

OMEDIG: Rancang Bangun Oksigen Meter Digital Berbasis IoT untuk Fasilitas Kesehatan Masyarakat

Firdaus^{1*}, Muh. Zainullah², Mahabito Saka Nusantara³

^{1,2,3}Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
*Corresponding E-mail: firdaus@uii.ac.id

ABSTRAK

Permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah dibutuhkannya suatu teknologi yang dapat mengukur laju aliran oksigen dengan presisi, serta dapat mencatat total volume oksigen yang digunakan guna mengatasi masalah penarifan oksigen pada fasilitas kesehatan. Hal ini dikarenakan fasilitas kesehatan pada umumnya hanya menggunakan durasi pemakaian oksigen dan mengalikan dengan *flowrate*-nya sebagai dasar penarifan oksigen kepada pasien. Usulan dari alat ini berfungsi agar pasien dan fasilitas kesehatan sama-sama mengetahui total volume oksigen yang telah digunakan.

Pada perancangan sistem, terdapat beberapa perubahan dari usulan yang telah dibuat sebelumnya. Hal ini dilakukan karena tidak sesuainya spesifikasi dari alat tersebut yang dapat mengurangi kinerja dari alat itu sendiri. Perubahan yang dilakukan adalah mengganti regulator *single head* menjadi regulator yang sudah beredar pada umumnya serta penambahan komponen kipas sebagai pendingin pada bagian sistem kontrol alat oksigen meter digital tersebut.

Pada tahapan implementasi, hal yang pertama dilakukan yaitu pengujian sensor SFM4100 dan pengujian komunikasi serial dari mikrokontroler Arduino *WiFi*. Selanjutnya dilakukan pengujian alat secara keseluruhan dan pengujian alat pada *user interface* Thingier.io untuk mengetahui seberapa baik dalam merekam data. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, OMEDIG memiliki *error* sebesar $\pm 1,82\%$ dalam membaca *flowrate* oksigen. Artinya OMEDIG memiliki tingkat akurasi sangat baik yaitu $\pm 98,18\%$, dengan kemampuan ukur *flowrate* oksigen hingga 10 LPM. Pengiriman data secara *realtime* pada Thingier.io setiap 1 detik sekali dan data akan tersimpan pada *database* setiap 1 menit sekali. Data dari *database* dapat diunduh dalam bentuk file excel sehingga akan memudahkan pihak fasilitas kesehatan dalam proses penetapan tarif oksigen yang digunakan oleh pasien.

Dampak dari implementasi alat ini dapat memberikan alternatif solusi bagi pihak fasilitas kesehatan agar lebih adil dan transparan dalam penetapan tarif oksigen. Selain itu juga dapat memudahkan kerja tenaga medis dalam hal mengatur *flowrate* oksigen (menggunakan *keypad*) dan juga memungkinkan dokter untuk memantau (dari jarak jauh) besar *flowrate* oksigen yang diberikan tenaga medis telah sesuai dengan yang diperintahkan. Yang terpenting antara pihak fasilitas kesehatan dan pasien dapat mengetahui besar *flowrate* dan total volume oksigen yang digunakan melalui penampil LCD pada alat. Sehingga pasien dapat memperkirakan biaya yang harus dikeluarkan untuk penggunaan oksigen. Dan juga fasilitas kesehatan tidak lagi melakukan penetapan tarif oksigen berdasarkan durasi pemakaian, melainkan berdasarkan total volume oksigen yang telah digunakan oleh pasien.

Kata Kunci: Oksigen Meter Digital, *Internet of Thing*, SFM4100 AIR

ABSTRACT

The problem raised in this final project is the need for a technology that can measure the oxygen flow rate with precision, and can record the total volume of oxygen used to overcome the problem of oxygen pricing in health facilities. This is because health facilities generally only use the duration of oxygen consumption and multiply it by the flowrate as the basis for pricing oxygen to patients. The suggestion of this tool is that patients and health facilities alike know the total volume of oxygen that has been used.

In system design, there are several changes from the proposals that have been made previously. This is done because the specifications of the tool do not match which can reduce the performance of the tool itself. The changes made were to replace the single head regulator into a regulator that is already circulating in general and the addition of a fan component as a cooler in the control system of the digital oxygen meter.

At the implementation stage, the first thing to do is testing the SFM4100 sensor and testing the serial communication of the Arduino WiFi microcontroller. Furthermore, the overall tool testing and tool testing on the Thingier.io user interface is carried out to find out how well it records data. Based on the results of the tests carried out, OMEDIG has

an error of $\pm 1.82\%$ in reading the oxygen flowrate. This means that OMEDIG has a very good accuracy rate of $\pm 98.18\%$, with the ability to measure oxygen flowrates up to 10 LPM. Realtime data transmission on Thinger.io every 1 second and data will be stored in the database every 1 minute. Data from the database can be downloaded in the form of an excel file so that it will be easier for health facilities in the process of determining oxygen rates used by patients.

The impact of the implementation of this tool can provide alternative solutions for health facilities to be more fair and transparent in determining oxygen tariffs. In addition, it can also facilitate the work of medical personnel in terms of adjusting the oxygen flowrate (using a keypad) and also allows doctors to monitor (remotely) the amount of oxygen flowrate given by medical personnel is in accordance with what was ordered. The most important thing is that the health facility and the patient can find out the flowrate and the total volume of oxygen used through the LCD display on the device. So that patients can estimate the costs that must be incurred for the use of oxygen. And also health facilities no longer determine oxygen rates based on duration of use, but based on the total volume of oxygen that has been used by patients.

Keywords: Digital oxygen meter, Internet of Thing, SFM4100 AIR

I. PENDAHULUAN

Regulator oksigen medis merupakan suatu alat yang digunakan untuk menyalurkan oksigen dari tabung menuju masker pada pasien [1]. Alat ini juga digunakan untuk mengatur besar *flowrate* oksigen yang akan disalurkan [2]. Regulator oksigen yang terdapat di fasilitas kesehatan saat ini masih manual, sehingga untuk mengetahui *flowrate* oksigen harus mengamati *flowmeter* raksa berbentuk tabung pada regulator. Selain itu, untuk mengatur *flowrate* oksigen yang disalurkan ke pasien juga dilakukan secara manual dengan memutar katup pada regulator [2]. Sehingga dibutuhkan tenaga medis yang paham dalam mengatur buka tutup katup regulator dan memastikan *flowrate* oksigen yang diberikan pada pasien telah sesuai dengan yang dibutuhkan.

Kondisi regulator oksigen medis yang masih manual menyebabkan jumlah penggunaan oksigen tidak dapat terukur. Sehingga perhitungan tarif oksigen pada fasilitas kesehatan dilakukan dengan mengalikan *flowrate* oksigen yang diberikan dengan durasi pemakaiannya. Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu dokter rumah sakit, diperoleh informasi bahwa perhitungan tarif penggunaan oksigen menggunakan sistem tarif per jam, per 24 jam atau per tabung. Dengan kondisi regulator oksigen saat ini, menimbulkan beberapa masalah yaitu pengaturan *flowrate* oksigen tidak tepat dan tarif penggunaan oksigen tidak sesuai dengan total volume oksigen yang digunakan. Selain itu, hal baru yang menambah permasalahan saat ini yaitu mewabahnya pandemi covid-19. Yang menyebabkan tenaga medis tidak dapat terus menerus melakukan pemantauan *flowrate* oksigen dari kamar pasien. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1184/MenKes/Per/X/2004 tentang Pengamanan Alat Kesehatan dan Perbekalan Kesehatan Rumah Tangga perlu disesuaikan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terkini [3]. Salah satu peralatan medis yang perlu dikembangkan yaitu regulator oksigen medis.

Berdasarkan pemaparan diatas, dibutuhkan suatu teknologi terkini yang dapat membantu mengatasi

masalah pentarifan dan pemantauan *flowrate* oksigen pada fasilitas kesehatan. Oleh karena itu diusulkan solusi berupa oksigen meter digital berbasis IoT yang dapat mencatat total volume oksigen yang digunakan, serta dapat digunakan untuk pengamatan dari jarak jauh.

Sebagai langkah awal dalam proses *prototyping* sistem oksigen meter digital berbasis IoT, dilakukan perancangan alat menggunakan catu daya tunggal listrik 220V dan untuk pengerjaan alat dilakukan di laboratorium jurusan Teknik Elektro.

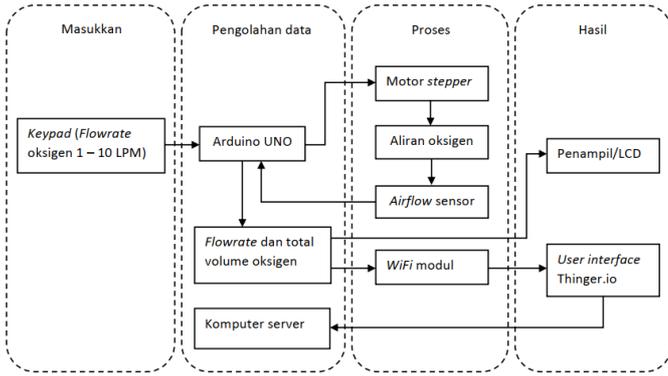
Adapun tujuan dari usulan sistem adalah memberikan alternatif solusi untuk sistem pentarifan dan pemantauan *flowrate* oksigen pada fasilitas kesehatan dengan menggunakan oksigen meter digital berbasis IoT. Selain itu, juga untuk memudahkan kerja tenaga medis. Dapat bermanfaat juga sebagai bentuk ketahanan NKRI dalam pengembangan teknologi tepat guna untuk fasilitas kesehatan di Indonesia.

II. METODE PENELITIAN

Usulan Rancangan Sistem

Alat yang dirancang diberi nama OMEDIG, yang terdiri dari diagram alur kerja sistem/*flowchart*, desain elektronis dan desain mekanis. Dengan mengedepankan sistem pengukuran *realtime* berbasis IoT dan tentunya dengan biaya produksi cukup murah. OMEDIG dirancang agar pengguna/pasien fasilitas kesehatan dapat mengetahui *flowrate* dan total volume oksigen yang digunakan. Dengan menggunakan tabung oksigen 1 m^3 untuk melakukan pengujian dan kalibrasi alat yang dirancang, maka tidak membutuhkan akses ke rumah sakit. Satu perangkat *prototype* cukup digunakan untuk satu orang pasien yang membutuhkan terapi oksigen.

Diagram Blok OMEDIG

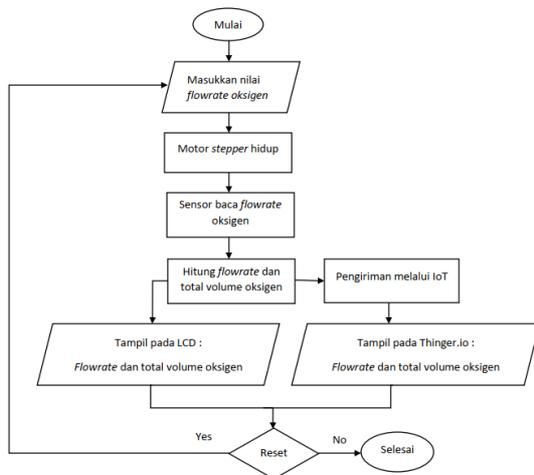


Gambar 1. Diagram blok sistem

Pada Gambar 1 menunjukkan cara kerja OMEDIG, ketika sistem dihidupkan maka akan memulai proses inialisasi. Kemudian memberi nilai masukkan menggunakan keypad untuk besar flowrate oksigen (1 – 10 LPM). Maka motor stepper pada regulator akan hidup untuk mengalirkan oksigen sesuai dengan nilai masukkan dan sensor akan membaca flowrate oksigen. Hasil pembacaan sensor selanjutnya diolah pada arduino untuk menghasilkan dua satuan nilai, yaitu flowrate oksigen dan total volume oksigen yang digunakan setiap detik. Kemudian kedua nilai tersebut akan ditampilkan pada LCD dan diteruskan ke Thinger.io sebagai user interface dan database melalui WiFi modul. Data dari database Thinger.io diunduh menggunakan perangkat komputer server dan diolah untuk proses penetapan tarif oksigen yang digunakan oleh pasien.

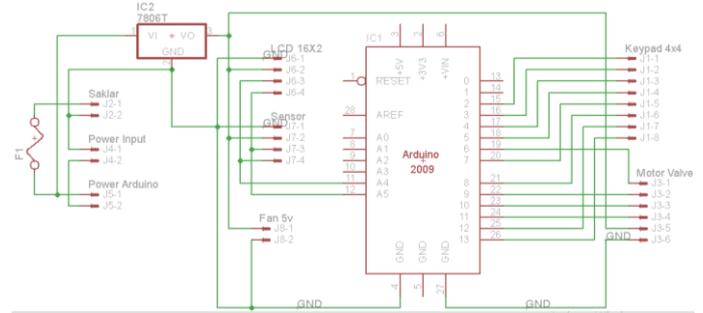
Flowchart Sistem OMEDIG

Berikut merupakan flowchart bagian mikrokontroler arduino khusus untuk membaca sensor serta mengubah menjadi nilai yang diinginkan, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart alat

Desain Elektronis

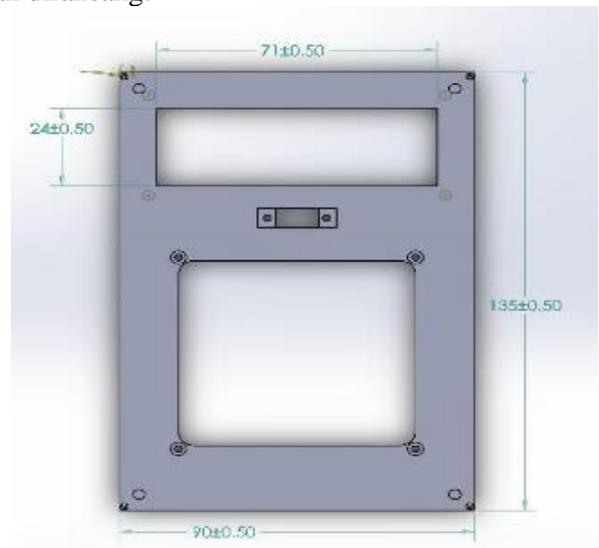


Gambar 3. Skema rangkaian elektronis sistem

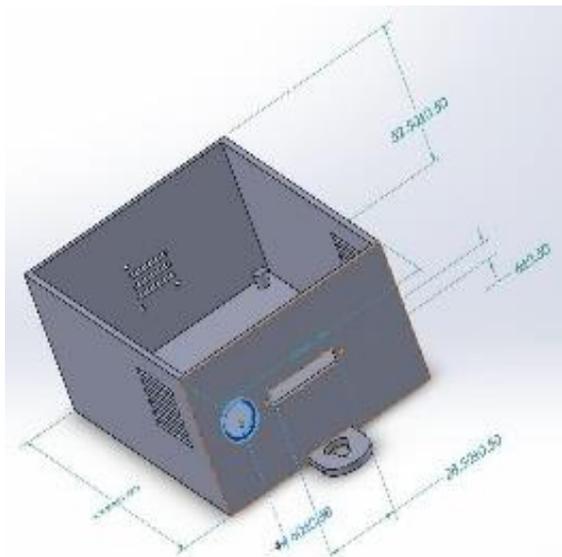
Gambar 3 menunjukkan skema rangkaian elektronis secara keseluruhan dari sistem OMEDIG. Pin sensor dan LCD terhubung secara paralel pada pin input analog 4 dan 5 arduino. Pin keypad terhubung pada pin input digital 2,3,4,5,7,8,12 dan 13 arduino. Pin motor stepper terhubung pada pin input digital 6,9,10 dan 11 arduino. Secara keseluruhan komponen yang digunakan (sensor, LCD, keypad dan motor stepper) membutuhkan suplai tegangan 5VDC. Sehingga dibutuhkan regulator step-down untuk memberikan suplai tegangan, karena suplai tegangan utama untuk arduino yaitu sebesar 9VDC berasal dari adaptor.

Desain Mekanis

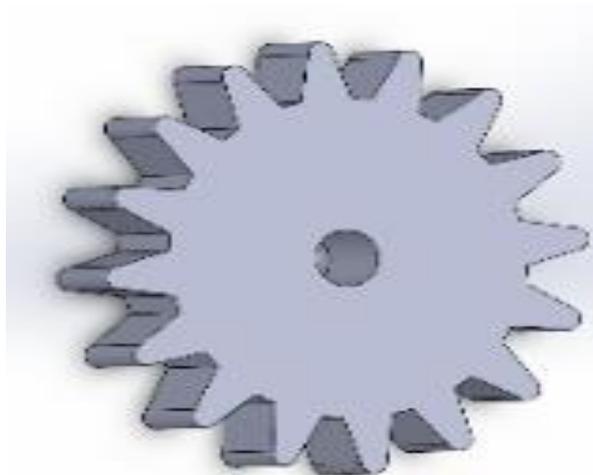
Desain mekanis alat menggunakan 3 desain utama yang terdiri dari wadah untuk sistem kontrol (sistem utama), wadah untuk sensor dan wadah untuk motor stepper. Pemasangan alat diletakkan di dinding untuk bagian kontrol dengan menggunakan lubang pengait (seperti pada jam dinding), dan bagian sensor serta motor stepper (penggerak katup regulator) terpasang pada regulator oksigen. Bahan untuk casing alat yaitu filamen, karena casing dicetak menggunakan 3D printing. Berikut merupakan gambaran dari 3 desain utama untuk alat yang akan dirancang:



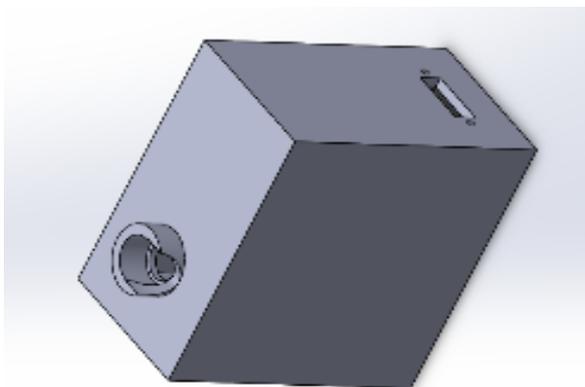
Gambar 4. Tutup casing sistem kontrol



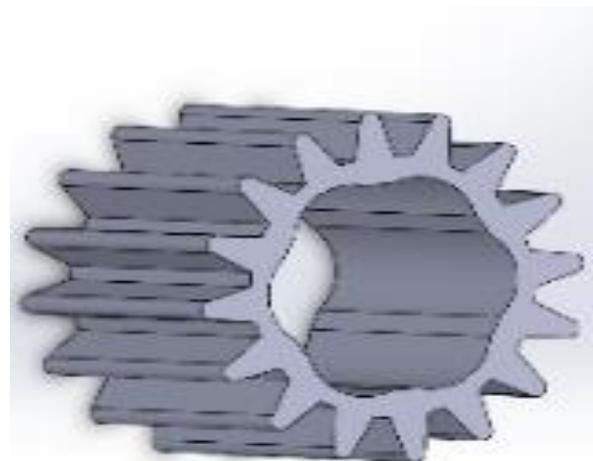
Gambar 5. Casing sistem control



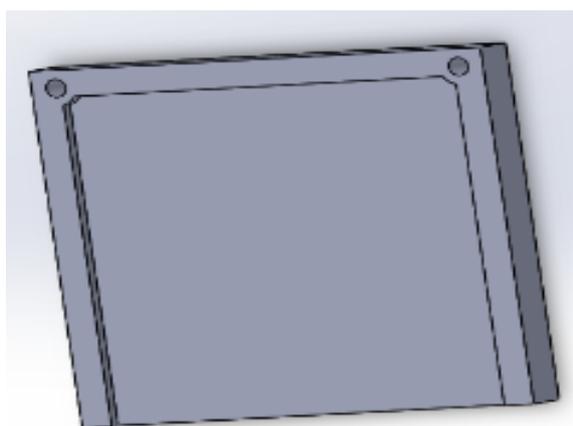
Gambar 8. Gear penggerak untuk motor stepper



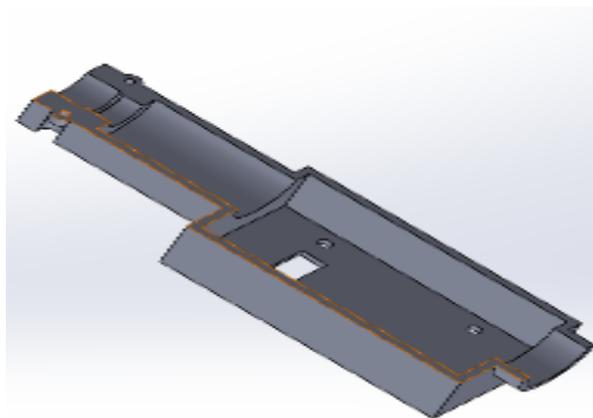
Gambar 6. Casing motor stepper/penggerak valve regulator



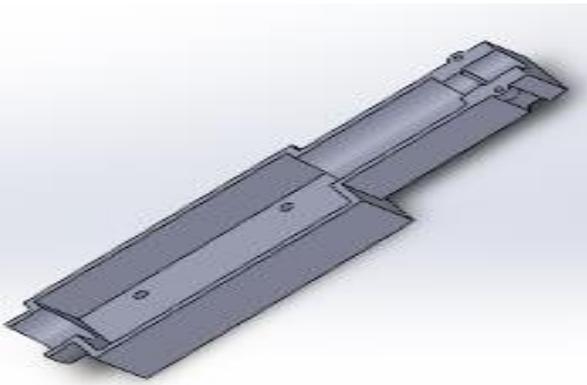
Gambar 9. Gear penggerak untuk motor valve regulator



Gambar 7. Tutup casing motor stepper/penggerak valve regulator



Gambar10. Casing sensor SFM4100 (bagian atas)



Gambar 11. *Casing* sensor SFM4100
(bagian bawah)

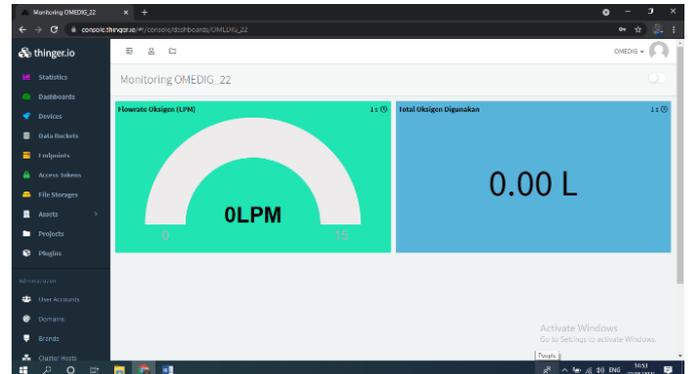
Gambar 4 menunjukkan tutup *casing* sistem kontrol OMEDIG, terdapat 3 lubang berbentuk persegi panjang. Pada bagian paling atas terdapat lubang untuk LCD 16×2 dengan ukuran 7,1×2,4 cm, pada bagian tengah terdapat lubang untuk saklar dengan ukuran 1×0,6 cm dan pada bagian bawah terdapat lubang untuk *keypad* dengan ukuran 6×5,7 cm. Gambar 5 menunjukkan *casing* sistem kontrol OMEDIG, memiliki dimensi 13,5×9×5,5 cm berbentuk persegi panjang. Pada bagian *casing* terdapat 1 lubang untuk suplai daya berbentuk lingkaran dengan diameter 1,4 cm, 1 lubang untuk konektor sensor dan motor *stepper* berbentuk persegi panjang dengan ukuran 2,8×0,6 cm dan 3 lubang untuk sirkulasi udara. Sisi dalam *casing* terdapat beberapa *spacer*, 2 *specer* pada bagian atas untuk pemasangan regulator *step-down* dan 4 *specer* di bawahnya merupakan tempat pemasangan *shield* arduino.

Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan *casing* motor *stepper*, memiliki dimensi 8×7,4×4,6 cm berbentuk persegi panjang. Terdapat 1 lubang untuk pin konektor berbentuk persegi panjang dengan ukuran 1,8×0,6 cm, dan 1 lubang untuk pemasangan pada regulator berbentuk lingkaran dengan diameter 1,7 cm. Pada Gambar 8 dan Gambar 9 menunjukkan *gear* transmisi penggerak katup regulator dengan diameter 3,8 cm. Gambar 10 dan Gambar 11 menunjukkan *casing* sensor, memiliki dimensi 7,3×3,3×3,1 cm berbentuk persegi panjang. Terdapat 1 lubang untuk pin konektor berbentuk persegi panjang dengan ukuran 1,1×0,6 cm.

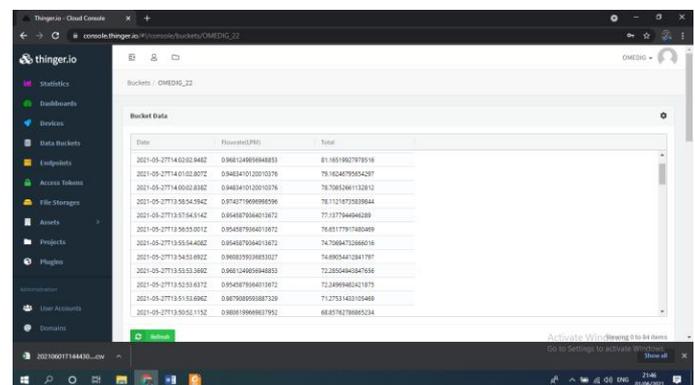
User Interface

User interface dari OMEDIG yaitu menggunakan Thinger.io. Alasan mengusulkan Thinger.io karena gratis dan memiliki tampilan penyajian data yang variatif tidak hanya grafik. Memiliki tingkat keamanan data cukup baik karena untuk masuk ke Thinger.io harus melakukan *login* dengan alamat email dan *password* yang sudah terdaftar. Selain itu, data hasil pengamatan tidak dapat di *public* atau yang artinya, hanya akun email yang terdaftar yang dapat melihat data tersebut.

Untuk desain, pada bagian laman pengamatan menampilkan *flowrate* oksigen (diwakili bentuk *gauge*) dengan rentang nilai 0 – 15 dan total volume oksigen yang digunakan (diwakili bentuk *text/value*), dapat dilihat pada Gambar 12 Proses pengiriman data hasil pembacaan alat pada *user interface* Thinger.io terjadi setiap 1 detik sekali.



Gambar 12. Tampilan *dashboards*



Gambar 13. Tampilan data *buckets*

Gambar 13 menunjukkan tampilan *database* pada Thinger.io yang berfungsi untuk merekam data hasil pembacaan alat secara *realtime*. Proses penyimpanan data pada *database* Thinger.io terjadi setiap 1 menit sekali, dan jika koneksi internet terganggu maka proses penyimpanan data tidak terjadi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor

Proses pengujian sensor diawali dengan menyiapkan tabung oksigen 1m³, kemudian pemasangan sensor pada regulator untuk selanjutnya dipasang pada tabung oksigen. Setelah itu, menghubungkan kabel konektor sensor pada alat (sistem kontrol), dan menyambungkan kabel USB dari mikrokontroler ke laptop. Alat dihidupkan untuk memulai proses pengujian. Pengujian dilakukan dengan memutar *valve* regulator secara manual sampai bola *flowmeter* regulator menunjukkan *flowrate* oksigen 1 LPM, dan mencatat nilai *flowrate* oksigen yang terbaca oleh sensor. Pengujian sensor dilakukan hingga *flowrate* oksigen 10 LPM dan untuk setiap nilai *flowrate* dilakukan sebanyak tiga kali pengambilan data. Hasil pengujian sensor

SFM4100 Air setelah dikalibrasi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil pengujian sensor *airflow* SFM4100 Air

Flowrate pada Regulator (LPM)	Flowrate Pembacaan Sensor (LPM)			Rata-rata Flowrate Pembacaan Sensor (LPM)
1	1.011	0.998	1.007	1.0053
2	2.009	2.005	2.013	2.009
3	3.016	3.015	3.003	3.0113
4	4.01	4.008	4.01	4.0093
5	5.02	5.035	4.999	5.018
6	5.998	5.98	6.043	6.007
7	7.029	7.0	6.998	7.009
8	8.007	8.007	8.001	8.005
9	8.978	9.016	8.974	8.9893
10	10.007	10.033	10.027	10.0223

Pengujian OMEDIG

Untuk proses pengujian OMEDIG hampir sama dengan pengujian sensor, tapi pada pengujian ini motor *valve* regulator dan *keypad* sudah dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Sehingga proses pengujian dilakukan dengan memberikan nilai *input flowrate* oksigen 1 LPM menggunakan *keypad* dan motor *valve* regulator akan berputar dengan besar sudut sesuai dengan nilai yang sudah ditetapkan saat kalibrasi. Kemudian mencatat nilai *flowrate* oksigen yang ditampilkan pada alat. Pengujian alat dilakukan hingga *flowrate* oksigen 10 LPM dan untuk setiap nilai *flowrate* dilakukan sebanyak tiga kali pengambilan data. Hasil pengujian OMEDIG ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data hasil pengujian OMEDIG

Input Keypad	Flowrate pada Regulator (LPM)	Flowrate pada Alat (LPM)			Rata-rata Flowrate pada Alat (LPM)
1	1	1.05	1.04	0.96	1.0167
2	2	1.99	2.01	2.0	2
3	3	3.03	3.02	3.01	3.02
4	4	4.01	3.98	4.0	3.9967
5	5	4.99	5.02	5.01	5.0067
6	6	6.0	5.99	6.03	6.0067

Setelah diperoleh data hasil pengujian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2, maka dilakukan perhitungan *error* pembacaan alat untuk mengetahui tingkat akurasinya.

Tabel 3. Selisih *flowrate* pembacaan alat terhadap regulator

Flowrate pada Regulator (LPM)	Flowrate pada Alat (LPM)	Error (e) = Flowrate pada Alat – Flowrate pada Regulator
1	1.0167	0.0167
2	2	0
3	3.02	0.02
4	3.9967	0.0033
5	5.0067	0.0067
6	6.0067	0.0067
7	7.05	0.05
8	8.0047	0.0047
9	8.994	0.006
10	9.9993	0.0007

Perhitungan akurasi alat menggunakan nilai selisih antara *flowrate* oksigen yang terbaca pada OMEDIG dan *flowmeter* regulator. Nilai selisih yang diperoleh dimasukkan ke dalam persamaan *Root Mean Square Error* (RMSE), berikut perhitungannya:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (e)^2}{n}} \tag{1}$$

$$= \sqrt{\frac{0.0167^2 + 0^2 + 0.02^2 + 0.0033^2 + 0.0067^2 + 0.0067^2 + 0.05^2 + 0.0047^2 + 0.006^2 + 0.0007^2}{10}} \tag{1.1}$$

$$RMSE = 0.0182 \tag{1.2}$$

Berdasarkan perhitungan data Tabel 4.3 menggunakan persamaan 5, diperoleh nilai RMSE dari OMEDIG sebesar 0,0182. Dengan nilai RMSE tersebut, menunjukkan bahwa alat yang dirancang (OMEDIG) memiliki tingkat akurasi sangat baik yaitu ± 98,18% dalam membaca *flowrate* oksigen. Semakin kecil nilai RMSE (mendekati 0) dari data hasil pembacaan suatu alat, menunjukkan bahwa alat tersebut memiliki tingkat akurasi semakin baik.

Pengujian OMEDIG pada Thinger.io

Pengujian OMEDIG pada *user interface* Thinger.io merupakan proses pengujian lanjutan dari yang dilakukan sebelumnya. Pada pengujian ini dilakukan dengan mengatur nilai *flowrate* oksigen konstan 1 LPM. Persiapan tambahan yang dilakukan yaitu mengaktifkan *hotspot portabel* dan memastikan alat terkoneksi dengan *WiFi* sehingga dapat terhubung dengan Thinger.io. Setelah itu, maka proses pengujian dilakukan dengan memantau *user interface* Thinger.io (bagian *dashboards*) dan alat dibiarkan hidup selama 80 menit untuk mengetahui apakah data terekam dengan baik pada *database* Thinger.io (bagian data *buckets*). Hasil pengujian OMEDIG terhadap Thinger.io ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data hasil pengujian OMEDIG pada Thinger.io selama 80 menit

No	ΔT (menit)	Flowrate Oksigen (LPM)	Total Volume Oksigen (L)
1	1	1.026434898	1.118739963
2	10	1.039971948	9.950909615
3	20	1.026434898	20.18441963
4	30	0.980619967	31.99624825
5	40	0.994155943	41.78770065
6	50	0.980619967	52.10437012
7	60	0.954587936	59.27991867
8	70	0.980619967	68.85762787
9	80	0.948341012	79.16246796

Tabel 4 menunjukkan total volume oksigen yang digunakan selama 80 menit tercatat pada Thinger.io yaitu 79 liter. Dari data tersebut, dilakukan perbandingan perhitungan tarif oksigen jika menggunakan OMEDIG dan regulator oksigen yang terdapat pada fasilitas kesehatan saat ini. Berdasarkan wawancara dengan pasien, tarif oksigen yang diterapkan pada fasilitas kesehatan saat ini yaitu Rp. 20.400,- per jam dengan jumlah volume oksigen 24 liter. Berikut perhitungannya:

$$\text{Harga per liter} = \frac{20.400}{24} = \text{Rp. } 850,- \quad (2)$$

dengan

$$\text{Flowrate oksigen} = \frac{24}{60} = 0,4 \text{ LPM} \quad (3)$$

Rumus perhitungan tarif oksigen fasilitas kesehatan saat ini (sumber dari brainly):

$$\text{Tarif} = \text{durasi(menit)} \times \text{flowrate oksigen(LPM)} \times \text{harga per liter (Rp.)} \quad (4)$$

Rumus perhitungan tarif oksigen jika menggunakan OMEDIG:

$$\text{Tarif} = \text{total volume oksigen(liter)} \times \text{harga per liter (Rp.)} \quad (5)$$

Tabel 5. Perhitungan tarif oksigen berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4

Pentarifan Fasilitas Kesehatan	Pentarifan dengan OMEDIG
Perhitungan menggunakan persamaan 4.	Perhitungan menggunakan persamaan 5.
$\text{Tarif} = 80 \times 1 \times 850$	$\text{Tarif} = 79 \times 850$
$\text{Tarif} = \text{Rp. } 68.000,-$	$\text{Tarif} = \text{Rp. } 67.150,-$

Pada Tabel 5 ditunjukkan perbedaan tarif yang harus dibayar pasien jika fasilitas kesehatan menggunakan

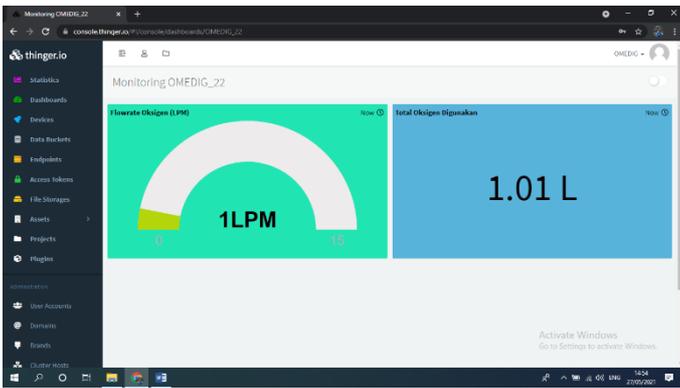
OMEDIG yaitu Rp. 850, lebih murah dibanding dengan regulator oksigen medis yang beredar dipasaran saat ini. Perbedaan harga tersebut berdasarkan asumsi perhitungan tarif oksigen pihak fasilitas kesehatan jika menghitung durasi pemakaian oksigen dalam menit. Sedangkan pada kenyataannya, pihak fasilitas kesehatan menghitung durasi pemakaian oksigen dalam jam. Sehingga ketika ada pasien yang menggunakan oksigen bantu selama 50 menit, maka pihak fasilitas kesehatan menghitungnya sebagai 1 jam pemakaian. Karena pasien tidak mengetahui durasi dan total volume oksigen yang sebenarnya digunakan, maka pasien akan setuju jika diminta membayar pemakaian oksigen dengan jumlah yang ditetapkan pihak fasilitas kesehatan.

OMEDIG menjadi solusi untuk mengatasi hal tersebut. Selain memudahkan dalam mengatur besar *flowrate* oksigen, OMEDIG juga dapat mencatat total volume oksigen yang digunakan. Pihak fasilitas kesehatan dan pasien dapat sama-sama mengetahui besar *flowrate* dan total volume oksigen yang digunakan melalui penampil LCD yang terdapat pada alat. Sehingga pasien dapat memperkirakan biaya yang harus dibayar untuk oksigen yang telah digunakan. Untuk pihak fasilitas kesehatan juga lebih adil dalam menetapkan tarif oksigen, karena pentarifan oksigen tidak lagi berdasarkan durasi pemakaian melainkan berdasarkan total volume oksigen.

User Interface OMEDIG

Fungsi utama *user interface* (Thinger.io) dari OMEDIG yaitu untuk melakukan pengamatan besar *flowrate* dan total volume oksigen, serta untuk pencatatan total volume oksigen yang telah digunakan. Memungkinkan seorang dokter (dari jarak jauh) untuk memastikan besar *flowrate* yang diberikan kepada pasien sesuai dengan yang diperintahkan. Sehingga memperkecil kemungkinan terjadinya kesalahan dari perawat dalam memberikan *flowrate* oksigen. Karena dapat berakibat fatal bagi pasien yang sedang menjalani terapi oksigen.

Dari sisi penyimpanan data (*database*), data yang tersimpan pada Thinger.io dapat di unduh dalam format file excel. Dalam file excel terdapat waktu *update* data, besar *flowrate* dan total volume oksigen yang digunakan setiap menitnya. Dengan file tersebut akan memudahkan pihak fasilitas kesehatan dalam penetapan tarif oksigen. Dan dapat menjadi bukti otentik ketika ada pasien yang meragukan atau tidak terima dengan jumlah tarif oksigen yang diberikan pihak fasilitas kesehatan. Contoh tampilan *user interface* ditunjukkan pada Gambar 14 tampilan *database* ditunjukkan pada Gambar 15 dan tampilan file excel hasil unduhan dari *database* ditunjukkan pada Gambar 16.

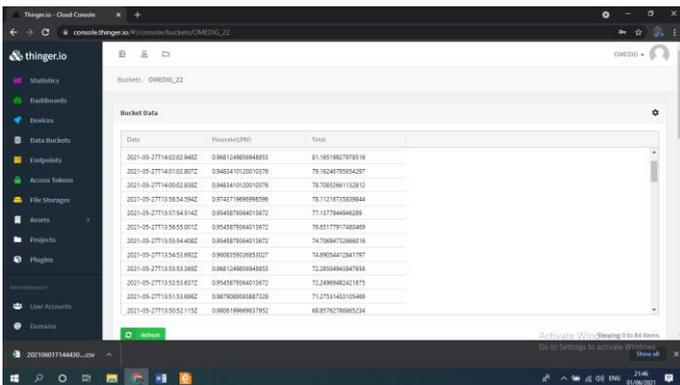


Gambar 14. Tampilan *user interface* pada Thinger.io

Penerapan Alat



Gambar 17. Proses pengambilan data



Gambar 15. Tampilan *database* pada Thinger.io

	A	B	C	D	E
1	ts	Flowrate(LPM)	Total (L)		
2	2021-05-27T05:38:44.778Z	1.032683015	0.086663991		
3	2021-05-27T05:39:45.361Z	1.026434898	1.118739963		
4	2021-05-27T05:40:45.141Z	1.026434898	2.097189903		
5	2021-05-27T05:41:44.834Z	1.032683015	3.126315832		
6	2021-05-27T05:42:45.173Z	1.026434898	4.216790199		
7	2021-05-27T05:43:45.462Z	1.020187974	5.185955048		
8	2021-05-27T05:44:45.003Z	1.020187974	6.168136597		
9	2021-05-27T05:45:45.976Z	1.012899041	7.130446911		
10	2021-05-27T05:46:45.240Z	1.006650925	8.297020912		
11	2021-05-27T05:47:45.201Z	1.006650925	9.200499535		
12	2021-05-27T05:48:45.586Z	1.039971948	9.950909615		
13	2021-05-27T05:49:45.741Z	1.013939977	11.2378397		
14	2021-05-27T05:50:45.789Z	1.020187974	12.23919964		
15	2021-05-27T05:51:46.190Z	1.020187974	13.08862019		
16	2021-05-27T05:52:46.483Z	1.020187974	14.08901978		
17	2021-05-27T05:53:46.371Z	1.020187974	15.0894289		
18	2021-05-27T05:54:45.648Z	0.994155943	16.30754089		
19	2021-05-27T05:56:15.812Z	1.006650925	17.81014061		
20	2021-05-27T05:57:16.650Z	1.006650925	18.59083939		
21	2021-05-27T05:58:16.157Z	1.006650925	19.71359062		
22	2021-05-27T05:59:16.623Z	1.026434898	20.18441963		
23	2021-05-27T06:00:18.018Z	1.006650925	21.60871887		

Gambar 16. Tampilan file excel hasil unduhan dari *database* Thinger.io

Gambar 17 menunjukkan proses pengambilan data alat secara keseluruhan dengan rentang nilai *flowrate* pengujian 1 – 10 LPM.

Dampak Penerapan Alat

Seiring berkembangnya teknologi dibidang alat kesehatan, regulator oksigen medis yang sudah ada terus dikembangkan dari waktu ke waktu. Aspek pengembangan yang dilakukan yaitu berkaitan dengan penentuan tarif berdasarkan perubahan tekanan oksigen *transport* yang dibuat oleh Anita Purwaningrum, dkk. Sistem yang dirancang memiliki kemampuan ukur *flowrate* oksigen 0 – 10 LPM dengan tingkat akurasi sebesar 96,66% dan menggunakan *Thingspeak* sebagai *user interface*. Untuk mengatur *flowrate* oksigen masih dilakukan secara manual dengan memutar katup regulator[5]. Kedua yaitu monitoring volume oksigen sebagai dasar penentu tarif dibuat oleh Miasih, dkk. Alat yang dirancang memiliki kemampuan ukur *flowrate* oksigen 0 – 15 LPM dengan tingkat akurasi sebesar 92,13% dan menggunakan WEB sebagai *user interface*. Untuk mengatur *flowrate* oksigen masih dilakukan secara manual seperti alat sebelumnya[6].

Tabel 6. Perbandingan sistem yang dibuat dengan yang sudah ada

No.	Fitur/Komponen	Sistem yang Dibuat	Anita P., dkk	Miasih, dkk
1	<i>Input flowrate</i>	keypad	Manual memutar katup	Manual memutar katup
2	<i>Database</i>	Ada	Ada	Tidak ada

Berdasarkan Tabel 6 dapat diketahui bahwa inovasi yang dihadirkan dari OMEDIG yaitu pengaturan nilai *flowrate* oksigen dilakukan dengan menggunakan *keypad*. Sudah teruji dapat berfungsi dengan baik, sehingga memudahkan dalam mengatur *flowrate* oksigen. Untuk penyimpanan data, OMEDIG juga memiliki *database* sehingga data hasil pembacaan alat tersimpan dengan baik.

Data tersebut dapat mempermudah proses penetapan tarif oksigen oleh pihak fasilitas kesehatan.

Berdasarkan sistem perancangan yang telah diimplementasikan terhadap aspek sosial telah mampu memberikan solusi alternatif kepada pihak fasilitas kesehatan serta masyarakat khususnya pasien yang membutuhkan alat bantu pernapasan. Alat akan membantu pihak fasilitas kesehatan dan pasien untuk mengetahui jumlah pemakaian oksigen. Sehingga fasilitas kesehatan (RS/Puskesmas) tidak lagi melakukan penarifan penggunaan oksigen berdasarkan durasi pemakaian, melainkan berdasarkan total volume oksigen yang telah digunakan oleh pasien. Sehingga akan tercipta rasa adil dan transparansi antara pihak fasilitas kesehatan dan pasien.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan dan implementasi terhadap alat oksigen meter digital dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah berhasil merancang alat oksigen meter digital dengan menggunakan sensor *airflow* yaitu SFM4100 AIR sebagai pengukur *flowrate* oksigen, dan Arduino UNO+*WiFi* sebagai pengolah data. Sudah terbukti OMEDIG dapat mengukur serta menampilkan *flowrate* oksigen dan total volume oksigen yang digunakan, bukti ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 4.
2. Pengukuran nilai *flowrate* oksigen dapat mencapai 10 LPM. Sebenarnya OMEDIG dirancang untuk dapat mengukur *flowrate* hingga 15 LPM, akan tetapi karena keterbatasan alat kalibrasi sensor sehingga kemampuan ukur alat hanya mencapai 10 LPM sesuai dengan batas kemampuan *flowmeter* dari regulator yang digunakan kalibrasi.
3. *Error* pembacaan alat yaitu $\pm 1,82\%$ atau akurasi mencapai $\pm 98,18\%$.

PERNYATAAN

Terimakasih kepada Prodi Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia yang telah mendukung proses penelitian ini.

REFERENSI

- [1] S. Hadiyoso, Nursanto, and A. Rizal, "Implementasi Regulator Oksigen Otomatis berdasarkan Tingkat Pernapasan menggunakan Logika Fuzzy," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 3, no. 1, p. 52, 2015, doi: 10.26760/elkomika.v3i1.52.
- [2] Nursanto, M. Achmad Rizal, ST., and M. Sugondo Hadiyoso, ST., "Perancangan Dan Implementasi Regulator Oksigen Otomatis (Design and Implementation of Automatic Regulator Oxygen)," *Teknik*, vol. 2, no. 2, pp. 2192–2198, 2015.

- [3] Kementerian Kesehatan RI, "Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 1189 Tahun 2010 tentang Produksi Alat Kesehatan." 2010.
- [4] M. Khosyi'in, A. Suprajitno, and E. Setiono, "Alat Penghitung Volume dan Timer Penggunaan Oksigen," vol. d, 2017.
- [5] A. Purwaningrum, I. D. G. H. Wisana, and B. Utomo, "ANALISIS PERUBAHAN TEKANAN OKSIGEN TRANSPORT UNTUK PENENTUAN TARIF DILENGKAPI DETEKSI LOW PRESSURE BERBASIS IOT," pp. 1–11, 2020.
- [6] Miasih, B. G. Irianto, and A. Kholiq, "Pengembangan Monitoring Volume Oksigen Sebagai Dasar Penentu Tarif dengan Waktu Real Time Berbasis IOT," pp. 1–7, 2020.
- [7] D. Siti Nurhayati, B. G. Irianto, and A. Kholiq, "Pengembangan Monitoring Volume Oksigen Dilengkapi Dengan Deteksi Kerusakan Regulator untuk Safety Pasien Berbasis IoT," pp. 1–8, 2020.