

PENGIRIMAN DATA POLUSI UDARA MENGGUNAKAN KOMUNIKASI LONG RANGE (LoRa)

Oleh: Fakhri Zaki Makarim¹, Yenniwarti Rafsyam²

^(1,2)Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Telekomunikasi PNI

Jalan Prof Dr. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425

Email: fakhrizakimakarim@gmail.com¹

Abstrak

LoRa adalah sistem telekomunikasi nirkabel yang dapat melakukan komunikasi jarak jauh yang memiliki daya rendah dengan bit-rate yang rendah. Data sensor kualitas udara adalah hasil pemantauan kadar gas karbon monoksida (CO) dan kadar gas karbon dioksida (CO₂) oleh sensor MQ-135 dan MQ-7. LoRa end node dapat mengirimkan data polusi udara yang sudah dideteksi oleh sensor tanpa harus menggunakan internet ke LoRa gateway. Sistem dapat diaplikasikan menggunakan jaringan komunikasi LoRa sehingga mampu mengirim data kepada LoRa gateway. Data dapat dikirim dengan baik dalam kondisi LoS dengan jarak terjauh 120 meter, kondisi non-LoS dengan jarak terjauh 100 meter, sedangkan untuk kondisi rumah bertingkat dimana LoRa gateway berada di lantai 1 dan LoRa end node berada di lantai 2 dan 3, data masih dapat dikirim dengan baik dengan jarak terjauh 20.59 meter.

Kata Kunci: Long Range; Sensor MQ-135; Sensor MQ-7.

Abstract

LoRa is a wireless telecommunications system that can perform low-power long-distance communications with low bit-rates. Air quality sensor data is the result of monitoring carbon monoxide (CO) and carbon dioxide (CO₂) gas levels by MQ-135 and MQ-7 sensors. LoRa end nodes can transmit air pollution data that has been detected by sensors without having to use the internet to the LoRa gateway. The system can be applied using the LoRa communication network so that it is able to send data to LoRa gateway. Data can be sent well in LoS conditions with the furthest distance of 120 meters, non-LoS conditions with the furthest distance of 100 meters, while for the condition of terraced houses where the LoRa gateway is on the 1st floor and the LoRa end node is on the 2nd and 3rd floors, the data can still be sent well with the furthest distance of 20.59 meters.

Keywords: Long Range; Sensor MQ-135; Sensor MQ-7.

1. Pendahuluan

Polusi udara merupakan hasil dari proses buangan yang dihasilkan dari aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhannya, dari sektor produksi maupun sektor transportasi. Dengan bertambahnya jumlah manusia menyebabkan terjadinya pertambahan buangan yang mencemari udara, sehingga akan meningkatkan zat pencemar dan akan berkorelasi dengan meningkatnya jumlah orang yang mengalami gangguan dan penyakit akibat polusi udara (Rosyidah, 2016).

Dampak buruk polusi udara bagi kesehatan manusia tidak dapat dibantah lagi, baik polusi udara yang terjadi di alam bebas (*outdoor air pollution*) ataupun yang terjadi di dalam ruangan (*indoor air pollution*), polusi yang terjadi di luar ruangan terjadi karena bahan pencemar yang berasal dari industri, transportasi,

sementara polusi yang terjadi di dalam ruangan dapat berasal dari asap rokok, dan gangguan sirkulasi udara (Afif Budiyo, 2001).

Pengiriman data jarak jauh tanpa menggunakan koneksi jaringan internet dapat dilakukan oleh LoRa, salah satu penggunaan LoRa yaitu pada pengiriman data sensor kualitas udara untuk sistem pemantauan polusi udara.

Sistem pemantauan polusi udara yang diaplikasikan menggunakan teknologi LoRa dapat melakukan pengiriman data secara jarak jauh dengan *bit-rate* yang rendah. Sistem mendeteksi nilai gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) di dalam ruangan dan menunjukkan indikator dari polusi udara menggunakan sensor kualitas udara kemudian LoRa akan mengirimkan informasi polusi udara dan indikator udara melalui komunikasi sinyal

radio, kemudian diterima oleh LoRa gateway.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Long Range (LoRa)

Long Range (LoRa) adalah sistem telekomunikasi nirkabel jarak jauh yang memiliki daya rendah serta *bit-rate* rendah. LoRa adalah salah satu protokol Low Power Wide Area Network (LPWAN). Pada proses lalu lintas data, LoRa dapat dimulai baik oleh *end-deviced* atau oleh entitas eksternal yang ingin berkomunikasi dengan *end-deviced*. Sifat *low-range* dan *low-power* dari LoRa menjadikannya cocok untuk membangun infrastruktur *smart sensig technology* seperti pemantauan (A, Agustin. 2016).

LoRa adalah salah satu protokol LPWAN yaitu tipe *wireless telecommunicatio wide area network* yang dirancang untuk dapat melakukan komunikasi jarak jauh dengan *bit rate* yang rendah di bandingkan jaringan lainnya. Tipe jaringan ini diperuntukkan untuk penggunaan daya rendah seperti sensor yang dioperasikan pada baterai. Daya rendah, *bit rate* rendah dan penggunaannya yang membedakan jaringan ini dari *wireless WAN* yang digunakan untuk menghubungkan pengguna atau keperluan komersil, dan menggunakan lebih banyak data serta menggunakan lebih banyak daya. *Data rate* dari LPWAN berkisar dari 0.3 kbit/s hingga 50 kbit/s per *channel* (FT Elektro, U.Telkom.2019).

LoRa menggunakan modulasi *chirp spread spectrum* (CSS) yang mulanya dibangun untuk aplikasi radar pada tahun 1940. Secara tradisional digunakan banyak komunikasi militer dan aplikasi keamanan komunikasi. Hingga pada 20 tahun yang lalu Teknik modulasi ini diadaptasi untuk jalur komunikasi dengan persyaratan berdaya rendah dan memiliki ketahanan yang baik dari mekanisme *channel* seperti *multipath*, *fading*, *doppler*, dan interferensi *in-band jamming* (Muhammad Yunus, 2018).

2.2 Dragino LoRa GPS Shield Arduino

Dragino LoRa GPS *shield* merupakan perangkat yang digunakan sebagai media *transceiver* pada Arduino yang berbentuk *shiled* berbasis *open source*. LoRa *shield* memungkinkan pengguna untuk mengirimkan data yang sangat jauh dengan *data rate* yang rendah. Dragino yang digunakan memiliki frekuensi kerja 915 MHz dengan *chipset* berbasis Samtech SX1276/SX1278 yang digunakan untuk jaringan sensor nirkabel seperti sistem irigasi, pengukuran cerdas, dan sebagainya. Pada bagian GPS terdapat GPS L80 yang berbasis MTK MK3339 dirancang untuk aplikasi yang menggunakan GPS yang terhubung melalui *port serial* ke arduino seperti aplikasi waktu atau aplikasi umum yang memerlukan informasi GPS (Dragino. 2018). Dragino LoRa Shield Arduino ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Dragino LoRa GPS Shield Arduino

2.3 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 adalah jenis sensor kimia yang sensitif terhadap senyawa NH₃, NO_x, alkohol, benzol, asap (CO), CO₂, dan lain-lain. Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi kadar CO₂ dan bekerja dengan cara menerima perubahan nilai resistansi (analog) bila terkena gas. Sensor ini memiliki daya tahan yang baik untuk penggunaan penanda bahaya polusi karena praktis dan tidak memakan daya yang besar. Sensor MQ-135 ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sensor MQ-135

2.4 Sensor MQ-7

Sensor MQ-7 merupakan sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari. Sensor gas MQ7 ini mempunyai kelebihan sensitivitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (CO), stabil, dan usia pakai lama. Sensor MQ-7 ditunjukkan pada Gambar 3.



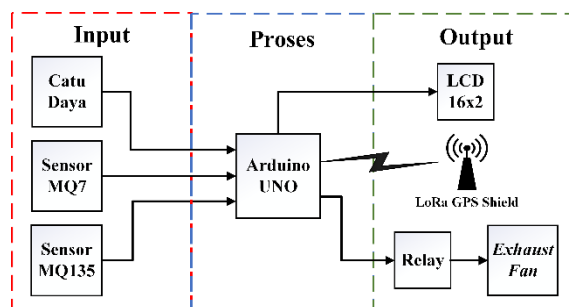
Gambar 3. Sensor MQ-7

3. Metode Penelitian

Dalam metode ini terdapat beberapa tahapan yang dilakukan untuk merancang sistem pemantauan polusi udara. Tahap pertama yaitu merancang sistem mikrokontroler. Tahap selanjutnya yaitu melakukan pengujian untuk mengetahui jarak pengiriman LoRa.

3.1 Perancangan Alat

Perancangan alat dilakukan dengan menentukan komponen yang akan digunakan pada sistem untuk realisasi. Diagram blok ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Blok Sistem

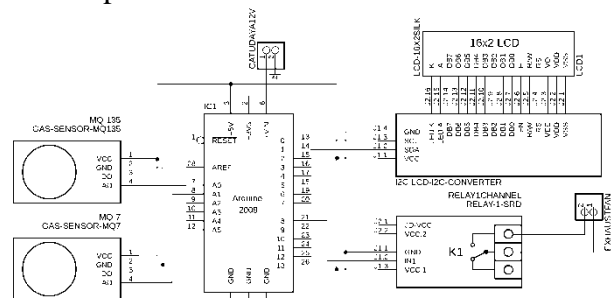
3.2 Perancangan Sistem Mikrokontroler

Dalam melakukan perancangan sistem mikrokontroler, dibutuhkan penentuan spesifikasi komponen dalam kesatuan sistem. Spesifikasi yang dibutuhkan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Komponen

Nama	Spesifikasi
Mikrokontroler	Arduino Uno R3 ATmega328P
LoRa	LoRa GPS Shield Arduino Uno 915 MHz
Sensor Kualitas Udara	MQ-135 dan MQ-7
LCD	LCD I2C 16x2
Relay	1 channel 5V Normally open
Exhaust Fan	Sekai WEF 890 8 Inch
Catu Daya	Input 220 VAC Output 12V/2A DC

Setelah menentukan spesifikasi, selanjutnya menentukan konfigurasi pin yang digunakan pada sistem. Arduino Uno akan terhubung dengan catu daya, sensor kualitas udara MQ-135 dan MQ-7 sebagai *input*, LoRa, LCD, dan relay sebagai *output*. Rangkaian skematik sistem dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Skematik Rangkaian Sistem

Gambar 5 menunjukkan pin Arduino uno terhubung dengan beberapa komponen. Komponen tersebut dapat mendukung kinerja sistem. Hubungan pin arduino uno dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pin Komponen dengan Pin Arduino Uno

Pin Arduino Uno	Nama Komponen
IOREF, RESET, A0-A7, D0-D13, AREF, SDA, SCL, 5V, GND, ICSP	LoRa <i>shield</i> Arduino Uno
A0	Sensor MQ-135
A1	Sensor MQ-7
D5	Relay
SDA, SCL	LCD I2C 16x2

4. Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan tahap perancangan, dilakukan tahap pengujian. Pengujian dilakukan untuk mengetahui sistem pemantauan polusi udara dapat bekerja dengan baik dan dapat mengirimkan data kepada LoRa *gateway*.

Pengujian jarak pengiriman data menggunakan LoRa dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh jarak dari pengiriman LoRa *end node* pada sisi pengirim kepada LoRa *gateway* pada sisi penerima. Pengujian dilakukan dengan tiga kondisi yaitu kondisi *Line of Sight* (LoS), non-LoS, dan rumah bertingkat. Hasil pengujian sebagai berikut:

4.1 Hasil Pengujian dengan Kondisi LoS

Pengujian dilakukan di laboratorium telekomunikasi PNJ dengan kondisi jalan beraspal lurus dengan kondisi tidak terdapat hambatan ditampilkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Jarak Pengiriman LoRa Kondisi LoS

Jarak LoRa (meter)	Kadar CO (ppm)	Kadar CO2 (ppm)	Status Pengiriman Data
2	20.79	146.18	Berhasil
4	20.19	149.57	Berhasil
6	20.19	149.57	Berhasil
8	20.79	149.57	Berhasil
10	21.09	150.71	Berhasil
20	20.79	151.85	Berhasil
30	22.98	154.14	Berhasil
40	21.71	150.71	Berhasil
60	20.79	151.85	Berhasil

70	20.49	150.71	Berhasil
80	20.34	151.85	Berhasil
90	20.34	151.85	Berhasil
100	20.79	152.99	Berhasil
120	21.25	152.99	Berhasil
150	21.40	152.99	Tidak Berhasil

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada kondisi LoS, didapatkan data berhasil dikirim dengan jarak terjauh 120 meter.

4.2 Hasil Pengujian dengan Kondisi non-LoS

Pengujian dilakukan dengan kondisi jalan beraspal lurus dengan kondisi terdapat hambatan ditampilkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Jarak Pengiriman LoRa Kondisi non-LoS

Jarak LoRa (meter)	Kadar CO (ppm)	Kadar CO2 (ppm)	Status Pengiriman Data
2	21.25	152.99	Berhasil
4	21.55	151.85	Berhasil
6	21.40	151.85	Berhasil
8	20.64	152.99	Berhasil
10	20.34	151.85	Berhasil
20	20.34	152.99	Berhasil
30	20.79	152.99	Berhasil
40	20.34	154.14	Berhasil
60	20.79	154.14	Berhasil
70	23.48	154.14	Berhasil
80	25.35	154.14	Berhasil
90	25.52	154.14	Berhasil
100	26.60	155.29	Berhasil
120	28.28	156.45	Berhasil
150	27.90	155.29	Tidak Berhasil

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada kondisi LoS, didapatkan data berhasil dikirim dengan jarak terjauh 120 meter.

4.3 Hasil Pengujian dengan Kondisi Rumah Bertingkat

Data pengujian yang digunakan berupa nilai kadar CO dan CO2 dan status pengiriman data yang didapatkan dari serial monitor dengan kondisi pengujian pada rumah bertingkat.

Pengujian dilakukan pada lantai 2 (dua), dan 3 (tiga) yang terdapat LoRa *end node* pada sisi pengirim melakukan pengiriman kepada LoRa *gateway* pada sisi penerima di lantai 1 (satu) dengan pengukuran jarak radio menggunakan rumus pythagoras dengan persamaan $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ seperti ditunjukkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Pengukuran Jarak Radio pada Rumah Bertingkat

Lantai	Jarak Lurus (a) (meter)	Jarak Samping (b) (meter)	Jarak Radio (c) (meter)
2	5	0	5
		2	5.38
		4	6.40
		6	7.81
		0	10
		2	10.2
		4	10.77
		6	11.66
		8	12.81
		10	14.14
3	10	14	17.20
		18	20.59
		19	21.47
		20	22.36

Pengujian dilakukan dengan tujuan mengetahui apakah LoRa dapat melakukan pengiriman dalam keadaan rumah bertingkat. Hasil pengujian ditampilkan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Jarak Pengiriman LoRa Kondisi Rumah Bertingkat

Jarak	Kadar	Kadar	Status
-------	-------	-------	--------

LoRa (meter)	CO (ppm)	CO2 (ppm)	Pengiriman Data
5	22.34	158.77	Berhasil
5.38	21.87	157.61	Berhasil
6.40	22.34	158.77	Berhasil
7.81	22.02	156.46	Berhasil
10	20.63	141.70	Berhasil
10.2	20.49	141.70	Berhasil
10.77	20.94	141.70	Berhasil
11.66	20.49	142.82	Berhasil
12.81	20.19	143.93	Berhasil
14.14	20.19	142.82	Berhasil
17.20	20.05	142.82	Berhasil
20.59	20.05	142.82	Berhasil
21.47	19.90	142.82	Tidak Berhasil
22.36	19.90	142.82	Tidak Berhasil

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada kondisi rumah bertingkat, didapatkan data berhasil dikirim dengan jarak terjauh 20.59 meter.

5. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan hasil pengujian menggunakan LoRa, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Pengiriman data polusi udara pada kondisi LoS mampu mengirimkan data dengan baik mencapai jarak terjauh 120 meter dengan terdeteksi kadar CO sebesar 21.40 ppm dan CO2 sebesar 152.99 ppm.
- Pengiriman data polusi udara pada kondisi non-LoS mampu mengirimkan data dengan baik mencapai jarak terjauh 100 meter dengan terdeteksi kadar CO 28.28 ppm dan CO2 sebesar 156.45 ppm.
- Pengiriman data polusi udara pada kondisi rumah bertingkat mampu mengirimkan data dengan baik mencapai jarak terjauh 20.59 meter dengan terdeteksi kadar CO sebesar 20.05 ppm dan CO2 sebesar 142.82 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, J.Yi, T.Clausen, W.M.Townsley. 2016. *A Study of Lora: Long Range & low power networks for the internet of things.* Switzerland, vol. 16, no.9, pp. 1-18.

Budiyono, Afif. 2001. Pencemaran Udara: Dampak Pencemaran Udara Pada Lingkungan. Berita Dirgantara Vol.2 No.1 Mmt2001.

Dragino. 2018. LoRa/GPS Shield. https://wiki.dragino.com/index.php?title=Lora/GPS_Shield. Shenzhen Dragino: Dragino Technology Co.

F.T Elektro, U.Telkom. 2019. Prediksi Pola Pencemaran Air Sungai Menggunakan Simple Neural Network River Water Pollution Pattern Prediction Using A Simple Neural. Vol.6, no.1, pp. 1590-1595.

Rosyidah. 2016. Polusi Udara dan Kesehatan Pernafasan. Palembang: Universitas Muhammadiyah Palembang

Yunus, Muhammad. 2018. LoRa | Sistem Komunikasi Wireless Jarak jauh dan Berdaya Rendah. <http://medium.com/@yunusmuhammad007>. [5 Agustus 2021]