

Sistem *Monitoring* Telemedis untuk Pengukuran Tekanan Darah Berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan MPX5700DP dan Jaringan LoRaWAN

Mu'thiana Gusnam^{1*}, Dessy Oktani¹, Rahmi Mahdaliza¹, Kamarudin¹, Muhammad Jaka Wimbang Wicaksono¹, Cindy Kristine Pasaribu¹, Rudcayanti Hutagaol¹, dan Wisnu Ferdinan¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

*Email: muthiana@polibatam.ac.id

Abstrak—Sistem monitoring telemedis memungkinkan pemantauan tekanan darah secara mandiri yang dapat dilakukan oleh pasien secara *real-time* dan dipantau oleh tenaga medis dari jarak jauh melalui aplikasi *Android* dan platform *web Firebase*. Penelitian ini bertujuan untuk memantau pengukuran tekanan darah dengan menggunakan sensor MPX5700DP yang terhubung pada jaringan LoRaWAN. Hasilnya menunjukkan bahwa alat ini mampu mentransmisikan nilai tekanan darah dengan akurasi tinggi, dengan nilai sistolik memiliki akurasi 98.0% dan presentase eror 2.0% dan tekanan darah diastolik memiliki akurasi 97.1 % dan presentase eror 2.9%. Sistem telemedis untuk pemantauan tekanan darah berbasis IoT dengan teknologi LoRa memiliki potensi untuk meningkatkan deteksi dini dan perawatan kondisi hipertensi, serta memberikan akses yang lebih baik bagi pasien dan tenaga medis.

Kata kunci: IoT, LoRaWan, Telemedis, Tekanan Darah

Abstract—*The telemedicine monitoring system enables independent blood pressure monitoring that can be conducted by patients in real-time and remotely monitored by medical professionals through an Android application and Firebase web platform. This research aims to monitor blood pressure measurements using the MPX5700DP sensor connected to a LoRaWAN network. The results show that this device is capable of transmitting blood pressure values with high accuracy, with the systolic value having an accuracy of 97.5% and an error percentage of 2.5%, and the diastolic blood pressure showing an accuracy of 96.8% and an error percentage of 3.2%. The IoT-based telemedicine system for blood pressure monitoring with LoRa technology has the potential to enhance early detection and management of hypertension, as well as provide better access for both patients and healthcare professionals.*

Keywords: Blood Pressure, IoT, LoRaWAN, Telemedicine

I. PENDAHULUAN

TEKANAN darah merupakan kekuatan yang dihasilkan oleh darah saat mengalir melalui pembuluh darah, diukur dalam milimeter merkuri (mmHg) dan terdiri dari dua yaitu tekanan sistolik (saat jantung berdetak) dan tekanan diastolik (saat jantung beristirahat) [1]. Tekanan darah normal pada orang dewasa adalah sekitar 120/80 mmHg [2]. Hipertensi (tekanan darah tinggi) dan hipotensi (tekanan darah rendah) dapat menunjukkan masalah kesehatan serius [2], [3]. Faktor-faktor seperti gaya hidup, pola makan, aktivitas fisik, berat badan, usia, dan kondisi medis mempengaruhi tekanan darah. Pengukuran dilakukan dengan Sphygmomanometer [4].

Pemantauan rutin penting untuk mencegah komplikasi kesehatan, dan perubahan signifikan harus dikonsultasikan dengan dokter [5]. Dalam menghadapi kemajuan teknologi komunikasi, dirancanglah alat pemantauan tekanan darah secara real-time dan nirkabel dengan teknologi LoRa (*Long Range*) [6]. LoRa sebagai bagian dari penerapan *Internet of Things* (IoT), memberikan kemampuan telekomunikasi nirkabel jarak jauh, konsumsi daya rendah, dan *bit rate* sesuai [7]. Kemajuan teknologi menjadi langkah penting dalam deteksi dini masalah hipertensi serta menjaga kesehatan. Pentingnya pemantauan tekanan darah terutama dalam menghadapi masalah hipertensi secara tiba-tiba sulit dideteksi, menegaskan pentingnya alat pemantauan berbasis IoT dengan teknologi LoRa [8].

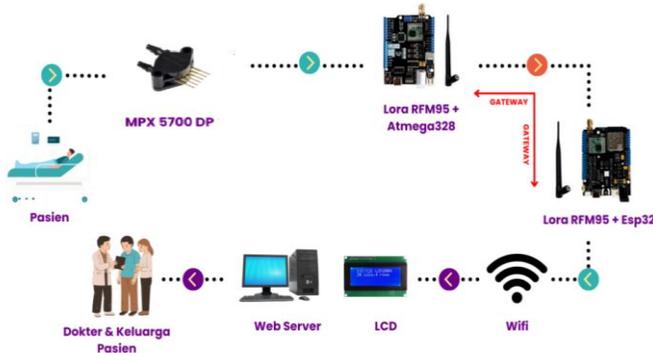
Penelitian ini mengembangkan alat pengukur tekanan darah menggunakan sensor sensor MPX5700DP. Sensor MPX5700DP mengukur tekanan darah secara non-invasif dengan memonitor perbedaan tekanan pada *manset cuff* yang dikenakan pada lengan pasien. Data dari sensor ini dikirim

melalui jaringan LoRaWAN untuk pemantauan luas dan akses dari jarak jauh, memberikan informasi lengkap dan akurat tentang pemantauan dari nilai sistolik dan diastolik tekanan darah [9]. Alat ini akan memberikan tampilan *inteface* pada aplikasi android dan *web firebase* dari sistol dan diastol tekanan darah yang dapat dipantau secara *real-time* sehingga dapat melakukan pemantauan yang lebih efisien dan efektif oleh tenaga medis.

II. METODE

A. Perancangan Sistem

Tahapan pembuatan sistem pemantauan tekanan darah pada Gambar 1 bersumber dari lengan pasien yang telah dipasang *manset cuff*, kemudian sensor MPX5700DP yang digunakan untuk mengukur tekanan darah akan mendeteksi nilai sistol dan diastol yang diproses dan dikirim dari LoRa sebagai media komunikasi pengiriman data. LoRa pengirim yang sudah mengolah data dari sensor akan mengirimkan data dari sensor ke LoRa penerima yang sudah terhubung ke *Wi-Fi* yang nantinya data akan dimunculkan di *database* untuk ditampilkan pada *web Firebase* dan android yang telah dirancang. Masing-masing LoRa sudah terintegrasi dengan mikrokontroler pada satu board yang sama.

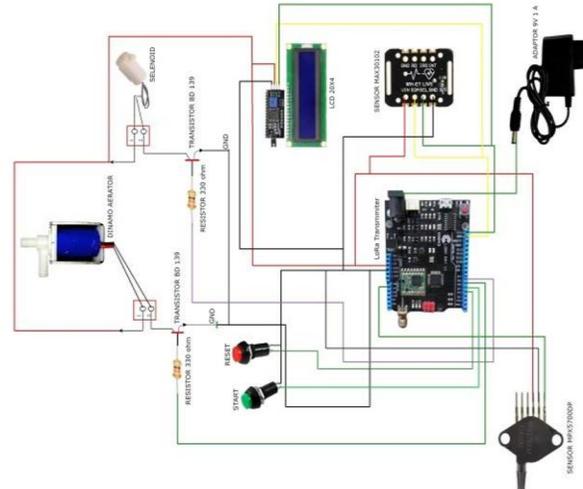


Gambar. 1. Diagram blok system

B. Desain Elektrikal

Pada perancangan desain elektrikal sistem monitoring telemedis berbasis Internet of Things (IoT) Dan Jaringan LoRaWAN pada Gambar 2 menggunakan aplikasi *EasyEDA* untuk membuat skema perancangan elektrikal. Dalam perancangan elektrikal ini, terdapat 2 buah LoRa yang berfungsi sebagai komunikasi untuk mengirimkan data sensor tanpa menggunakan kabel. Setiap LoRa terintegrasi dengan Mikrokontroler pada satu board, seperti LoRa *transmitter* terintegrasi dengan Atmega328 dan LoRa *receiver* terintegrasi dengan Esp32 [10]. LoRa yang digunakan juga LoRa dengan modul RFM95, LoRa *transmitter* bertindak sebagai pengirim data dan LoRa *receiver* bertindak sebagai penerima data. LoRa *transmitter* terhubung dengan sensor MPX5700DP sebagai input data dan LoRa *receiver* tidak terhubung dengan komponen lainnya, LoRa *receiver* akan terhubung dengan Wi-

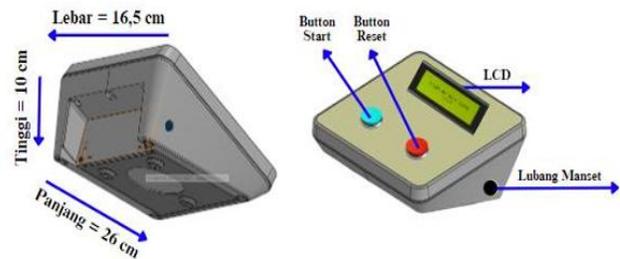
Fi lalu menampilkan data ke database *Firebase*, LoRa berkomunikasi menggunakan antenna dengan frekuensi 915 MHZ. Untuk daya pada alat adalah adaptor yang dapat menerima tegangan sebesar 5-volt yang diterima oleh mikrokontroler dan diproses oleh sensor MPX5700DP. Terdapat tombol *reset* yang berfungsi untuk menghapus data yang sudah tidak ingin dimunculkan dan tombol *start* untuk memulai perhitungan saat alat digunakan oleh admin atau tenaga medis.



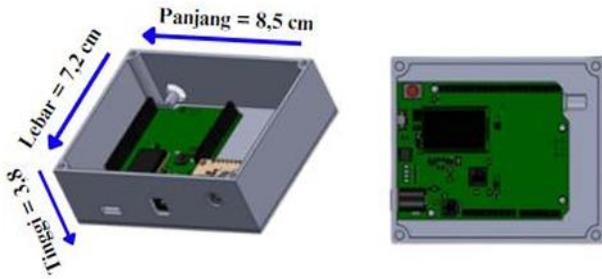
Gambar. 2. Desain elektrikal

C. Perancangan Desain Mekanikal

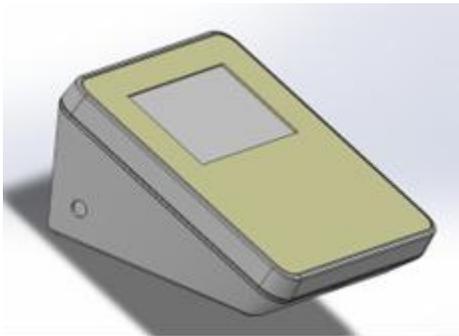
Perancangan desain mekanikal Sistem Monitoring Telemedis Berbasis Internet of Things (IoT) Dan Jaringan LoRaWAN pada Gambar 3 dan 4 menggunakan aplikasi SolidWorks untuk membuat skema perancangan mekanikal pada alat sistem monitoring telemedis berbasis *Internet of Things* (IoT) dan Jaringan LoRaWAN. Perancangan mekanikal tersebut terdiri dari *case transmitter* dan *case receiver* dengan ukuran 272 x 168 x 101 mm dan ukuran 150 x 90 mm. Mekanikal terbuat dari plastik ASA yang mana memiliki fungsi untuk melindungi seluruh komponen yang ada didalamnya. Adapun pada Gambar. 5. merupakan mekanikal alat yang telah digunakan.



Gambar. 3. Desain mekanikal transmitter



Gambar. 4. Desain mekanikal receiver



Gambar. 5. Desain mekanikal

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor MPX5700DP

Pengujian pada perangkat sensor MPX5700DP ini bertujuan memastikan keakuratan serta ketepatan alat ini dalam mengukur tekanan darah dan agar sensor ini berfungsi untuk mengukur tekanan darah manusia harus membuat program dimana menggunakan rumus dari tegangan diubah ke tekanan lalu ke mmHg dan nilai tekanan darah normal berada di kisaran 90/60 mmHg hingga 120/80 mmHg. Setelah program selesai sensor MPX5700DP harus dihubungkan ke manset cuff, solenoid dan dianamo aerator terlihat pada Gambar 6.



Gambar. 6. Pengujian perbandingan sensor MPX5700DP dengan tensimeter digital

Setelah semua alat telah terhubung kemudian lanjut untuk pengambilan data sistolik dan diastolik pasien sebanyak 5 kali dengan waktu yang berbeda dan akan dibandingkan dengan alat ukur tensimeter digital. Pada kolom data pada Tabel 1 akan berisi data pengujian tekanan darah dari MPX5700DP dan data

tekanan darah dari tensimeter digital dan setelah pengujian dilakukan data tersebut akan dicari persentase error sebagai nilai seberapa akurat MPX5700DP dibandingkan dengan tensimeter digital sebagai alat pembanding yang eksisting. Dari melihat perbandingan nilai alat yang dibuat dengan tensimeter, maka didapatkan nilai rata-rata error sebesar 2.0% pada data sistol dan 4% pada data diastole dari rumus (1) dan (2).

$$\% \text{ Error} = \frac{|Data \text{ Sensor} - Data \text{ Pembanding}|}{Data \text{ Sensor}} \times 100 \% \quad (1)$$

$$\text{Rata-rata Error} = \frac{\% \text{ Error}}{\text{Banyak Sample}} \quad (2)$$

TABEL 1
PERBANDINGAN NILAI SISTOL DAN DIASTOL SENSOR MPX5700DP DENGAN TENSIMETER DIGITAL

WAKTU	SENSOR SISTOL	MPX5700DP DIASTOL	TENSI SISTOL	METER DIASTOL	%SIS TOL	%DI AST OL
19:08:57	95	69	95	69	0.0	0.0
19:13:18	92	72	95	70	3.2	2.9
15:14:51	106	73	101	70	5.0	4.3
15:32:35	98	65	99	70	1.0	7.1
15:35:35	106	78	105	78	1.0	0.0
RATA-RATA					2.0	2.9

Dari tabel data diatas dapat disimpulkan hasil nilai sistolik dan diastolik dari sensor MPX5700DP tidak berbanding jauh dengan alat pengukur nilai tekanan darah yaitu tensimeter digital, pengujian dilakukan secara berulang untuk mendapatkan data yang tepat.

B. Pengujian Komunikasi LoRa

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan komunikasi antara transmmitter dan receiver dapat berjalan dengan baik tanpa terhalang oleh benda apapun sehingga pengiriman data dapat diterima oleh receiver. Pengujian LoRa ini dilakukan dengan mengambil data nilai Receive Signal Strength Indicator (RSSI) merupakan parameter untuk mengukur indikator kekuatan sinyal yang diterima. Nilai RSSI sangat bergantung pada kondisi lingkungan yaitu jarak dan penghalang. Semakin jauh dan semakin banyak penghalangnya maka nilai RSSI akan menurun. Untuk kualitas sinyal kuat memiliki nilai RSSI -80 dBm sedangkan kualitas sinyal rendah bernilai -120 dBm. Hal ini dapat mempengaruhi kinerja dari LoRa. Adapun rumus 3 adalah untuk menghitung rata-rata RSSI yang digunakan pada perhitungan nilai RSSI.

$$RSSI \text{ (dBm)} = \frac{\text{Total nilai RSSI pada penerima}}{\text{Jumlah sampel RSSI}} \quad (3)$$

Pengujian komunikasi LoRa yang didapat dari data sensor MPX5700DP oleh pengguna/pasien yang berada di Gedung RTF Polibatam di transmisikan melalui jaringan LoRaWan dan diterima oleh reciver sebagai admin/dokter yang berada di Gedung Utama Polibatam didapatkan hasil pada Tabel 2.

TABEL II

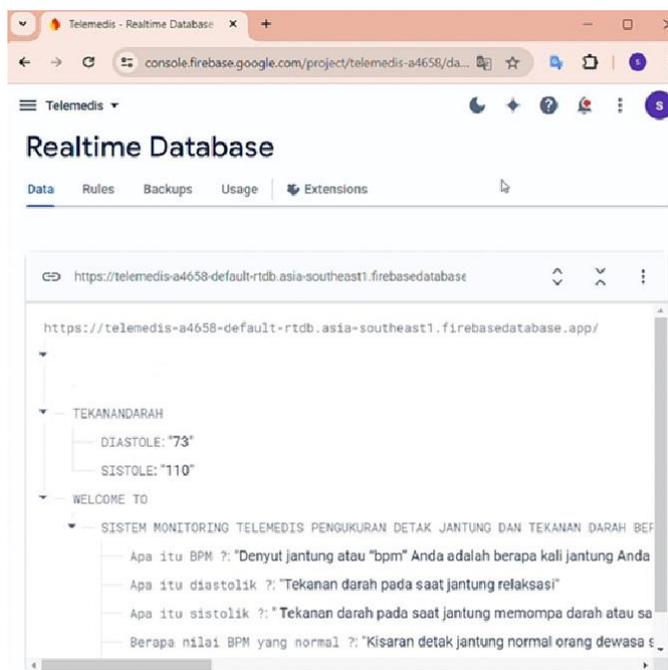
NILAI RSSI LORA TRANSMITTER DARI GEDUNG RTF KE RECEIVER GEDUNG UTAMA POLIBATAM

WAKTU	DATA DARI TX	WAKTU	DATA DARI RX	RSSI
14:43:23	25	14:43:26	25	-129
14:43:34	26	14:43:38	26	-129
14:43:45	27	14:43:47	27	-127
14:43:56	28	14:43:58	28	-129
14:44:07	29	14:44:10	29	-129
14:44:18	30	14:44:21	30	-129
14:44:29	31	14:44:32	31	-129
14:44:40	32	14:44:43	32	-129
14:44:51	33	14:44:05	33	-129
14:44:02	34	14:44:16	34	-130
TOTAL				-1289
RATA-RATA				-128.9

Dari pengujian yang didapatkan memiliki rata-rata RSSI bernilai -128,9 dengan tingkat sinyal rendah karena data terkirim dengan delay yang lebih sedikit berkisar hitungan detik, posisi *line of sight* menunjukkan bahwasannya LoRa dapat berkomunikasi *point to point* dengan baik harus tanpa halangan dan juga memiliki ketinggian yang sama.

C. Pengujian Pengiriman Data Dari RX ke Firebase

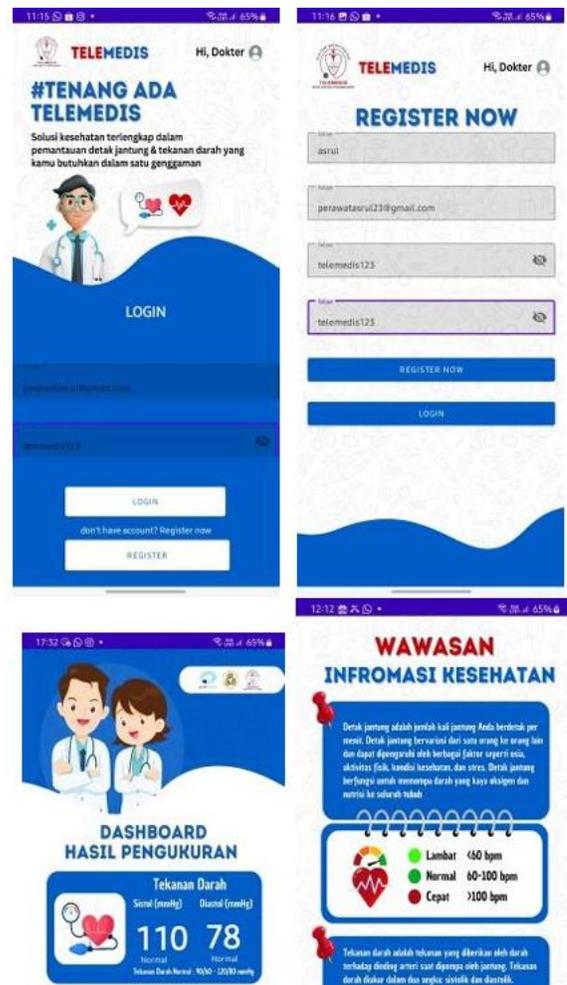
Firebase adalah platform yang menyediakan layanan untuk menyimpan dan menampilkan data secara real-time. Pada *receiver* LoRa fungsi *firebase* yang digunakan yaitu untuk Menyimpan data dari *receiver* LoRa dan menyinkronkannya secara real-time ke aplikasi web. Pada Gambar 7 merupakan hasil pengujian data yang diterima RX dari TX yaitu berupa data tekanan darah yang ditampilkan data secara *real time* ke *Firebase*. LoRa RX dapat terhubung ke *Firebase* dalam pengiriman data LoRa RX harus terhubung ke jaringan internet.



Gambar. 7. Pengujian Firebase

D. Pengujian Interface Aplikasi Android

Pengukuran data tekanan darah dari sensor MPX5700DP akan ditampilkan pada *interface* yang aplikasi android. *interface* aplikasi android akan memudahkan pengguna karena pemakaiannya aplikasi yang lebih fleksibel dan interaktif. Aplikasi android dibuat menggunakan *software* Android Studio dan aplikasi tersebut akan terhubung dengan *database* yang digunakan terlihat pada Gambar. 8. Pada Aplikasi android yang telah dirancang hanya dapat digunakan oleh admin atau tenaga medis ketika ada pasien datang hendak memeriksa keadaan tekanan darah. Admin atau user akan memperlihatkan hasil pengukuran pada aplikasi android kepada pasien.



Gambar. 8. Pengujian Firebase

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini dapat melakukan pemantauan tekanan darah yang efisien menggunakan sensor MPX5700DP yang terhubung melalui jaringan LoRaWAN. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini dapat mentransmisikan data tekanan darah secara nirkabel dengan performa yang baik yang diintegrasikan dengan aplikasi android dan platform web *Firebase*, yang memungkinkan tenaga medis untuk memantau kondisi pasien secara real-time dari jarak jauh. Data tekanan

darah yang diambil menggunakan sensor MPX5700DP dibandingkan dengan tensimeter digital menunjukkan akurasi pengukuran sistolik sebesar 98.0% dan diastolik sebesar 97.1%, dengan persentase kesalahan masing-masing sebesar 2.0% dan 2.9%. Perbandingan dengan penelitian yang dilakukan oleh W. Retno, 2023, tentang pengukuran suhu badan dan kadar oksigen dalam darah menunjukkan bahwa alat yang dibuat memiliki tingkat akurasi diatas 90% [8]. Pada pengujian komunikasi LoRa dengan mengukur nilai RSSI dari LoRa TX ke RX, jarak pengujian paling jauh adalah 205.16 meter dengan nilai RSSI terendah -130 dan *delay* pengiriman data paling lama 1 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin jauh dan semakin banyak penghalang, nilai RSSI akan menurun dan menyebabkan *delay* dalam pengiriman data.

REFERENSI

- [1] R. Ashshiddiq and B. Rahmadya, "Rancang Alat Pengukur Tekanan Darah Otomatis Berbasis Internet Of Things," *CHIPSET*, vol. 4, no. 01, pp. 23–35, Apr. 2023, doi: 10.25077/chipset.4.01.23-35.2023.
- [2] Yusni and F. dkk Meutia, "Penerbit: Fakultas Kedokteran Universitas Muslim Indonesia," *JPKI*, vol. 3, no. 2, 2022.
- [3] R. Wahyusari, L. Wibowo, M. Ali Amrozi Program Studi Informatika, and P. Studi Elektro STT Ronggolawe, "Perancangan Alat Pengukur Suhu Badan dan Kadar Oksigen Dalam Darah Menggunakan Mikrokontroler," 2023.
- [4] S. Fauzi Mrwah, M. S. Evelianti, and T. F. Jemmy Wowor, "Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Hipertensi Usia Dewasa Pada Masa Pandemi COVID-19 di Kelurahan Pabuaran Cibinong Bogor," 2022.
- [5] L. Kamajaya, A. Pracoyo, L. N. Palupi, and A. R. Hidayat, "Sistem Telemonitoring Kesehatan Berbasis IOT," *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*, vol. 10, no. 2, pp. 137–145, Jul. 2023, doi: 10.33795/elkolind.v10i2.3062.
- [6] I. R. Sofiani, R. Kharisma, and L. Syafa'ah, "Sistem Monitoring Heart Rate dan Oksigen Dalam Darah Berbasis LoRa," *Medika Teknika : Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*, vol. 2, no. 2, Apr. 2021, doi: 10.18196/mt.v2i2.11465.
- [7] E. D. Widiyanto, A. A. Faizal, D. Eridani, R. D. O. Augustinus, and M. S. Pakpahan, "Simple LoRa Protocol: Protokol Komunikasi LoRa Untuk Sistem Pemantauan Multisensor," *TELKA - Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi dan Kontrol*, vol. 5, no. 2, pp. 83–92, Nov. 2019, doi: 10.15575/telka.v5n2.83-92.
- [8] R. Wahyusari, L. Wibowo, and M. A. Amrozi, "Perancangan Alat Pengukur Suhu Badan dan Kadar Oksigen Dalam Darah Menggunakan Mikrokontroler," *JIIFKOM (Jurnal Ilmiah Informatika dan Komputer)*, vol. 2, no. 2, pp. 18–21, Aug. 2023, doi: 10.51901/jiifkom.v2i2.354.
- [9] A. Amran, M. Subito, and A. Alamsyah, "Sistem Monitoring Tekanan Darah Dan Suhu Tubuh Berbasis IoT (Internet Of Thing) menggunakan android," *Foristek*, vol. 10, no. 2, Mar. 2021, doi: 10.54757/fs.v10i2.21.
- [10] F. Muhammad, A. Bhawiyuga, and D. P. Kartikasari, "Analisis Kinerja Protokol LoRaWAN untuk Transmisi Data pada Skenario Urban Area," 2019. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>