

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI LORA DAN NODEMCU ESP8266 PADA ALAT EARLY WARNING SYSTEM UNTUK PEMANTAUAN KUALITAS UDARA

F. Faizah¹, Kustori², I W.Y.M. Wiguna³, Suhanto⁴, A. Abdullah⁵, D. Amalia⁶, V. Septiani⁷

^{1,2)} Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya, 60236

³⁾ Politeknik Transportasi Darat Bali, Jl. Batuyang 109x Batubulan, Sukawati, Gianyar

⁴⁾ Politeknik Penerbangan Makassar, Jl. Salodong, Untia, Kec. Biringkanaya, Kota Makassar, Sulawesi

⁵⁾ Politeknik Penerbangan Palembang, Jl. Adi Sucipto No. 3012, Palembang, 30961

E-mail correspondence : fiqqihfaizah@poltekbangsby.ac.id

Abstrak

Kualitas udara yang baik penting untuk kesehatan dan kenyamanan bagi masyarakat yang tinggal di lingkungan tersebut. Kondisi kualitas udara pada suatu lokasi dapat ditentukan dari kadar polutan dan gas berbahayanya. Parameter kualitas udara yang paling mudah diketahui adalah dari suhu, kelembaban, dan kadar gas berbahaya yang ada. Penelitian ini menghadirkan alat pemantau kualitas udara yang memanfaatkan teknologi nirkabel *Long Range* (LoRa) untuk pengiriman datanya. Alat ini terdiri dari bagian *sensor node* yang berfungsi mendeteksi kualitas udara di area tertentu, serta bagian *gateway* yang berfungsi untuk menerima data dari *sensor node* untuk diteruskan ke pihak pemantau. Setiap rangkaian alat dilengkapi modul LoRa SX1276 yang bekerja pada frekuensi 915 MHz untuk komunikasi data dan NodeMCU ESP8266 untuk pengolahan data. Rangkaian *sensor node* dilengkapi sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban serta sensor sensor MQ7 untuk mendeteksi kadar karbon monoksida (CO). Hasil pembacaan sensor-sensor tersebut diteruskan *sensor node* ke *gateway* untuk ditampilkan pada OLED 0,96". Rangkaian *gateway* juga dilengkapi buzzer yang akan berbunyi apabila ditemukan nilai pembacaan suhu yang melebihi 40 °C, kelembaban yang tidak memenuhi angka 45-65% RH, serta kadar CO yang melebihi 12 ppm. Hasil pengujian menunjukkan fungsi buzzer yang dapat bekerja dengan baik sesuai nilai pembacaan sensor yang ditentukan dan jarak maksimal antara *sensor node* dan *gateway* untuk komunikasi data yang optimal adalah radius 400 m ketika diuji di lingkungan Politeknik Penerbangan Surabaya.

Kata Kunci : Kualitas Udara, *Early Warning System*, LoRa, DHT22, MQ7

Abstract

Good air quality is important for the health and comfort of the people living in that environment. Air quality conditions at a location can be determined from the levels of pollutants and harmful gases. The most easily known air quality parameters are temperature, humidity, and levels of harmful gases present. This research presents an air quality monitoring instrument that utilizes Long Range (LoRa) wireless technology for data transmission. This tool consists of a sensor node section that functions to detect air quality in a certain area, as well as a gateway section that functions to receive data from the sensor node to be forwarded to the operator. Each set of sections is equipped with a LoRa SX1276 module that works at a frequency of 915 MHz for data communication and NodeMCU ESP8266 for data processing. The sensor node is equipped with a DHT22 sensor to detect temperature and humidity and an MQ7 sensor to detect carbon monoxide (CO) levels. The reading results of these sensors are forwarded by the sensor node to the gateway to be

displayed on a 0.96" OLED. The gateway is also equipped with a buzzer that will sound if a temperature reading value exceeds 40 °C is found, humidity does not meet the 45-65% RH range, and CO levels exceed 12 ppm. The test results showed that the buzzer function can work properly according to the specified sensor reading value and the maximum distance between the sensor node and the gateway for optimal data communication is a radius of 400 m when tested at the Politeknik Penerbangan Surabaya.

Keywords: Air Quality, Early Warning System, LoRa, DHT22, MQ7

PENDAHULUAN

Kualitas udara memainkan peranan penting bagi kesehatan masyarakat dan dapat menjadi penentu kesehatan suatu lingkungan dan makhluk hidup di dalamnya. Udara yang sehat akan membawa dampak baik bagi kehidupan di dalamnya. Sebaliknya, kualitas udara yang buruk di suatu wilayah dapat menjadi ancaman bagi makhluk hidup di dalamnya. Kualitas udara merupakan kadar kandungan udara berdasarkan konsentrasi polutan di lokasi tertentu. Kualitas udara ini disesuaikan dengan Indeks Kualitas Udara atau *Air Quality Index* (AQI). Tidak hanya kualitas udara di area terpencil, kualitas udara di area perkotaan juga penting untuk dipantau agar dapat dilakukan tindakan pencegahan jika kualitas udara memburuk yang dapat mengakibatkan pengaruh negatif bagi masyarakat. Pemantauan dini ini dapat diterapkan untuk mendeteksi bahaya kebakaran hutan apabila ingin diterapkan di alam, atau bahkan pada kualitas udara pada suatu sudut kota apabila digunakan pada area perkotaan. Pendeteksian kualitas udara dapat dilakukan dengan pendeteksian kadar gas berbahaya di udara, misal karbon monoksida dan metana. Selain gas berbahaya, suhu dan kelembaban udara juga perlu diperhatikan.

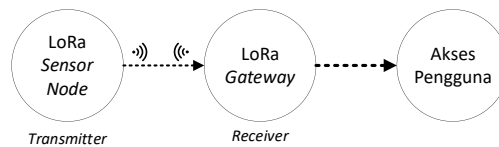
Biasanya alat pemantauan dini atau *early warning system* ditempatkan di area-area yang jauh dari jangkauan operator atau penggunanya. Tidak menutup kemungkinan alat tersebut ditempatkan pada lokasi yang terbatas untuk kesediaan listriknya atau jalur komunikasinya. Karena biasa ditempatkan di lokasi yang jauh dari pusat pemantauan, maka dibutuhkan sistem komunikasi yang memadai sehingga informasi dari area yang dipantau tersampaikan kepada pihak operator atau pengguna dengan baik. Untuk area-area terisolir yang memiliki jaringan listrik dan

jaringan komunikasi terbatas, maka sebaiknya alat dilengkapi dengan sumber energi listrik portabel serta sistem pengiriman data yang optimal. Apabila tidak ada jaringan internet, maka teknologi radio dapat menjadi salah satu pilihan untuk proses pengiriman data tersebut.

Berdasarkan pertimbangan di atas, maka penelitian ini akan mendesain alat *early warning system* untuk memantau kualitas udara yang memanfaatkan teknologi *Long Range (LoRa)*. Teknologi LoRa mampu mengirimkan data dengan memanfaatkan sinyal radio pada frekuensi tertentu. Frekuensi ini disesuaikan dengan peraturan pemerintah daerah setempat yang biasanya membidangi komunikasi data untuk penerapan *internet of things (IoT)*. (Menteri Komunikasi dan Informatika, 2019) Pemilihan teknologi ini dikarenakan pengiriman sinyal untuk transfer data memanfaatkan gelombang radio tidak memerlukan jaringan internet. Selain itu, konsumsi daya yang diperlukan relatif kecil dengan jarak jangkauan komunikasi yang cukup jauh hingga 15km pada kondisi area arah pandang tanpa penghalang atau *line of sight (LOS)*.

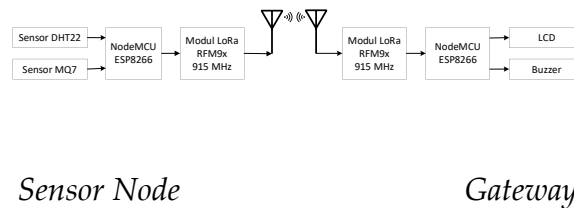
METODE

Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat yang dapat memantau kondisi udara pada suatu lingkungan yang dapat diamati oleh pemantau yang berada di lokasi yang berbeda. Oleh karena itu, alat akan terbagi menjadi 2 bagian, yaitu alat pemancar data (*transmitter*) yang disebut juga sebagai *sensor node* dan alat penerima data (*receiver*) yang disebut juga sebagai *gateway*.



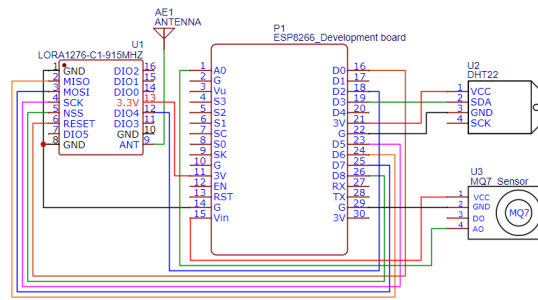
Gambar 1. Arsitektur alat

Masing-masing rangkaian *sensor node* dan *gateway* dilengkapi modul LoRa SX1276 yang bekerja pada frekuensi 915 MHz untuk komunikasi data dan NodeMCU ESP8266 untuk pengolahan data. Rangkaian *sensor node* dilengkapi sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban serta sensor sensor MQ7 untuk mendeteksi kadar karbon monoksida (CO). Rangkaian *gateway* dilengkapi OLED 0,96" untuk menampilkan data dan buzzer untuk memberikan notifikasi suara apabila terdapat hasil pembacaan sensor yang melebihi nilai yang telah ditentukan.

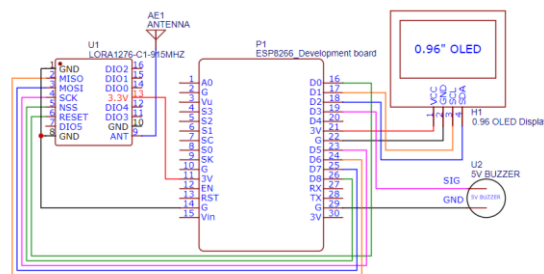


Gambar 2. Diagram balok alat

Skematik pengkabelan antarmuka komponen pada rangkaian *sensor node* dan *gateway* ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4. Komponen pendukung pada masing-masing rangkaian terhubung dengan NodeMCU ESP8266 sebagai otak rangkaian. Selain sebagai pengolah data, suplai energi listrik utama juga masuk ke NodeMCU ESP8266 untuk selanjutnya disalurkan ke komponen pendukung lainnya.

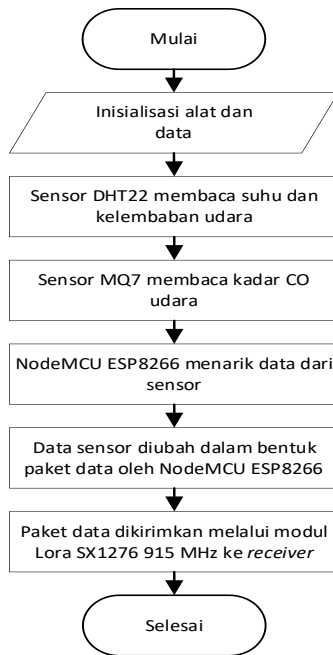


Gambar 3. Skematik rangkaian *sensor node*



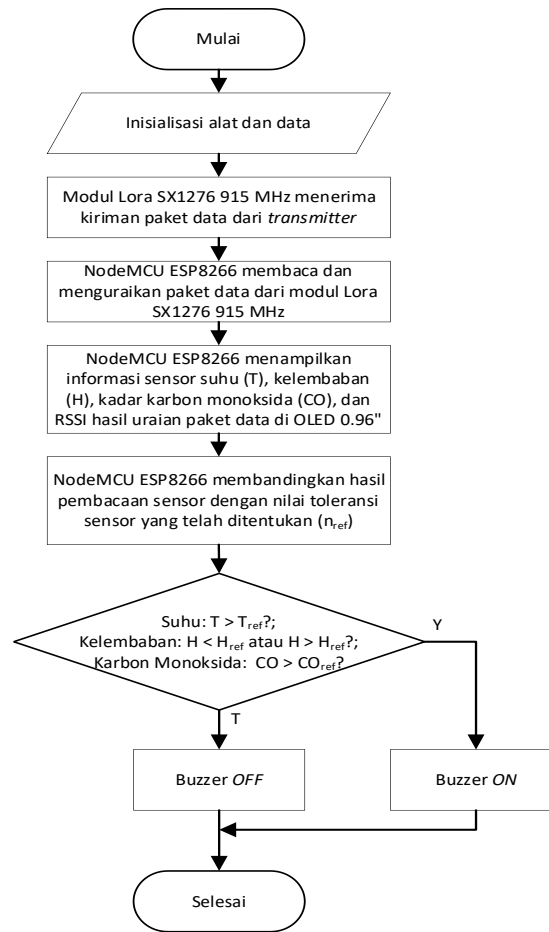
Gambar 4. Skematik rangkaian *gateway*

Rangkaian *sensor node* bekerja diawali dengan pendeteksian suhu dan kelembaban oleh sensor DHT22 dan kadar karbon monoksida (CO) di udara oleh sensor MQ7. Hasil pembacaan sensor akan diolah oleh NodeMCU ESP8266 untuk diproses menjadi paket data untuk dikirimkan ke rangkaian *gateway* melalui modul LoRa SX1276 yang bekerja pada frekuensi 915 MHz.



Gambar 5. Alur kerja rangkaian *sensor node*

Rangkaian *gateway* akan menerima paket-paket data dari rangkaian *sensor node* melalui modul LoRa SX1276 dengan frekuensi yang sama. Paket data akan diproses oleh NodeMCU ESP8266 untuk diurai dan dipecah sesuai informasi yang terkandung dalamnya. Setelah diuraikan, data disajikan dalam bentuk informasi suhu, kelembaban, kadar CO, dan ukuran kualitas penerimaan sinyal atau *Received Signal Strength Indicator* (RSSI). Data-data tersebut akan ditampilkan di OLED 0,96". Apabila terdapat nilai suhu, kelembaban, dan kadar CO yang melebihi nilai referensi, maka NodeMCU ESP8266 akan memerintahkan buzzer untuk menyala.



Gambar 6. Alur kerja rangkaian gateway

Nilai toleransi suhu diatur pada angka maksimal 40 °C. Nilai toleransi kelembaban udara diatur pada rentang normal 45% - 65%. Nilai ambang batas kadar karbon dioksida diatur pada nilai maksimal 12 ppm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi rancangan alat pemantau udara bagian *sensor node* disajikan pada Gambar 7 huruf (a) sampai dengan (c).



(a)



(b)

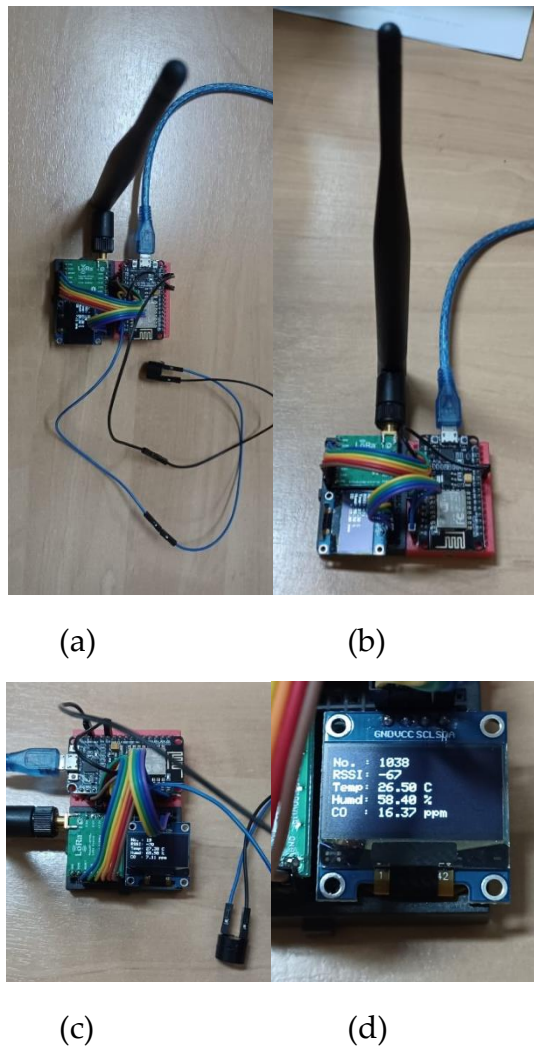
(c)

Gambar 7. Bentuk fisik rangkaian *sensor node*:

- (a) tampak keseluruhan;
- (b) tampak isi dalam kotak;
- (c) tampak atas.

Semua rangkaian dimasukkan di dalam kotak dengan bagian detektor sensor menghadap langsung ke area luar dan antenna yang menyembul keluar dari kotak. Selain rangkaian yang sudah dirancang, pada kotak juga terdapat panel surya yang menjadi bagian pengembangan untuk penelitian ini selanjutnya. Namun, pada saat penelitian ini berjalan, panel surya tersebut belum dihubungkan dengan rangkaian, sehingga kebutuhan energi listrik untuk rangkaian *sensor node* seluruhnya disuplai oleh baterai 18650.

Implementasi rancangan alat pemantau udara bagian *gateway* disajikan pada Gambar 8 huruf (a) sampai dengan (d).



Gambar 8. Bentuk fisik rangkaian *gateway*:

- (a) tampak keseluruhan;
- (b) tampak *interfacing* pada LoRa;
- (c) komponen pada papan utama;
- (d) tampilan data pada OLED 0,96".

Buzzer dipasang terlepas dari papan utama karena untuk mempermudah modifikasi jarak penempatan buzzer sehingga dapat menjangkau operator atau pengguna untuk menerima informasi notifikasi suara buzzer. Papan utama menyertakan NodeMCU ESP8266 yang memperoleh sumber tenaga listrik dari catu daya menggunakan kabel mini USB, modul LoRa SX1276 yang nampak terhubung dengan konektor antena, serta display OLED 0,96" yang menampilkan informasi data

hasil penguraian paket data rangkaian *sensor node*. Data yang ditampilkan adalah nomor paket (No.), kekuatan sinyal (RSSI), suhu (Temp), kelembaban (Humd), dan kadara karbon monoksida (CO).

Hasil pengujian alat yang telah dibuat tersebut ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 sebagai berikut. Pengujian dilaksanakan di lingkungan Politeknik Penerbangan Surabaya pada tanggal 4 Oktober 2022. Alat *sensor node* ditempatkan pada sisi luar ruang Program Studi D3 Teknik Listrik Bandara di Gedung Lab. Terintegrasi, sedangkan alat *gateway* ditempatkan di titik-titik lingkungan Politeknik Penerbangan Surabaya yang telah ditentukan jaraknya. Sebagai informasi, lingkungan Politeknik Penerbangan Surabaya merupakan area dengan gedung bertingkat yang mayoritas tidak memenuhi kriteria *line of sight* (los).

Tabel 1 Keberhasilan pengiriman data

No.	Jarak (m)	RSSI	Jumlah Paket Data	
			Dikirim <i>Sensor Node</i>	Terbaca <i>Gateway</i>
1	100	-66	10	10
2	200	-75	10	10
3	300	-92	10	10
4	400	-103	10	8
5	500	-113	10	2
6	600	Tidak terbaca	10	0
7	700	Tidak terbaca	10	0

Data hasil pengujian pada Tabel 1 menunjukkan bahwa proses pengiriman data berjalan dengan baik pada penempatan rangkaian *sensor node* dengan jarak 100 – 300 m dari lokasi *gateway*. Hal ini ditunjukkan pada penerimaan paket data dari *sensor node* yang diterima seluruhnya oleh *gateway*. Pada jarak 400 m, data yang diterima mulai berkurang. Pengurangan penerimaan data ini semakin bertambah seiring bertambahnya jarak antara *sensor node* dan *gateway*, terlihat dari keberhasilan pengiriman data pada jarak 500 m yang berkurang drastis dari 10 data yang dikirim

hanya diterima sejumlah 2 paket data. Selebihnya pada jarak 600 m dan 700 m tidak ada data yang diterima oleh rangkaian *gateway*.

Tabel 2. Pembacaan nilai sensor dan notifikasi

No.	Jarak (m)	Pembacaan <i>Gateway</i>			Buzzer
		Suhu (°C)	Kelembaban (% RH)	CO (ppm)	
1	100	31,8	63,45	7,75	OFF
		34,7	65,70	7,78	ON
2	200	32,2	62,10	7,95	OFF
		40,1	74,70	8,76	ON
3	300	33,0	68,10	7,75	ON
		35,2	73,90	7,75	ON
4	400	33,1	62,30	8,76	ON
		34,8	67,40	9,76	OFF
5	500	33,1	67,30	8,76	ON
		36,8	72,85	9,10	ON

Data-data pada Tabel 2 menunjukkan adanya 2 data pada setiap jarak. Pengambilan data dilaksanakan 2 kali untuk setiap jarak, dengan salah satu data dikondisikan mengalami perubahan suhu atau kadar gas CO di sekeliling sensor dengan bantuan korek api untuk membuktikan kehandalan alat dan sistem notifikasi. Data hasil pembacaan sensor yang ditampilkan adalah yang terbaca oleh *gateway*.

Berdasarkan data-data pada Tabel 2 tersebut, dapat dilihat bahwa sistem notifikasi buzzer bekerja dengan baik untuk data-data sensor yang melebihi nilai referensi yang ditentukan, yaitu suhu yang melebihi 40 °C dan kelembaban yang melebihi 65% RH. Adapun kadar karbon monoksida pada tabel tersebut relatif kecil dan tidak mempengaruhi buzzer. Kecilnya kadar karbon monoksida tersebut dimungkinkan karena area di Kawasan Politeknik Penerbangan Surabaya relatif bebas polusi dan tidak terlalu banyak kendaraan bermotor yang lalu lalang.

PENUTUP

Kesimpulan

Beberapa simpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah:

1. Pemanfaatan teknologi LoRa pada alat *early warning system* untuk memantau kualitas udara mampu menyampaikan informasi dengan baik dari rangkaian *sensor node* ke *gateway* tanpa memerlukan jaringan internet. Namun, kualitas komunikasi data bergantung kepada jarak dan kondisi arah pandang tanpa penghalang atau *line of sight* (LOS).
2. Penggunaan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pengolah data untuk rangkaian *sensor node* dan *gateway* cukup efektif dalam sisi pengolahan data dan konsumsi tenaga listrik, tetapi memiliki keterbatasan kaki dalam penggunaan sensor atau aktuator yang lebih banyak lagi.
3. Adanya sistem notifikasi dapat membantu pihak pemantau untuk mengambil keputusan korektif maupun preventif apabila muncul peringatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Augustin, A. J. Study of Lora: Long Range & Low Power Networks for The Internet of Things. *Sensors* (Switzerland). 2016; Sep 9;16(9):1466. DOI: 10.3390/s16091466.
- [2] Febriani, I. Design of a High Sea Wave Sensor System in Puger Beach. *Journal of Energy Mechanical Material and Manufacturing Engineering*. 2020; 5(2):13. DOI:10.22219/jemmme.v5i2.12552
- [3] Hanwei. Technical Data MQ-7 Gas Sensor. (n.d.); Retrieved from <https://www.sparkfun.com/>:
<https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf>
- [4] Indobot. Datasheet NodeMCU ESP8266 Lengkap dengan Pin dan Cara Akses. 2022; Retrieved from <https://indobot.co.id/>:

- <https://indobot.co.id/blog/datasheet-nodemcu-esp8266-lengkap-dengan-pin-dan-cara-akses/>
- [5] ISDR. Developing Early Warning Systems: A Checklist. 2006; Retrieved from www.unisdr-earlywarning.org.
- [6] Kebumen. Mengenal Sistem Peringatan Dini (Early Warning System) & Gejala Alam. 2015; Retrieved from <https://www.kebumenkab.go.id/>:
https://www.kebumenkab.go.id/index.php/web/news_detail/7/3132
- [7] Liu, T. Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT22 (DHT22 also named as AM2302). New York: Aosong Electronic. 2016
- [8] Marian, P. AM2302/DHT22 Datasheet. 2015; Retrieved from <http://www.electroschematics.com>:
<http://www.electroschematics.com/11293/am2302-dht22-datasheet/>
- [9] Menteri Komunikasi dan Informatika. Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 1 Tahun 2019 tentang Penggunaan Spektrum Frekuensi Radio Berdasarkan Izin Kelas. Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 1 Tahun 2019 tentang Penggunaan Spektrum Frekuensi Radio Berdasarkan Izin Kelas. Jakarta, Jakarta, Indonesia: KOMINFO. 2019
- [10] Naik, P. S. Air Pollution Sources, Impacts and Controls. Oxfordshire: CAB International. 2019
- [11] Park, J. O. Low Cost Fine-Grained Air Quality Monitoring System Using LoRa WAN. 2019 International Conference on Information Networking (ICOIN). 2019; pp. 439–441. DOI: 10.1109/ICOIN.2019.8718193
- [12] Rosmiati, M. Air pollution monitoring system using LoRa modul as transceiver system. Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control). 2019; vol. 17, no. 2, pp. 586–592.
DOI:10.12928/telkomnika.v17i2.11760

- [13] Vicente, G. Air Quality Monitoring through LoRa Technologies: A Literature Review. 2020 International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA). 2020. DOI: 10.1109/DASA51403.2020.9317300.
- [14] Wang, K. Application of Wireless Sensor Network based on LoRa in City Gas Meter Reading. International Journal of Online and Biomedical Engineering. 2017; 13(12):104. DOI:10.3991/ijoe.v13i12.7887
- [15] Widiyanto, E. D. Simple LoRa Protocol: Protokol Komunikasi LoRa Untuk Sistem Pemantauan Multisensor. TELKA - Telekomunikasi Elektronika Komputasi dan Kontrol. 2019; 5(2):83-92. DOI:10.15575/telka.v5n2.83-92