

## RANCANG BANGUN ALAT KOMUNIKASI ANTAR *SMARTPHONE* MELALUI JARINGAN NIRKABEL LORA MULTI-HOP

Alwi Nanda Fadillah<sup>1</sup>, Ahmad Defid Almazazi<sup>2</sup>, Ir. Morlan Pardede, M. T.<sup>3</sup>  
Teknik Telekomunikasi<sup>1,2,3</sup>, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan  
alwifadillah@students.polmed.ac.id<sup>1</sup>, ahmadalmazazi@students.polmed.ac.id<sup>2</sup>,  
morlanpardede@polmed.ac.id<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah prototipe yang dapat berkomunikasi antar *Smartphone* tanpa internet dan jaringan seluler di daerah yang terkena bencana alam seperti tsunami, tanah longsor, dan lain-lain. Serta dapat berkomunikasi di daerah perhutanan. Pada penelitian ini peralatan yang digunakan adalah NodeMCU Esp8266 sebagai mikrokontroler dan penerima data dari modul LoRa, modul LoRa SX1278 RA-02 sebagai media komunikasi nirkabel jarak jauh menggunakan frekuensi, Modul *Bluetooth* HC-06 sebagai pengirim dan penerima pesan yang terhubung dengan *Smartphone*. Setiap NodeMCU mempunyai sebuah nomor ID dan pada penelitian ini memakai 3 node untuk berkomunikasi. Pesan yang akan dikirimkan pada node yang ada dimasukkan dari *Smartphone* dimana setiap pesan dilengkapi nomor ID node tujuan. Pesan dikirim dari *Smartphone* ke NodeMCU dan selanjutnya dari NodeMCU ke modul LoRa untuk dipancarkan ke node tujuan melalui node multi-hop. Kemudian pesan akan diterima modul LoRa tujuan dan selanjutnya diproses NodeMCU untuk ditampilkan pesan *Smartphone* tujuan. Dengan penerapan multi-hop maka jangkauan jaringan dapat lebih jauh dan dapat mengatasi halangan seperti pepohonan, gedung, dan lain-lain. Pengiriman pesan dapat ditambah jumlahnya dengan menambah node jaringan. Dengan terciptanya prototipe ini, nantinya dapat berkomunikasi antar *Smartphone* tanpa internet dan jaringan seluler di daerah yang terkena bencana alam maupun perhutanan sehingga pesan informasi dapat tersampaikan.

**Kata Kunci** : NodeMCU ESP8266, LoRa SX1278 Ra-02, Modul Bluetooth HC-06

### PENDAHULUAN

Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, gunung meletus, banjir, kekeringan, tanah longsor, dan lain-lain (BNPB, 2011). Saat ini bencana alam sering terjadi, bagi sebagian besar posko ataupun tim relawan yang berada pada wilayah bencana tersebut sulit untuk berkomunikasi dikarenakan kerusakan infrastruktur oleh bencana itu sendiri. Kebutuhan komunikasi ditempat bencana sangat diperlukan untuk evakuasi masyarakat yang terkena dampak dari bencana alam. Maka dari itu, kebutuhan infrastruktur seperti koneksi internet sangat dibutuhkan dalam memberikan pesan informasi sesama posko ataupun tim relawan untuk memudahkan evakuasi masyarakat yang terkena dampak bencana alam. Sehingga dibutuhkan suatu teknologi atau alat yang dapat memberikan komunikasi jarak jauh tanpa internet secara mudah, dapat dikontrol kapanpun, dan dapat dilakukan walaupun jaraknya jauh.

Seiring dengan pergeseran pola pemanfaatan komunikasi dari pemenuhan kebutuhan biasa ke arah sebagai kebutuhan sehari-hari, dunia perdagangan komunikasi sangat mendapat perhatian yang sangat serius dari berbagai kalangan terutama masyarakat sekarang ini. Keinginan masyarakat untuk menikmati, memiliki, dan berkomunikasi dimanapun dan kapanpun semakin meningkat. Berkomunikasi dalam memberikan informasi yang baik dan pada waktu yang tepat yaitu melalui internet. Tetapi berkomunikasi melalui internet dapat terhambat dalam pengiriman informasi kepada penerima informasi tersebut. Penyebabnya adalah karena bisa dari berbagai faktor. Permasalahan ini dapat dipecahkan menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). *Internet of Things* (IoT) merupakan aktifitas yang pelakunya saling berinteraksi dan dilakukan dengan internet (Sulaiman and Widarma 2017). Sehingga pengguna dapat berkomunikasi tepat waktu dan dapat dilakukan walaupun jaraknya jauh. Tetapi IoT memiliki kekurangan yaitu komunikasi jaringan seluler atau internet yang harus selalu tersedia untuk penggunaannya.

Saat ini perkembangan teknologi sudah sangat maju. Salah satu teknologi yang sering digunakan adalah teknologi tanpa kabel atau yang lebih dikenal dengan kata *wireless*. Salah satu teknologi *wireless* yang populer selain IoT pada saat ini adalah LoRa (*Long Range*). LoRa merupakan teknologi komunikasi jarak jauh yang cakupan jaringannya cukup luas. Banyak keuntungan dari penggunaan LoRa yaitu jangkauan LoRa yang cukup jauh, kapasitas data rendah, konsumsi daya rendah, transmisi data aman, serta mendapatkan daya tarik dalam jaringan IoT pada saat ini. Dengan menggunakan LoRa maka bisa melakukan pengontrolan dalam komunikasi dari jarak jauh, baik dalam kondisi tanpa internet pada *smartphone* serta kondisi didaerah yang terkena bencana alam maupun perhutanan yang sangat sulit mendapatkan koneksi internet untuk berkomunikasi.

### **TINJAUAN PUSTAKA**

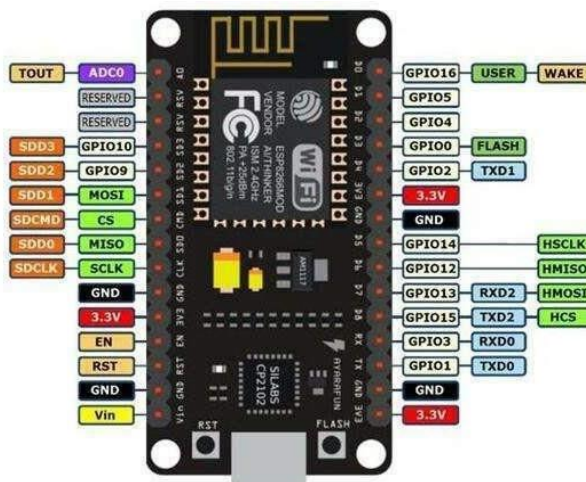
Sebuah penelitian berjudul “Penggunaan Komunikasi Bluetooth pada Smartphone Android untuk Pengiriman Data pada Jam Digital Berbasis Arduino” dibuat oleh Sarifudin, Manshur, dan Angga Tirtana dari Politeknik Negeri Banjarmasin. Penelitian ini dirancang dan dibuat dengan menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler utama, Bluetooth HC-06 sebagai media telekomunikasi antar komponen, Buzzer sebagai pendering, *Power Supply* sebagai pemasok daya bagi alat, Display Dot Matrix P4 sebagai penampil data yang diterima oleh Arduino, Shift Register IC SN74HC595 sebagai IC register geser serial, RTC DS3231 sebagai memori waktu dan tanggal, Smartphone Android sebagai media pengguna, dan App Inventor sebagai aplikasi web sumber terbuka yang digunakan untuk membuat aplikasi perangkat lunak dengan kustomisasi sesuai keinginan pengguna. Penelitian dan perancangan alat ini dibuat untuk di implementasikan pada jam-jam digital yang biasa digunakan pada lokasi atau bangunan tertentu, misalnya sebagai penunjuk waktu sholat digital pada masjid-masjid. Nantinya, untuk bisa mengatur waktu pada alat ini, pengguna dapat mengaturnya melalui smartphone Android yang sudah dihubungkan ke mikrokontroler Arduino Uno dengan program yang telah dibuat agar alat dapat bekerja dengan sempurna (Sarifudin, Manshur et al. 2017).

Penelitian berjudul “Implementasi *Wireless Sensor Network* Sebagai Pendeteksi Kebakaran Berbasis LoRa”. Pada penelitian ini, Muhammad Alhasan M. Merancang alat dengan menggabungkan komponen LoRa SX1278 sebagai komponen utama *transceiver*, Arduino UNO sebagai mikrokontroler, sensor api Black IR Receiver sebagai detektor api, sensor MQ2 sebagai sensor asap atau gas, dan RSSI (*Received Signal Strength Indication*) sebagai alat pengukur kualitas sinyal yang diterima. Keseluruhan komponen utama nantinya akan dihubungkan sedemikian rupa dan diinput program yang telah dibuat dan disesuaikan untuk bisa bekerja dengan baik dalam mendeteksi kebakaran pada tempat-tempat tertentu yang telah dipasang alat rancangan tersebut. Disini, pembuat alat menggunakan ThingSpeak sebagai perangkat lunak untuk bisa digunakan oleh pengguna dalam mengontrol dan memantau alat yang dibuat (ALHASAN M 2019). Penelitian berjudul “Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Berbasis Arduino Uno dengan Menggunakan Komunikasi LoRa”. Pada penelitian ini, merancang alat dengan menggabungkan komponen LoRa SX1278 sebagai komponen utama *transceiver*, Arduino UNO sebagai mikrokontroler, modul *Bluetooth* HC-06 sebagai media telekomunikasi, motor servo sebagai penggerak, dan RSSI (*Received Signal Strength Indication*) sebagai pengukur kualitas sinyal yang diterima. Keseluruhan komponen nantinya dihubungkan dan diinput program yang telah dibuat serta disesuaikan agar dapat bekerja dengan baik dalam memberikan pakan ikan yang telah dipasangkan alat rancangan tersebut (Efendy, Hidayat et al. 2021).

### **NodeMCU ESP8266**

NodeMCU ESP8266 merupakan modul Wifi sekaligus mikrokontroler yang didalamnya sudah termasuk *processor* dan memori sehingga modul ini bisa berdiri sendiri tanpa menggunakan mikrokontroler tambahan karena sudah memiliki perlengkapan layaknya mikrokontroler, serta dapat terhubung langsung dengan Wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Modul ini membutuhkan daya sekitar 3.3v dan dapat diberi daya melalui port USB. dengan memiliki tiga mode wifi yaitu

Station, Access Point dan Both (keduanya). Berikut gambar 1. merupakan gambar *Pin Out* NodeMCU ESP8266.



Gambar 1. *Pin Out* NodeMCU ESP8266  
Sumber: Faudin, 2017

### Modul Bluetooth HC-06

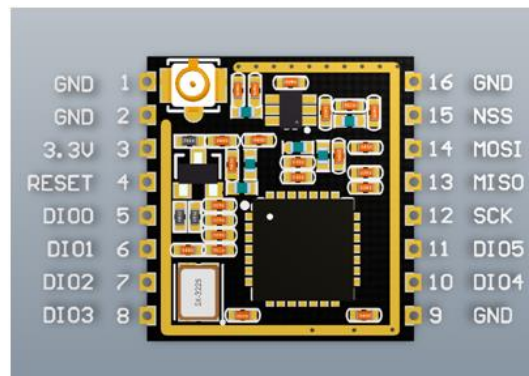
Modul *Bluetooth* adalah suatu perangkat yang berfungsi sebagai media penghubung antara smart phone android dengan mikrokontroller yang sudah tertanam modul *Bluetooth* tersebut. HC-06 adalah sebuah modul *Bluetooth SPP (Serial Port Protocol)* yang mudah digunakan untuk komunikasi serial *wireless (nirkabel)* yang mengkonversi port serial ke *Bluetooth*. HC-06 menggunakan modulasi *bluetooth V2.0 + EDR (Enhanced Data Rate) 3 Mbps* dengan memanfaatkan gelombang radio berfrekuensi 2,4 GHz. Modul ini dapat digunakan sebagai slave maupun master. Berikut gambar 2. *Pin Out* modul *Bluetooth HC-06*.



Gambar 2. Bentuk Fisik dan *Pin Out* Modul *Bluetooth HC-06*  
Sumber: Oktavia Fajarianti, 2020

### Modul LoRa SX1278

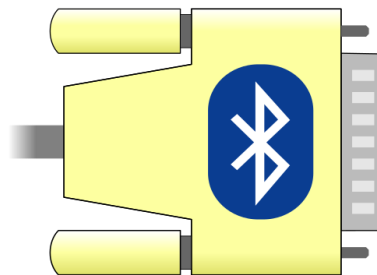
LORA SX1278 merupakan sebuah modul LORA yang menyediakan jangkauan penyebaran spektrum *ultra long* dan memiliki interferensi tinggi untuk meminimalkan konsumsi daya. Menggunakan Teknik modulasi LoRa yang dipatenkan Semtech, SX1278 dapat mencapai sensitivitas lebih dari -148 dBm menggunakan bahan kristal dengan biaya rendah dan bill of material. Sensitivitas tinggi yang dikombinasikan dengan penguat daya +20 dBm terintegrasi menghasilkan link budget yang menjadikannya optimal untuk aplikasi apa pun yang membutuhkan jarak jangkau yang jauh. LoRa ini memberikan keuntungan yang signifikan dalam pemblokiran dan selektivitas atas teknik modulasi konvensional, memecahkan masalah jarak jangkau, gangguan kekebalan dan konsumsi energi. Perangkat ini juga mendukung mode (G) FSK untuk sistem termasuk WM Bus, IEEE 802.15.4g. Berikut gambar. *Pin Out* modul LoRa SX1278.



Gambar 3. Pin Out Modul LoRa SX1278  
Sumber: Ai-Thinker, 2017

### Aplikasi Serial Bluetooth Terminal

Serial *Bluetooth* Terminal adalah aplikasi akses terminal yang memungkinkan Anda mengakses mikrokontroler arduino dan perangkat lain dengan antarmuka UART. Aplikasi yang sangat spesifik untuk hiburan dan rekreasi pendidikan: program ini cocok untuk pemrogram pemula yang tertarik menggunakan papan Arduino untuk mengontrol elemen buatan sendiri dari jarak jauh melalui modul komunikasi nirkabel Bluetooth HC05 dan HC06. Berikut gambar 3. Tampilan aplikasi serial Bluetooth terminal.



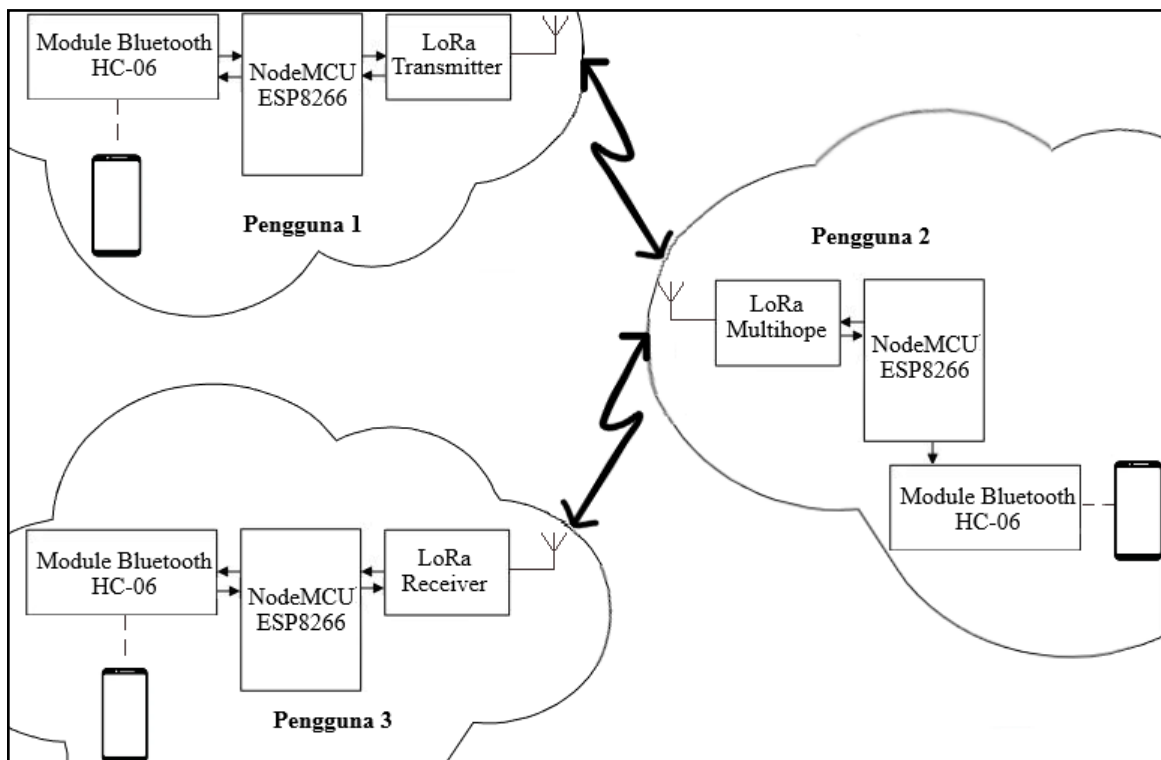
Gambar 4. Tampilan Aplikasi Serial Bluetooth Terminal  
Sumber: APKshki, 2022

### METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang terdiri dari beberapa tahap yaitu pengumpulan informasi awal, perancangan alat, perancangan jaringan, uji coba awal, dan tahap perbaikan berdasarkan hasil coba awal.

### Perancangan Perangkat Keras

Adapun rancangan perangkat keras yang akan dilakukan adalah model Eksprimental yaitu merancang dan membangun modul Bluetooth agar dapat terhubung ke Smartphone, merancang dan membangun jaringan nirkabel LoRa multi-hop untuk berkomunikasi seperti ditunjukkan pada gambar 5. Diagram blok berikut ini.



Gambar 5. Diagram Blok Rancangan

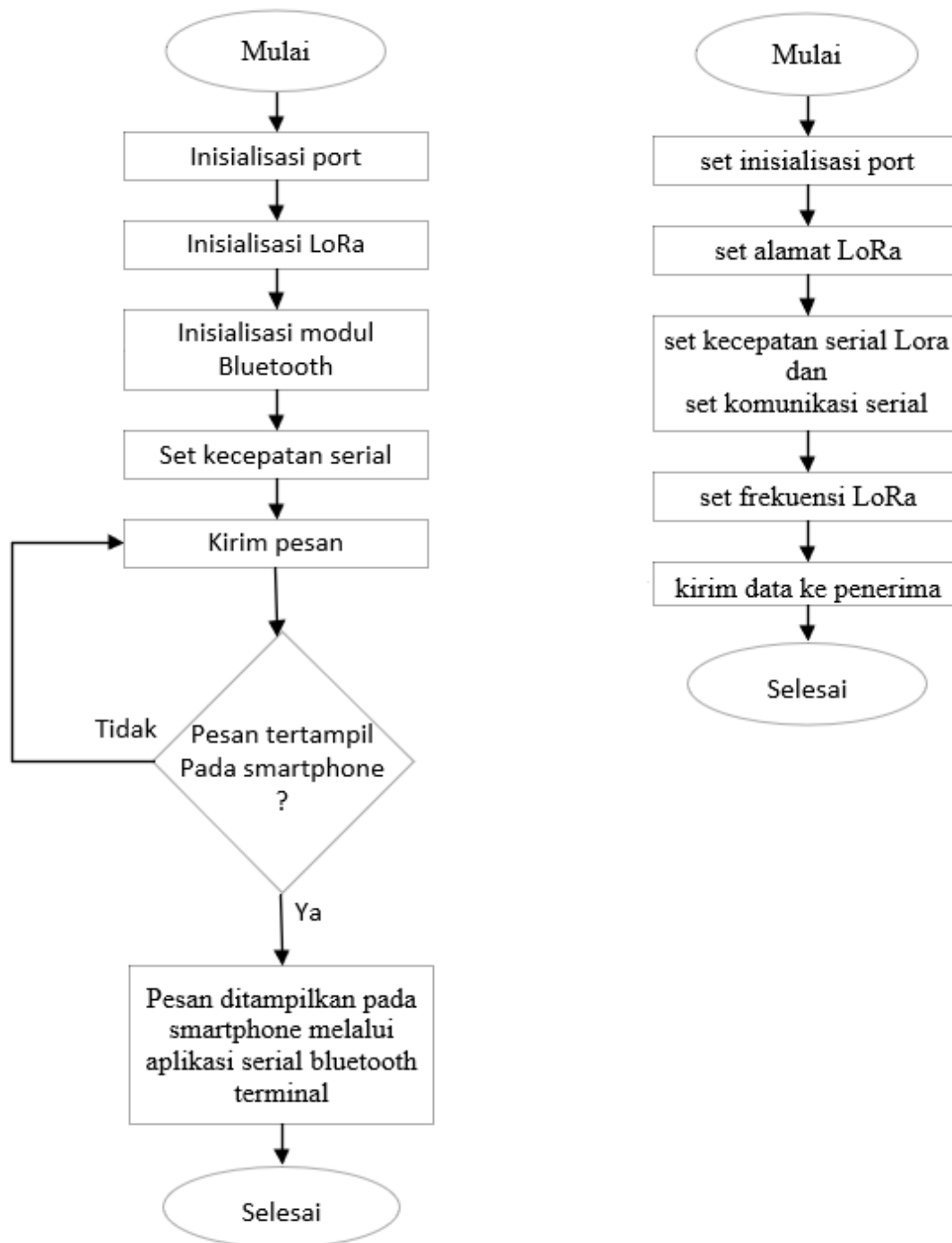
Sesuai pada gambar 5. Bahwa pada penerapan ini sistem komunikasi melalui dua tahapan inisialisasi yaitu *smartphone* dengan Modul *Bluetooth* dan NodeMCU dengan LoRa untuk dapat berkomunikasi. Proses pengiriman informasi dikirimkan dari *smartphone* transmitter yang terhubung dengan modul *Bluetooth* kemudian informasi tersebut diproses NodeMCU untuk selanjutnya diteruskan ke LoRa transmitter untuk dipancarkan. Informasi yang dipancarkan tersebut akan diterima LoRa multi-hop dan dapat dilihat pada *Smartphone* pengguna 2 tetapi tidak dapat mengirimkan pesan informasi. LoRa multi-hop akan mengirimkan data ke NodeMCU untuk diproses dan akan dipancarkan kembali oleh LoRa multi-hop ke LoRa receiver. Kemudian informasi tersebut diproses NodeMCU untuk ditampilkan pada *smartphone* receiver. Begitu pula sebaliknya untuk proses pengiriman informasi.

Rancangan penelitian alat komunikais antar *smartphone* melalui jaringan nirkabel LoRa Multi-Hop yaitu:

1. Masukan/input dari mikrokontroler adalah modul Bluetooth yang tersambung dengan *smartphone*, dan modul LoRa. Mikrokontroler menerima masukan dari modul bluetooth tersebut dan data tersebut akan diproses dan diprogram.
2. Kemudian setelah diproses didalam mikrokontroller maka akan dikirim ke LoRa transmitter.
3. Lalu, dari LoRa transmitter nantinya akan dikirim ke LoRa receiver yang jauh dari jangkauan pemantau melalui LoRa Multi-Hop.
4. Hasil yang diterima oleh LoRa receiver akan diteruskan ke NodeMCU yang tersambung ke bluetooth agar hasilnya dapat dilihat di android pada aplikasi serial Bluetooth terminal.

### Perancangan Perangkat Lunak

Pada penelitian ini akan dibahas bagaimana algoritma kerja sistem pada alat yang akan dibuat dengan menggunakan *flowchart*. *Flowchart* berisi diagram alur rancangan kerja alat, yang terdiri dari membaca perintah dan perbandingan berikut algoritma sistem kerja alat.



Gambar 6. Flowchart Perancangan

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Telekomunikasi dan Lapangan Politeknik Negeri Medan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengujian Komunikasi Bluetooth

Pengujian modul Bluetooth berfungsi untuk menguji sampai sejauh mana modul dapat tersambung dengan smartphone. Modul Bluetooth digunakan sebagai komponen yang terhubung ke NodeMCU

## Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

untuk dapat tersambung ke aplikasi serial Bluetooth terminal yang telah terinstal di smartphone. Pengujian dilakukan dengan menjauhkan smartphone dari node jaringan.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Komunikasi Bluetooth

No.	Jarak (m)	Pesan dikirim	Pesan diterima	Keterangan Koneksi smartphone dengan Node
1.	3	POLMED	POLMED	Terkoneksi
2.	5	POLMED	POLMED	Terkoneksi
3.	8	POLMED	POLMED	Terkoneksi
4.	10	POLMED	-	Hilang Koneksi

### Pengujian Komunikasi LoRa

Pengujian LoRa SX1278 berfungsi untuk menguji sampai sejauh mana jarak antar modul tiap node mampu mengirim data terhadap modul lora yang telah di atur sebagai pengirim dan penerima. Pengujian dilakukan dengan menjauhkan tiap node jaringan.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Komunikasi LoRa

No.	Jarak (m)	Pesan dikirim	Pesan diterima	Keterangan Nilai RSSI
1.	15	POLMED	POLMED	-67 dBm
2.	30	POLMED	POLMED	-70 dBm
3.	50	POLMED	POLMED	-81 dBm
4.	100	POLMED	POLMED	-87 dBm
5.	200	POLMED	POLMED	-91 dBm
6.	250	POLMED	POLMED	-100 dBm
7.	300	POLMED	-	Hilang Koneksi

### Pengujian fungsional

Dalam pengujian keseluruhan alat (fungsional), semua komponen sudah digabung menjadi satu. Dalam hal ini, akan diproses berkomunikasi pada titik yang mana sudah terpasang alat rancangan. Proses berkomunikasi kemudian dilakukan dengan mengirimkan pesan berupa teks dari salah satu node ke lokasi node dititik lain yang telah ditentukan. Jika pesan teks tertampil pada layar smartphone, alat rancangan telah berkerja dengan baik. Pengujian fungsional dilakukan dengan menggabungkan seluruh komponen menjadi sebuah node jaringan yang mana sudah dapat bekerja dengan baik. Baik dari terhubungnya smartphone dengan modul Bluetooth maupun terhubungnya komunikasi LoRa antar node jaringan.

**Tabel 3.** Pengujian fungsional

No.	Jarak antar Node (m)	Waktu pengiriman data	Data Yang Dikirim dari Node 1		Waktu data diterima	Lama waktu pengiriman data
			Node 2	Node 3		
1.	70	21:46:46.073	POLMED	POLMED	21:46:47.269	1.1 detik
2.	110	21:49:02.100	POLMED	POLMED	21:49:05.833	3.7 detik
3.	160	21:52:17.413	POLMED	POLMED	21:52:20.738	3.3 detik
4.	210	21:55:35.269	POLMED	POLMED	21:55:39.765	4.5 detik
5.	260	21:58:47.567	-	-	-	-

### Pembahasan

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian baik setiap komponen maupun secara keseluruhan, maka dapat disimpulkan bahwa rangkaian ini dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan fungsi yang di inginkan. Pada saat pengukuran beberapa rangkaian sistem terdapat perbedaan sedikit dari hasil pengukuran dengan hasil dari teori maupun *datasheet* komponen. Hal ini terjadi karena beberapa faktor seperti nilai komponen yang tidak sesuai dengan labelnya, toleransi nilai komponen dari pabrik dan kurangnya teliti dalam pengukuran maupun alat ukur yang dalam keadaan kurang baik.

Adapun pembahasan dari hasil pengukuran dan pengujian baik setiap komponen maupun secara keseluruhan, dapat dibahas dari hasil pengujian komunikasi Bluetooth, dapat dilihat bahwa koneksi Bluetooth dapat dikatakan terkoneksi dengan baik dalam jarak 0 sampai dengan 8 meter, sedangkan jika jarak melebihi 8 meter, maka koneksi akan mulai memburuk dan mengalami putus koneksi pada jarak sekitar 10 meter. Dari hasil pengujian komunikasi LoRa, dapat disimpulkan bahwa LoRa masih dapat terkoneksi dengan sangat baik pada radius jarak 0 sampai dengan 30 meter. Pada jarak sekitar 50 sampai 100 meter, koneksi mulai berkurang tapi masih dapat dikatakan terkoneksi dengan baik, hanya saja pada RSSI nya sudah menyentuh angka -81 sampai dengan -87 dBm. Kemudian pada jarak lebih dari 100 meter, koneksi memburuk dengan status RSSI menyentuh angka -91 sampai dengan -100 dBm yang dapat dikatakan bahwa koneksi ini sangatlah buruk. Kemudian pada jarak lebih dari 250 meter, koneksi sudah tidak stabil dan terputus pada jarak lebih dari 250 meter.

Pada hasil pengujian fungsional, dapat ditarik pembahasan bahwa jarak antar node dan modul Bluetooth sangat berpengaruh pada koneksi keseluruhan perangkat dan waktu pengiriman pesan. Percobaan ini dilakukan dengan jarak antar node dan modul Bluetooth dari 70 meter, sudah delay sekitar 1 detik barulah pesan dapat diterima oleh receiver setelah dikirimkan oleh transmitter. Lalu, pada jarak 110 meter sampai dengan 210 meter, pesan masih dapat diterima oleh receiver, namun delay yang terjadi sekitar 3-4 detik setelah pesan dikirimkan. Terakhir, pada percobaan dengan jarak sekitar lebih dari 260 meter, koneksi terputus dan pesan tidak dapat diterima oleh receiver. Hal ini menunjukkan bahwa ketika jarak terlalu jauh dan terlalu banyak penghalang maka akan mempengaruhi koneksi yang bisa membuat koneksi berakhir dengan terputus.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil uji coba rancangan yang telah dilakukan, didapat kesimpulan yaitu, Berdasarkan pengujian komunikasi Bluetooth yang telah dilakukan maka diperoleh batas jarak maksimum jangkauan komunikasi dari smartphone ke transmitter atau pun receiver yaitu 8 meter. Sedangkan jarak antara transmitter ke receiver maksimum adalah 250 meter. Tampilan pada aplikasi Serial Bluetooth Terminal sangat bergantung pada transmisi LoRa untuk mengirim dan menerima informasi ketika ada pesan yang dikirim dari salah satu node. Kemudian jarak dan halangan antara transmitter dengan receiver sangat mempengaruhi kualitas sinyal koneksi dan delay pesan yang diterima, semakin dekat jarak dan tidak ada halangan, maka koneksi akan sangat baik, begitu pun sebaliknya. Dan antena yang digunakan sangat berpengaruh pada jarak dan kekuatan koneksi antara transmitter dengan receiver, semakin baik antena yang digunakan maka jangkauan jarak antara transmitter dengan receiver dapat semakin jauh tanpa harus mengalami penurunan kualitas koneksi dengan sangat drastis. Berdasarkan hasil uji coba alat yang sudah dilakukan masih terdapat kekurangan pada sistem ini. Untuk pengembangan selanjutnya ada beberapa saran untuk mengembangkan alat ini, diantaranya yaitu, untuk rancangan selanjutnya disarankan menggunakan antena yang lebih besar, karena jika antena besar dapat menjangkau jangkauan yang lebih jauh dan luas. Dan disarankan juga untuk menggunakan model LoRa Dragino LoRa GPS *Shield* dengan dilengkapi *board* yang telah terintegrasi dan kemampuan mengirimkan data yang lebih baik.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima Kasih Kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

ALHASAN M, M. (2019). "Implementasi Wireless Sensor Network Sebagai Pendeteksi Kebakaran Berbasis Lora.".



Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

Efendy, S., et al. (2021). RANCANG BANGUN ALAT PEMBERI PAKAN IKAN BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN MENGGUNAKAN KOMUNIKASI LORA, INSTITUT TEKNOLOGI PLN.

Espressif IOT Team, 2020. ESP8266EX Datasheet. (July), hal 1 – 31. Tersedia pada: <0a-esp8266ex\_datasheet\_en.pdf>.

Sarifudin, S., et al. (2017). "Penggunaan Komunikasi Bluetooth Pada Smartphone Android Untuk Pengiriman Data Pada Jam Digital Berbasis Arduino." Jurnal ELTIKOM: Jurnal Teknik Elektro, Teknologi Informasi dan Komputer 1(2): 102-112.

Semtech, 2015. LoRa™ Modulation Basics Semtech. AN1200.22 (May), hal.1 – 26.

Semtech, 2018. What is LoRa? | Semtech LoRa Technology | Semtech. Tersedia pada: <<https://www.semtech.com/lora/what-is-lora>>.

Sulaiman, O. K. and A. Widarma (2017). "Sistem internet of things (IoT) berbasis cloud computing dalam campus area network".