



Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis *LoRa* E32 untuk Deteksi Dini Kebakaran Hutan

Wildhany Naufal Chadafi*¹, Rini Puji Astutik²

*^{1,2}Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: wildhan27@gmail.com

Abstrak

Sistem peringatan dini kebakaran hutan sangat penting untuk memberikan peringatan dan menghindari bencana lainnya yang diakibatkan oleh kebakaran hutan. Alat deteksi kebakaran yang digunakan Pemerintah saat ini masih tidak praktis, karena masih menggunakan kabel dalam komunikasi data sehingga dibutuhkan komunikasi secara nirkabel. Penggunaan Long Range Access (LoRa) pada penelitian ini diharapkan mampu menyelesaikan permasalahan tersebut, karena memiliki karakteristik berdaya rendah dan dapat menjangkau area yang jauh secara nirkabel dibandingkan dengan teknologi wifi. Tujuan dari penelitian ini yaitu terciptanya alat yang digunakan untuk mendeteksi kebakaran hutan secara dini dengan sensor pendeteksi asap MQ2 berbasis jaringan nirkabel LoRa dan jarak yang jauh. Mikrokontrolernya menggunakan Arduino dan sebagai komunikasi jarak menggunakan LoRa E32. Metode yang digunakan dimulai dengan study literature, perancangan hardware dan software, pembuatan hardware dan software, pengujian alat, pengambilan data dan analisa hasil. Hasil yang didapat dari penelitian ini yaitu jarak terjauh yang dapat dijangkau oleh LoRa E32 adalah 500 meter. Semakin jauh jarak antara LoRa pengirim dan penerima maka semakin tinggi juga delay penerimaan data, dengan keberhasilan pengiriman data pada LoRa E32 dapat digunakan sebagai pendeteksi kebakaran secara dini dengan jarak maksimal 500 meter.

Kata kunci—*Arduino, Nirkabel, LoRa, Sensor*

Abstract

A forest fire early warning system is very important to provide warnings and avoid the other disasters that caused by forest fires. The fire detection equipment currently used by the government is still impractical, because it still uses cables for data communication, so wireless communication is needed. The use of Long Range Access (LoRa) in this research is expected to be able to solve this problem, because it has low power characteristics and can reach wirelessly remote areas compared to wifi technology. The purpose of this research is to create a tool that used to detect forest fires early with the MQ2 smoke detection sensor based on the LoRa wireless network and long distances. The microcontrol uses Arduino and for distance communication uses LoRa E32. The method used begins with literature study, hardware and software design, hardware and software creation, tool testing, data collection and analysis of results. The results of this research are that the furthest distance that can be reached by LoRa E32 is 500 meters. The greater the distance between the LoRa sender and receiver, the higher the data reception

delay. With successful data transmission on the LoRa E32, it can be used as an early fire detector with a maximum distance of 500 meters.

Keywords—Arduino, LoRa, Sensor, Wireless

1. PENDAHULUAN

Menurut penelitian yang dilakukan Mohamad Jamil *et al.* [1], Saat ini kebakaran hutan menjadi masalah serius yang dapat mengganggu simbiosis dan rantai kehidupan makhluk hidup. Permasalahan ini sudah menjadi perhatian bagi masyarakat, pemerintah maupun dunia. Fenomena ini sering terjadi setiap tahun sering diakibatkan oleh faktor alam dan 99% ulah dari manusia itu sendiri. Pada penelitian yang dilakukan oleh Badri Muhammad *et al.* [2], Sistem peringatan dini kebakaran hutan sangat penting untuk memberikan *warning* dan menghindari bencana lainnya yang diakibatkan oleh kebakaran hutan. Sistem dimaksudkan supaya masyarakat dan pihak terkait mendapat informasi lebih awal terkait kebakaran hutan. Banyak kasus kebakaran hutan diketahui pada saat sudah terjadi kebakaran dan sedikit dapat dideteksi lebih awal.

SiPongi merupakan pemetaan deteksi dini kebakaran dengan basis web yang dibuat oleh pemerintah kita, bekerja sama dengan beberapa instansi lainnya. Kelemahan dari pendeteksi yang dibuat dari pemerintah adalah masi menggunakan kabel dalam pengiriman data sehingga masih tidak praktis. Pemerintah masih menggunakan kabel dikarenakan jika menggunakan wireless di dalam hutan cukup kesulitan dikarenakan *signal* komunikasi di dalam hutan cukup buruk. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut penggunaan komunikasi nirkabel untuk deteksi dini kebakran hutan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh I. R. Pambudi *et al.* [3], menjelaskan perbandingan beberapa teknologi komunikasi nirkabel, Ada berbagai jenis peralatan nirkabel yang dapat digunakan untuk mendukung komunikasi jarak jauh yaitu Wifi, RFID, *Bluetooth* dan *ZigBee*.

Tabel 1. Tabel Perbandingan Teknologi Komunikasi Nirkabel [4]

No	Teknologi	Jarak Maksimal (m)	Kecepatan Data (MB/s)	Konsumsi Daya
1	RFID	100	0,01	Rendah
2	Bluetooth	10	2	Rendah
3	Zigbee	1500	0,25	Rendah
4	LoRa	15000	0,6	Rendah
5	WiFi	60	54	Tinggi

Pada penelitian yang dilakukan oleh Hamid Azwar *et al.* [4] seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 menunjukkan kemampuan perangkat *LoRa* dengan jangkauan paling jauh dibandingkan dengan perangkat nirkabel lainnya. Namun perangkat *LoRa* memiliki keterbatasan berupa kecepatan data pengiriman yang paling kecil nilainya dibandingkan dengan perangkat nirkabel yang ada pada tabel 1. Selain itu juga teknologi komunikasi *LoRa* memiliki konsumsi daya yang relatif kecil dibandingkan dengan *Wifi*.

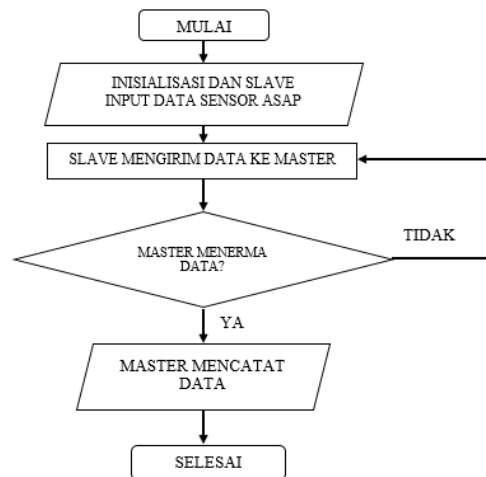
Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Michael Paul Smart Simbolon *et al.* [5], *Long Range Access (LoRa)* merupakan salah satu teknologi komunikasi nirkabel untuk aplikasi *Wireless Sensor Network (WSN)* yang saat ini banyak digunakan. *LoRa* yang menjadi salah satu teknologi dari LPWAN memiliki frekuensi kerja atau pita frekuensi 169 MHz, 433 MHz, 868/915 MHz, dan 2.4 GHz. Dimana frekuensi tersebut dapat digunakan bebas atau tidak berlisensi.

Dari uraian diatas, peneliti bermaksud membuat prototipe sebuah jaringan komunikasi nirkabel menggunakan teknologi komunikasi *Long Range (LoRa)* jenis E32 untuk

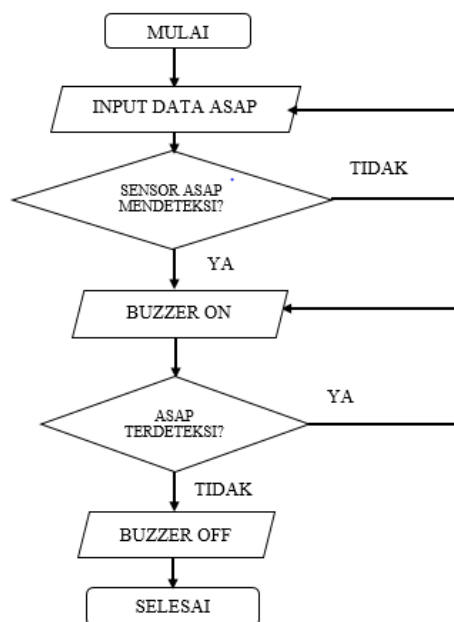
diimplementasikan melakukan pendeteksian dini kebakaran hutan. Sensor yang digunakan adalah sensor asap MQ2. Untuk *output* dari mikrokontroler adalah buzzer yang digunakan untuk alarm ketika terjadi kebakaran hutan sehingga penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi kebakaran hutan sedini mungkin.

2. METODE PENELITIAN

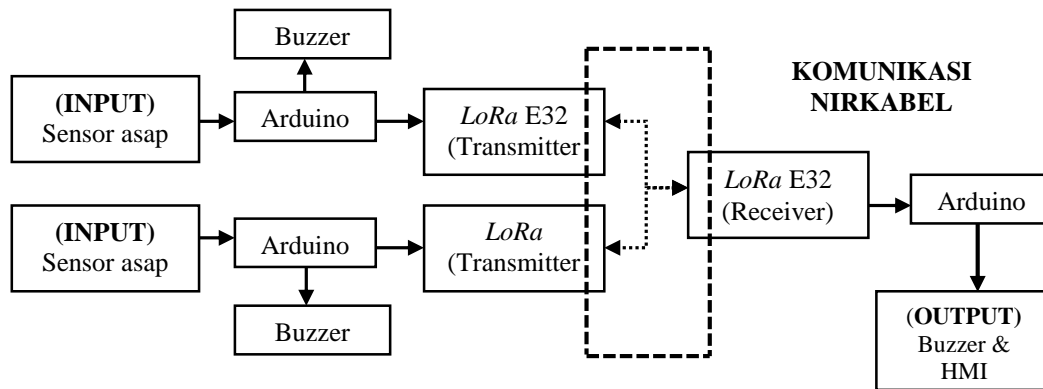
Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan tujuan untuk merancang dan mengembangkan *prototype* perangkat komunikasi *wireless* menggunakan *LoRa* untuk mendeteksi kebakaran hutan secara dini. Berikut di bawah ini merupakan *flowchart* dari sistem komunikasi *LoRa* dan juga *flowchart* dari sistem pendeteksi asap serta diagram dari sistem penelitian ini.



Gambar 1 *Flowchart* Komunikasi *LoRa*



Gambar 2 *Flowchart* deteksi sensor asap



Gambar 3 Diagram Sistem

Diagram sistem pada Gambar 3 menjelaskan bahwa terdapat dua *LoRa* pengirim atau dua *slave* dan satu *LoRa* penerima. Artinya untuk dua *LoRa* pengirim terdapat dua tempat peletakan sensor asap pada penelitian ini dan diharapkan nanti pada pengaplikasian di lapangan secara langsung terdapat banyak *LoRa* pengirim. Hal ini dikarenakan hutan terlalu luas jika hanya menggunakan dua sensor asap. Pada sistem di Gambar 4 setiap *LoRa* memiliki mikrokontroler tersendiri dan pada penelitian ini digunakan mikrokontroler arduino uno, karena pemakaiannya dan juga pemrogramannya yang relatif mudah dibandingkan dengan mikrokontroler lain. Pada sistem ini juga terdapat buzzer yang digunakan sebagai tanda bahwa sensor asap sedang mendeteksi adanya asap.

Penelitian ini dirancang untuk mendeteksi kebakaran secara dini pada hutan, dengan menggunakan 2 tempat untuk peletakan sensor asap sebagai *LoRa* pengirim. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengujian komunikasi terhadap jarak antara *LoRa* pengirim dan *LoRa* penerima. Tujuannya untuk mencapai jarak terjauh dan memperhitungkan tingkat kecepatan dalam pengiriman data. Pengujian terhadap jarak dilakukan pada masing-masing *LoRa*. Pengirim yang dilakukan dari jarak 1 meter hingga 500 meter dengan *range* 100 meter. Pada Gambar 4 merupakan peta dari pengujian komunikasi antara *LoRa* pengirim 1 dengan *LoRa* penerima dan *LoRa* pengirim 2 dengan *LoRa* penerima.



1 mnt (500 m)

Gambar 4 Peta pengujian *LoRa* pengirim 1

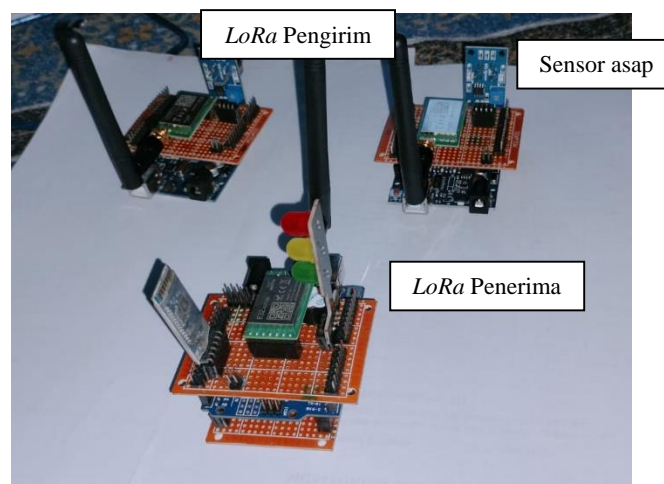


Gambar 5 Peta pengujian *LoRa* pengirim 2

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil dan Perancangan Alat

Dalam penelitian yang telah dilakukan menghasilkan suatu Jaringan sensor nirkabel dengan menggunakan *Long Range (LoRa) E32* untuk deteksi dini kebakaran hutan. Alat ini dapat berjalan dengan program yang sudah dibuat. Pada Gambar 6 merupakan pembuatan alat ini sesuai dengan desain yang telah direncanakan oleh peneliti.

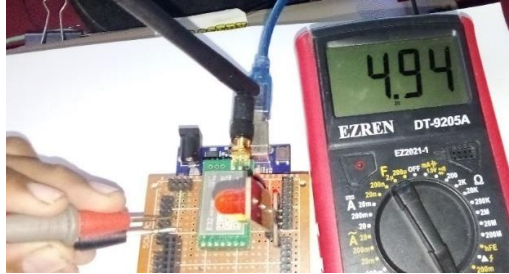


Gambar 6 Perancangan alat

Pada Gambar 6 terlihat bahwa terdapat dua buah *LoRa E32* sebagai pengirim dengan dilengkapi sensor asap MQ2 dan mikrokontroler *Arduino Uno*, serta terdapat satu buah *LoRa Penerima* yang selanjutnya akan diproses oleh mikrokontroler *Arduino uno* dan ditampilkan pada

HMI *wientex* pada PC. Pada dua buah *LoRa* pengirim dilengkapi dengan *buzzer* untuk menandakan bahwa sensor asap telah mendeteksi.

Pada perancangan alat ini juga dilakukan pengetesan tegangan input dimana pada setiap *board* membutuhkan tegangan input 5 volt. Pada Gambar 7 terlihat jelas bahwa tegangan ada *board* sebesar kurang lebih 5 Volt.



Gambar 7 Pengujian tegangan pada *board*

3.2. Hasil pengujian sensor asap MQ2

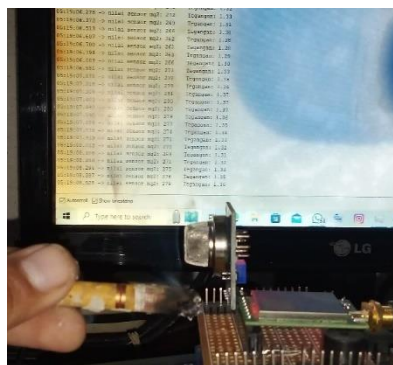
Sensor asap *MQ2* ini berfungsi untuk mendeteksi adanya asap kebakaran hutan dengan tingkat kehandalan yang akan dilakukan pada pengujian ini. Sensor asap *MQ2* dapat mendeteksi adanya gas yaitu pada Gas LPG, Alkohol, Asap, *Propana*, *Hidrogen*, *Metana*, dan Karbon Monoksida. Pengujian dilakukan dengan cara diberi asap menggunakan asap dari rokok yang dijadikan *prtotype* asap kebakaran hutan pada sensor asap *MQ2*. Pembacaan sensor asap ini diproses oleh miktokontroller *Arduino Uno* dan hasil pembacaan sensor asap *MQ2* pada *arduino* ini ditampilkan seperti pada Gambar 8. Untuk hasil dari pengujian dari sensor asap ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengujian sensor asap pada tampilan *Arduino*

No	Pengetesan	Pukul	Nilai sensor asap (dalam satuan ppm)	
			Sensor asap 1	Sensor asap 2
1	Deteksi asap	18:58:42	109	109
2	Deteksi asap	18:58:44	109	109
3	Deteksi asap	18:58:46	109	109
4	Deteksi asap	18:58:48	110	109

Tabel 3 Hasil pengujian sensor asap *MQ2*

No.	Nama sensor	Ukuran ADC		V.max	Keterangan
		Max.	Min		
1.	Sensor MQ2 (1)	1023	0	5Vdc	Normal
2.	Sensor MQ2 (2)	1023	0	5Vdc	Normal



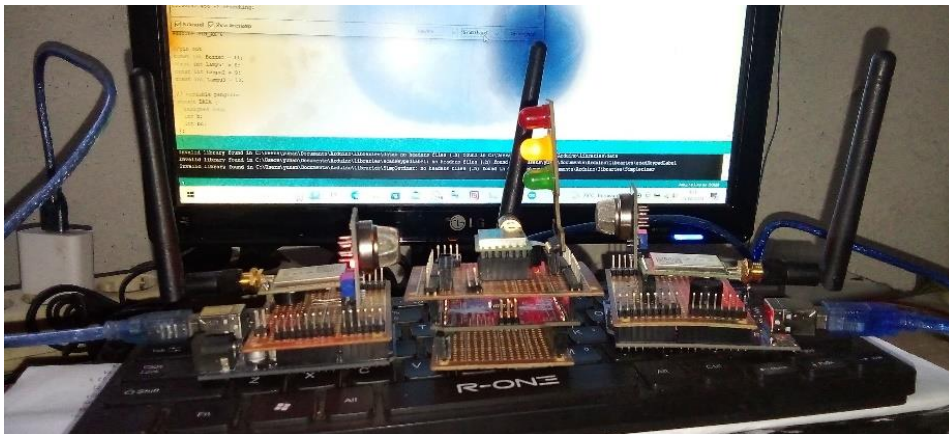
Gambar 8 Pengujian sensor asap

3.3. Pengujian LoRa

Pada pengujian *LoRa* dilakukan dengan cara melakukan pengujian *modbus* pada *LoRa* penerima, dimana terdapat satu *LoRa* sebagai master atau sebagai *LoRa receiver*. Pengujian ini juga dilakukan pada masing-masing *LoRa* pengirim, dimana terdapat dua *LoRa* pengirim. Pada penelitian ini dilakukan dengan pengujian *modbus* pada 1 *LoRa* penerima dan 2 *LoRa* pengirim, yang artinya terdapat 2 tempat peletakan sensor asap yang digunakan untuk mendeteksi secara dini adanya kebakaran. Pada aplikasinya nanti, semakin banyak tempat yang digunakan untuk mendeteksi adanya asap semakin baik. Hal ini dikarenakan hutan yang cukup luas sehingga dibutuhkan banyak sensor asap untuk mendeteksi kebakaran. Pada Tabel 4 terlihat jelas bagaimana *LoRa* penerima berfungsi dengan baik dan juga ditampilkan pada Gambar 10, yaitu pengujian *modbus* pada *slave 1* (*LoRa* penerima 1) dan pada Gambar 11 yaitu pengujian *modbus* pada *slave 2* (*LoRa* penerima 2).

Tabel 4 Pengujian *modbus* pada *LoRa* penerima

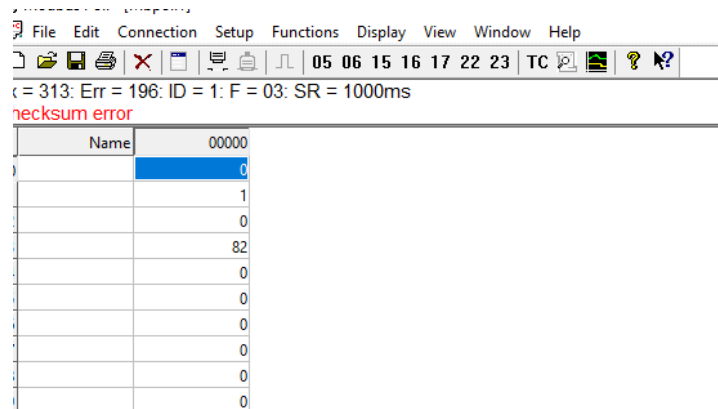
No.	Jenis Register	Adres	Keterangan
1.	Read holding register(4x)	4x0	Bekerja sesuai fungsi
2.	Read holding register(4x)	4x1	Bekerja sesuai fungsi
3.	Read holding register(4x)	4x1.0	Bekerja sesuai fungsi
4.	Read holding register(4x)	4x1.1	Bekerja sesuai fungsi



Gambar 9 Pengujian *LoRa*

Name	Value
0	00000
1	0
2	88
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0

Gambar 10 Pengujian *Modbus Slave 1*

Gambar 11 Pengujian *modbus slave 1*

3.4 Pengujian sistem

Setelah melakukan beberapa pengujian pada setiap komponen untuk memastikan bahwa setiap komponen berjalan dengan baik. Maka selanjutnya dilakukan pengetesan sistem dimana pada pengetesan sistem ini bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh *LoRa E32* ini dapat berkomunikasi secara nirkabel dan juga tanpa internet, serta bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam pengiriman data pada setiap jarak yang dilakukan pengujian. Pada Tabel 5 merupakan hasil dari pengujian sistem yang dilakukan serta sebelumnya terdapat pengujian tegangan pada sistem masing-masing *board* yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 5 pengujian tegangan pada masing-masing board

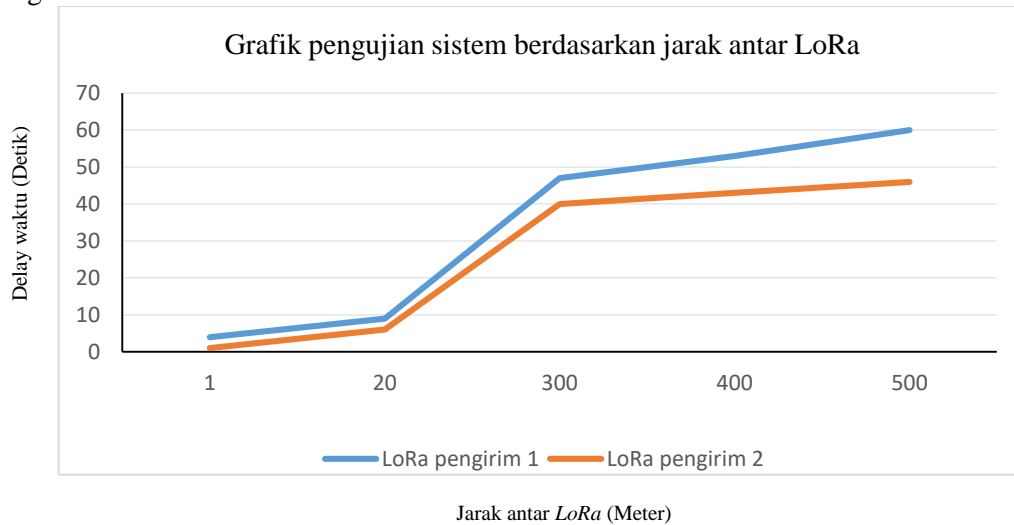
No.	Board	Tegangan Bekerja			Keterangan
		Vmax	Vmin	Gnd	
1	Arduino Uno	12 vdc	5vdc	gnd	Bekerja antara tegangan 5vdc sampai 12 vdc
2	<i>LoRa E32</i>	5vdc	3vdc	gnd	Bekerja antara tegangan 3,3 vdc sampai 5 vdc

Tabel 6. Hasil Pengujian sistem berdasarkan jarak antar *LoRa*

No.	<i>LoRa</i> pengirim	Jarak (Meter)	Data Sensor yang dikirim	<i>Delay</i>	Keterangan
1.	<i>LoRa</i> pengirim 1	1	81	4	Bekerja sesuai fungsi
		20	81	9	Bekerja sesuai fungsi
		300	80	47	Bekerja sesuai fungsi
		400	126	53	Bekerja sesuai fungsi
		500	150	60	Bekerja sesuai fungsi
		600	161	-	Tidak terdeteksi
2.	<i>LoRa</i> pengirim 2	1	130	1	Bekerja sesuai fungsi
		20	87	6	Bekerja sesuai fungsi
		300	128	40	Bekerja sesuai fungsi
		400	210	43	Bekerja sesuai fungsi
		500	230	46	Bekerja sesuai fungsi
		600	245	-	Tidak terdeteksi

Pada Tabel 5 tersebut, pengujian sistem dengan cara melakukan pengetesan sistem penerimaan informasi dari *LoRa* berdasarkan intensitas jarak antara *LoRa* pengirim dan juga *LoRa* penerima. Jarak antara *LoRa* penerima dan *LoRa* pengirim dilakukan dari mulai jarak 1 meter hingga 600 meter dengan range 100 meter serta dicatat untuk delay pengiriman data. Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa jarak maksimal dari *LoRa E32* adalah 500 meter, karena ketika

melakukan pengujian pada jarak 600 meter *LoRa* penerima tidak mampu menerima data dari *LoRa* pengirim dan hasil penelitian tersebut merupakan hasil dari pengambilan data dua *LoRa* pengirim.



Gambar 12 Pengujian sistem berdasarkan jarak antar *LoRa*

Dari data pada Tabel 6 dan juga terlihat lebih *detail* pada grafik Gambar 12 terlihat bahwa perbandingan antara *delay* dari pengiriman data dan jarak antar *LoRa* yaitu semakin jauh jarak antara *LoRa* pengirim dan penerima, maka semakin lama juga pengiriman data. Dimana pada *LoRa* pengirim 1 *delay* tertinggi terjadi pada jarak 500 meter, yaitu dengan waktu pengiriman data mencapai 60 detik. Sedangkan untuk *LoRa* pengirim 2, *delay* pengiriman data mencapai 46 detik pada jarak 500 meter. Setelah dilihat dari hasil pengujian Taabel 6 dapat dianggap bahwa *LoRa* E32 mampu melakukan pendeteksian kebakaran secara dini dengan jarak maksimal 500 meter, dengan *delay* maksimal 60 detik yang masih dalam batas toleransi sebelum melakukan tindakan.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat diambil kesimpulan, yaitu pendeteksian kebakaran hutan secara dini dengan menggunakan sensor asap dapat menggunakan sistem komunikasi *LoRa* dengan jangkauan terjauh untuk pengiriman *LoRa* pada penelitian ini mencapai 500 meter. Pada penelitian ini juga didapat bahwa semakin jauh jarak dari *LoRa* pengirim dan penerima, maka semakin tinggi juga *delay* pengiriman dimana *delay* tertinggi pada *LoRa* pengirim 1 adalah 60 detik dan *LoRa* pengirim 2 adalah 46 detik.

5. SARAN

Dalam merancang dan membangun komunikasi nirkabel berbasis *LoRa* untuk deteksi dini kebakaran hutan ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan, maka dari itu penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya ditambahkan dengan beberapa sensor tambahan agar menambah keakuratan dan kehandalan alat yang digunakan. Penulis menyarankan agar ditambahkan sensor kelembapan dan sensor suhu dikarenakan dua sensor ini sangat membantu dalam deteksi hutan secara dini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim Redaksi Jurnal Teknik Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberi kesempatan, sehingga artikel ilmiah ini dapat diterbitkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mohamad Jamil , Hafid Saefudin, Sarby Marasabessy, 2019, *SISTEM PERINGATAN DINI KEBAKARAN HUTAN MENGGUNAKAN MODUL NODEMCU DAN BOT TELEGRAM DENGAN KONSEP INTERNET OF THINGS (IOT)*.
- [2] BADRI MUHAMMAD, LUBIS P DJUARA, JOKO SUSANTO & SUHARJITO DIDIK, 2018, *Sistem Komunikasi dini Pencegahan Kebakaran Hutan dan Lahan di Provinsi Riau*.
- [3] I. R. Pambudi, Y. Nugraha, and M. Djamal, 2012, *Sistem Telemetri Pemantau Gempa Menggunakan Jaringan GSM.*, Jurnal Otomasi Kontrol dan Instrumentasi, doi: 10.5614/joki.2012.4.1.6.
- [4] Hamid Azwar, Muhammad Diono, dan Rizadi Sasmita Darwis, 2023, *Sistem Telemetri Nirkabel Menggunakan Long Range(LoRa) untuk Deteksi Dini Kebakaran Hutan*.
- [5] Michael Paul Smart Simbolon , Heru Wijanarko¹, Fitriyanti Nakul , dan Rahmi Mahdaliza, 2021, *Penerapan Komunikasi Nirkabel LoRa pada Sistem Pencatat Kehadiran Portabel*.
- [6] D. F. Batubara *et al.*, 2022,, *Implementasi Teknologi LoRa Sebagai Alat Komunikasi Pada Bagan Ikan Terapung Berbasis Web Dashboard Implementation Of LoRa Technology As Communication Tool On Web-Based Dashboard For Floating Fish Platform*, vol. 9, no. 3, pp. 1087–1095.
- [7] F. Y. Roi, T. Y. Agung, M. Lutfi, P. T. Elektronika, and F. Teknologi, 2021, *Alat pelacak berbasis long range wide area network (LoRawan)*.
- [8] M Ihaab Munabbih, Eko Didik Widiyanto, Yudi Eko Windarto, Erwan Yudi Indrasto, 2020, *Rancang Bangun Sistem Pemantau Kualits Udara menggunakan Arduino dan LoRa berbasis Jaringan Sensor*.
- [9] Taryana Suryana, 2021, *Implementasi Modul Sensor MQ2 Untuk Mendeteksi Adanya Polutan Gas di Udara*.
- [10] Hasto Soebagia¹ , Evyta Wismiana , Bonny Noor Rasad, 2021, *Pemanfaatan Sensor Asap/Gas MQ-2 dan Sensor Api HW-484 untuk Peringatan Dini Kebakaran Berbasis Internet of Things (IoT)*.
- [11] Mustaziri, Yulian Mirza, Hartati Deviana, 2020, *Sistem Monitoring Parkir Mobil Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*.
- [12] Yunita Sari¹, Aldy Waliyuddin, 2021, *ALAT DETEKSI POLUSI UDARA DALAM RUANGAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)*.
- [13] Yohanes C Saghoa, Sherwin R.U.A. Sompie, Novi M. Tulung, 2020, *Kotak Penyimpanan Uang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*.
- [14] Eko Didik Widiyanto¹ , Al Arthur Faizal, Dania Eridani, Richard Dwi Olympus Augustinus, Michael SM Pakpahan, 2019, *Simple LoRa Protocol: LoRa Communication Protocol for Multisensor Monitoring Systems*.
- [15] Sugihardi, Solekhan, Mohammad Dahlan, 2022, *SISTEM MONITORING PEMAKAIAN LISTRIK MENGGUNAKAN LORA BERBASIS APLIKASI*.
- [16] Husnibes Muchtar, Ichsan Prasetyo, Haris Isyanto, 2022, *Desain Pembuatan Alat Pemantauan Temperatur dan Kelembaban dengan Menggunakan Teknologi LoRa*.
- [17] Muhammad Ivan Fadilah , Muammar Hamaluddin, Umar Muhammad , Mukhlisin, 2022, *Rancang Bangun Perangkat Komunikasi Wireless Menggunakan LoRa pada Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban dan Kecepatan Angin*.