

# Perancangan Prototype Monitoring Kadar Oksigen Dalam Darah untuk Penghuni Panti Werdha Theodora Makassar Berbasis IOT Menggunakan Modul ESP8266

Tamsir<sup>1)\*</sup>, Yuyun<sup>2)</sup>, Hamdan Gani<sup>3)</sup>, Andi Nur Fadillah<sup>4)</sup>, Asrul<sup>5)</sup>

<sup>1)4)</sup> Universitas Teknologi Akba Makassar, Indonesia, <sup>2)3)5)</sup> Universitas Handayani Makassar, Indonesia

<sup>1)</sup>[tamsir@unitama.ac.id](mailto:tamsir@unitama.ac.id), <sup>2)</sup>[yuyun010@brin.go.id](mailto:yuyun010@brin.go.id), <sup>3)</sup>[email@email.com](mailto:email@email.com), <sup>4)</sup>[andifadhyla132@gmail.com](mailto:andifadhyla132@gmail.com),

<sup>5)</sup>[asrul@akba.ac.id](mailto:asrul@akba.ac.id)

## ABSTRAK

SpO2 adalah Kadar oksigen dalam darah yang harus selalu dijaga agar tetap normal dengan nilai saturasi diantara 95-100%, kadar oksigen dalam darah yang kurang dari 95% dapat menimbulkan berbagai macam penyakit dan membutuhkan alat bantu pernafasan disebabkan kurangnya oksigen di dalam darah dan jika terlambat ditangani maka dapat mengakibatkan kematian, kondisi ini dapat terjadi pada lansia dengan gejala hipoksemia. Untuk mengantisipasi terjadinya hiposemia maka dilakukan penelitian perancangan prototipe monitoring kadar oksigen dalam darah untuk penghuni panti werdha Theodora Makassar berbasis IOT menggunakan modul ESP8266 dengan tujuan mengontrol perubahan kadar oksigen dalam darah setiap saat dan dapat dimonitoring dari jarak jauh menggunakan server Ubidots dengan sistem yang terhubung ke jaringan sehingga perawat di panti dapat memonitoring SpO2 lansia dimanapun berada, apabila terjadi SpO2 tidak normal maka segera diambil tindakan penanganan pada lansia. Sistem ini dirancang dengan menggunakan sensor MAX30100 sebagai pendeteksi kadar oksigen dalam darah yang terhubung dengan NodeMCU ESP8266. ketika sensor mendeteksi kadar oksigen < 95% maka akan dikirim notifikasi ke perawat panti dan indicator di server Ubidots akan berwarna merah, Pengujian alat dicobakan ke beberapa lansia secara berurutan dan dilakukan pengamatan pada server Ubidots dengan metode metric dan gauge pada server Ubidots, alat yang dirancang dapat bekerja dengan baik dan terbukti akurat dan efisien.

**Kata kunci :** MAX30100, Pulse Oximeter, NodeMCU8266, Ubidots, IOT

## PENDAHULUAN

Lansia adalah seseorang yang telah memasuki usia 60 tahun ke atas dan merupakan kelompok umur pada manusia yang telah memasuki tahapan akhir dari fase kehidupannya, pada usia ini ditandai dengan perubahan fisik, mental dan berkurangnya produktivitas dalam hidup mereka. Lansia yang tidak tinggal bersama keluarganya bisa menempati panti jompo atau yayasan yang biasanya disebut panti werdha [1]. sebagian besar lansia memilih hidup dipanti jompo agar tidak merepotkan sanak keluarga, dengan kondisi kesehatan yang lemah dan rentan dengan penyakit sehingga perlu dilakukan pengawasan kesehatan agar perawat dapat mengambil langkah cepat apabila terjadi sesuatu hal yang tidak diinginkan terutama dalam penanganan oksigen dalam darah yang tidak normal. Kadar oksigen dalam darah merupakan jumlah oksigen yang telah beredar di sistem peredaran darah dalam tubuh, Oksigen masuk ke dalam tubuh melalui hidung dan mulut, kemudian melewati paru-paru dan mengalir ke dalam aliran darah. Ketika sudah berada di dalam aliran darah, oksigen membantu menggantikan sel-sel yang rusak, menyediakan energi untuk tubuh, hingga mendukung fungsi sistem kekebalan tubuh [2].

Ketika terjadi kadar oksigen dalam darah tidak normal maka lansia akan mengalami hipoksemia (kadar oksigen dalam darah di bawah normal) dengan gejala seperti batuk, sesak napas, sakit kepala, kebingungan, detak jantung cepat, kulit, kuku dan bibir kebiruan [3], tingkat kadar oksigen dalam darah yang dapat diterima untuk lansia sekitar 95% dan di bawah 95% memerlukan perawatan [4].

Dengan kondisi tersebut maka dirancang sebuah sistem di panti werdha makassar yang bekerja dengan cara mendeteksi kadar oksigen dalam darah normal dan tidak normal menggunakan sensor Pulse Oximeter (MAX30100) yang datanya dikirim ke module ESP8266 selanjutnya diproses dan diteruskan ke server ubidots kemudian mengirimkan notifikasi kepada perawat/pengawas panti jika terdeteksi kadar oksigen dalam darah tidak normal sebagai peringatan. berdasarkan proses tersebut pihak perawat dapat memantau kondisi kesehatan lansia di panti jompo dari jarak jauh melalui smartphone secara real time, selama ini pengawasan dilakukan secara manual yang membutuhkan banyak waktu dan tenaga untuk pengecekannya, sedangkan dari 15 lansia penghuni panti werdha ada sekitar 5 lansia yang sering mengalami kadar oksigen dalam darah tidak normal, sehingga

dirancang sebuah sistem seperti yang telah dijelaskan diatas untuk mempermudah pengontrolan kadar oksigen dalam darah setiap lansia.

Keunggulan dari module ESP8266 ini adalah sudah terintegrasi dengan perangkat wifi yang sudah bersifat SoC (Sistem on Chip) dan dapat menjalankan peran sebagai adhoc akses poin maupun klien sekaligus memiliki kemampuan on-board prosesi dan storage yang memungkinkan chip terintegrasi dengan berbagai sensor melalui pin input output hanya dengan pemrograman singkat, dengan pemilihan module ESP8266+wifi pada penelitian ini dianggap sudah sesuai dengan tujuan untuk mendeteksi kadar oksigen dalam darah tidak normal.

Dengan berbagai keunggulan module ESP8266+wifi maka telah dilakukan penelitian serupa oleh Baiq Nurul Laili dkk dengan judul Rancang Bangun Pulse Oximetry Dengan Sistem Monitoring Internet Of Things (IOT) menggunakan Wemos D1 ESP8266 sebagai perangkat mikrokontroler dan Sensor MAX30100 untuk mengukur kadar oksigen dalam darah pasien kemudian hasilnya ditampilkan pada smartphone berupa grafik menggunakan aplikasi Cayene yang fokus pada pengukuran SpO2 pasien [5]. dan penelitian yang dilakukan oleh Choirunnisa Pratiwi dengan judul Prototipe Monitoring Kesehatan Pasien Covid-19 Pada Masa Karantina Menggunakan HeartRate dan Oximeter Sensor Berbasis Internet Of Things (IOT) menggunakan Node MCU ESP8266 dan sensor Pulse Oximeter (MAX30100) dan dapat dipantau melalui aplikasi Blynk pada smartphone yang fokus pada monitoring SpO2 pasien covid-19 [6].

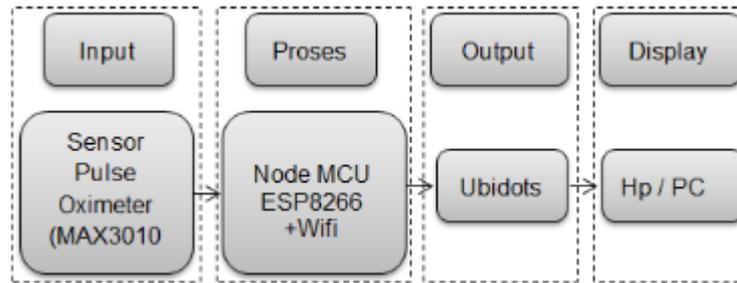
Telah dilakukan beberapa penelitian terkait pengembangan sistem monitoring kesehatan berbasis internet of things yaitu : 1. Penelitian oleh Silvia Ratna merancang sistem monitoring kesehatan berbasis internet of things (IoT) menggunakan NodeMcu sebagai modul pengendali IoT, pulse sensor sebagai pembaca denyut jantung dan Oled LCD untuk menampilkan grafik denyut jantung yang hasilnya ditampilkan pada aplikasi blynk melalui smartphone [7], 2. Naomi Gresha Marpaung mendesain monitoring kadar oksigen dalam darah pasien menggunakan sensor Max30100 melalui server thingspeak berbasis Node MCU8266 yang dipantau melalui smartphone [8], 3. selanjutnya oleh Budi Harianto dkk melakukan analisis penggunaa sensor MAX30100 pada sistem pendeteksian detak jantung berbasis IoT Blynk menggunakan Node MCU ESP8266 dan sensor MAX30102 yang hasilnya ditampilkan melalui aplikasi blynk pada smartphone [9].

Dengan beberapa referensi diatas yang membahas mengenai monitoring SpO2 menggunakan mikrokontroler ESP8266 dan penggunaan sensornya dengan aplikasi berbasis internet of things (IoT) menjadikan penelitian ini yang membahas mengenai Perancangan Prototype Monitoring *kadar oksigen dalam darah untuk penghuni panti werdha theodora makassar berbasis IOT menggunakan modul ESP8266* sangat relevan untuk dikembangkan dikemudian hari.

## METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini menggunakan studi literatur untuk mengumpulkan data. Analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengujian sistem, analisis sistem dan dokumentasi, terakhir adalah penyusunan laporan penelitian. Masing – masing langkah penelitian diuraikan secara rinci sebagai berikut :

- 1. Studi literature** adalah ada tahap ini dilakukan Pengumpulan data dan informasi dari internet seperti jurnal yang ada hubungannya dengan judul tesis yaitu Prototipe pengontrolan kadar oksigen dalam darah Lansia Berbasis IOT Menggunakan Modul ESP8266 di Panti Werdha Theodora Makassar dan dilakukan studi lapangan untuk mendapatkan data valid yang terkait dengan objek penelitian di Panti tersebut.
- 2. Pengumpulan alat dan bahan** serta identifikasi dalam merancang sistem Prototype pengontrolan kadar oksigen dalam darah Lansia tersebut di Panti Jompo dengan melakukan kunjungan langsung dan dilakukan dialog bersama dengan pengurus dan perawat Panti terkait kebutuhan data dalam pengawasan kesehatan lansia.
- 3. Perancangan Sistem Diagram Blok**



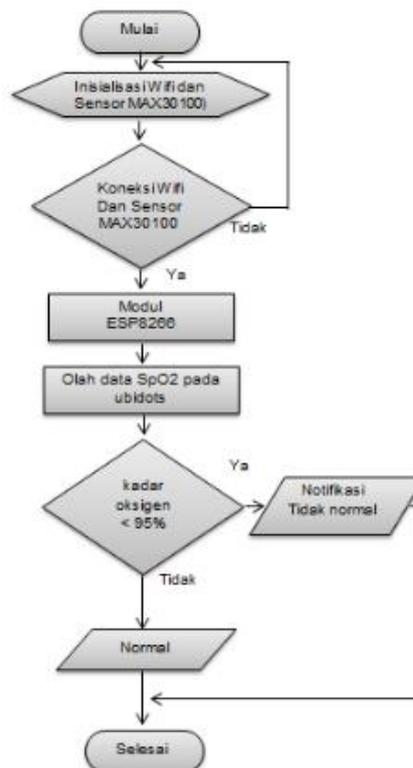
Gambar 1 Diagram blok sistem

Diagram blok sistem diatas menjelaskan tentang konfigurasi input dan output sistem dengan penjelasan sebagai berikut :

1. Sensor Oximeter MAX30100 akan mendeteksi kadar oksigen dalam darah pada lansia dengan cara meletakkan jari telunjuk pada sensor, kemudian sensor akan mengukur kadar oksigen dalam darah dan mengirimkan data ke Node MCU ESP8266.
2. Pada bagian proses Node MCU ESP8266 akan mengolah data dari sensor dengan dua kategori pengukuran kadar oksigen dalam darah yaitu normal dan tidak normal, dimana normal memiliki nilai persentasi saturasi  $\geq 95\%$  dan tidak normal nilai saturasi  $\leq 95\%$ .
3. Dibagian server ubidots akan ditampilkan output nilai kadar oksigen dalam darah yang dikirim dari sensor MAX30100 melalui jaringan WIFI dengan menggunakan dua indikator warna yaitu warnah hijau jika saturasi  $\geq 95\%$  dan warna merah jika nilai saturasi  $\leq 95\%$ .
4. Nilai saturasi dapat didisplay pada layar Hp/PC dengan menggunakan server Ubidots dan pada saat sensor Oksimeter mendeteksi adanya Oksigen dalam darah tidak normal maka akan mengirimkan notifikasi ke perawat panti.

### 3.1 Flowchart

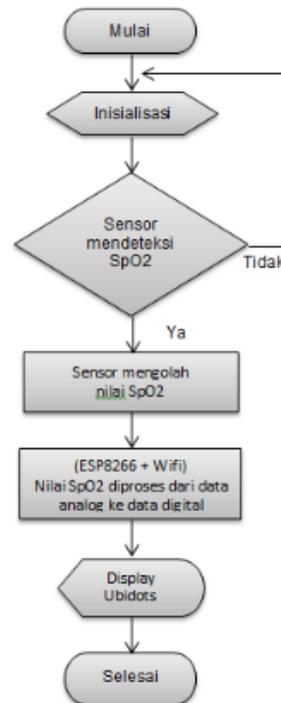
#### 3.2.1 Flowchart Sistem



Gambar 2 Flowchart sistem

Mekanisme kerja dari alat yang dirancang adalah sensor max30100 menerima data, kemudian di kirimkan dan di proses melalui mikrokontroler Node MCU ESP8266 dengan dua kategori yaitu normal dan tidak normal. Setelah di proses data akan didisplay smartphone atau laptop melalui jaringan koneksi wifi.

### 3.2.2 Flowchart prototipe



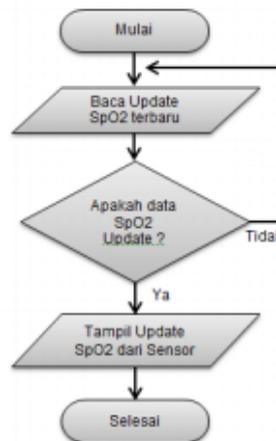
Gambar 3 Flowchart prototipe

Berdasarkan flowchart diatas dapat dijelaskan langkah langkah sebagai berikut:

1. Dimulai dengan mengaktifkan alat, kemudian proses inisialisasi pin untuk semua rangkaian alat. Alat ini menggunakan 1 buah sensor yaitu sensor MAX30100. Sensor ini bekerja dengan memancarkan cahaya inframerah untuk mendeteksi hemoglobin.
2. Selanjutnya hasil deteksi hemoglobin dalam darah pada tubuh diubah menjadi saturasi kemudian dikirimkan kedalam mikrokontroler dan diubah dari data analog menjadi digital.
3. Hasil deteksi sensor yang terkirim ke mikrokontroler diubah kedalam satuan BPM (beats per minute) untuk detak jantung dan kedalam satuan persen (%) untuk saturasi oksigen.
4. Kemudian data ditransfer ke smartphone melalui modul wifi ESP8266 dengan sambungan jaringan MQTT.
5. MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) protokol merupakan sebuah protokol yang berjalan diatas stack TCP/IP dan dirancang khusus untuk machine to machine yang tidak memiliki alamat khusus seperti arduino, ESP8266 atau device lain
6. yang tidak memiliki alamat khusus. Sistem kerja MQTT menerapkan Publish dan Subscribe data.

Hasil dari perekaman kemudian divisualisasikan dengan proses komunikasi serial dan selanjutnya akan dikirimkan pada smartphone untuk display pada ubidots.

### 3.2.3 Flowchart ubidots

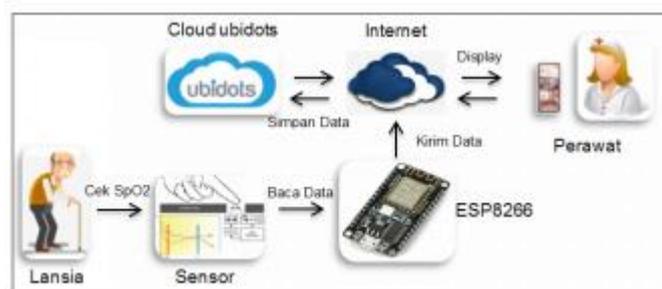


Gambar 4 Flowchart ubidots

Pada gambar flowchart ubidots, dapat kita lihat bahwa ubidots akan terus melakukan refresh data baru dari cloud ubidots sehingga web akan terus menunjukkan data terbaru yang didapat dari deteksi data sensor. Ubidots akan menampilkan data pemeriksaan yang terbaru.

### 3.2 Perancangan sistem

Perancangan sistem menggunakan beberapa komponen dalam pembuatan prototype tersebut dengan desain sebagai berikut :



Gambar 5 Perancangan sistem

Dari perancangan sistem diatas dapat dijelaskan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

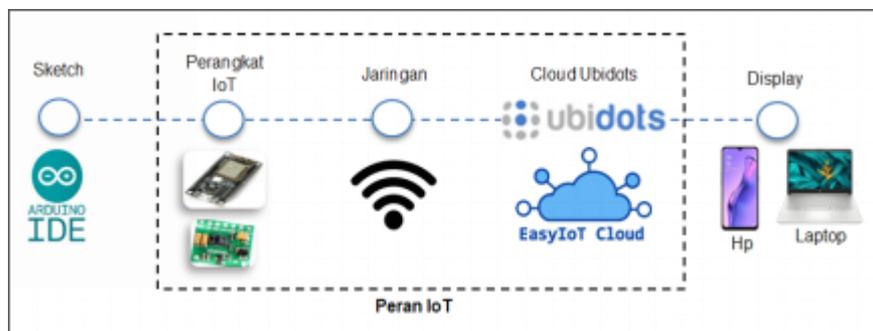
1. Melakukan kunjungan ke panti untuk bertemu langsung lansia dan melakukan pengukuran saturasi.
2. Alat yang digunakan untuk mengukur kadar oksigen dalam darah lansia adalah sensor MAX30100 dengan cara meletakkan jari telunjuk pada bagian Led IR.
3. Data kadar oksigen dalam darah akan diproses pada Node MCU ESP83266 kemudian dikirim ke ubidots melalui internet.
4. Ubidots akan menyimpan data kadar oksigen dalam darah dan hasilnya dapat didisplay melalui PC/smartphone.
5. Berikut gambar pengambilan kadar oksigen dalam darah pada lansia di panti Werdha Theodora Makassar, pengujian dilakukan dengan posisi duduk menggunakan dua alat uji yaitu sensor MAX30100 dan sensor Finger Pulse Oximeter sebagai pembanding pengukur tingkat akurasi.



Gambar 6 Pengambilan SpO2

### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak

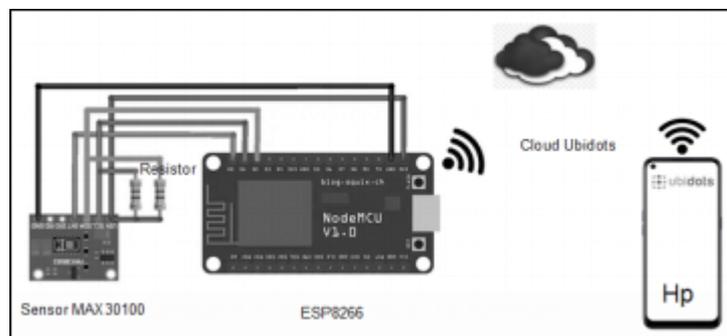
Perancangan perangkat lunak yang akan dilakukan adalah pembuatan Sketch menggunakan software Arduino IDE yang selanjutnya dihubungkan dengan sistem perangkat, setelah sketch di upload ke ESP8266 maka sistem dirangkai dan dihubungkan dengan ubidots dengan bantuan modul wifi ESP8266. Pada tahap koneksi ke jaringan melalui wifi ESP8266 dibutuhkan sebuah SSID dan Password, sedangkan untuk koneksi ke ubidots dibutuhkan token yang berfungsi sebagai jalur komunikasi ke cloud ubidots, dari proses tersebut maka terbentuklah sebuah sistem berbasis IoT dengan gambaran alur peran IoT sebagai berikut :



Gambar 7 Desain sistem IOT

### 3.4 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan Perangkat Keras yang akan dibuat sebagai berikut :



Dari gambar diatas terdapat dua resistor yang digunakan sebagai pull up pada sensor MAX30100 yang terhubung langsung pada jumper warna merah, hijau dan kuning, data kadar oksigen dalam darah dari sensor MAX30100 akan diproses di Node MCU ESP8266 kemudian dikirim ke cloud ubidots melalui jaringan dan dapat didisplay di smartphone atau laptop.

## HASIL

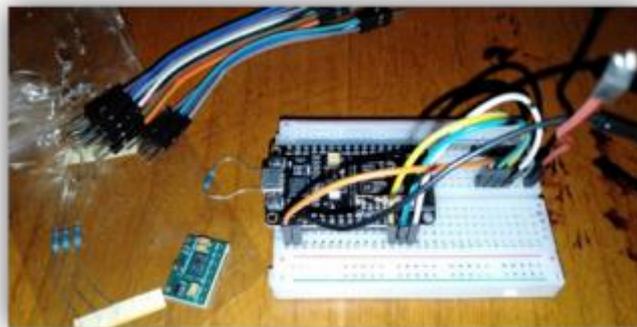
Pengukuran jumlah oksigen dalam darah (SpO<sub>2</sub>) bertujuan untuk mendiagnosa penggunaanya apakah saturasi oksigen dalam keadaan normal atau tidak normal jumlah oksigen dalam darah seorang lansia.

Selanjutnya dilakukan perancangan sistem yang dibagi dalam dua tahap yaitu perancangan hardware dan pengujian alat secara keseluruhan, berikut penjelasan masing-masing tahap :

### A. Perancangan Hardware

Dalam perancangan hardware ini terdapat beberapa komponen yang dihubungkan satu sama lain diantaranya Breadboard, Modul MCU ESP83266, Resistor, kabel jumper dan sensor MAX30100 berfungsi sebagai alat ukur oksigen dalam darah yang dapat mengeluarkan data berupa nilai detak jantung per menit (BPM) dan saturasi oksigen dengan nilai satuan persen (%), dengan data tersebut akan diperoleh pengukuran kadar oksigen dalam darah normal dan tidak normal.

Pemakaian alat ukur saturasi oksigen ini sangat mudah, hanya meletakkan jari telunjuk pada Sensor MAX30100 diantara LED RED + IR Transmitter (pemancar), kemudian data akan diproses di Node MCU ESP8266 dan dikirim ke ubidots melalui komunikasi serial I2C dan menggunakan Resistor sebesar 4,7k  $\Omega$  untuk membaca hasil output dari sensor sebagai pull-up.



Gambar 9 Instalasi papan sirkuit

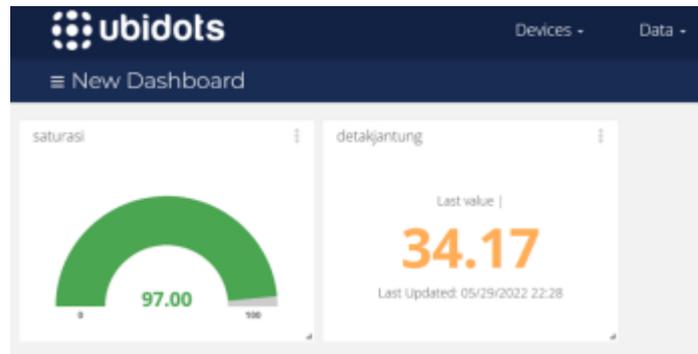
### B. Pengujian Alat Secara keseluruhan

Pengujian keseluruhan alat yaitu dengan menguji 5 lansia beserta pengujian waktu pengiriman data ke ubidots, pengujian warna indikator dan notifikasi secara bersamaan untuk membuktikan alat berjalan sesuai program dan rancangan.

Tabel 1  
Hasil pengujian keseluruhan Lansia 1 (Usia 86 Tahun)

No	Oximeter Peneliti (%)	Oximeter Model F04T (%)	Waktu pengiriman data ke Ubidots	SPO/Indikator Hijau >95% (Normal) Merah <95% (Tidak normal)
1	97	98	1.96 s	Hijau
2	97	98	1.93 s	Hijau
3	97	98	1.95 s	Hijau
4	96	98	1.99 s	Hijau
5	96	98	1.96 s	Hijau
<b>Rata-rata</b>			<b>1.96 s</b>	

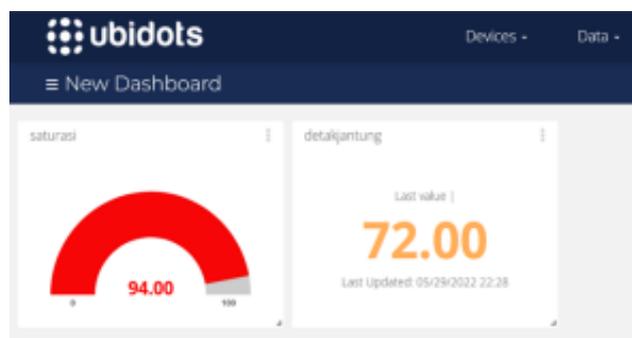
Pengujian Lansia-1 kadar SpO2 relatif normal yang terlihat pada tabel 1 pada kolom pengukuran indikator. Dalam pengujian didapatkan kadar SpO2 normal dengan indikator rata-rata warna hijau dan pengiriman data ke ubidots rata-rata senilai 1.96 sekon.



Tabel 2  
Hasil pengujian keseluruhan Lansia 2 (Usia 78 Tahun)

No	Oximeter Peneliti (%)	Oximeter Model F04T (%)	Waktu pengiriman data ke Ubidots	SPO/Indikator Hijau >95% (Normal) Merah <95% (Tidak normal)
1	94	95	1.95 s	Merah
2	95	95	1.96 s	Hijau
3	95	95	1.99 s	Hijau
4	94	95	1.94 s	Merah
5	94	94	2.01 s	Merah
<b>Rata-rata</b>			<b>1.97 s</b>	

Pengujian Lansia-2 kadar SpO2 dibawah normal yang terlihat pada tabel 2 pada kolom pengukuran indikator. Dalam pengujian didapatkan kadar SpO2 tidak normal dengan indikator rata-rata warna merah dan pengiriman data ke ubidots rata-rata senilai 1.97 sekon.



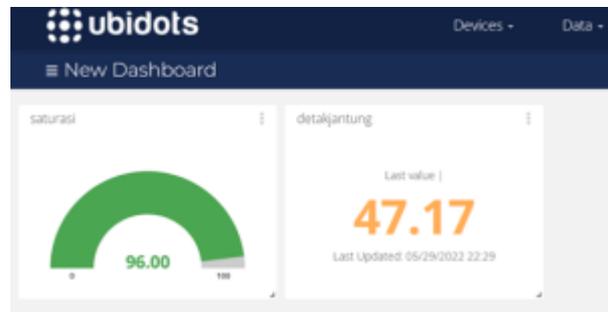
Gambar 11 Display SpO2 Lansia 2

Tabel 3  
Hasil pengujian keseluruhan Lansia 3 (Usia 65 Tahun)

No	Oximeter Peneliti (%)	Oximeter Model F04T (%)	Waktu pengiriman data ke Ubidots	SPO/Indikator Hijau >95% (Normal) Merah <95% (Tidak normal)
1	96	97	1.98 s	Hijau
2	96	97	1.95 s	Hijau
3	96	97	2.03 s	Hijau

4	96	97	1.99 s	Hijau
5	96	96	1.92 s	Hijau
<b>Rata-rata</b>			<b>1.97 s</b>	

Pengujian Lansia-3 kadar SpO2 relatif normal yang terlihat pada tabel 3 pada kolom pengukuran indikator. Dalam pengujian didapatkan kadar SpO2 normal dengan indikator rata-rata warna hijau dan pengiriman data ke ubidots rata-rata senilai 1.97 sekon.

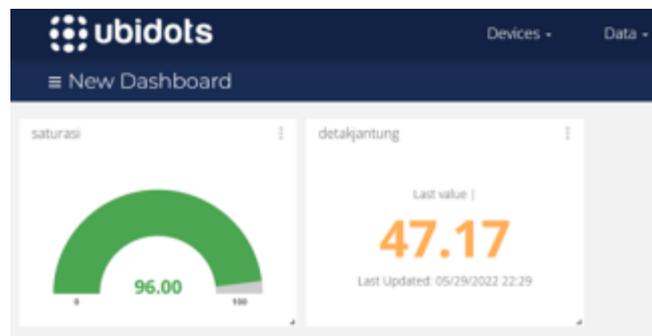


Gambar 12 Display SpO2 Lansia 3

Tabel 4  
Hasil pengujian keseluruhan Lansia 4 (Usia 77 Tahun)

No	Oximeter Peneliti (%)	Oximeter Model F04T (%)	Waktu pengiriman data ke Ubidots	SPO/Indikator Hijau >95% (Normal) Merah <95% (Tidak normal)
1	96	97	1.95 s	Hijau
2	96	97	2.01 s	Hijau
3	96	97	2.07 s	Hijau
4	96	98	1.96 s	Hijau
5	97	98	1.98 s	Hijau
<b>Rata-rata</b>			<b>1.99 s</b>	

Pengujian Lansia-4 kadar SpO2 relatif normal yang terlihat pada tabel 4 pada kolom pengukuran indikator. Dalam pengujian didapatkan kadar SpO2 normal dengan indikator rata-rata warna hijau dan pengiriman data ke ubidots rata-rata senilai 1.99 sekon.

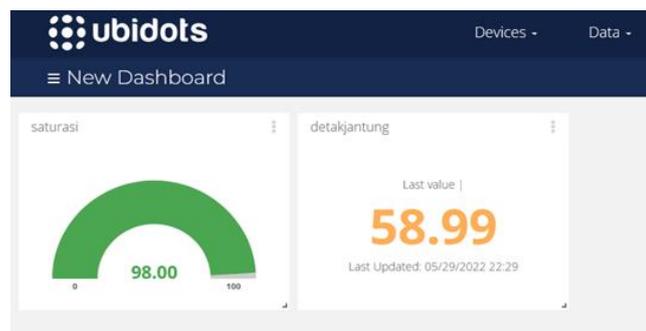


Gambar 13 Dsiplay SPO2 Lansia 4

Tabel 5  
Hasil pengujian keseluruhan Lansia 5 (Usia 83 Tahun)

No	Oximeter Peneliti (%)	Oximeter Model F04T (%)	Waktu pengiriman data ke Ubidots	SPO/Indikator Hijau >95% (Normal) Merah <95% (Tidak normal)
1	98	98	1.99 s	Hijau
2	98	98	2.05 s	Hijau
3	97	98	1.97 s	Hijau
4	98	98	1.96 s	Hijau
5	98	98	1.96 s	Hijau
<b>Rata-rata</b>			<b>1.99 s</b>	

Pengujian Lansia-5 kadar SpO2 relatif normal yang terlihat pada tabel 5 pada kolom pengukuran indikator. Dalam pengujian didapatkan kadar SpO2 normal dengan indikator rata-rata warna hijau dan pengiriman data ke ubidots rata-rata senilai 1.99 sekon.



Gambar 4.12 Display SPO2 Lansia 5

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian alat pengontrolan kadar oksigen dalam darah bahwa didapatkan nilai saturasi tertinggi sebesar 98% dan nilai terendah sebesar 94%, untuk tingkat kadar oksigen dalam darah yang dapat diterima untuk lansia sekitar 95% dan di bawah 95% memerlukan perawatan, sehingga pada nilai saturasi 98% dinyatakan lansia dalam keadaan normal dan nilai saturasi 94% lansia segera harus ditangani oleh perawat, pada rancangan sistem yang dibangun telah dilengkapi fitur yang akan memberikan notifikasi kepada perawat apabila terdeteksi saturasi dibawah 95% agar dapat dilakukan tindakan yang cepat untuk penanganan evakuasi pada lansia dan nilai saturasi di display pada dashboard ubidots berwarna merah.

## REFERENSI

- Dewi Ardiyani Putri (2021, Januari 1) Inilah Daftar Yayasan dan Panti Werdha di DKI Jakarta. Ketimbangngemisjakarta.or.id. Diakses pada 03 Maret 2022 melalui <https://ketimbangngemisjakarta.or.id/inilah-daftar-yayasan-dan-panti-werdha-di-dki-jakarta/>
- dr. Merry Dame Cristy Pane (2022, Januari 25) Hipoksemia, Ketika Darah Kekurangan Oksigen. www.alodokter.com. Diakses pada 03 Maret 2022 melalui <https://www.alodokter.com/penyebab-hipoksemia-dan-cara-mengukurnya>
- Yayuk Widiyarti (2021, Juni 27) Memahami Kadar Saturasi Oksigen Ideal . Tempo.co. Diakses pada 01 Maret 2022 melalui <https://gaya.tempo.co/read/1477069/memahami-kadar-saturasi-oksigen-ideal/full&view=ok>
- Fajarina Nurin (2021, Juli 21) Mengenal Kadar Oksigen Normal dalam Darah dan Cara Pengukurannya. Hellosehat.com. Diakses pada 01 Maret 2022 melalui <https://hellosehat.com/pernapasan/kadar-oksigen-normal-dalam-darah/>
- B. N. Laili, B. Destyningtias, M. Eng, and S. Heranurweni, "Rancang Bangun Pulse Oximetry Dengan Sistem Monitoring Internet of Thing ( Iot )," J. Mhs. Tek. Elektro, pp. 1–9, 2019.

- C. Pratiwi, "Prototipe Monitoring Kesehatan Pasien Covid-19 Pada Masa Karantina Menggunakan Heartrate Dan Oximeter Sensor Berbasis Internet of Things (Iot)," *Electro Natl. Conf. Politek. Negeri Sriwij.*, vol. 1, no. 1 Juni, pp. 264–271, 2021, [Online].
- S. Ratna, "SISTEM MONITORING KESEHATAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," *AI Ulum J. Sains Dan Teknol.*, vol. 5, no. 2, p. 83, 2020, doi: 10.31602/ajst.v5i2.2913.
- N. Rambe, "UNIVERSITAS SUMATERA UTARA Poliklinik UNIVERSITAS SUMATERA UTARA," *J. Pembang. Wil. Kota*, vol. 1, no. 3, pp. 82–91, 2018.
- B. Harianto et al., "ANALISIS PENGGUNAAN SENSOR MAX30100 PADA SISTEM," vol. 2021, no. *SemanTECH*, pp. 238–245, 2021.
- Oksigen. (2022, Februari 13). Di Wikipedia, *Ensiklopedia Bebas*. Diakses pada 20 Maret 2022, melalui <https://id.wikipedia.org/wiki/Oksigen>
- P. S. Putra, Andrey Arantra Ir., M.T., Kemalasari W, S.T. 3, "Rancang Bangun Pulse Oximetry Digital Berbasis Mikrokontroler," *Skripsi*, vol. 2, no. 1, pp. 332–338, 2006.
- Floria Zulvi (2021, Juli 22) Ini Perbedaan Saturasi Oksigen Normal pada Anak, Dewasa, dan Lansia, *Catat!*. [www.orami.co.id](http://www.orami.co.id). Diakses pada 08 Juni 2022 melalui <https://www.orami.co.id/magazine/saturasi-oksigen-normal#saturasi-oksigen-normal-anak-anak-dewasa-dan-lansia>