

Tingkat Koordinasi *Long Range* untuk Penyandang Disabilitas Netra dengan Metode *Point-to-Point* Menggunakan *Braille-Text*

Syifa Nurul Afni[#], Tata Supriyadi, Rifa Hanifatunnisa

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Kabupaten Bandung Barat 40559, Indonesia
[#]syifa.nurul.tkom18@polban.ac.id

Abstrak

Penyandang disabilitas netra merupakan seseorang dengan keterbatasan penglihatan yang mengakibatkan kendala dalam melakukan aktivitas. Karena hal tersebut mereka biasa didampingi keluarga untuk membantu aktivitasnya, namun tidak lantas dapat terus didampingi 24 jam. Mayoritas disabilitas netra menggunakan tongkat untuk membantu melakukan aktivitas perjalanan mandiri. Beberapa teknologi yang dikembangkan adalah tongkat cerdas untuk pemandu jalan dan pengawasan jarak jauh. Namun, saat beraktivitas mandiri disabilitas netra belum bisa melakukan kontak antar sesamanya. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu teknologi tongkat yang dapat digunakan penyandang disabilitas netra melakukan interaksi atau koordinasi antar sesamanya dengan mendapatkan informasi jarak dari tongkat ke tongkat sehingga dapat mengetahui adanya teman yang berada di posisi terdekatnya. Sistem direalisasikan menggunakan *Global Positioning System* (GPS) untuk mendeteksi titik koordinat lokasi tongkat dan menggunakan komunikasi *long range* (LoRa) untuk melakukan pengiriman dan penerimaan data GPS. Data GPS kedua titik lokasi tongkat akan diolah dengan Arduino yang akan menghasilkan nilai jarak kedua tongkat dan divisualisasikan oleh aktuator *braille*. Hasil pengujian alat menunjukkan secara fungsional sistem berhasil direalisasikan dengan hasil pengujian jarak antar dua tongkat didapatkan rata-rata akurasi kesalahan 0,61 meter dari jarak sebenarnya dan aktuator *braille* dapat memvisualisasikan data jarak dengan ketepatan konversi 100%.

Kata kunci: *braille*, disabilitas netra, GPS, LoRa

Abstract

People with visual impairments are people with visual impairments that cause problems in carrying out activities. Because of this, they are usually accompanied by their families to help with their activities, but they cannot always be accompanied 24 hours a day. The majority of blind people use a cane to help with independent travel activities. Some of the technologies being developed are smart sticks for walking guidance and remote surveillance. However, when doing independent activities, the blind cannot make contact with each other. This study aims to create a stick technology that can be used by people with visual impairments to interact or coordinate with each other by getting information on the distance from stick to stick so that they can find out if a friend is in their closest position. The system is realized using the *Global Positioning System* (GPS) to detect the coordinates of the stick location and uses *long range* (LoRa) communication to transmit and receive GPS data. The GPS data of the two stick location points will be processed with Arduino which will produce the distance value of the two sticks and visualized by a *braille* actuator. The results of the tool testing show that the functional system has been successfully realized with the results of testing the distance between the two sticks that an average error accuracy of 0.61 meters is obtained from the actual distance and the *braille* actuator can visualize distance data with a conversion accuracy of 100%.

Keywords: *braille*, visual impairments, GPS, LoRa

I. PENDAHULUAN

Mata merupakan salah satu indra penglihatan yang menjadi sumber informasi vital bagi manusia.

Namun, ketika seseorang mengalami gangguan pada indra penglihatannya, maka kemampuan dalam melaksanakan kegiatan sehari-hari tentu akan banyak mengalami kesulitan dan kendala karena informasi yang diperoleh akan jauh berkurang

dibandingkan mereka yang penglihatannya normal. Adanya keterbatasan kemampuan disabilitas netra membuat mereka harus memiliki pendamping untuk membantu melakukan sesuatu. Namun, tidak lantas disabilitas netra bisa melakukan seluruh aktivitasnya dengan didampingi selama 24 jam. Mayoritas penyandang disabilitas netra menggunakan tongkat untuk membantu dalam melakukan aktivitas perjalanan secara mandiri dan aman. Saat ini sudah banyak tongkat elektronik yang dibuat oleh para peneliti untuk membantu penyandang disabilitas netra baik itu untuk menghindari kecelakaan ataupun sebagai pengawasan jarak jauh oleh keluarga [1]. Namun, ketika sedang beraktivitas di luar penyandang disabilitas netra sulit melakukan interaksi dengan sesamanya. Ketika penyandang disabilitas netra dapat saling berinteraksi, mereka dapat berkoordinasi untuk mengetahui keberadaan teman di sekitarnya. Berdasarkan pertimbangan dari permasalahan yang ada, maka dibutuhkan sebuah teknologi yang dapat digunakan disabilitas netra untuk dapat melakukan komunikasi antara sesamanya melalui tongkat yang digunakan dan memiliki keuntung mudah digunakan oleh disabilitas netra.

Telah banyak solusi yang diciptakan untuk membantu penyandang disabilitas netra diantaranya pembuatan tongkat pintar untuk membantu mobilitas penyandang disabilitas netra yang banyak dikembangkan oleh beberapa peneliti seperti tongkat bantu otomatis disabilitas netra berbasis Arduino yang dibuat oleh Wakyu [2] dan tongkat disabilitas netra menggunakan sensor ultrasonik dan GPS *tracking* berbasis mikrokontroler oleh Friendly [3]. Penelitian tersebut menghasilkan tongkat elektronik yang dapat membantu disabilitas netra menghindari penghalang di depannya. Tongkat elektronik tersebut dilengkapi dengan sistem *tracking position* yang dapat dipantau oleh keluarga dengan notifikasi ke *smartphone*. Namun, desain pada alat masih terlalu besar dan media komunikasi yang digunakan adalah *Global System for Mobile Communications* (GSM) sehingga akan sulit digunakan pada area tertutup sinyal.

Penelitian yang dibuat oleh Tata yaitu tongkat pintar sebagai alat bantu pemantau keberadaan penyandang disabilitas netra melalui *smartphone* [4]. Tongkat tersebut dilengkapi dengan sebuah GPS yang terintegrasi dengan sebuah mikrokontroler untuk mengolah data lokasi yang dikirim ke *webserver* yang selanjutnya di-plot pada Google Maps API untuk ditampilkan pada *smartphone*.

Dari sisi akseibilitas komunikasi, penelitian yang dibuat oleh Ardiansyah yaitu sistem konversi teks

ke huruf *braille* untuk alat bantu baca bagi disabilitas netra [5]. Penelitian tersebut menghasilkan sebuah alat yang digunakan sebagai media baca huruf *braille* dengan mengkonversikan data teks dari *microSD*. Dengan menggunakan solenoid sebagai aktuator yang akan menggerakkan titik dot sehingga membentuk rangkaian huruf *braille*. Kekurangan dari alat yang dibuat adalah penggunaan solenoid yang kurang memberikan visualisasi huruf *braille* yang jelas.

Pada sistem komunikasinya, penelitian yang dibuat oleh Randy yaitu sistem pelacak lokasi sapi dengan sistem komunikasi LoRa [6]. Penelitian tersebut menghasilkan alat yang dapat melacak lokasi sapi ternak dengan menggunakan GPS dan LoRa sebagai pengiriman data lokasi sebagai *node* yang diterima oleh LoRa *gateway*. Penelitian yang dibuat oleh Nur yaitu pendeteksi kebakaran hutan menggunakan komunikasi LoRa [7]. Alat ini dapat mendeteksi dini kebakaran hutan menggunakan komunikasi LoRa untuk mengirim data kebakaran di tengah hutan sebagai *node* ke kantor penjagaan sebagai *gateway*. Sistem pengiriman dan penerimaan LoRa hanya melakukan komunikasi satu arah.

Teknologi yang diciptakan oleh developer Korea Selatan untuk penyandang disabilitas netra yaitu DOT [8]. Merupakan jam tangan *braille* yang dapat menerima pesan singkat dan lokasi dari Google Maps. Selain itu jam tangan *braille* ini dapat digunakan mengirim pesan melalui tombol-tombol *braille*. Namun harga yang mahal dan merupakan produk luar negeri sehingga jam tangan ini masih sulit untuk dimiliki oleh mayoritas disabilitas netra.

Penelitian yang dibuat oleh Bambang yaitu monitoring cadangan bahan bakul menggunakan sistem komunikasi LoRa *point-to-point*. Sistem yang dirancang mengimplementasikan komunikasi *point-to-point* yang berfungsi untuk memantau tingkat cadangan bahan bakar dalam bahan bakar cerdas sistem distribusi menggunakan perangkat LoRa Dragino. Dalam sistem komunikasi *point-to-point* komunikasi dilakukan antar dua *node* secara bergantian [9].

Melalui pemaparan penelitian sebelumnya, maka tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah membuat suatu alat untuk disabilitas netra agar dapat melakukan interaksi atau koordinasi antar sesama disabilitas netra melalui tongkat yang digunakan dengan mendapatkan informasi jarak dari tongkat ke tongkat sehingga bisa mengetahui adanya teman yang berada disekitarnya. Jarak tersebut didapatkan dari perhitungan titik koordinat lokasi menggunakan GPS dari kedua tongkat yang saling terhubung menggunakan komunikasi radio LoRa. Untuk dapat menerima informasi,

penyandang disabilitas netra dapat menggunakan media baca *braille-text* sehingga informasi jarak tersebut akan divisualisasikan melalui aktuator *braille*.

II. METODE PENELITIAN

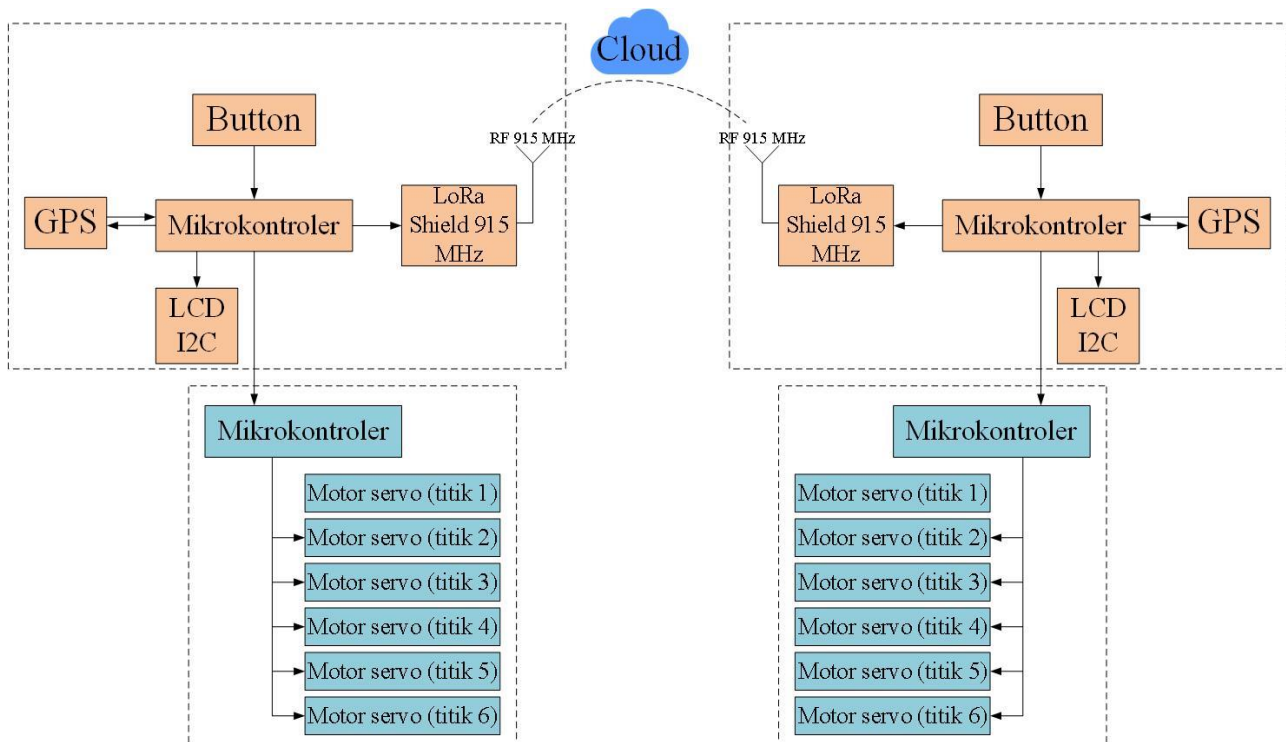
A. Blok Diagram dan Skema Rangkaian

Sistem yang direalisasikan dibangun dengan dua perangkat tingkat elektronik dan aktuator *braille* yang digunakan oleh disabilitas netra. Alur blok diagram yang ditunjukkan pada Gambar 1 antara lain ketika perangkat 1 menekan *push button*, LoRa akan menjalin komunikasi dengan perangkat 2 untuk meminta dikirimkan titik koordinat GPS. LoRa pada perangkat 2 yang menerima permintaan akan membalas dengan mengirim titik koordinat GPS yang terdeteksi. Pada perangkat 1 akan ada 2 data titik koordinat yaitu koordinat perangkat 1 yang terdeteksi oleh GPS dan titik koordinat GPS yang telah diterima dari perangkat 2. Mikrokontroler akan mengolah 2 titik koordinat tersebut dengan data keluaran berupa jarak antar kedua perangkat yang ditampilkan pada *liquid crystal display* (LCD). Data jarak akan divisualisasikan oleh perangkat aktuator *braille*. Aktuator dari lengan *rocker* dari ke-6 motor servo akan berputar sesuai dengan sudut yang telah diprogram dalam mikrokontroler untuk memunculkan titik secara bergantian sesuai dengan aturan penulisan *braille*.

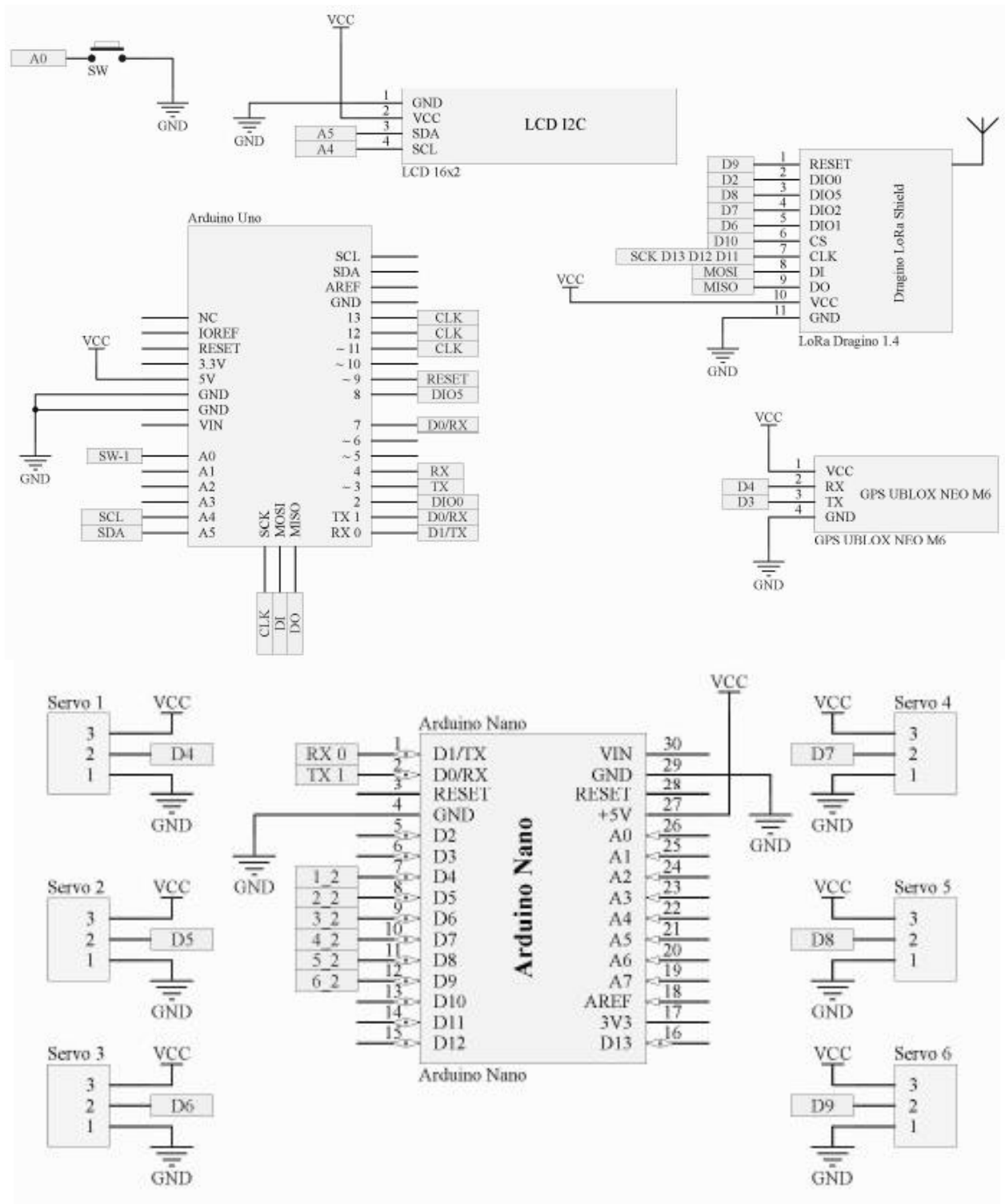
Gambar 2 merupakan skema elektronik yang digunakan pada sistem yang dikerjakan pada penelitian. Terdapat dua bagian rangkaian, bagian A yang terdiri dari komponen mikrokontroler Arduino Uno, Dragino Lora Shield, GPS, LCD, dan *push button*. Bagian B merupakan skema elektronik untuk rangkaian aktuator mekanik *braille-text* yang terdiri dari komponen mikrokontroler Arduino Nano dan 6 buah motor servo. Kedua bagian rangkaian tersebut terhubung melalui komunikasi serial Rx-Tx pada masing-masing pin Arduino.

B. Algoritma

Gambar 3 menunjukkan algoritma yang digunakan dengan tahap pertama adalah disabilitas netra menggunakan tingkat elektronik yang terhubung dengan kotak *braille* yang dipasang pada lengan. Tingkat elektronik dan kotak *braille* diberi sumber catu daya masing-masing dari baterai. Ketika alat dalam keadaan hidup, sistem akan secara otomatis memulai dengan mendeteksi titik koordinat oleh modul GPS selama keadaan terhubung catu daya. Pengguna 1 ingin mengetahui adakah teman sesama disekitarnya dengan menekan tombol *push button* pada tingkat. Saat *push button* terhubung, maka mikrokontroler Arduino Uno memerintahkan LoRa untuk mengirim permintaan kepada pengguna 2.



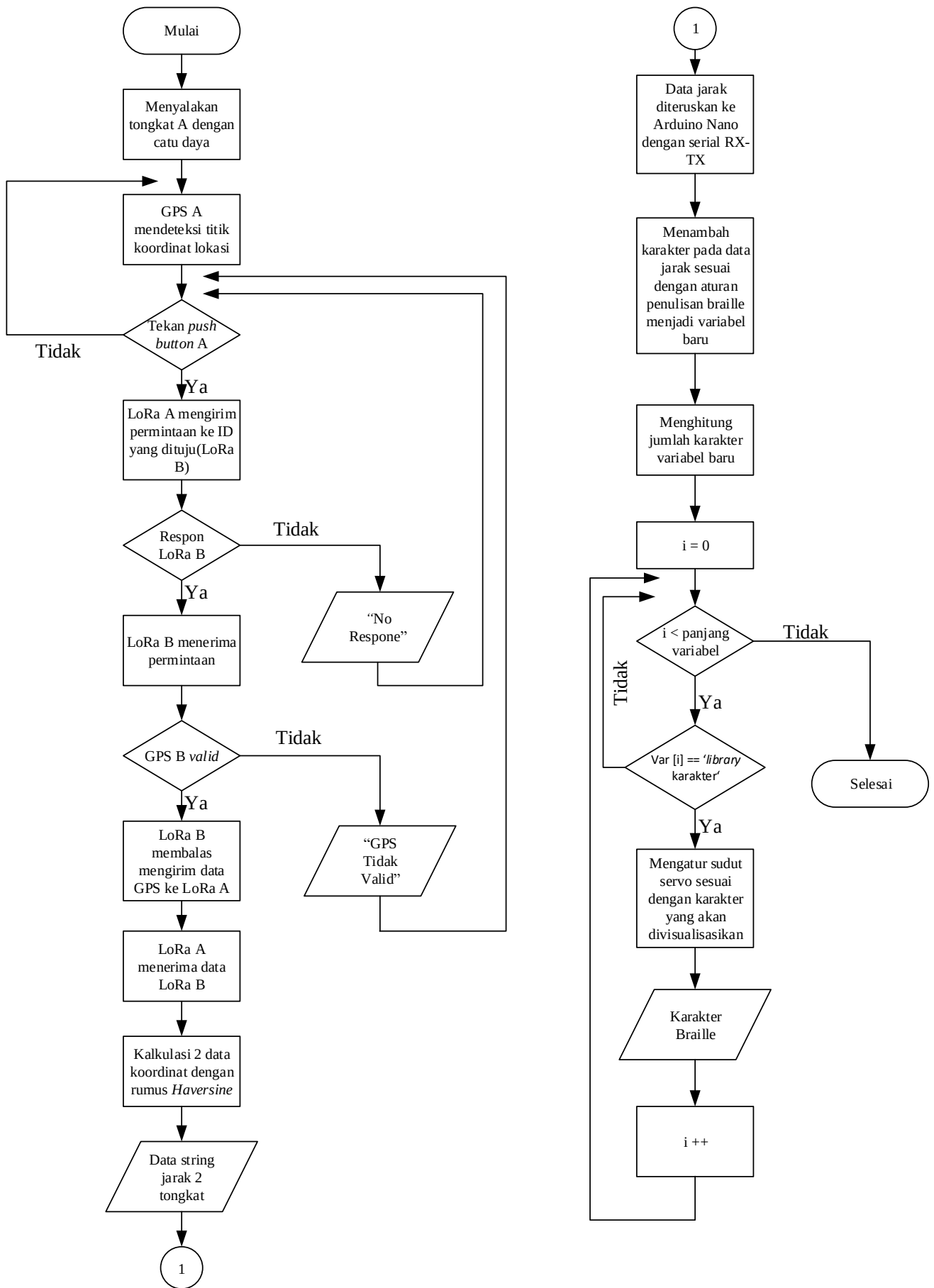
Gambar 1. Diagram blok sistem keseluruhan



Gambar 2. Skema rangkaian keseluruhan

Permintaan tersebut berupa perintah untuk mengirimkan data koordinat lokasi pengguna 2. Jika LoRa pada pengguna 2 sudah menerima permintaan pengguna 1, maka LoRa pengguna 2 akan membalas permintaan tersebut dengan mengirimkan data titik koordinatnya. LoRa pengguna 1 akan menerima balasan data titik koordinat dari LoRa pengguna 2. Kedua data titik koordinat akan disimpan pada mikrokontroler Arduino Uno pada tongkat pengguna 1, kemudian

diolah untuk mendapatkan data jarak pengguna A ke B. Untuk dapat disampaikan kepada penyandang disabilitas netra, data jarak tersebut akan divisualisasikan melalui *braille-text*. Data jarak akan divisualisasikan satu persatu karakter menggunakan aktuator *braille* yang digunakan yaitu motor servo sesuai dengan aturan penulisan *braille-text* matrix dot 3x2. Pengguna A akan mengetahui ada teman sesama disekitarnya dan jarak menuju teman sesamanya.



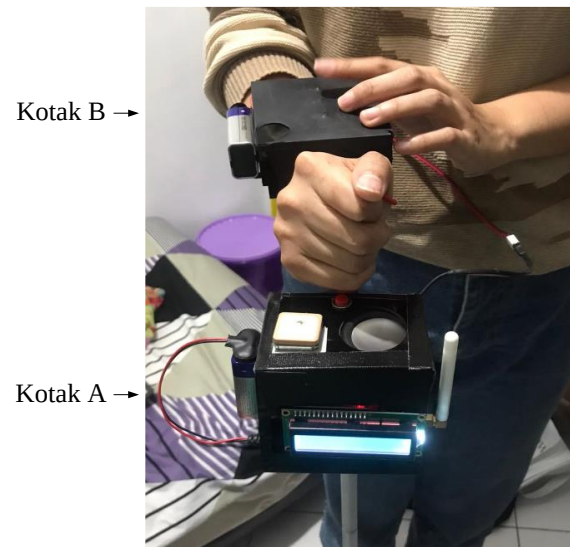
Gambar 3. Diagram alir sistem keseluruhan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem yang telah dibuat dan dilakukan pengujian ditunjukkan oleh Gambar 4 dengan spesifikasi pada Tabel 1. Pada kotak A terdapat perangkat *input* menggunakan GPS untuk mendeteksi titik lokasi tongkat. Perangkat *transceiver* menggunakan modul LoRa yang berfungsi melakukan proses *transceiver* data berupa titik koordinat GPS. Perangkat pengolah data menggunakan Arduino Uno yang berfungsi melakukan perhitungan matematis untuk kedua titik koordinat menjadi jarak dan mengatur komponen lain yang terhubung ke Arduino, dan perangkat *interface output* menggunakan LCD I2C yang berfungsi menampilkan data jarak. Pada Kotak B terdapat perangkat pengolah data menggunakan mikrokontroler Arduino Nano dan perangkat mekanik menggunakan 6 buah aktuator motor servo. Pengujian dilakukan dengan beberapa parameter uji yang telah ditentukan diantaranya pendeteksian titik koordinat lokasi, proses pengiriman dan penerimaan data oleh komunikasi LoRa, dan fungsionalitas keseluruhan sistem.

Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan hasil perhitungan akurasi pengujian pendeteksian titik koordinat lokasi pada sistem yang dibandingkan dengan pendeteksian titik koordinat lokasi Google Maps. Nilai akurasi sistem yang digunakan di dalam ruangan didapatkan hasil pada titik *latitude* 99,99% dan titik *longitude* 9,99%, sedangkan

sistem yang digunakan digunakan di luar ruangan didapatkan hasil pada titik *latitude* 99,99% dan titik *longitude* 99,99%.



Gambar 4. Tongkat koordinasi dan aktuator *braille*

Tabel 1. Spesifikasi perangkat keras

No.	Komponen	Spesifikasi
1.	Mikrokontroler	Platform Arduino Nano
2.	GPS	Ublox Neo-6Mv2
3.	LoRa	Shield 915 MHz
4.	LCD	16x2, I2C
5.	Button	Normally Open
6.	Baterai	9V, 300mA
7.	Servo	SG90

Tabel 2. Pengujian titik koordinat dalam ruangan

No.	Jeda waktu (s)	Data acuan	Hasil uji	% Error	
				Latitude	Longitude
1	1	-6.867342, 107.573371	-6.867521, 107.573280	0.00260%	0.000084%
2	10		-6.867527, 107.573303	0.00269%	0.000063%
3	30		-6.867516, 107.573280	0.00253%	0.000084%
4	60		-6.867313, 107.573417	0.00042%	0.000042%
5	120		-6.867395, 107.573379	0.00077%	0.000007%
Rata-rata				0.00180%	0.000056%

Tabel 3. Pengujian titik koordinat dalam ruangan

No.	Jeda waktu (s)	Data acuan	Hasil uji	% Error	
				Latitude	Longitude
1	1	-6. 867395, 107. 573379	-6. 867333, 107. 573356	0.00090%	0.000021%
2	10		-6. 867358, 107. 573371	0.00053%	0.000007%
3	30		-6. 867342, 107. 573371	0.00077%	0.000007%
4	60		-6. 867344, 107. 573379	0.00074%	0%
5	120		-6. 867351, 107. 573379	0.00064%	0%
Rata-rata				0.000716%	0.000007%

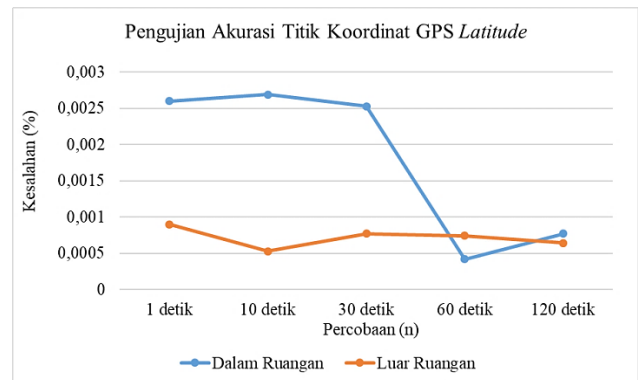
Tabel 4. Pengujian komunikasi LoRa

No.	Kondisi	Jarak	Pengirim	Hasil		Packet loss	
				Data	RSSI	Waktu loss	Jumlah data
1	Ruangan tertutup	18,50 m	Terkirim	Diterima	-105	46 detik	9 data
2	Ujung lapangan (line of sight)	36,50 m	Terkirim	Diterima	-84	-	-
3	Ruangan tertutup	36,94 m	Terkirim	Diterima	-105	46 detik	9 data
4	Pekarangan masjid	41,14 m	Terkirim	Diterima	-97	-	-
5	Jalan menanjak (line of sight)	54,61 m	Terkirim	Diterima	- 94	-	-
6	Ruangan tertutup	55,21 m	Terkirim	Diterima	-102	1 menit 40 detik	8 data
7	Ruangan tertutup	88,94 m	Terkirim	Diterima	-103	1 menit 51 detik	10 data
8	Jalan menanjak dan berbelok.	157,81 m	Terkirim	Diterima	-113	-	-
9	Ujung jalan perumahan.	197,6 m	Terkirim	Diterima	-109	-	-
10	Ujung Jalan ramai orang	500 m	Terkirim	Diterima	-107	-	-

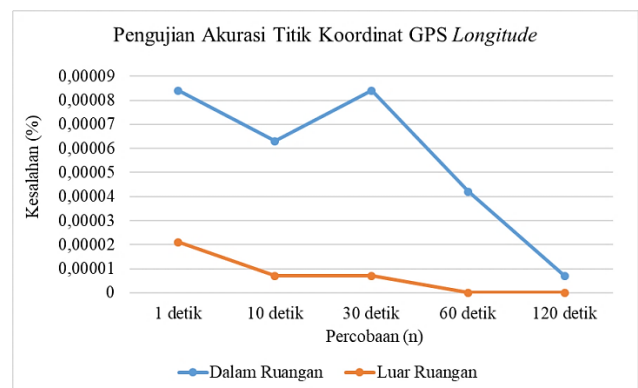
Dapat disimpulkan kondisi pengujian di luar ruangan memiliki nilai persentase kesalahan lebih kecil. Penggunaan GPS dengan kondisi *line of sight* antara antena penerima dengan satelit sangat berpengaruh pada titik koordinat dan kecepatan koneksi GPS [10]. Untuk grafik hasil persentase kesalahan pengujian GPS pada Gambar 5 dan Gambar 6 dari beberapa jeda waktu menunjukan semakin lama waktu tunggu pendeteksian GPS semakin kecil persentase kesalahan akurasi.

Tabel 4 menunjukan hasil pengujian dari sistem komunikasi LoRa dengan melihat nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dan *packet loss* dari beberapa kondisi titik pengujian. Pada kondisi pengujian di luar ruangan nilai RSSI dan jarak jangkauan yang didapatkan lebih baik dari pada pengujian yang dilakukan di dalam ruangan dengan jarak jangkauan maksimal transmisi LoRa sejauh 500 meter dalam kondisi *line of sight*. *Packet loss* terjadi pada pengujian di dalam ruangan sedangkan seluruh data dapat diterima pada pengujian di luar ruangan. Pada hasil pengujian didapatkan semakin jauh jarak pancar LoRa maka sinyal yang akan diterima akan semakin lemah. Kondisi jarak jangkauan dan *obstacle* pada area pancaran LoRa sangat berpengaruh pada hasil sinyal yang diterima [11].

Berikutnya merupakan hasil analisis dari pengujian fungsionalitas keseluruhan sistem. Hasil pengujian fungsionalitas dari tingkat elektronik dan aktuator *braille* dilakukan sesuai dengan target yang tertera yang ditunjukan pada Tabel 5. Hasil pengujian jarak pada sistem dibandingkan dengan data jarak sebenarnya yang dihitung menggunakan aplikasi Geocalc.



Gambar 5. Grafik persentase kesalahan pengujian GPS titik latitude



Gambar 6. Grafik persentase kesalahan pengujian GPS titik longitude

Pengujian dilakukan dalam beberapa kondisi untuk melihat sistem kerja alat jika digunakan di tempat tertentu dan hasil pada 10 kali pengujian dapat ditampilkan pada LCD. Nilai selisih pada perhitungan digunakan untuk melihat akurasi kesalahan sistem dalam mengukur jarak saat pengujian. Pada 10 kali pengujian, nilai selisih

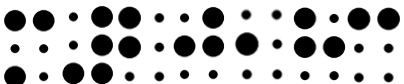
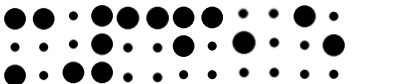
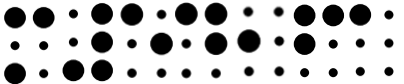
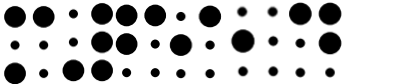
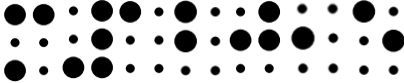
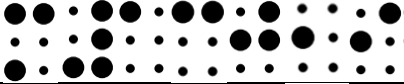
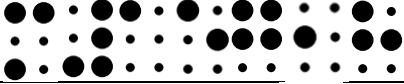
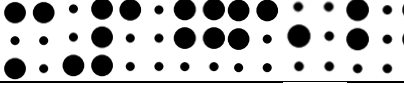
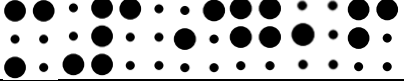
terkecil adalah 0,07 meter, sedangkan untuk nilai selisih terbesar adalah 1,25 meter. Rata-rata selisih dari 10 pengujian sistem adalah 0,61 meter, sedangkan rata-rata pengukuran jarak kedua tongkat oleh sistem yang dibangun memiliki selisih di bawah 5 meter dengan jarak sebenarnya. Maka dapat dikatakan bahwa alat telah memenuhi spesifikasi teknis untuk tujuan yang dicapai. Aktuator *braille* yang terhubung serial dengan tongkat dapat memvisualisasikan hasil 10 kali pengujian data jarak dengan menampilkan 100% setiap karakter dengan benar.

IV. KESIMPULAN

Sistem tongkat elektronik berhasil dibuat dan dapat digunakan dengan mudah oleh disabilitas netra. GPS yang digunakan dapat mendeteksi titik koordinat lokasi dengan tingkat akurasi di atas 99% sesuai dengan titik koordinat lokasi sebenarnya pada Google Maps. Sistem komunikasi LoRa dapat

melakukan proses pengiriman dan penerimaan data dengan dengan *packet loss* nol saat kondisi *line of sight* dengan jarak maksimal 500 meter. Sistem keseluruhan dapat melakukan komunikasi *point-to-point* dengan menghasilkan data jarak antar tongkat dengan akurasi kesalahan 0,61 meter dengan jarak sebenarnya pada perhitungan menggunakan aplikasi Geocalc. Keluaran jarak yang dihubungkan dengan aktuator *braille* dapat divisualisasikan 100% setiap karakter dengan benar sesuai dengan aturan penulisan braille. Penelitian yang telah dibuat dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengubah modul GPS yang digunakan dengan jenis modul lain agar kecepatan koneksi satelit dan daerah jangkauannya lebih yang baik. Proses komunikasi pada tongkat perlu ditambahkan pengembangan program sehingga tongkat dapat melakukan komunikasi dengan lebih dari 1 tongkat. Kemudian pembuatan aktuator *braille* disesuaikan dengan standar ukuran jarak antar dot.

Tabel 1. Hasil pengujian sistem keseluruhan

No.	Data acuan	Hasil pengujian		Selisih jarak	Aktuator
		LCD	Aktuator		
1	21,59 m	20,83 m		0,76 m	Sesuai
2	37,50 m	36,5 m		1 m	Sesuai
3	42,81 m	41,14 m		0,97 m	Sesuai
4	54,95 m	54,61 m		0,34 m	Sesuai
5	70,65 m	69,4 m		1,25 m	Sesuai
6	121,29 m	120,51 m		0,78 m	Sesuai
7	131,32 m	130,96 m		0,36 m	Sesuai
8	157,63 m	157,81 m		0,18 m	Sesuai
9	176,29 m	176,22 m		0,07 m	Sesuai
10	197,16 m	197,6 m		0,44 m	Sesuai

REFERENSI

- [1] SuaraMerdeka, "Terobosan Anak SMP, Tingkat Ber-GPS bagi Tuna Netra," *Liputan6*, 10 November 2019. [Online]. Available: <https://www.liputan6.com/regional/read/4107186/terobosan-anak-smp-tongkat-ber-gps-bagi-tuna-netra>. [Diakses 15 Juni 2021].
- [2] W. Trijaya, "TONGKAT BANTU OTOMATIS PENYANDANG TUNANETRA," *Doctoral dissertation, IIB DARMAJAYA*, 2018.
- [3] F. Friendly, "Rancang Bangun Tingkat Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan Gps Tracking Berbasis Mikrokontroler," *Doctoral dissertation, Universitas Komputer Indonesia*, 2019.
- [4] T. Supriyadi, "Tingkat Pintar Sebagai Alat Bantu Pemantau Keberadaan Penyandang Tunanetra Melalui Smartphone," *Seminar Nasional Teknik Elektro*, pp. 181-191, 2018.
- [5] A. Ardiansyah, "Rancang Bangun Sistem Konversi Teks Ke Huruf Braille Untuk Alat Bantu Baca Bagi TunaNetra Menggunakan Arduino Uno," *Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 2017.
- [6] R. Angriawan and N. Anugraha, "Sistem Pelacak Lokasi Sapi dengan Sistem Komunikasi LoRa," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 9, no. 1, pp. 33-39, 2019.
- [7] N. Adelianthi, "Pendeteksi Kebakaran Hutan Menggunakan Komunikasi LoRa (Long Range) Wireless Network," *Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 2019.
- [8] K. Calesta, "Jam Tangan Braille Pertama Diluncurkan untuk Tunanetra," *Cosmopolitan Indonesia*, 2 Maret 2017. [Online]. Available: <https://www.cosmopolitan.co.id/article/read/3/2017/11600/jam-tangan-braille-pertama-diluncurkan-untuk-tunanetra>. [Diakses 15 Maret 2021].
- [9] B. A. Yudhistira, "Penerapan Sistem Kooperatif Untuk Monitoring Level Cadangan Bahan Bakar pada Sistem Distribusi Bahan Bakar Cerdas," *Doctoral Dissertation, Institut Teknologi Sepuluh November*, 2018.
- [10] Garmin, "Akurasi GPS Luar Ruangan untuk Pembacaan Posisi, Jarak, dan Kecepatan," 2020. [Online]. Available: <https://support.garmin.com/id-ID/?faq=P3DdzRfgik3fky125aHsFA>. [Diakses 15 Juli 2021].
- [11] I. P. Sari, "Sistem Pengiriman Data Antar Mesin Menggunakan Modul Radio LoRa HC-12 pada Prototipe Smart Water Meter Berbasis Mikrokontroler," *Prosiding The 11th Industrial Research Workshop and National Seminar*, pp. 26-27, 2020.

