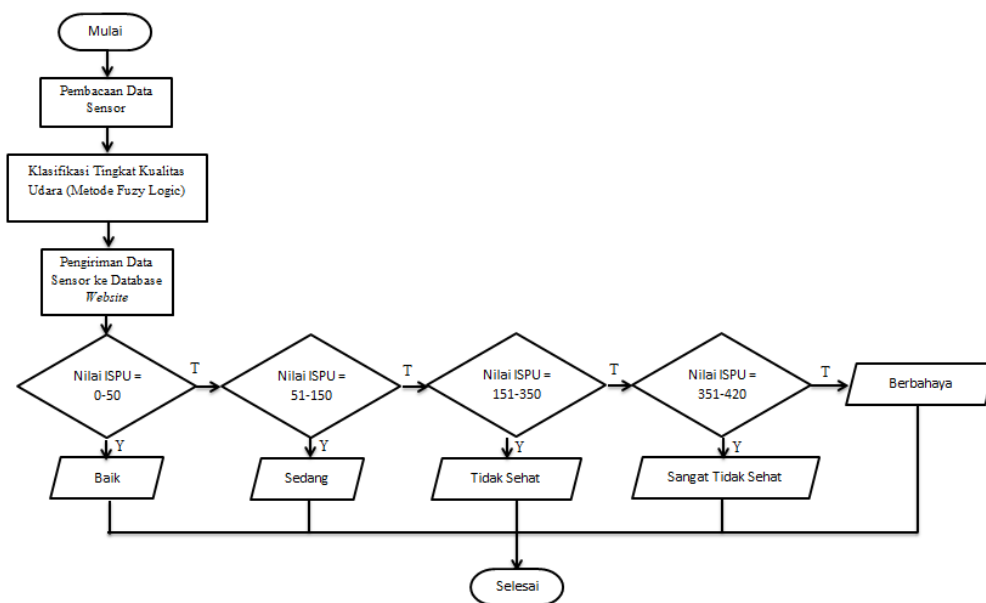
- 1) Merancang dan membuat suatu sistem *monitoring* kualitas udara untuk membantu pengambilan keputusan darurat asap berdasarkan pembacaan kualitas udara di lingkungan Politeknik Caltex Riau (PCR).
- 2) Membantu pihak kampus, khususnya bagian akademik dan kemahasiswaan dalam pengambilan keputusan “Libur/Tidak Libur” nya kegiatan belajar mengajar saat terjadi bencana kabut asap.

METODE PENELITIAN

1. *Flowchart System*

Diagram alir atau *flowchart* digunakan sebagai acuan dalam pembuatan *code* program. Pada diagram alir berisi penentuan instruksi-instruksi dari program yang akan

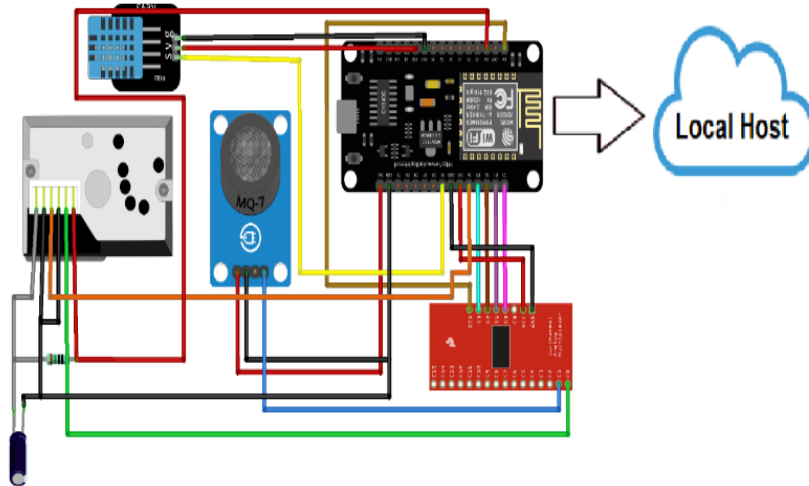
dibuat. Gambar 1 merupakan flowchart Sistem *Monitoring* Kualitas Udara yang dibuat pada penelitian ini. Secara garis besar, *flowchart* ini berisi instruksi atau perintah pembacaan data sensor, klasifikasi tingkat kualitas udara menggunakan metode *fuzy logic*, pengiriman data sensor ke *website*, serta sistem pengambilan keputusan yang ditampilkan langsung pada halaman *website* yang telah dibuat. Data monitoring kualitas diambil di beberapa lokasi di lingkungan Politeknik Caltex Riau, diantaranya di dalam ruangan, luar ruangan, dan ruangan semi terbuka (*workshop*) selama 24 jam.



Gambar 61. *Flowchart* System monitoring kualitas udara

2. Perancangan Elektronik

Gambar 2 dibawah ini merupakan perancangan rangkaian elektronik pada penelitian ini.

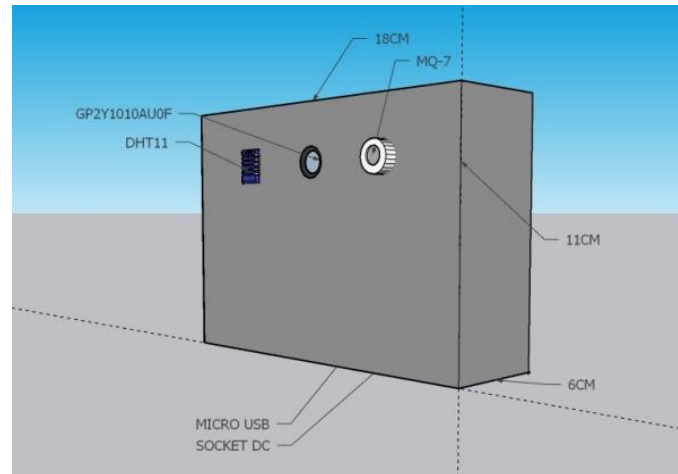


Gambar 2.62 Rangkaian Elektronik

Berdasarkan Gambar 2, pada rangkaian menggunakan 3 sensor. Sensor pertama yaitu *Optical Dust Sensor* (GP2Y1010AUOF) berfungsi sebagai pengukur besaran Dust atau *particulate matter* (PM10). Sensor kedua yaitu MQ-7 sebagai pendeteksi karbon monoksida (CO). Dan sensor yang ketiga yaitu sensor DHT11 sebagai pengukur suhu dan kelembaban. Data dari sensor akan diolah oleh NodeMCU ESP8266 (Mikrokontroler) yang kemudian data tersebut akan dikirim ke *web* untuk di *monitoring*. Pada rangkaian diatas juga terdapat modul multiplexer 74HC4067 yang berfungsi untuk sebagai extender pin analog.

3. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras ini merupakan perancangan prototype yang akan dirancang sesuai gambar 3.

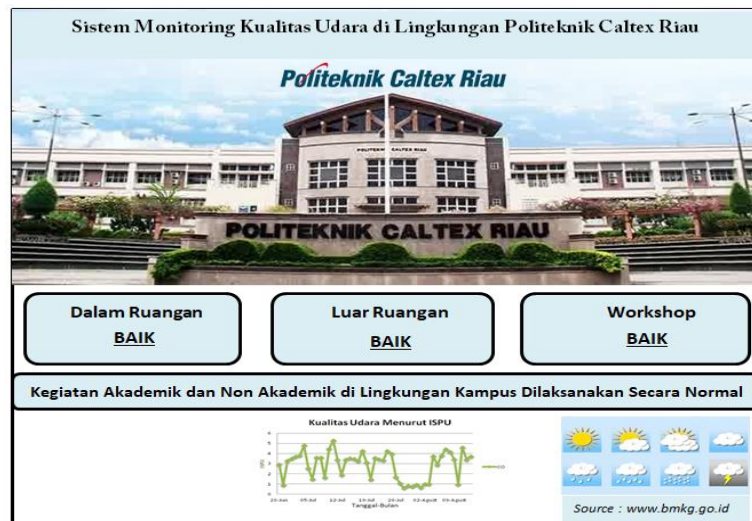


Gambar 3. Perancangan Perangkat Keras 3D

Untuk bentuk casing keseluruhan dari alat ini akan berbentuk kotak. Casing dari alat ini akan menggunakan *black box* berukuran X6 (18x11x6).

4. Perancangan *Website* Sistem Monitoring Kualitas Udara

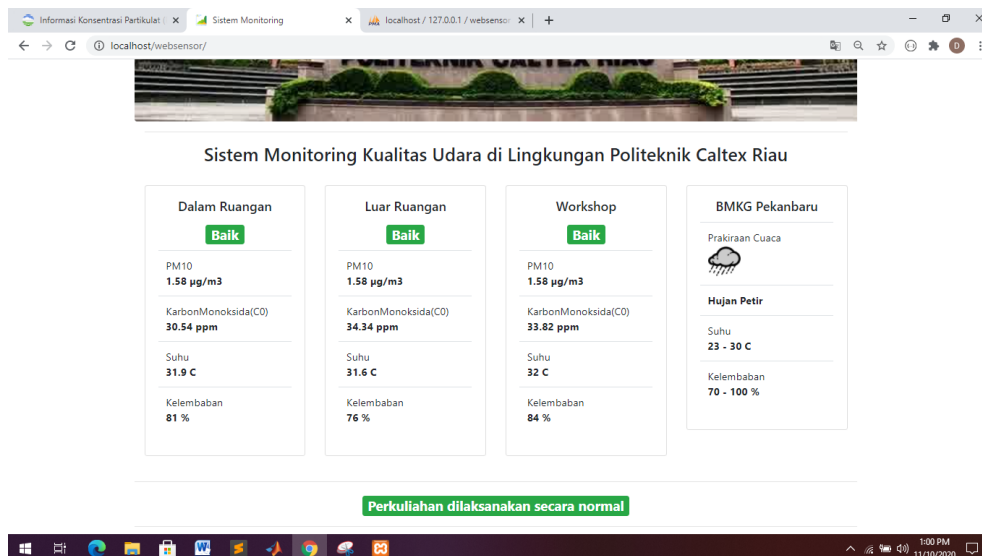
Tampilan *website* sistem monitoring kualitas udara di lingkungan Politeknik Caltex Riau sebagai berikut :



Gambar 4. Perancangan Website Sistem Monitoring Kualitas Udara

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sistem yang telah dibuat dapat memberikan informasi terkait kondisi kualitas udara secara *realtime* yang ditampilkan pada *website* dengan menggunakan modul WiFi ESP8266 pada NodeMCU sebagai media pengirimnya. Data kualitas udara ditampilkan melalui sebuah website lokal (*localhost*) yang telah dirancang. Sistem monitoring kualitas udara ini ditempatkan pada tiga lokasi yang berbeda, yaitu di dalam ruangan, *workshop*, dan luar ruangan. Informasi kualitas udara yang ditampilkan pada *website* yaitu PM10, CO, Suhu, Kelembaban dan Pengambilan keputusan berdasarkan densitas PM10 secara *realtime*. Selain itu, sistem juga menampilkan informasi kualitas udara yang bersumber dari BMKG Pekanbaru, informasi kualitas udara yang dimaksud yaitu prakiraan cuaca, kisaran suhu dan kelembaban untuk hari ini besok dan lusa.



Gambar 5. Tampilan *Website* Sistem Monitoring

Gambar 5 merupakan tampilan *website* sistem monitoring kualitas udara, dimana *website* memuat beberapa informasi dan parameter kualitas udara, yaitu PM10, karbon monoksida, suhu dan kelembaban. Nilai setiap parameter kualitas udara ini didapatkan dari pembacaan setiap sensor yang terpasang pada alat secara *realtime*. Bagian atas



9th Applied Business and Engineering Conference

website memuat informasi terkait perkuliahan di Politeknik Caltex Riau. Dibagian bawah judul terdapat informasi waktu secara *realtime* dan informasi pelaksanaan perkuliahan. Pada bagian tengah terdapat informasi berupa nilai PM10, karbon monoksida, suhu, dan kelembaban yang terukur di 3 lokasi yang berbeda. Penentuan status kualitas udara yang terukur berdasarkan nilai PM10 yang terbaca.

Klasifikasi tingkat kualitas udara pada penelitian ini mengacu pada tingkatan kualitas udara BMKG, dimana terdiri dari “BAIK” jika PM10 bernilai 0 – 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, “SEDANG” jika PM10 bernilai 51-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, “TIDAK SEHAT” jika PM10 bernilai 151-350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, “SANGAT TIDAK SEHAT” jika PM10 bernilai 351-420 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dan “BERBAHAYA” jika PM10 bernilai lebih besar dari 420 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Selain memperhatikan nilai kualitas udara PM10, status kualitas udara juga dipengaruhi oleh nilai karbon monoksida (CO) yang terdeteksi, dimana “BAIK” jika CO bernilai 0-50 ppm, sedang jika CO bernilai 51-100 ppm, dan “TIDAK SEHAT” jika CO bernilai > 100 ppm. Status kualitas udara otomatis akan berubah jika terjadi perubahan nilai PM10 dan CO yang terdeteksi.

Tabel 1. Data Pengujian PM10 & CO

Waktu (WIB)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			CO (ppm)		
	Indoor	Outdoor	Workshop	Indoor	Outdoor	Workshop
07:00	12,64	7,6	1,04	61,49	49,14	46,48
08:00	6,76	1,58	4,39	47,21	39,39	35,74
09:00	10,96	1,58	1,23	41,04	36,42	32,83
10:00	5,92	3,4	2,63	42,66	39,12	35,74
12:00	6,76	11,8	1,51	37,85	34,55	31,42
13:00	9,28	5,08	4,68	35,85	34,97	30,88
14:00	10,96	9,28	4,76	35,08	33,72	30,11

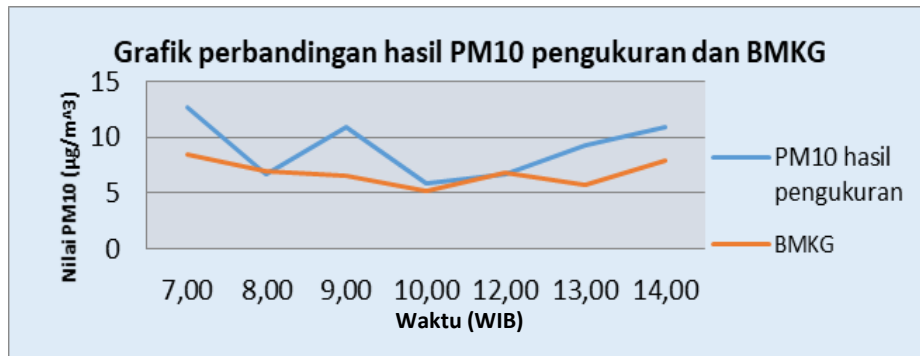


9th Applied Business and Engineering Conference

Tabel 2. Data Pengujian Suhu & Kelembaban

Waktu (WIB)	Suhu (°C)			Kelembaban (%)		
	Indoor	Outdoor	Workshop	Indoor	Outdoor	Workshop
07:00	28,5	26,7	28	93	95	95
08:00	28,7	27,8	28,8	91	87	91
09:00	28,8	28,8	29,2	90	82	89
10:00	29,3	30,1	30,2	88	74	82
12:00	30,7	32	31,7	81	65	76
13:00	31,5	32	32,8	81	67	74
14:00	32	33,8	33,4	79	60	71

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring kualitas udara yang ditempatkan di dalam ruangan, luar ruangan, dan *workshop* dapat bekerja dengan baik dalam membaca dan menampilkan data sensor berupa nilai PM10, CO, suhu, dan kelembaban pada *website*. Selain itu, data hasil pembacaan kualitas udara sistem yang dibuat memiliki selisih yang tidak terlalu besar dengan nilai pengukuran BMKG seperti yang ditunjukkan pada gambar 6. Pengiriman data dan waktu komputasi yang dibutuhkan untuk dapat menampilkan data sensor ke halaman website berkisar antara 1-3 detik. Nilai ini didapatkan dari pengukuran menggunakan *stopwatch*, dimana pengukuran dilakukan dengan menghitung selisih waktu nilai sensor ditampilkan pada serial monitor dan saat nilai sensor berhasil ditampilkan pada halaman *website*.



Gambar 6. Perbandingan nilai PM10 hasil pengukuran dan BMKG

Sensor GP2Y1010AU0F memiliki sensitivitas yang baik dalam mendeteksi kadar PM10 di udara. Data PM10 yang terbaca oleh sensor GP2Y1010AU0F adalah lebih kurang 9.56 %. Selisih nilai ini dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya udara merupakan partikel yang sangat kecil dan tidak dapat dilihat, sehingga titik pengukuran yang berbeda memiliki tingkat kualitas udara yang berbeda pula. Selain itu, tingkat sensitivitas dari sensor GP2Y1010AU0F ini juga berbeda dengan sensor yang digunakan oleh BMKG.

Sensor MQ-7 dapat mendeteksi kadar karbon monoksida di udara. Dari hasil pengujian didapatkan data bahwa CO berkisar antara 25 ppm – 39 ppm. Nilai ini digolongkan dalam kategori baik karena masih berada pada rentang 0-50 ppm. Nilai CO di udara dapat mengalami kenaikan apabila terdeteksi asap dari pembakaran maupun adanya gas dari peralatan rumah tangga. Peningkatan nilai CO berbanding lurus dengan peningkatan nilai PM10. Namun nilai PM10 mengalami peningkatan yang lebih signifikan dibandingkan dengan kenaikan nilai CO. Pada pengujian CO ini tidak dapat diuji akurasi karena tidak terdapat data yang valid sebagai data pembandingan.

Sensor DHT11 yang digunakan pada penelitian memiliki respon yang baik dalam mendeteksi derajat suhu dan persentase kelembaban. Nilai suhu dan kelembaban yang terbaca oleh sensor DHT11 mendekati nilai yang terukur pada website weather.com.



9th Applied Business and Engineering Conference

Setelah dilakukan perbandingan, suhu yang terbaca oleh sensor DHT11 memiliki tingkat *error* rata-rata sekitar 8,42% sementara untuk kelembaban memiliki tingkat *error* rata-rata sekitar 2,89%. Faktor yang menghasilkan selisih atau *error* pada sensor DHT11, yaitu saat pengambilan data suhu dan kelembaban terdapat perbedaan titik pengukuran. Dari beberapa data hasil pengukuran suhu dan kelembaban dari alat yang dibuat pada penelitian ini masih sesuai dan memiliki akurasi yang baik. Hal ini juga dapat dilihat dari grafik nilai suhu dan kelembaban hasil pengujian yang memiliki korelasi dengan data yang bersumber dari *weather.com*.

Dari keseluruhan pengujian alat pengukur kualitas udara ini, nilai hasil pengujian antara alat 1, alat 2, dan alat 3 memiliki nilai yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh peletakan setiap alat yang berbeda pula. Alat 1 diletakkan di dalam ruangan, alat 2 diletakkan di luar ruangan, dan alat 3 diletakkan di ruang semi terbuka. Ketiga tempat pengujian ini sebagai representasi pengujian di lingkungan Politeknik Caltex Riau. Kendala pada saat pengukuran adalah jaringan internet yang kurang stabil pada waktu tertentu.

SIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai persentase *error* rata-rata dari pembacaan sensor PM10 GP2Y1010AU0F adalah sebesar 9,56 %
2. Nilai persentase *error* rata-rata dari pembacaan sensor Suhu DHT11 adalah sebesar 8,42 % dan nilai persentase *error* rata-rata dari pembacaan sensor Kelembaban DHT11 adalah sebesar 2,89%
3. Sensor PM10, Suhu, Kelembaban, dan Karbon Monoksida dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan, karena menghasilkan nilai yang sesuai dan memiliki selisih yang tidak terlalu besar dengan data acuan.



9th Applied Business and Engineering Conference

4. Website dapat bekerja dengan baik dalam menampilkan data sensor dan dalam membantu pengambilan keputusan darurat asap.
5. Error atau selisih nilai antara hasil pengujian alat dengan data acuan disebabkan oleh perbedaan titik pengukuran dan tingkat sensitivitas masing-masing alat ukur.

Dari penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, diantaranya yaitu :

3. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan LCD yang dapat dipasang langsung di lingkungan PCR agar civitas akademika PCR dapat melihat status kualitas udara secara langsung.
4. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan sensor dan mengembangkan *website* sistem monitoring agar dapat menampilkan lebih banyak parameter pengukur kondisi cuaca lainnya sehingga tercipta BMKG lokal di Politeknik Caltex Riau.

DAFTAR PUSTAKA

Prayudha, J., Pranata, A., & Hafiz, A. Al. 2018. *Implementasi Metode Fuzzy Logic Untuk Sistem Pengukuran Kualitas Udara Di Kota Medan Berbasis Internet Of Things (Iot). Iv(2)*.

Wahyunto, S. Ritung, and H. Subagjo. 2003. Map of Peatland Distribution Area and Carbon Content in Sumatra. Wetland International Indonesia Program and Wildlife Habitat Canada (WHC).

Ismiyati, Devi Marlita, and Deslida Saidah. 2014. Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2011. “PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR

1061

ISSN: 2339 – 2053

Pekanbaru, 25 Agustus 2021



9th Applied Business and Engineering Conference

1077/MENKES/PER/V/2011”, <http://hukor.kemkes.go.id/>.

Kompas. 2019. “Kabut Asap dan Karhutla Riau, Peristiwa Tahunan yang Selalu Berulang”, <https://www.kompas.com/tren/read/2019/09/13/194927565/kabut-asap-dan-karhutla-riau-peristiwa-tahunan-yang-selalu-berulang?page=all>, diakses pada 10 juli 2020 pukul 09.25.