

Hacking Oximeter Untuk Membantu Pasien Covid19 di Indonesia

Oleh Ryan Fabella
ryanthe@gmail.com

Abstrak

Pandemi covid-19 melonjak pada gelombang ke-2 di. Untuk mengantisipasi itu pemerintah membagikan oximeter ke puskesmas. Oximeter yang ada dipasaran mengharuskan tenaga kesehatan untuk kontak langsung dengan pasien. Dengan menggunakan *Hacked Oxymeter* ini dapat mengurangi intensitas bertemu dengan pasien dan mengurangi resiko terpapar covid-19.

Secara metodologi, *hacking* oximeter ini membaca output komunikasi serial pada alat oximeter untuk kemudian diolah oleh mikrokontroler dan dikirim ke MQTT broker untuk diteruskan ke klien yang membutuhkan. Alat ini digunakan oleh pasien yang sedang isoman di hotel, fasilitas Kesehatan atau rumah sakit darurat/lapangan.

Kata kunci : oximeter, covid19, mqtt, e-health, arduino, wemos D1 mini, IOT

1. Pendahuluan

Pandemi Covid-19 di indonesia pada sekitar juni 2021 telah mengalami lonjakan, bahkan pernah menjadi negara dengan jumlah positif terbanyak didunia. Pada pandemi ini yang paling berpeluang untuk terinfeksi adalah tenaga kesehatan (dokter, perawat, tenaga kesehatan) karena sering berkontak langsung dengan pasien.

Strategi yang diambil pemerintah untuk menurunkan angka kematian akibat COVID-19 adalah melakukan deteksi dini penyebaran COVID-19 dengan tes dan pelacakan kontak erat, membangun fasilitas isolasi terpusat, membagikan oximeter ke puskesmas untuk mempercepat rujukan ke rumah sakit, dan mengoptimalkan layanan telemedicine.[1]

Dengan lonjakan yang tinggi sampai 4.000 pasien per hari membuat penuhnya rumah sakit, rumah sakit lapangan/darurat, hotel, tempat isolasi maka masyarakat diharapkan isolasi mandiri. Oximeter ini digunakan untuk melakukan deteksi dini, terutama oleh pasien yang melakukan isolasi mandiri, sehingga apabila terjadi penurunan saturasi oksigen didalam darah, maka sesegera mungkin dibawa ke IGD. Oximeter dengan kemampuan untuk bisa mengirimkan data ke internet tergolong masih mahal, diatas 4 juta per oximeter belum lagi software/alat untuk memusatkan data dari setiap oximeter tersebut, sehingga muncul inovasi ini untuk mengurangi biaya penanganan pasien covid-19.

2. Landasan teori

2.1. Apa itu oximeter ?

Oximeter (pulse oximeter) adalah alat pengukur kadar oksigen dalam darah. Alat ini penting untuk mengukur oksigen dalam tubuh yang apabila kurang umumnya tidak menimbulkan gejala. Padahal, kondisi tersebut sangat berbahaya dan mengancam nyawa bila tidak segera ditangani. Oleh karena itu, penting untuk selalu memantau kadar oksigen dalam tubuh, terutama bagi seseorang yang dinyatakan positif COVID-19 dan sedang menjalani isolasi mandiri.

Tak hanya untuk COVID-19, alat ini juga berperan penting untuk mendeteksi kadar oksigen dalam darah yang bisa menurun akibat berbagai kondisi atau penyakit lain, seperti: Gagal napas, asma, pneumonia, penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK), gagal jantung, anemia, asfiksia.[2]



Gambar pulse oximeter

Alat ini umumnya berbentuk klip yang digunakan dengan cara dijepitkan di jari tangan. Setelah terpasang, sensor pada alat oximeter akan mengevaluasi jumlah hemoglobin atau zat di dalam sel darah merah yang bertugas untuk mengangkut oksigen ke seluruh tubuh.

Alat oximeter dilengkapi dengan layar monitor kecil. Pada layar monitor tersebut, akan ditampilkan hasil pengukuran kadar oksigen dalam darah.

Oximeter yang dijual dipasaran yang terjangkau ada 2 jenis yaitu oximeter biasa dan oximeter dengan fitur bluetooth.



Gambar jenis oximeter dari kiri oximeter biasa dan kanan adalah oximeter bluetooth

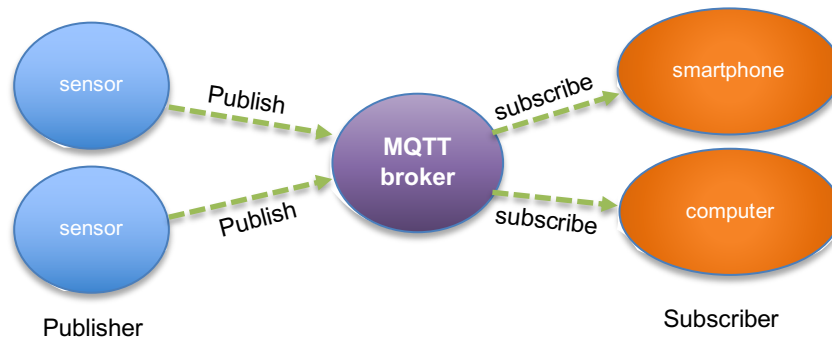
Oximeter ini mudah didapatkan pada marketplace yang ada di Indonesia dengan kisaran harga 100 ribu - 1 juta rupiah. Oximeter dengan fitur bluetooth lebih mahal.

2.2. MQTT

MQTT adalah protokol jaringan yang ringan, publish-subscribe yang mengangkut pesan antar perangkat. Protokol biasanya berjalan melalui TCP/IP; namun, protokol jaringan apa pun yang menyediakan koneksi dua arah yang berurutan, lossless, dapat mendukung MQTT. [3]

MQTT dirancang untuk koneksi dengan lokasi terpencil di mana bandwidth jaringan terbatas.

Secara arsitektur protokol MQTT tergambar sebagai berikut



Gambar arsitektur MQTT

Pada gambar sebelumnya Komponen MQTT ada 3 yaitu

1. Publisher (klien pengirim)

Biasanya berupa sensor, pada gambar diatas berwarna biru digambarkan sebagai temperature. Sensor ini mencatat suhu kemudian mengirimkan ke broker MQTT.

2. MQTT broker

MQTT broker adalah server yang menerima semua pesan dari klien pengirim (publisher) dan kemudian merutekan pesan ke klien tujuan yang sesuai (subscriber).

3. Subscriber (klien penerima)

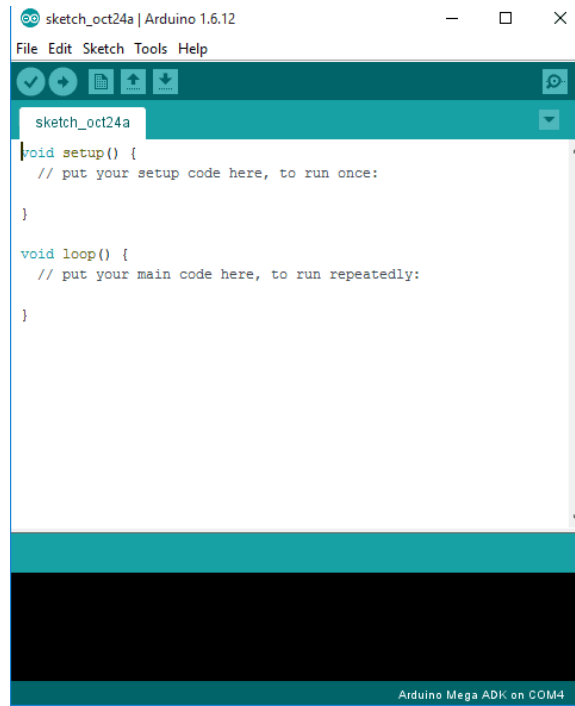
Subscriber adalah alat yang menerima pesan dari MQTT broker.

Software ini akan dipakai untuk menjadi perantara data yang dikirim oleh oximeter dan mikrokontroller ke klien yang bisa berupa aplikasi *smartphone* / aplikasi di komputer.

2.3. Software IDE Arduino

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah *software* yang digunakan untuk membuat, mengedit, dan juga mevalidasi kode program dan bisa juga digunakan untuk meng-*upload* ke *board* Arduino.

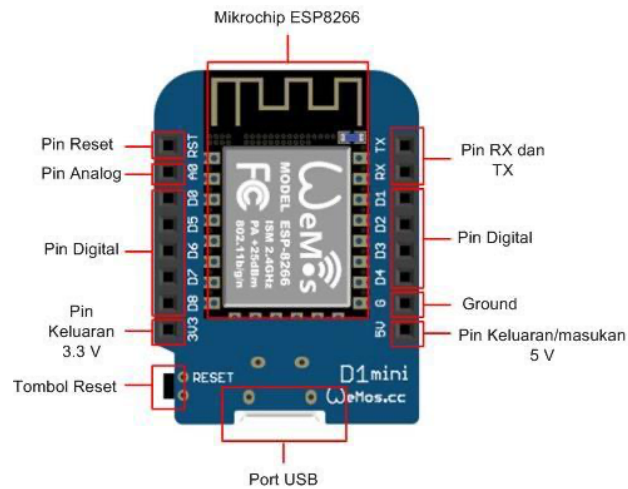
Kode program yang digunakan pada Arduino disebut dengan istilah Arduino “sketch” atau disebut juga *source code* arduino, dengan ekstensi file source code .ino [4]



Gambar tampilan awal arduino IDE

2.4. Mikrokontroller berbasis WiFi (WeMos D1 mini)

WeMos D1 mini merupakan module development board yang berbasis WiFi dari keluarga ESP8266 yang dapat diprogram menggunakan software IDE Arduino.



Gambar WeMos D1 mini beserta pinout

3. Metodologi

Pada bagian ini akan dibahas mengenai bagaimana pulse oximeter dengan harga terjangkau dipasaran dapat digunakan untuk mengawasi kondisi saturasi dan detak jantung dari jarak jauh dan hasilnya disimpan secara terpusat menggunakan MQTT broker.

3.1. Waktu dan tempat Penelitian

Inisiatif untuk melakukan penelitian ini diawali dari maraknya jumlah orang yang terinfeksi covid-19 sekitar awal oktober 2020, ketika berita mengenai happy hypoxia mulai ramai di bahas dimedia. Pada saat itu informasi saturasi oksigen didalam darah hanya dicatat secara manual.

Penelitian ini dilakukan dirumah dan khusus awalnya diusulkan untuk penanganan covid-19 di jawa timur. ke rumah sakit lapangan/darurat. tetapi juga sangat dibutuhkan oleh pasien yang melakukan isolasi mandiri.

3.2. Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini antara lain :

- **Pulse oximeter**

Pulse oximeter digunakan 2 tipe yang ada dipasaran yaitu tipe LK 88 dan tipe C101H1.

Pulse oximeter dengan tipe LK 88



Gambar pulse oximeter lk88

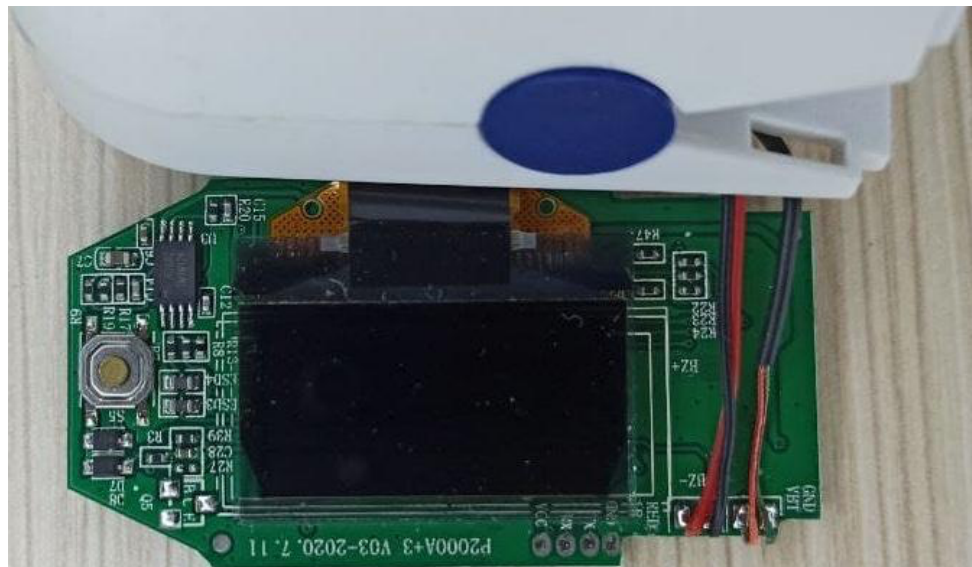


Gambar PCB pulse oximeter lk88

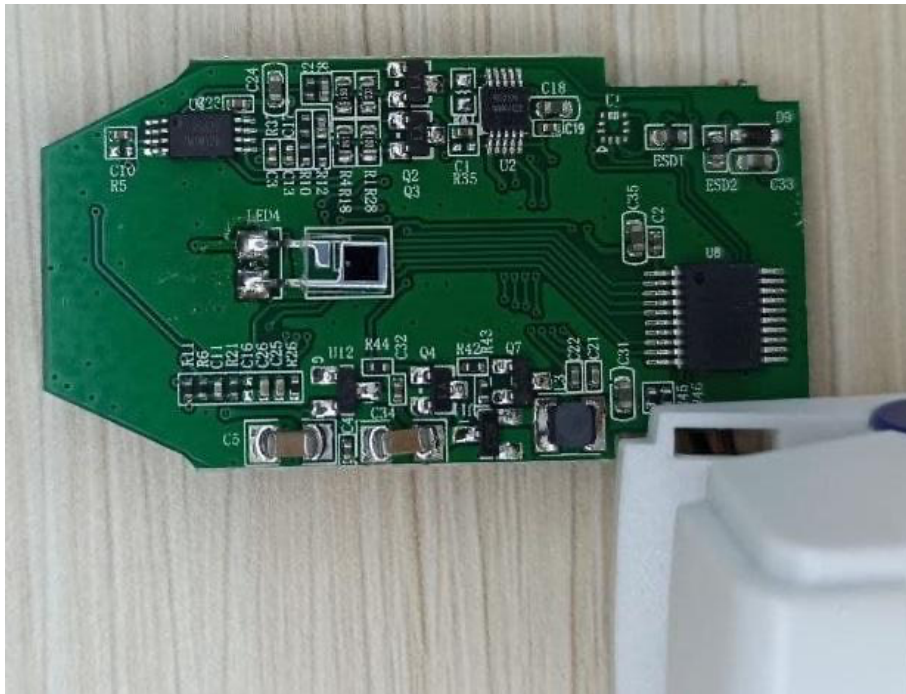
Pulse oximeter dengan tipe C101H1



Gambar pulse oximeter tipe C101H1



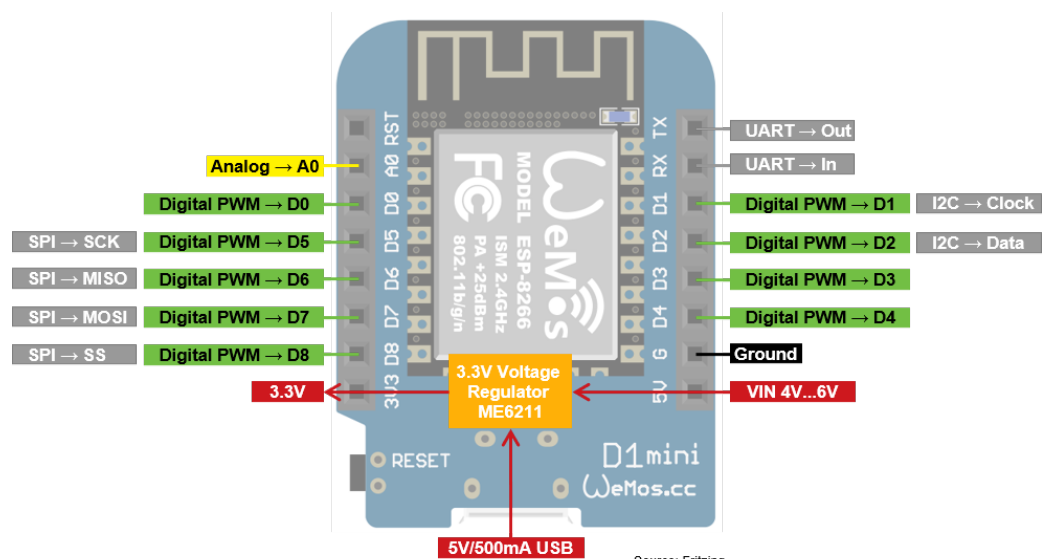
Gambar PCB pulse oximeter C101H1 bagian depan



Gambar PCB pulse oximeter C101H1 bagian belakang

- **Wemos D1 mini (mikrokontroller berbasis esp8266)**

Merk dan tipe Wemos D1 mini dipilih karena bisa dimasukkan kedalam tempat batrei. Informasi mengenai wemos D1 mini dapat dilihat pada referensi.[5]



Gambar pinout wemos D1 mini

- Solder dan timah



Gambar solder dengan timah

- Usb to ttl ch340



Gambar usb to ttl ch340

USB to ttl c340 Berfungsi sebagai Uploader/Downloader/programmer Microcontroller dengan interface Serial.

- **Kabel USB charger**

Kabel ini nantinya bisa dipakai sebagai sumber listrik 5v untuk wemos D1 mini dan oximeter. kabel USB dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Bagian ujung dari USB dipotong untuk diambil 2 kabel, yaitu kabel positif (+) merah dan negatif (-) hitam.



Gambar kabel USB charger micro

- **Komputer**

Digunakan untuk membuat/mengedit code.

3.3. Langkah kerja

Urutan kerja adalah sebagai berikut

3.3.1. Observasi oximeter

Observasi ini untuk melihat data keluaran port rx dari oximeter. Untuk melihat hal ini perlu dilakukan penyambungan oximeter dengan usb to ttl ch340.



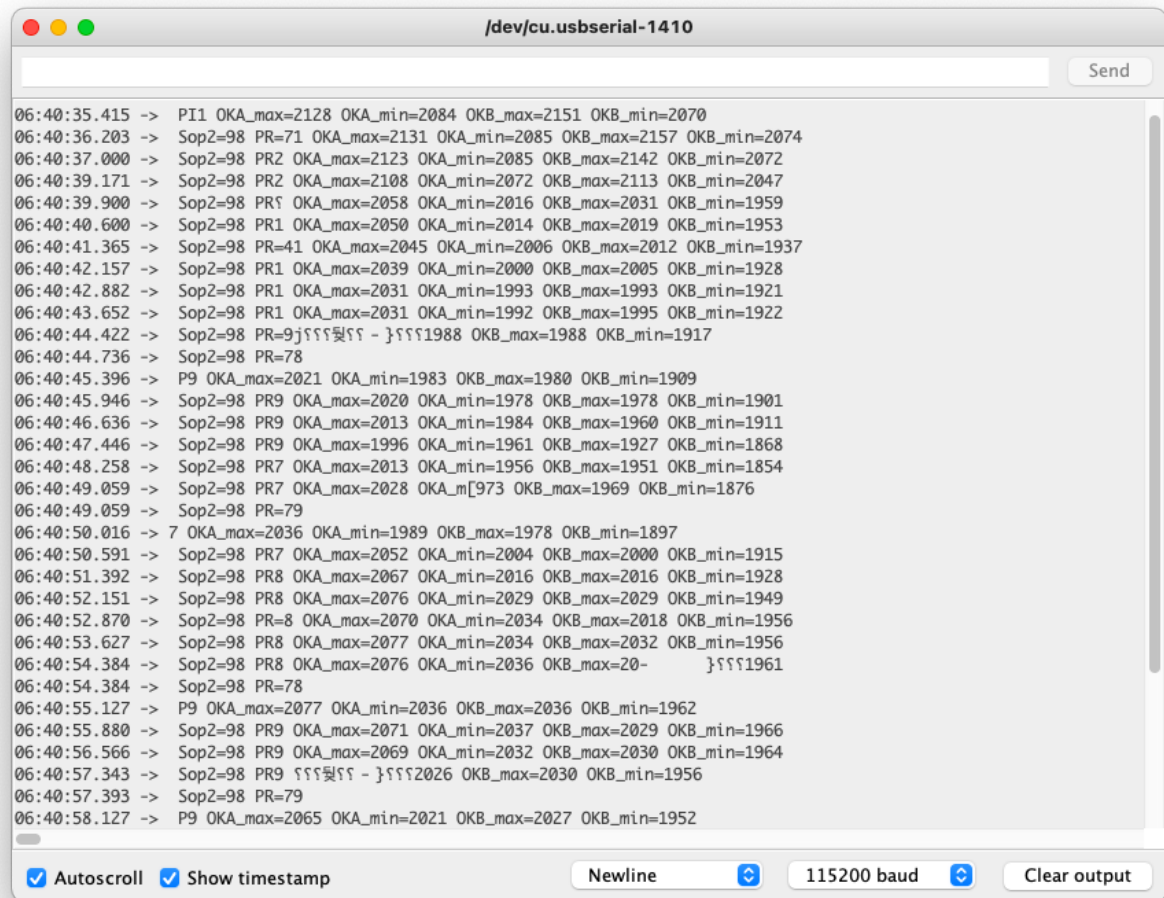
Gambar koneksi usb to ttl ke oximeter dan ke komputer

Koneksi dari usb ttl ke komputer mengikuti tabel berikut

USB ttl	Oximeter
RX	TX
TX	RX
GND	GND

Tabel koneksi usb to ttl ke oximeter dan ke komputer

Apabila serial monitor dijalankan maka akan dihasilkan seperti gambar dibawah ini.



```
06:40:35.415 -> PI1 OKA_max=2128 OKA_min=2084 OKB_max=2151 OKB_min=2070
06:40:36.203 -> Sop2=98 PR=71 OKA_max=2131 OKA_min=2085 OKB_max=2157 OKB_min=2074
06:40:37.000 -> Sop2=98 PR2 OKA_max=2123 OKA_min=2085 OKB_max=2142 OKB_min=2072
06:40:39.171 -> Sop2=98 PR2 OKA_max=2108 OKA_min=2072 OKB_max=2113 OKB_min=2047
06:40:39.900 -> Sop2=98 PR1 OKA_max=2058 OKA_min=2016 OKB_max=2031 OKB_min=1959
06:40:40.600 -> Sop2=98 PR1 OKA_max=2050 OKA_min=2014 OKB_max=2019 OKB_min=1953
06:40:41.365 -> Sop2=98 PR=41 OKA_max=2045 OKA_min=2006 OKB_max=2012 OKB_min=1937
06:40:42.157 -> Sop2=98 PR1 OKA_max=2039 OKA_min=2000 OKB_max=2005 OKB_min=1928
06:40:42.882 -> Sop2=98 PR1 OKA_max=2031 OKA_min=1993 OKB_max=1993 OKB_min=1921
06:40:43.652 -> Sop2=98 PR1 OKA_max=2031 OKA_min=1992 OKB_max=1995 OKB_min=1922
06:40:44.422 -> Sop2=98 PR=9j??? - }???1988 OKB_max=1988 OKB_min=1917
06:40:44.736 -> Sop2=98 PR=78
06:40:45.396 -> P9 OKA_max=2021 OKA_min=1983 OKB_max=1980 OKB_min=1909
06:40:45.946 -> Sop2=98 PR9 OKA_max=2020 OKA_min=1978 OKB_max=1978 OKB_min=1901
06:40:46.636 -> Sop2=98 PR9 OKA_max=2013 OKA_min=1984 OKB_max=1960 OKB_min=1911
06:40:47.446 -> Sop2=98 PR9 OKA_max=1996 OKA_min=1961 OKB_max=1927 OKB_min=1868
06:40:48.258 -> Sop2=98 PR7 OKA_max=2013 OKA_min=1956 OKB_max=1951 OKB_min=1854
06:40:49.059 -> Sop2=98 PR7 OKA_max=2028 OKA_min=1973 OKB_max=1969 OKB_min=1876
06:40:49.059 -> Sop2=98 PR=79
06:40:50.016 -> 7 OKA_max=2036 OKA_min=1989 OKB_max=1978 OKB_min=1897
06:40:50.591 -> Sop2=98 PR7 OKA_max=2052 OKA_min=2004 OKB_max=2000 OKB_min=1915
06:40:51.392 -> Sop2=98 PR8 OKA_max=2067 OKA_min=2016 OKB_max=2016 OKB_min=1928
06:40:52.151 -> Sop2=98 PR8 OKA_max=2076 OKA_min=2029 OKB_max=2029 OKB_min=1949
06:40:52.870 -> Sop2=98 PR=8 OKA_max=2070 OKA_min=2034 OKB_max=2018 OKB_min=1956
06:40:53.627 -> Sop2=98 PR8 OKA_max=2077 OKA_min=2034 OKB_max=2032 OKB_min=1956
06:40:54.384 -> Sop2=98 PR8 OKA_max=2076 OKA_min=2036 OKB_max=2036 OKB_min=1961
06:40:54.384 -> Sop2=98 PR=78
06:40:55.127 -> P9 OKA_max=2077 OKA_min=2036 OKB_max=2036 OKB_min=1962
06:40:55.880 -> Sop2=98 PR9 OKA_max=2071 OKA_min=2037 OKB_max=2029 OKB_min=1966
06:40:56.566 -> Sop2=98 PR9 OKA_max=2069 OKA_min=2032 OKB_max=2030 OKB_min=1964
06:40:57.343 -> Sop2=98 PR9 ??? - }???2026 OKB_max=2030 OKB_min=1956
06:40:57.393 -> Sop2=98 PR=79
06:40:58.127 -> P9 OKA_max=2065 OKA_min=2021 OKB_max=2027 OKB_min=1952
```

Gambar serial monitor dari oximeter

Dari gambar diatas informasi yang bisa dilihat di LED dan serial

06:40:44.736 Sop2=98 PR=78

06:40:49.059 Sop2=98 PR=79

Sop2 = SpO₂ ~ kadar saturasi O₂.

PR = detak jantung per menit.

Nantinya data dari serial ini akan diolah sehingga data kita kirim ke MQTT broker dengan topic oxy dan bpm.

3.3.2. Olah data output dari oximeter

Dari data stream char dari serial monitor ini

06:40:44.736 Sop2=98 PR=78

Data yang akan diambil Sop2 dan PR kemudian dikirim ke MQTT broker dengan topic oxy dan bpm. Dari data yang berulang diambil satu baris sampai karakter carriage return (\n).

Kemudian dicari pola karakter ke-1 adalah S, karakter ke-6 dan ke-7 bukan ' '/spasi. Kemudian dicek lagi karakter ke-11 adalah =, karakter 12 dan ke-13 bukan ' '/spasi.

Pseudocode nya seperti ini

```
baris_baru=false;

loop (){

  tampung_karakter();
  ambil_nilai();

  if (baris_baru == true){

    baris_baru=false;

  }

  tampung_karakter(){

    loop_selama_serial_mengirimkan_data(){

      kar = Serial.read();

      karakter[index]= kar;

      index++;

    }

  }
```

```

ambil_nilai(){
if (baris_baru == true) {
    if (karakter[1] == 'S' && karakter[6] != ' ' && karakter[7] != ' ') {
        if (karakter[11] == '=' && karakter[12] != ' ' && karakter[13] !=
        ' ') {

            Kirim karakter[6]+karakter[7];

            Kirim karakter[12]+karakter[13];

        }
    }
    baris_baru = false;
}
}

```

3.3.3. Kirimkan ke MQTT broker

Dalam penelitian ini digunakan *mosquitto* untuk MQTT broker, pengembangannya bisa menggunakan layanan MQTT berbasis cloud seperti adafruit, cloudMQTT, hiveMQ, AWS IOT dll. MQTT broker untuk kepentingan data kesehatan ini sebaiknya mengimplementasikan TLS menggunakan *mosquitto*.

Untuk menambahkan user pertama kali dengan

```
#mosquitto_passwd -c passwordfile user
```

Untuk menambahkan user untuk berikutnya menggunakan

```
#mosquitto_passwd -b /etc/mosquitto/passwd USERNAME
PASSWORD
```

Passwordfile diganti dengan nama berkas password biasanya di `/etc/mosquitto/passwd`.

Untuk melakukan testing publishing oxy dan bpm menggunakan script sebagai berikut:

```
#mosquitto_pub -h 127.0.0.1 -p 8883 -u USERNAME -P  
PASSWORD -t "/UNIQID/oxy" -m "98" -d --cafile  
/etc/mosquitto/certs/ca.crt
```

```
#mosquitto_pub -h 127.0.0.1 -p 8883 -u USERNAME -P  
PASSWORD -t "/UNIQID/bpm" -m "70" -d --cafile  
/etc/mosquitto/certs/ca.crt
```

Untuk melakukan testing subscribe oxy dan bpm menggunakan script sebagai berikut:

```
#mosquitto_sub -h 127.0.0.1 -p 8883 -u USERNAME -P  
PASSWORD -t "/UNIQID/oxy" --cafile  
/etc/mosquitto/certs/ca.crt
```

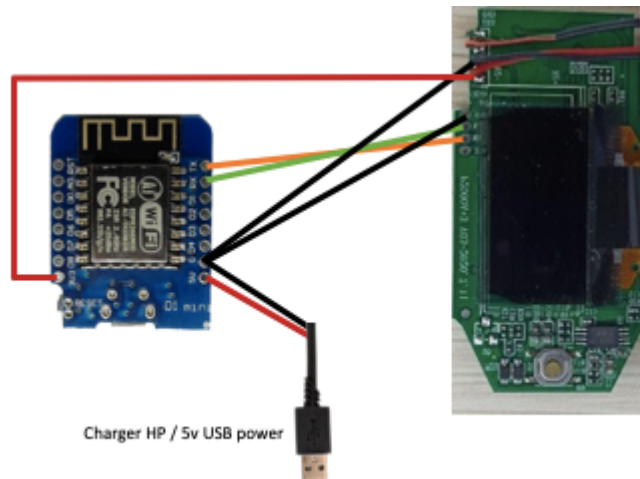
```
#mosquitto_sub -h 127.0.0.1 -p 8883 -u USERNAME -P  
PASSWORD -t "/UNIQID/bpm" --cafile  
/etc/mosquitto/certs/ca.crt
```

USERNAME diganti dengan nama user yang sudah
ditambahkan ke MQTT broker
PASSWORD diganti dengan password dari user yang sedang
dipakai
UNIQID ditambahkan sesuai id yang dipakai pada arduino.

alur instalasi dan setting bisa ikuti referensi.[6][7]

3.3.4. Hasil akhir

Setelah didapat metodologi yang tepat maka selanjutnya adalah merangkai oximeter menjadi satu kesatuan barang. Oximeter + wemos D1 mini + charger oximeter dan usb cable.



Gambar rangkaian hacking oximeter

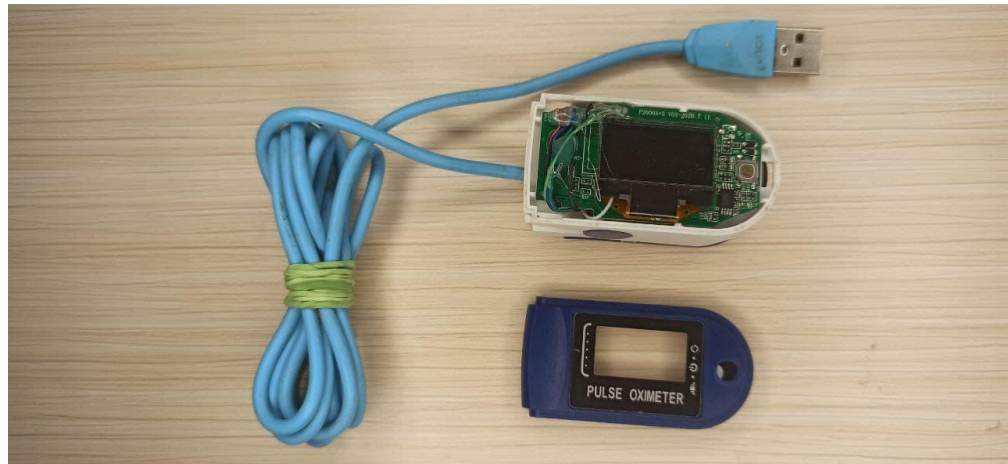
wemos D1 mini	Oximeter
RX	TX
TX	RX
GND	GND serial
3.3v	3.3v power
GND	GND power

Tabel koneksi wemos D1 mini ke oximeter

wemos D1 mini	Kabel USB charger
5v	Kabel warna merah
GND	Kabel warna hitam

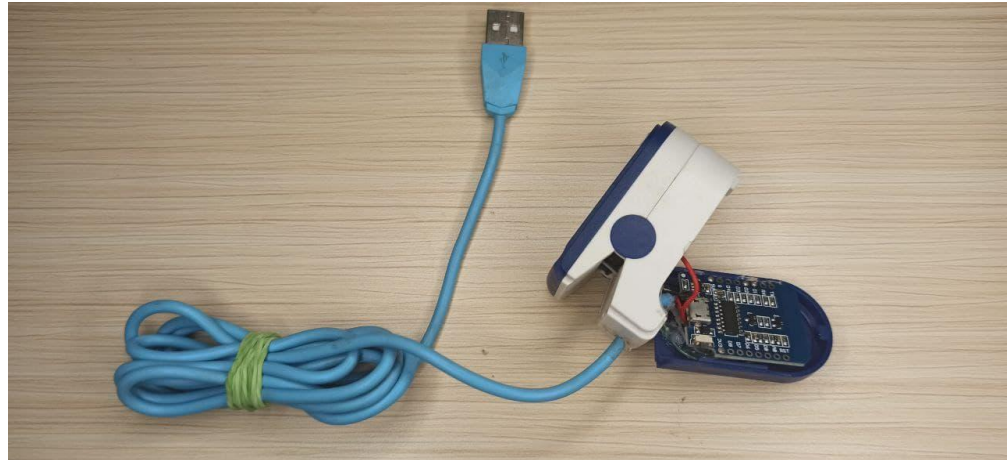
Tabel koneksi wemos D1 mini ke kabel U

Bagian depan oximeter disambung kabel di bagian RX, TX dan GND (warna kabel hijau, hitam dan putih) seperti gambar dibawah ini



Gambar oximeter ditambahkan kabel di RX,TX dan GND

Wemos D1 mini dimasukkan dalam tempat baterai sehingga terlihat praktis dan tidak kelihatan ada tambahan alat namun ada tambahan kabel yang nanti dicolokkan ke sumber listrik 5v DC seperti charger hp / colokan USB komputer.



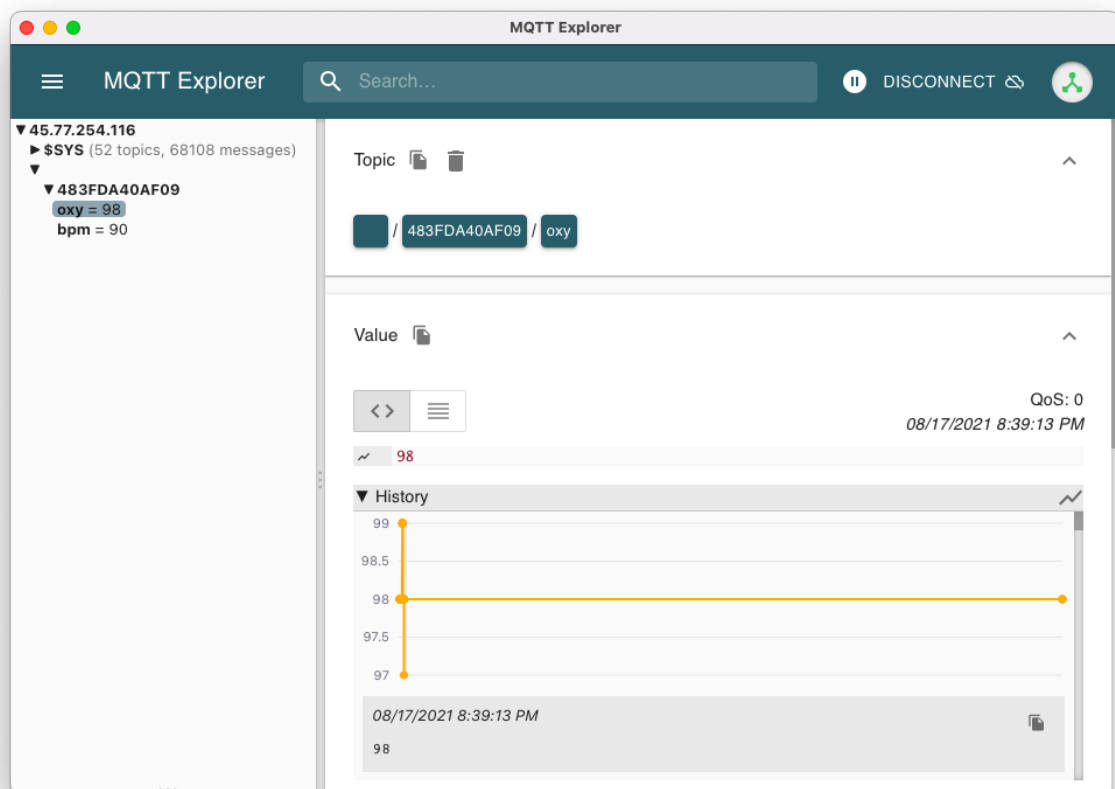
Gambar wemos D1 mini di tempat batrei

Tampilan akhir dari oximeter yang baru setelah semua dirakit.



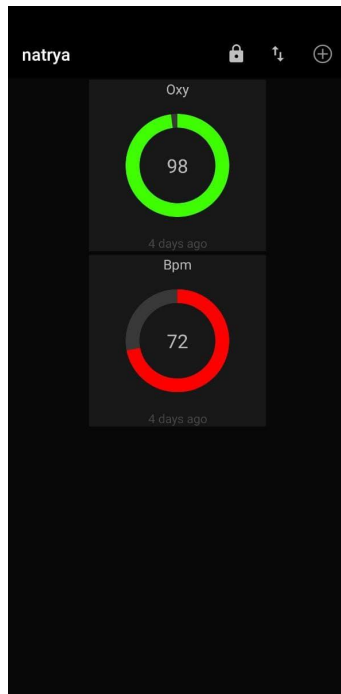
Gambar oximeter setelah dirakit

Sebagai client ada 2 peralatan yang digunakan yaitu *smartphone* dan komputer. Untuk komputer bisa menggunakan software MQTT explorer. Contohnya seperti dibawah ini.



Gambar MQTT explorer melihat hasil dari komputer

Untuk melihat data yang terkirim dari *smartphone* bisa menggunakan aplikasi MQTT dash.



Gambar MQTT dash depan

The screenshot shows the MQTT Dash settings screen. At the top, the title 'MQTT Dash' is displayed. Below it, there are several settings sections. The first section is 'Default (automatically connect on start up)' with a note. The second section has a checkbox 'If you have more than one connection, you can create home screen shortcut for every connection.' The third section has a checkbox 'Keep screen on when connected to this broker'. The fourth section has a checkbox 'Allow metrics management'. The fifth section is 'Enable connection encryption (SSL/TLS)' with a checkbox. The sixth section is 'This broker uses self-signed SSL/TLS certificate. I trust this certificate at my own risk.' with a checkbox. The seventh section is 'User name' with the value 'paijo'. The eighth section is 'User password' with a masked field. The app has a dark theme and a lock icon in the top right corner.

Gambar MQTT dash setting

The screenshot shows the MQTT Dash settings screen for the 'Oxy' topic. At the top, the title 'MQTT Dash' is displayed. Below it, there are several settings sections. The first section is 'Name' with the value 'Oxy'. The second section is 'Topic (sub)' with the value '/483FDA40AF09/oxy'. The third section is 'Extract from JSON path (if payload is in JSON format)' with a URL. The fourth section has a checkbox 'Enable publishing'. The fifth section has a checkbox 'Update metric on publish immediately (do not wait for incoming message to update visual state)'. The sixth section has a checkbox 'Display payload value instead of percentage'. The seventh section is 'Progress color' with a green color swatch. The eighth section is 'Other settings' with a radio button 'QoS(0)'. The app has a dark theme and a lock icon in the top right corner.

Gambar MQTT dash setting 2

The screenshot shows the MQTT Dash settings screen for the 'Bpm' topic. At the top, the title 'MQTT Dash' is displayed. Below it, there are several settings sections. The first section is 'Name' with the value 'Bpm'. The second section is 'Topic (sub)' with the value '/483FDA40AF09/bpm'. The third section is 'Extract from JSON path (if payload is in JSON format)' with a URL. The fourth section has a checkbox 'Enable publishing'. The fifth section has a checkbox 'Update metric on publish immediately (do not wait for incoming message to update visual state)'. The sixth section has a checkbox 'Display payload value instead of percentage'. The seventh section is 'Progress color' with a red color swatch. The eighth section is 'Other settings' with a radio button 'QoS(0)'. The app has a dark theme and a lock icon in the top right corner.

Gambar MQTT dash setting 3

4. Kesimpulan dan saran

4.1. Kesimpulan

ada beberapa kesimpulan yang bisa didapat antara lain :

- Pulse oximeter tipe C101H1 memiliki koneksi serial pada board sehingga bisa dihack untuk menjadi IOT sehingga lebih banyak manfaatnya, untuk tipe lain perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.
- Alat oximeter yang beredar dipasaran memiliki akurasi yang kurang bagus untuk penggunaan jangka panjang sehingga data yang diambil hanya beberapa menit setiap hari.
- Data yang ditampilkan di MQTT berbeda dengan yang di oximeter sebab ada jeda waktu setelah ditampilkan dilayar kemudian data dikirim melalui komunikasi serial.
- Hacking ini menghasilkan alat moitoring saturasi pasien lebih murah daripada beli alat telemetry yang mendukung internet yang nilainya lebih dari 4 juta rupiah

4.2. Saran

ada beberapa saran antara lain :

- Pembuatan dashboard dari aplikasi MQTT untuk menjadikan satu semua topic dari MQTT.
- Optimasi kode untuk mengurangi *latency* walaupun tidak dibutuhkan pendataan secara realtime.
- Penelitian dikembangkan untuk tipe-tipe oximeter lain yang berada dipasar.
- Penelitian lebih lanjut mengenai hacking pada oximeter bluetooth supaya nirkabel.

Referensi

1. **Strategi Turunkan Angka Kematian Akibat COVID-19**
<https://covid19.go.id/edukasi/masyarakat-umum/strategi-turunkan-angka-kematian-akibat-covid-19>
2. **Pentingnya Oximeter bagi Pasien Isolasi Mandiri COVID-19**
<https://www.alodokter.com/pentingnya-oximeter-bagi-pasien-isolasi-mandiri-covid-19>
3. **MQTT**
<https://en.wikipedia.org/wiki/MQTT>
4. **Software IDE arduino**
<https://www.arduino.cc/en/software>
5. **Wemos D1 mini tutorial**
<https://diyi0t.com/esp8266-wemos-d1-mini-tutorial/>
6. **Mosquitto 1**
<http://www.steves-internet-guide.com/mqtt-username-password-example/>
7. **Mosquitto 2**
http://www.steves-internet-guide.com/mosquitto_pub-sub-clients/
8. **Esp8266Wifi**
<https://github.com/esp8266/Arduino/tree/master/libraries/ESP8266WiFi>
9. **WiFiManager module**
<https://github.com/tzapu/WiFiManager>
10. **WiFiClientSecure**
<https://github.com/esp8266/Arduino/tree/master/libraries/WiFiClientSecure>
11. **Arduino client for MQTT**
<https://github.com/knolleary/pubsubclient>
12. **Komunikasi serial arduino**
<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/communication/serial/>