

Telemonitoring Kadar SPO₂ Pada Gejala Silent Hypoxia Covid-19 Berbasis IoT

Ajeng Denita Khoerunnisa¹, Mina Naidah Gani², Nila Novita Sari³

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : ajeng.denita.tkom19@polban.ac.id

²Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : mina.naidah@polban.ac.id

³Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : nila.novita@polban.ac.id

ABSTRAK

Hipoksia adalah kondisi dimana kadar saturasi oksigen di dalam darah tubuh lebih rendah dari kondisi normal, dimana kadar normal saturasi oksigen (SpO₂) adalah 95-100% dengan tekanan parsial oksigen. Ketika seseorang terkena Covid-19 dan harus menjalani isolasi mandiri, diperlukan adanya alat yang dapat melakukan monitoring kondisi pasien untuk menghindari resiko terjadinya *silent hypoxia* dan meminimalisir kontak fisik dengan pasien Covid-19. Hal inilah yang melatarbelakangi pembuatan alat yang dapat melakukan monitoring kondisi pasien dari jarak jauh terutama saturasi oksigen di dalam darah sedang menjalani isolasi mandiri untuk mencegah terjadinya gejala *silent hypoxia*. Dengan memanfaatkan *platform Internet of Things (IoT)* yaitu Webservice ThingSpeak, hasil pengukuran alat dapat di monitoring dalam bentuk grafik. Penggunaan aplikasi WhatsApp pada sistem alat ini dimanfaatkan untuk mengirimkan pemberitahuan kondisi pasien apabila kadar saturasi oksigen ada di level siaga atau level yang darurat. Pada hasil pengujian sensor MAX30100 mencapai akurasi alat sebesar 98,90% pada kondisi duduk dan 96,63% pada kondisi terlentang, sedangkan untuk sensor MLX90614 mencapai akurasi alat sebesar 97% pada kondisi duduk dan 96,97% pada kondisi terlentang. Pengiriman informasi siaga dan darurat dapat di kirimkan dalam waktu 15 detik oleh sistem ke aplikasi WhatsApp.

Kata Kunci

Covid-19, IoT, Pulse Oximetry, Silent hypoxia, SpO₂, ThingSpeak, WhatsApp.

1. PENDAHULUAN

Pandemi Covid-19 disebabkan oleh *syndrom* pernapasan akut coronavirus 2 atau SARS CoV-2, Covid-19 dilaporkan pertama kali di kota Wuhan China, pada akhir bulan Desember 2019 menjadi global pandemi pada bulan Maret 2020. Richard Levitan, seorang spesialis intubasi di New York Times pada 20 April 2020 mengatakan bahwa sejumlah rumah sakit yang menangani Covid-19 menemukan pasien yang menderita pneumonia karena Covid-19 setelah dilakukan rontgen dengan tingkat saturasi oksigen dibawah 50%. Pneumonia menyebabkan deprivasi oksigen yang sulit di deteksi, sehingga menyebabkan kondisi yang disebut "*Silent hypoxia*" atau hipoksia tanpa gejala dyspnoea (sesak nafas) yang terlihat secara klinis. *Silent hypoxia* atau adalah keadaan dimana tingkat saturasi oksigen di dalam darah

menurun dari keadaan normal tetapi pasien tidak merasakan gejala apapun [1].

Hipoksia merupakan kondisi dimana kadar saturasi oksigen dalam tubuh lebih rendah dari kondisi normal yaitu 95-100% dengan tekanan parsial oksigen (PaO₂) adalah 80-100 mmHg. Apabila kadar oksigen di dalam darah berada di bawah 94% fungsi otak akan terganggu karena tidak mendapatkan asupan oksigen yang cukup. Kemudian apabila kadar saturasi oksigen turun menjadi 80% akan menimbulkan gangguan pada organ vital [2].

Salah satu indikator yang dapat dilihat adalah dari tingkat saturasi oksigennya, dimana untuk memeriksa kadar saturasi oksigen dalam tubuh memerlukan alat elektromedis yaitu oximetry yang merupakan alat untuk memonitoring kadar saturasi oksigen di dalam darah tanpa melakukan tes darah (*non-invasive*). Namun, meskipun oksimeter

ini semakin berguna dalam praktek klinis, perangkat ini memiliki keterbatasan karena memerlukan kontak fisik antara petugas kesehatan dan pasien. Dalam hal ini, *telemedicine* dipandang sebagai hal yang kritis dan mendesak solusi yang dapat mengubah praktik klinis kontak fisik konvensional selama darurat Covid-19.

Untuk meminimalisir interaksi langsung dengan pasien Covid-19 sistem *telemedicine* ini di kembangkan juga kearah sistem telemonitoring yang dapat membantu keluarga dan tenaga kesehatan profesional untuk memantau saturasi oksigen pasien dengan mudah dalam interval waktu yang teratur, untuk menghindari resiko *silent hypoxia*. Sejumlah penelitian telah mencoba untuk mengembangkan sistem *telemedicine* yang ditunjukkan untuk mendeteksi *silent hypoxia*. Dian Bagus Setyo Budi, dkk. dalam penelitian yang berjudul “Sistem Deteksi Gejala Hipoksia Berdasarkan Saturasi Oksigen dan Detak Jantung Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis Arduino”. Hasil pengujian alat mendapatka nilai error saturasi oksigen sebesar 2,96%, dan *error* detak jantung sebesar 2,86%. Sedangkan untuk pengujian dengan menggunakan metode fuzzy dengan percobaan pada 12 sampel, mendapatkan akurasi sebesar 100% [3]. Dalam jurnal yang berjudul “Health Monitoring System dengan Indikator Suhu Tubuh, Detak Jantung dan Saturasi Oksigen berbasis *Internet of Things (IoT)*”. Dibuak perancangan alat dengan memanfaatkan laju teknologi yang pesat dengan berbasis internet. *Input* yang digunakan pada sistem ini dalah sensor MAX30102 untuk mendeteksi detak jantung dan kadar saturasi oksigen, dan juga sensor DS18B20 untuk pendeteksi suhu tubuh. Hasil pengukuran dari alat ditampilkan pada LCD yang sudah terintegrasi dengan aplikasi *smartphone* karena menggunakan mikrokontroler ESP8266. Pada hasil pengujiannya penggunaan sensor MAX30102 dan sensor DS18B20 secara bersamaan ini menimbulkan terjadinya *error* [5].

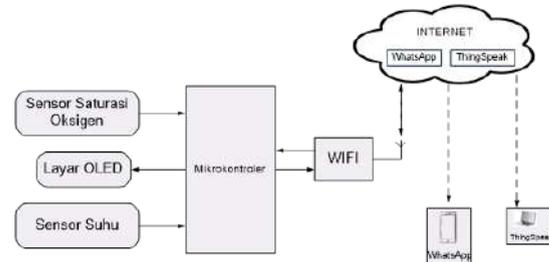
Dari permasalahan diatas, maka diperlukan adanya alat yang dapat memonitoring kondisi vital pasien Covid-19 dari jarak jauh secara *real time*, terutama kadar saturasi oksigen pada pasien yang sedang melakukan isolasi mandiri apabila menunjukkan gejala tidak stabil. Kondisi tersebut dapat di jadikan indikasi adanya gejala *silent hypoxia*. Alat ini nantinya di harapkan bisa melakukan pemantauan terhadap kondisi pasien

Covid-19 tanpa gejala *silent hypoxia* yang dapat dimonitoring oleh petugas ataupun keluarga dari *web server* ThingSpeak. ThingSpeak adalah layanan platform analitik IoT yang memungkinkan untuk menggabungkan, memvisualisasikan, dan menganalisis aliran data langsung di *cloud* [6]. Dapat mengirim data ke ThingSpeak dari Esp8266, membuat visualisasi instan dari data langsung, dan mengirim peringatan. Dan WhatsApp sebagai media pelaporan apabila pasien mengalami kondisi yang tidak stabil dan darurat.

2. METODOLOGI PELAKSANAAN

22.1 Blok Diagram Sistem

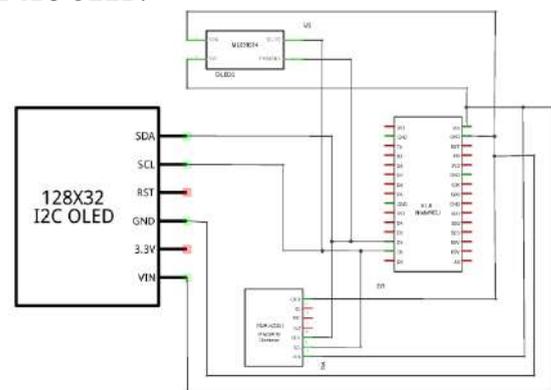
Pada Gambar 1 merupakan blok diagram keseluruhan sistem yang akan dibuat hingga blok diagram sistem yang akan dikerjakan



Gambar 1. Blok Diagram

22.2 Skema Elektronik

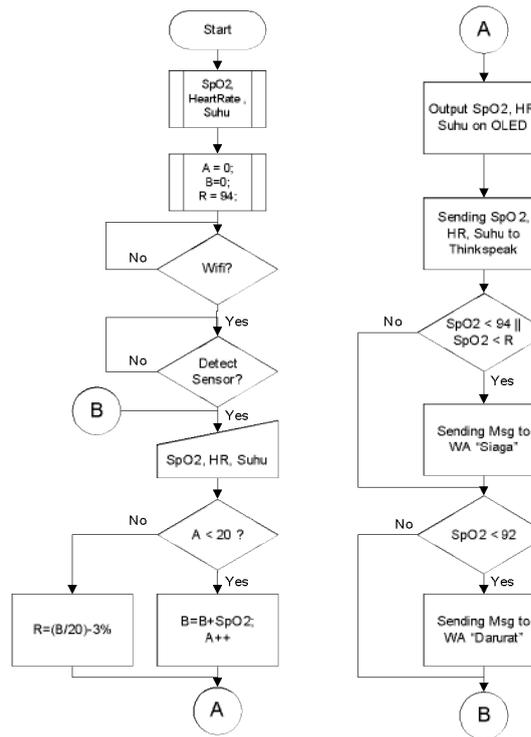
Pada Gambar 2 yang terdiri dari sensor saturasi oksigen yang menggunakan sensor MAX30100 yang memiliki 4 buah pin, dan juga sensor suhu yaitu sensor MLX90614 yang juga memiliki 4 buah pin. Setiap pin dari kedua sensor tersebut kemudian dihubungkan menggunakan konektor dengan mikrokontroler NodeMcu. Selain itu ada pula penambahan komponen LCD yaitu tipe 128 x 32 12C OLED.



Gambar 2. Skema Elektronik

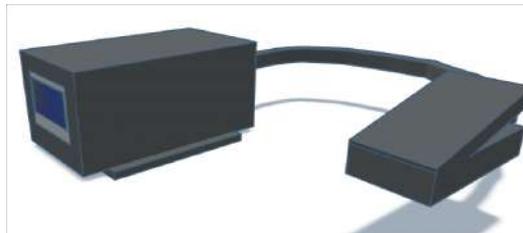
22.3 Diagram Alir

Pada Gambar 3 Akan menjelaskan alur dari sistem yang akan dibuat, dimulai dari bagian input hingga output dari alat yang dibuat.



Gambar 3. Diagram Alir

22.4 Realisasi Mekanik



Gambar 4. Design Alat

Gambar 4. Realisasi mekanik akan dibuat dengan desain berupa *handband* yang dilengkapi dengan sistem, dimana sistem ini terdiri dari alat atau komponen yang digunakan untuk melakukan monitoring sebagai upaya pendeteksian gejala *silent hypoxia*. Sarung tangan ini akan dibuat se-ukuran sarung tangan dewasa, dengan alat pengukur suhu yang menempel pada bagian jari telunjuk, dan alat pengukur saturasi oksigen dan detak jantung yang menempel ditempel pada bagian dalam sarung tangan di bagian jari tengah. Untuk layar OLED akan ditempelkan pada bagian atas.



Gambar 5. Kemasan Alat

Gambar 5. Merupakan hasil pembuatan kemasan alat yang akan digunakan untuk memonitoring kadar saturasi oksigen, dimana kemasan alat dibuat sesuai dengan design yang telah di rencanakan sebelumnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Kinerja Sitem MAX30100

Pengujian kinerja sistem dilakukan dengan mengambil 10 sampel data secara acak, hasil pengujian akan dibandingkan dengan alat komersial yaitu oxymeter dan *infrared thermometer* yang bertujuan untuk mengetahui akurasi alat yang dibuat. Hasil dari pengambilan data yang dilakukan oleh sensor akan di kalibrasi terlebih dahulu menggunakan regresi linear. Dengan tujuan mendapatkan nilai akurasi yang tinggi dan persentasi nilai error yang kecil. Pada Tabel 1 dan Tabel 2. Menunjukkan hasil perbandingan kinerja sistem MAX30100 dengan alat oxymeter pada kondisi duduk.

Tabel 1. Perbandingan kinerja sistem MAX30100 (SpO2)

No.	Jenis Kelamin	SpO2 (%)		Kalibrasi SpO2 (0,3478x + 64,489)	Selisih Kalibrasi
		MAX30100	General Care®		
1	P	96	97	98	1
2	L	96	98	98	0
3	P	95	97	98	1
4	P	96	97	98	1
5	L	97	98	98	0
6	P	96	98	98	0
7	L	96	97	98	1
8	P	96	99	98	1
9	P	97	99	98	1
10	L	96	98	98	0
Jumlah		961	978	98	6
Rata-Rata		96	98	10	1
Error (%)					1
Akurasi (%)		100-Error(%) = 100-1=			99

Tabel 2. Perbandingan kinerja sistem MAX30100 (HeartRate)

No.	Jenis Kelamin	Heart Rate (Bpm)		Kalibrasi HR (0,9909x + 2,9744)	Selis Kalib
		MAX30100	General Care®		
1	P	84.79	86	87	1
2	L	77.68	80	80	0
3	P	91.5	96	94	2
4	P	69.2	70	72	2
5	L	85.63	81	88	7
6	P	84.44	84	87	3
7	L	92.9	96	95	1
8	P	94.17	99	96	3
9	P	88.63	87	91	4
10	L	85.02	79	87	8
Jumlah		854	858	876	30
Rata-Rata		85	86	88	3
Error (%)		—			4
Akurasi (%)		100-Error(%) = 100-4=			96

Pada Tabel 1 dan Tabel 2. data diatas merupakan nilai hasil pengukuran yang telah dilakukan pada semua sampel serta dilakukan perbandingan dengan alat komersial. Pada Tabel 1 dan Tabel 2. dapat dilihat bahwa hasil akurasi yang di dapatkan adalah sebesar 99% dan 96%. Pada Tabel 3 dan Tabel 4 Menunjukkan hasil perbandingan kinerja sistem MAX30100 dengan alat oxymeter pada kondisi terlentang.

Tabel 3. Perbandingan kinerja sistem MAX30100 (SpO2)

No.	Jenis Kelamin	SpO2 (%)		Kalibrasi SpO2 (0,3478x + 64,489)	Seli Kalib
		MAX30100	General Care®		
1	P	96	98	98	0
2	L	97	99	98	1
3	P	95	98	98	0
4	P	95	98	98	0
5	L	97	97	98	1
6	P	97	98	98	0
7	L	97	99	98	1
8	P	96	98	98	0
9	P	97	98	98	0
10	L	96	98	98	0
Jumlah		963	981	980	5
Rata-Rata		96	98	98	0
Error (%)		—			0
Akurasi (%)		100-Error(%) = 100-0=			10

Tabel 4. Perbandingan kinerja sistem MAX30100 (SpO2)

No.	Jenis Kelamin	Heart Rate (Bpm)		Kalibrasi HR (0,9909x + 2,9744)	Selisih Kalibrasi
		MAX30100	General Care®		
1	P	85.06	87	87	0
2	L	71.57	76	74	2
3	P	84.7	90	87	3
4	P	64.2	64	67	3
5	L	80.71	85	83	2
6	P	78.02	80	80	0
7	L	79.28	83	82	1
8	P	81.78	88	84	4
9	P	78.15	86	80	6
10	L	80.03	85	82	3
Jumlah		784	824	806	24
Rata-Rata		78	82	81	2
Error (%)		—			3
Akurasi (%)		100-Error(%) = 100-3=			97

Pada Tabel 3 dan Tabel 4. merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan waktu bersamaan seperti Tabel 1 dan Tabel 2. tetapi dalam kondisi yang berbeda, yaitu terlentang. Hasil pengujian alat pada kondisi ini mendapatkan akurasi sebesar 100% dan 97%, yang mana membuktikan bahwa alat ini tetap berfungsi dengan baik dalam keadaan duduk dan terlentang.

3.2 Pengujian Kinerja Sitem MLX90614

Pada Tabel 5. Menunjukkan hasil perbandingan kinerja sistem MLX90614 dengan alat infrared thermometer pada kondisi duduk

Tabel 5. Perbandingan kinerja sistem MAX30100

No.	Jenis Kelamin	Suhu (°C)		Kalibrasi HR (0,4164x + 21,46)	Selisih (°C)
		MLX90614	Infrared Thermometer		
1	P	33.2	35.3	35.3	0.0
2	L	34.37	35.9	35.8	0.1
3	P	35.4	36.2	36.2	0.0
4	P	34.98	36.2	36.0	0.2
5	L	35.15	36.2	36.1	0.1
6	P	34.99	36.2	36.0	0.2
7	L	35.71	36.0	36.3	0.3
8	P	34.75	36.1	35.9	0.2
9	P	36.05	36.3	36.5	0.2
10	L	35.17	36.2	36.1	0.1
Jumlah		349.8	360.6	360.2	1.4
Rata-Rata		35.0	36.1	36.0	0.1
Error (%)		—			0,4
Akurasi (%)		100-Error(%) = 100-0,4=			99,6

Pada Tabel 5. data diatas merupakan nilai hasil pengukuran yang telah dilakukan pada semua sampel serta dilakukan perbandingan dengan alat komersial. Sensor suhu di tempatkan pada bagian bawah alat, dimana

sensor suhu MLX90614 akan melakukan pengukuran secara *touchless* pada bagian punggung tangan. Akurasi yang di dapatkan pada pengujian sensor suhu dalam kondisi duduk adalah sebesar 99,6%. Pada Tabel 6. Menunjukkan hasil perbandingan kinerja sistem MLX90614 dengan alat infrared thermometer pada kondisi duduk.

Tabel 6 Perbandingan kinerja sistem MLX90614

No.	Jenis Kelamin	Suhu (°C)		Kalibrasi HR (0,4164x + 21,46)	Se (°C)
		MLX90614	Infrared Thermometer		
1	P	33,2	35,2	35,3	0
2	L	33,34	35,1	35,3	0
3	P	35,46	36,3	36,2	0
4	P	35,27	35,9	36,1	0
5	L	35,63	36,3	36,3	0
6	P	35,39	36,2	36,2	0
7	L	34,99	36,2	36,0	0
8	P	34,91	36,0	36,0	0
9	P	35,03	36,0	36,0	0
10	L	35,29	36,2	36,2	0
Jumlah		348,5	359,4	359,7	0
Rata-Rata		34,9	35,9	36,0	0
Error (%)					0
Akurasi (%)		100-Error(%) = 100-0,3=			99,7

Pada Tabel 6. merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan waktu bersamaan seperti Tabel 5. tetapi dalam kondisi yang berbeda, yaitu terlentang. Hasil pengujian alat pada kondisi ini mendapatkan akurasi sebesar 99,7%, yang mana membuktikan bahwa alat ini tetap berfungsi dengan baik dalam keadaan duduk dan terlentang.

3.3 Pengujian pada WhatsApp

Pengujian sistem pada Aplikasi WhatsApp dilakukan dengan menggunakan data contoh (*Dummy*) pada program inputan. Pada aplikasi WhatsApp sistem dibuat untuk dapat mengirimkan 2 pesan informasi yaitu status siaga dan darurat. Menurut Trisha Greenhalgh et al. BMJ 2021, acuan kadar saturasi oksigen pada status siaga adalah ketika pembacaan saturasi oksigen menunjukkan angka <94% atau 3% dibawah nilai saturasi oksigen normal pasien.[4] Pada Gambar 6. merupakan gambar informasi pesan siaga yang di kirimkan oleh sistem ke aplikasi WhatsApp.



Gambar 6. Informasi Pesan Siaga

Pada Gambar 7. merupakan gambar informasi pesan darurat yang di kirimkan oleh sistem ke aplikasi WhatsApp.

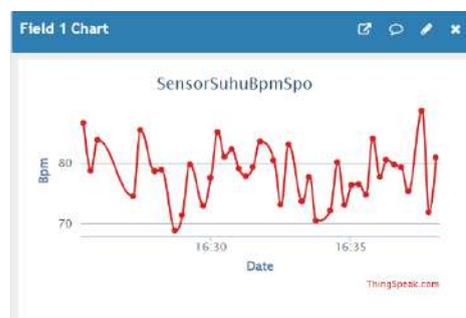


Gambar 7. Informasi Pesan Darurat

Pesan yang di kirim oleh sistem ke aplikasi WhatsApp berisikan data kondisi pasien berdasarkan pengukuran yang di lakukan, dan juga link dari web server ThingSpeak untuk monitoring.

3.4 Pengujian pada ThingSpeak

Pada Gambar 8, 9 dan 10 menunjukkan grafik hasil pengujian sistem yang mana hasilnya telah berhasil di monitoring melalui web server *ThingSpeak*.



Gambar 8. Hasil monitoring pada web server ThingSpeak (BPMP)



Gambar 9. Hasil monitoring pada web server ThingSpeak (SpO2)



Gambar 10. Hasil monitoring pada web server ThingSpeak (Suhu)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang dilakukan pada sistem yang dibuat untuk monitoring gejala *silent hypoxia* pada pasien Covid-19 dapat disimpulkan bahwa pengujian alat dan perbandingan dengan alat komersial di pasaran mencapai tingkat akurasi >96%. Hal ini sesuai dengan parameter yang hendak dicapai pada tujuan pembuatan alat yaitu mendapatkan akurasi >95%. Dapat melakukan monitoring dalam bentuk grafik pada server ThingSpeak dan Aplikasi WhatsApp berhasil menerima pesan informasi siaga dan darurat dari sistem, apabila sistem mendeteksi adanya pengukuran saturasi oksigen <94 sebagai upaya pencegahan gejala *silent hypoxia*.

Untuk saran kedepannya perlunya pengambilan data yang lebih banyak agar mendapat akurasi nilai yang tinggi serta nilai error yang rendah.

Terimakasih ditujukan kepada pihak pemberi dana penelitian atau kepada P3M Polban sebagai penyelenggara IRWNS 2021.

DAFTAR PUSTAKA

[1] F. Ramdani, "RANCANG BANGUN MONITORING SPO2 DAN HEARTRATE BERBASIS INTERNET OF THINGS PADA PASIEN COVID 19,"

Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta II, Jakarta, 2021.

[2] Endarti, "akurat.co," 2020. [Online]. Available:

<https://akurat.co/mengenal-silent-hypoxia-gejala-corona-yang-jarang-disadari-pasien-covid-19?page=2>. [Accessed 19 01 2022].

[3] D. B. S. Budi, R. Maulana and H. Fitriyah, "Sistem Deteksi Gejala Hipoksia Berdasarkan Saturasi Oksigen dan Detak Jantung Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis Arduino," Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, vol. III, no. 2, pp. 1925-1933, 2019.

[4] G. Trisha, "bmj", 2021. [Online]. Available:

<https://www.bmj.com/content/372/bmj.n677> [Accessed 19 06 2022]

[5] M. A. Nurahman, A. I. Sukowati and A. Situmeang, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Saturasi Oksigen dalam Darah Berbasis Arduino MEGA 2560," Jurnal Ilmiah Komputasi, vol. XX, no. 1, p. 2691, 2021.

[6] The MathWorks, "thingspeak", 2022. [Online]. Available: <https://thingspeak.com/> [Accessed 19 06 2022]