

Pemanfaatan nRF24L01 *Wireless* dalam Pembuatan Perangkat untuk Pengawasan Pasien Covid-19

Nurjamilah Haqimah¹, Moh. Farid Susanto², Mochamad Mardi Marta Dinata³,
Galih Nugraha Nurkahfi⁴

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

¹E-mail : nurjamilah.haqimah.tkom18@polban.ac.id

²E-mail : mfarids@polban.ac.id

^{3,4}Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

³E-mail : mochamad.mardi.martadinata@gmail.com

⁴E-mail : galih.nugraha.nurkahfi@lipi.go.id

ABSTRAK

Kasus positif Covid-19 di Indonesia terus meningkat setiap harinya, menyebabkan ruangan isolasi pada rumah sakit penuh yang mengakibatkan tenaga medis kewalahan. Faktor pengawasan sangat penting bagi yang menjalani isolasi, mengenai kondisi kesehatan pasien. Untuk memudahkan tenaga medis dalam memantau pasien, maka dirancang sistem pengawasan pergerakan dan kondisi tanda vital pasien Covid-19. Perangkat ini dilengkapi sensor DS18B20 untuk mendeteksi suhu tubuh, GY-MAX30100 untuk mendeteksi saturasi oksigen dan detak jantung, juga terdapat Nrf24L01 chip *Wireless* yang berfungsi mengirimkan data sensor dan nomer identitas perangkat ke *Gateway* yang akan dikirim ke *database* dan diteruskan ke *Web Server* guna melakukan pengawasan. Keseluruhan pengujian data yang terkirim pada *database* menunjukkan akurasi sebesar 98% jika dibandingkan dengan *General Care Pulse Oximeter* dan *Thermogun*. Delay pengiriman data pada sistem ini adalah 15 detik.

Kata Kunci

Sistem Pengawasan, *Wireless*, Modul Nrf24L01, Sensor DS18B20, Sensor MAX30100

1. PENDAHULUAN

Penyakit Coronavirus (COVID-19) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh virus korona baru, yang kemudian dinamai SARS-CoV-2.. Kasus positif corona di Indonesia telah mencapai 1,123 juta kasus pada tanggal 5 februari 2021. [1]. COVID-19 semakin menyebar dan menginfeksi banyak orang, bahkan banyak rumah sakit kewalahan menampung lonjakan kasus pasien positif. Dilansir CCN Indonesia pada 26 Januari 2020, rumah sakit online kementerian kesehatan mencatat 11 provinsi memiliki kapasitas keterisian tempat tidur yang melampaui batas aman dari organisasi kesehatan dunia who, yakni 60 persen. [2]

Salah satu solusi dari permasalahan ini adalah adanya alat untuk memonitoring pergerakan pasien yang telah dikembangkan oleh tim penelitian dari LIPI. Alat ini akan membuat pasien tidak keluar rumah selama menjalani karantina mandiri, dan jika pasien keluar dari tempat karantina atau membuka paksa gelang maka akan ada notifikasi peringatan pada *website* atau aplikasi pengawas dengan menggunakan modul *Bluetooth* HM10. [3] Adapun [4], menambahkan sensor LM35, MAX30100 dan MPX5050 DP. Data yang diambil sensor akan dikirim ke *webservice* menggunakan *XBee*. Kemudian [5], membuat gelang pengukur detak jantung dan suhu tubuh manusia berbasis *Internet of Things* menggunakan sensor MAX30102. Untuk pengembangan selanjutnya, pada

penelitian ini digunakan modul nRF24L01. Karena nRF24L01 merupakan modul *wireless* dengan konsumsi daya yang rendah, selain itu keunggulannya adalah memungkinkan membuat 125 jaringan modem dan dapat berkomunikasi dengan 6 modul lainnya secara bersamaan. [6]. Perangkat akan dihubungkan dengan nRF24L01 sebagai modul komunikasi untuk mengawasi pasien COVID-19 saat menjalani isolasi terpusat yang akan memberikan informasi kondisi vital pasien seperti denyut jantung, saturasi oksigen dan suhu tubuh dan pergerakan dan memonitoring kesehatan. Perangkat ini berupa gelang yang akan terkoneksi dengan internet melalui *Web Server*.

2. METODE

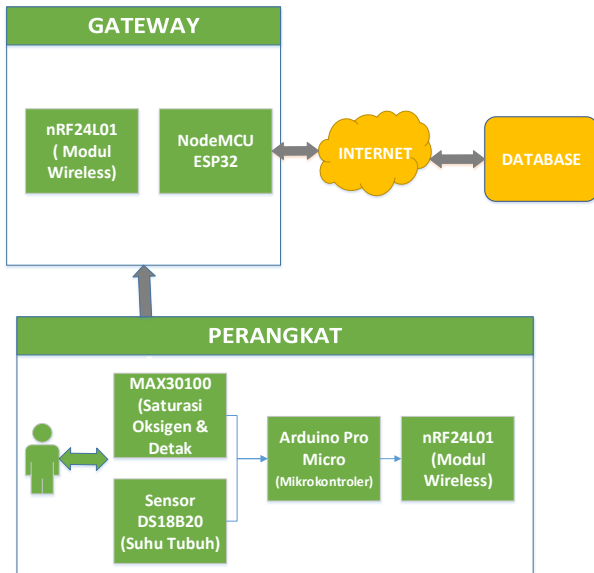
2.1 Perancangan

Perancangan dilakukan untuk mempersiapkan segala hal untuk dapat merealisasikan sistem ini. Sub bab ini akan menjelaskan tahapan persiapan realisasi.

2.1.1 Blok Diagram yang Digunakan

Dibuat sebuah sistem dengan blok diagram seperti Gambar 1. Pada perangkat akan dipasang modul Arduino Pro Mini, sensor alat vital, modul *Wireless* nRF24L01. Modul Arduino Pro Mini digunakan sebagai mikrokontroler. Sensor alat vital yang digunakan ada dua yaitu, max30100 dan DS18B20.

Modul GY-Max30100 merupakan sensor detak jantung dan saturasi oksigen, sedangkan DS18B20 merupakan sensor suhu tubuh. Modul *Wireless* nRF24L01 ini akan mengirimkan data sensor secara realtime ke perangkat nRF24L01 di *Gateway*. *Gateway* pada sistem ini menggunakan NodeMCU ESP32. Melalui *Gateway*, data akan dikirim ke *database* melalui HTTP *Client*.



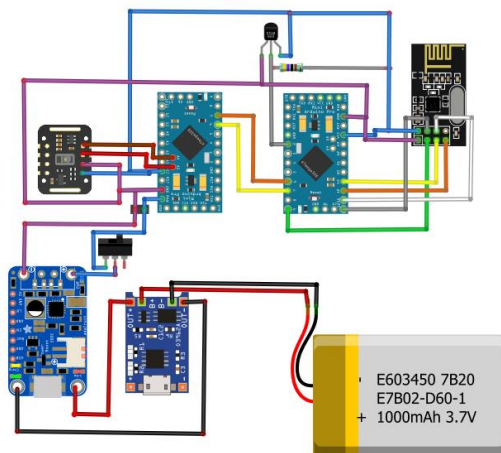
Gambar 1. Blok Diagram Sistem yang Digunakan

2.2 Realisasi

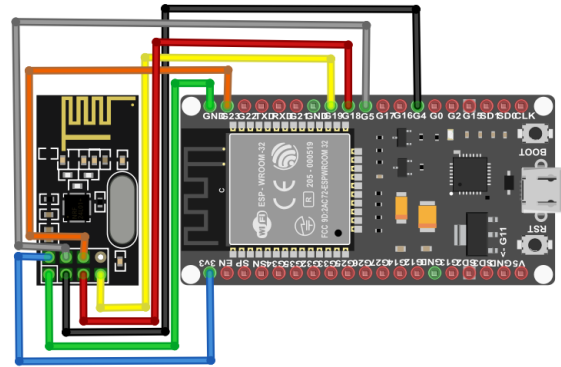
Sub bab ini akan membahas hasil dari konsep sistem yang sebelumnya telah disusun yaitu berupa realiasi alat. Alat itu sendiri terbagi menjadi dua, yaitu bagian realisasi perangkat keras dan perangkat lunak.

2.2.1 Pengkabelan

Dibuat *wiring diagram* yang akan digunakan pada sistem ini, yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

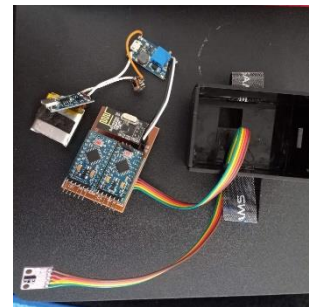


Gambar 2. Wiring Diagram Transmitter



Gambar 3. Wiring Diagram Receiver

Realisasi pengkabelan yang ditunjukkan Gambar 4 dan Gambar 5 merupakan implementasi dari rangkaian yang telah dibuat. Rangkaian *receiver* karena rangkaian tidak memiliki jalur yang rumit dan nRF24L01 menggunakan Adapter sehingga tidak ada pin yang dihubungkan ke PCB.



Gambar 4. Realisasi Pengkabelan Transmitter



Gambar 5. Realisasi Pengkabelan Receiver

2.2.2 Implementasi Program

Program pada Gambar 6 berfungsi untuk membaca data detak jantung dan saturasi oksigen pada sensor GY-Max30100 kemudian dikirim melalui serial komunikasi.

```
void loop()
{
  pox.update();
  // Make sure to call update as fast as possible
  if (millis() - tsLastReport > REPORTING_PERIOD_MS) {
    BPM = pox.getHeartRate();
    SPO2 = pox.getSpO2();
    Serial.print("BPM=");
    Serial.print(BPM);
    Serial.print("SPO2=");
    Serial.print(SPO2);
    StaticJsonDocument<200> doc;
    doc["BPM"] = BPM;
    doc["SPO2"] = SPO2;
    serializeJson(doc, s);
    tsLastReport = millis();
  }
}
```

Gambar 6. Program untuk Membaca Data Sensor Max30100

Program pembacaan data suhu pada sensor DS18B20 ditunjukkan pada Gambar 7. Dilakukan penambahan nilai pembacaan sebesar 4 karena sensor ini masih terpengaruh akibat suhu ruangan. [7]

```
DS18B20.requestTemperatures();
float suhu = DS18B20.getTempCByIndex(0)+4;
```

Gambar 7. Program untuk Membaca Data Sensor DS18B20

Program pengiriman data dengan *wireless* nRF24L01 ditunjukkan pada Gambar 8.

```
String dataDikirim="";
dataDikirim += noGelang;
dataDikirim += "#";
dataDikirim += String(suhu);
dataDikirim += "$";
dataDikirim += String(BPM);
dataDikirim += "%";
dataDikirim += String(SPO2);
Serial.println(dataDikirim);
int dataDikirim_length = dataDikirim.length()+1;
char dataDikirimkan[dataDikirim_length];
dataDikirim.toCharArray(dataDikirimkan, dataDikirim_length);
Serial.println(dataDikirimkan);
radio.write(sdataDikirimkan, sizeof(dataDikirimkan));
```

Gambar 8. Program Pengiriman Data menggunakan *Wireless* nRF24L01

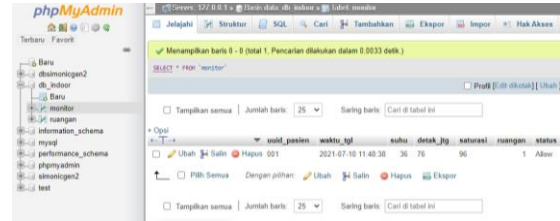
Pada Gambar 9 menunjukkan program untuk pengiriman data pada *database* melalui HTTP.

```
HTTPClient http;
String serverPath = dataDikirim;
http.begin(serverPath.c_str());
int httpResponseCode = http.GET();
```

Gambar 9. Program Pengiriman Data Pada *Database*

2.2.3 Implementasi Database

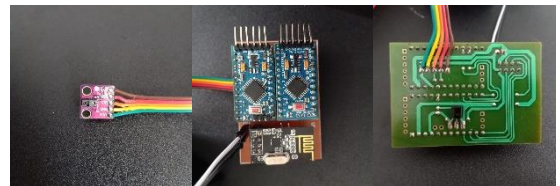
Gambar 11 menunjukkan tabel monitor pada *database* indoor yang akan menyimpan data yang dikirimkan oleh transmitter pada *gateway*. Data yang akan di catat adalah uuid pasien atau disebut juga nomer gelang , waktu data tersebut ter input, suhu, detak jantung , saturasi oksigen, dan no ruangan



Gambar 101. *Database* Indoor Tabel Monitor

2.2.4 Perakitan

Setelah skema rangkaian dibuat, maka diimplementasikan dengan melakukan perakitan pada layout PCB single layer untuk mikrokontroler, sensor dan modul WiFi pada rangkaian transmitter seperti pada gambar 12.



Gambar 12. Realisasi Modul Rangkaian

2.2.5 Kemasan Alat

Realisasi mekanik ini dibuat sebagai kemasan alat yang digunakan dengan ukuran panjang 6.8 cm, lebar 4.8 cm, dan tinggi 3,8 cm untuk bagian pengirim. Kemudian, pada kemasan diberikan lubang untuk *switch on/off*, sensor dan usb untuk charger. Seperti Gambar 13.



Gambar 113. Realisasi Kemasan Alat Transmitter

Kemudian pada penerima, kemasan alat yang digunakan berukuran panjang 6.3 cm, lebar 3.7 cm, dan tinggi 5.7 cm. kemudian, pada kemasan diberikan lubang untuk kabel usb yang diperlihatkan pada Gambar 14.



Gambar 124. Realisasi Kemasan Alat Receiver

3. PENGUJIAN

Pengujian dilakukan dengan menguji fungsi dari sensor dan modul, integrasi keseluruhan menjadi data string yang dikirimkan menuju *database* melalui WiFi. Pengujian dilakukan di ruangan yang berbeda-beda dan dihari yang berbeda juga. Parameter yang diuji pada sistem ini adalah :

- 1) Menguji pembacaan sensor GY-MAX301000 pada ujung jari dan sensor DS18B20 pada pergelangan tangan.
- 2) Menguji pembacaan sensor GY-MAX301000 dan sensor DS18B20 pada pergelangan tangan.
- 3) Membandingkan kinerja kedua sensor dengan alat ukur yang beredar dipasaran.
- 4) Pengujian data yang diterima di *database* dan mencatat delay yang terjadi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Sensor MAX30100

Pengujian sensor GY-Max30100 dilakukan dengan mengambil data seketak jantung atau beat per minutes (BPM) dan saturasi oksigen (SPO2). Lalu, data tersebut akan dibandingkan dengan alat ukur yang sudah beredar dipasaran yaitu *oximeter*.

4.1.1 Detak Jantung (BPM)

Tabel 1. Hasil Perbandingan Pengukuran BPM

No.	General care	MAX30100	Seliuh
1.	98	95	3
2.	99	99	0
3.	69	67	2
4.	83	84	1
5.	80	80	0
6.	94	96	2
7.	72	72	0
8.	115	110	5
9.	91	92	1

Jumlah	801	795	14
Rata-Rata	89	88,333	1,556
%Error	$\frac{1,556}{88,333} \times 100\% = 1,761006\%$		
Akurasi	98,24%		

Pada Tabel 1 dimana pengujian dilakukan pada ujung jari. Peletakan sensor GYMax30100 pada jari tengah atau telunjuk, disesuaikan dengan kenyamanan pengguna. Data ini merupakan hasil dari masing-masing pengukuran setiap pengguna menuju *Database*. Pengambilan data ini dilakukan saat sensor stabil dan membutuhkan sekitar 10-30 detik untuk itu. Karena sensor GY-MAX30100 ini memancarkan cahaya LED tidak langsung terang tapi dari redup hingga terang dan itu membutuhkan waktu untuk mencapai kestabilan. Dilihat dari tabel pun, hasil pembacaan sensor yang di letakkan di ujung jari dan membandingkannya dengan *general care oximeter* mendapatkan akurasi sebesar 98,24%. Hal ini menunjukkan bahwa akurasi alat ini telah lebih tinggi dari 95%.

4.1.2 Saturasi Oksigen (SPO2)

Tabel 2. Hasil Perbandingan Pengukuran SPO2

No.	General care	MAX30100	Selish
1.	98	95	3
2.	97	97	0
3.	97	97	0
4.	96	96	0
5.	98	98	0
6.	92	96	4
7.	96	97	1
8.	98	96	2
9.	97	97	0
Jumlah	869	869	10
Rata-Rata	96,556	96,556	1,111
%Error	$\frac{1,111}{96,556} \times 100\% = 1,150748\%$		
Akurasi	98,85%		

Pada Tabel 2 dimana pengujian dilakukan pada ujung jari. Peletakan sensor GY-Max30100 pada jari tengah atau telunjuk, disesuaikan dengan kenyamanan pengguna. Data ini merupakan hasil dari masing-

masing pengukuran setiap pengguna menuju *Database*. Pengambilan data ini dilakukan saat sensor stabil dan membutuhkan setikar 30 detik. Dilihat dari tabel pun, hasil pembacaan sensor yang di letakkan di ujung jari dan membandingkannya dengan *general care oximeter* mendapatkan akurasi sebesar 98,85%. Hal ini menunjukkan bahwa akurasi alat ini telah lebih tinggi dari 95%.

4.1.3 Suhu Tubuh (°C)

Tabel 3. Hasil Perbandingan Pengukuran Suhu Tubuh

No.	<i>General care</i>	DS18B20	Selisih
1.	36,1	36,00	0,1
2.	36,4	36,50	0,1
3.	36,5	36,31	0,19
4.	36,6	36,13	0,47
5.	36,5	36,50	0
6.	36,5	37,56	1,06
7.	36,6	36,69	0,09
8.	36,5	36,19	0,31
9.	36,4	30,19	0,21
10.	36,6	37,25	0,65
11.	36,4	36,5	0,1
12.	36,5	36,81	0,31
13.	36,6	36,5	0,1
Jumlah	474,2	469,13	3,69
Rata-Rata	36,4769	36,0869	0,56
%Error	$\frac{0,56}{36,0869} \times 100\% = 0,016\%$		
Akurasi	98,44%		

Tabel 3 dapat dilihat bahwa hasil pembacaan dari sensor DS18B20 yang di letakkan pada pergelangan tangan luar pada penguian bersama GY-MAX30100 yang ditelakkan di ujung jari memperlihatkan hasil yang baik. Data yang diambil telah dibandingkan dengan thermgpn *general care*, mendapatkan akurasi 98,44%. Tetapi yang menadi kelemahan dari sensor ini adalah masih terpengaruh dengan suhu ruangan, sehingga saat sebelum digunakan itu diperlukan kalibrasi terlebih dahulu.

4.2 Delay Pengiriman ke Database

Tabel 4. Delay Pengiriman ke Database

No	Bagian	Delay													
1	Perangkat	10:22:15.848 -> 001#36.25\$89%96 10:22:15.848 -> 001#36.25\$89%96													
	Gateway	10:22:30.814 -> http://192.168.43.216:2001/Indoor/Input/data/001/36.25/89/94/1 10:22:30.955 -> HTTP Response code: 200 10:22:30.955 -> { 10:22:30.955 -> "message": "Allow" 10:22:30.955 -> }													
	HTTP	[36/Jun/2021:10:22:30] "GET /Indoor/Input/data/001/36.25/89/96/1 HTTP/1.1" 200													
	Database	<table border="1"> <thead> <tr> <th>uuid_pasien</th> <th>waktu_tgl</th> <th>suhu</th> <th>detak_jtg</th> <th>saturasi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>001</td> <td>2021-06-30 10:22:30</td> <td>36</td> <td>89</td> <td>96</td> </tr> </tbody> </table>	uuid_pasien	waktu_tgl	suhu	detak_jtg	saturasi	001	2021-06-30 10:22:30	36	89	96			
uuid_pasien	waktu_tgl	suhu	detak_jtg	saturasi											
001	2021-06-30 10:22:30	36	89	96											
	Delay	15 detik													
2	Perangkat	10:27:45.133 -> 001#38.38\$94%96 10:27:45.133 -> 001#38.38\$94%96													
	Gateway	10:28:00.178 -> http://192.168.43.216:2001/Indoor/Input/data/001/38.38/94/96/1 10:28:00.412 -> HTTP Response code: 200 10:28:00.412 -> { 10:28:00.412 -> "message": "Allow" 10:28:00.412 -> }													
	HTTP	[38/Jun/2021:10:28:00] "GET /Indoor/Input/data/001/38.38/94/96/1 HTTP/1.1" 200													
	Database	<table border="1"> <thead> <tr> <th>uuid_pasien</th> <th>waktu_tgl</th> <th>suhu</th> <th>detak_jtg</th> <th>saturasi</th> <th>ruangan</th> <th>status</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>001</td> <td>2021-07-02 10:28:00</td> <td>38</td> <td>94</td> <td>96</td> <td>1</td> <td>Allow</td> </tr> </tbody> </table>	uuid_pasien	waktu_tgl	suhu	detak_jtg	saturasi	ruangan	status	001	2021-07-02 10:28:00	38	94	96	1
uuid_pasien	waktu_tgl	suhu	detak_jtg	saturasi	ruangan	status									
001	2021-07-02 10:28:00	38	94	96	1	Allow									
	Delay	15 detik													

Pada tabel 4 merupakan hasil penguian *delay* dari perangkat hingga *database*. Sampel penguian dilakukan 2 kali pada waktu yang berbeda, dimulai dari pengiriman data sensor pada perangkat dengan no unik yang disebut *uuid pasien* melalui *wireless nRF24L01*, yang akan diterima oleh *gateway (receiver)*, kemudian dikirim ke *database* melalui HTTP *Get Client*. Pada *gateway* akan menerima pesan "Allow" dengan HTTP response code 200 jika data diterima oleh HTTP atau menandakan sukses. Lain hal nya jika mendapatkan respon 400, maka *nRF24L01* pada *gateway* tidak menerima data. Sedangkan jika code respon -1, maka HTTP belum terhubung dengan *gateway*, yang dapat disebabkan oleh *gateway* yang tidak terkoneksi dengan Internet yang sama. Dari penguian yang berhasil mendapatkan pesan "allow", terlihat besar *delay* yang teradi hanya 15 detik. Walaupun jika internet lama, besar *delay* akan tetap sama karena menggunakan data terbaru. Data pada *database* ini akan ditampilkan pada *Web Server*.

Pengiriman data ke *database* berjalan dengan memiliki kendala pada saat pengiriman data komunikasi *nRF24L01* dari perangkat pada *gateway* yang ditunjukkan dengan kode eror 400. , Pada kasus ini *nRF4L01* pada *gateway* tidak menerima data sehingga tidak ada data yang dikirimkan pada HTTP *server*. Hal ini disebabkan oleh adanya noise catu daya dan noise karena kabel. Noise catu daya dikarenakan tegangan kerja yang berbeda, walaupun sudah toleran terhadap tegangan 5V. Menurut [8] solusinya adalah menggunakan kapasitor 10 µf atau adapter khusus *nRF24L01* dan modul harus sedekat mungkin dengan mikrokontroler. Hasilnya, saat hanya menggunakan kapasitor koneksi antar modul tidak baik dan lebih banyak kegagalan transfer data, sedangkan pada saat menggunakan adapter terjalin komunikasi yang baik dan kegagalan transfer data lebih sedikit. Namun akibat dari penggunaan adapter membutuhkan *jumper* sepanjang 10 cm, hal ini juga dapat menyebabkan kegagalan transfer data. Sehingga diperlukan

penggunaan kabel *jumper* yang lebih baik atau membuat jalur khusus adapter pada PCB.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan implementasi dari Pemanfaatan nRF24L01 *Wireless* dalam Pembuatan Perangkat Monitoring Pasien Covid-19 dapat disimpulkan bahwa:

1. Data yang dibaca oleh sensor berupa tanda vital mendapatkan akurasi sebesar 98 % apabila dibandingkan dengan *general care pulse oximeter dan thermogun*.
2. Data sensor telah berhasil dikirimkan ke *database* dengan delay selama 15 detik. Modul nRF24L01 sensitif terhadap *noise* catu daya dan noise karena kabel yang dapat menyebabkan kegagalan transfer data.

5.2 Saran

Hasil dari Perancangan dan implementasi alat ini dikatakan cukup baik karena memiliki nilai akurat akan tetapi untuk tingkat keamanan dapat dikembangkan lebih lanjut. Berikut beberapa saran agar perancangan dan implementasi ini dapat menjadi lebih baik:

1. Penggunaan sensor GY-MAX030100 belum dapat diletakkan pada pergelangan tangan, sehingga jika akan mendesain semacam smartwatch diperlukan penggunaan sensor yang dikhususkan untuk pergelangan tangan.
2. Penggunaan sensor suhu juga dapat ditingkatkan menggunakan sensor infrared, agar hasil lebih maksimal.
3. Melalui komplikasi program lebih dalam untuk dapat menyatukan *protocol* 12C dan SPI sehingga tidak harus menggunakan 2 mikrokontroler atau menggunakan modul komunikasi yang lebih sederhana.
4. Menggunakan kabel atau *jumper* yang lebih baik kualitasnya atau membuat desain agar modul sedekat mungkin dengan mikrokontroler.

UCAPAN TERIMA KASIH

Demikian penulis berterimakasih kepada Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia yang telah memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Organization, World Health (WHO), 2021. [Online]. Available: who.int.
- [2] CNN, 26 Januari 2021. [Online]. Available: <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20210125195733-20-598261/kolaps-rumah-sakit-di-tengah-1-juta-kasus-corona>.
- [3] E. Prima, "Si-Monic Ajak Satgas Covid-19 Pantau Pasien Karantina dari Jauh," TEMPO, [Online]. Available:

<https://tekno.tempo.co/read/1410861/si-monic-ajak-satgas-covid-19-pantau-pasien-karantina-dari-jauh/full&view=ok>.

- [4] A. Zafia, "Prototype Alat Monitoring Vital Sign Pasien Rawat Inap Menggunakan Wireless Sensor Sebagai Upaya Physical Distancing menghadapi Covid-19," *Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications*, vol. 2, no. 2, 2020.
- [5] D. E. Pratiwi, "GELANG PENGUKURAN DETAK JANTUNG DAN SUHU TUBUH MANUSIA BERBASIS INTERNET of THINGS," Jakarta, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, 2020.
- [6] Dejan, "nRF24L01 – How It Works, Arduino Interface, Code, Schematic," *howtomechatronics*, 2017. [Online]. Available: <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/arduino-wireless-communication-nrf24l01-tutorial/>.
- [7] W. S. F. L. Yondry Kukul, "Suhu Tubuh: Heometasis dan Efek Terhadap Kinerja Tubuh Manusia," *Biomedik*, vol. 1, no. 2, pp. 107-118, 2009.
- [8] lastminuteengineers, "nrf24l01 arduino wireless communication," lastminuteengineer, [Online]. Available: <https://lastminuteengineers.com/nrf24l01-arduino-wireless-communication/>.