

Rancang Bangun Prototipe *Monitoring* Volume Cairan Infus dan Kapasitas Oksigen Medis dengan *Warning System* berbasis *Internet of Things*

Design and Construction of a Prototype for Monitoring Infusion Fluid Volume and Medical Oxygen Capacity with an Internet of Things-based Warning System

Nivika Tiffany Somantri^{1*}, Tatag Purnomo Adji², Hajjar Yuliana³, Atik Charisma⁴, Naftalin
Winanti⁵, Fauzia Haz⁶, Dede Furqon Nurjaman⁷

^{1,2,3,4,5,6,7}Universitas Jenderal Achmad Yani

Jl. Terusan Jenderal Sudirman PO BOX 148 Cimahi, Telp (022) 6642063

nivika.tiffany@lecture.unjani.ac.id^{1*}

Abstrak – Infus dan oksigen medis merupakan komponen vital dalam perawatan pasien di rumah sakit. Ketidakakuratan dalam pemantauan volume cairan infus dan kapasitas oksigen dapat mengakibatkan keterlambatan penanganan yang membahayakan keselamatan pasien. Penelitian ini bertujuan merancang prototipe sistem pemantauan volume cairan infus dan kapasitas oksigen medis berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan *warning system* untuk meningkatkan efisiensi perawatan. Sistem ini menggunakan sensor load cell dengan modul HX711 sebagai sensor pendeteksi ketersediaan cairan infus pasien, NodeMCU ESP32 sebagai komponen kontrol yang terhubung dengan jaringan internet, sensor load cell dan Sensor HK1100C untuk membaca kapasitas tekanan oksigen medis pada tabung. Data hasil pengukuran sensor tersebut di sajikan pada web server *hinger.io* dan *google spreadsheet* serta dalam tampilan LCD. Hasil pengujian sistem setelah dilakukan perbandingan dengan alat ukur yang terkalibrasi serta pengujian fungsi *internet of things* didapatkan bahwa alat ini memiliki tingkat keakuratan pembacaan sensor dengan error 0,37% untuk sensor loadcell dan error 3,72% untuk sensor tekanan oksigen. Prototipe ini diharapkan dapat menjadi solusi otomatis dalam meminimalkan risiko human error dan meningkatkan respons tenaga medis.

Kata Kunci: Infus, Oksigen Medis, Sensor load cell, Sensor HK110C, WIFI.

Abstract – Infusion and medical oxygen are vital components in patient care in hospitals. Inaccuracy in monitoring the volume of infusion fluids and oxygen capacity can result in delays in treatment that endanger patient safety. This study aims to design a prototype of an *Internet of Things* (IoT)-based monitoring system for infusion fluid volume and medical oxygen capacity with a *warning system* to improve care efficiency. This system uses a load cell sensor with the HX711 module as a sensor to detect the availability of patient infusion fluids, NodeMCU ESP32 as a control component connected to the internet network, a load cell sensor and an HK1100C sensor to read the capacity of medical oxygen pressure in the cylinder. The measurement data from the sensor is presented on the *hinger.io* and *google spreadsheet* web servers and on the LCD display. The results of system testing after comparison with calibrated measuring instruments and testing the *internet of things* function showed that this tool has a level of sensor reading accuracy with an error of 0.37% for the load cell sensor and an error of 3.72% for the oxygen pressure sensor. This

TELKA, Vol.11, No.2, Juli 2025, pp. 248~261

ISSN (e): 2540-9123

ISSN (p): 2502-1982

■ 248

prototype is expected to be an automatic solution in minimizing the risk of human error and increasing the response of medical personnel.

Keywords: *Infusion, Medical Oxygen, Load cell sensor, HK110C Sensor, WIFI.*

1. Pendahuluan

Tenaga medis merupakan salah satu bagian penting di rumah sakit, sebab tenaga medis khususnya perawat mendampingi pasien 24 jam sehari saat pasien melakukan rawat inap di rumah sakit. Sekitar 60-70% pekerjaan tenaga medis di rumah sakit di dominasi oleh perawat [1]. Secara periodik perawat harus melakukan pengecekan kondisi kesehatan pasien dan juga kondisi fasilitas yang menunjang selama pemulihan kesehatan pasien, seperti ketersediaan cairan infus yang menjadi sumber nutrisi bagi pasien dan penggunaan oksigen medis pada pasien pasca operasi atau yang mengalami penyakit saluran pernapasan.

Monitoring ketersediaan cairan infus dan oksigen medis harus terpantau dengan baik oleh perawat ataupun tenaga medis. Salah satu dampak kehabisan cairan infus jika jarum selang infus masih terhubung dengan saluran pembuluh darah pasien, dikhawatirkan darah pasien bergerak naik masuk ke saluran infus dan terhentinya pasokan nutrisi ke tubuh pasien. Begitu juga pada pasokan oksigen medis yang tidak terkontrol akan mengakibatkan gangguan jaringan metabolisme tubuh pasien terutama pada penyakit saluran pernapasan kronis.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah membawa transformasi signifikan dalam berbagai bidang, termasuk dunia medis. Salah satu penerapannya adalah dalam pemantauan peralatan kesehatan, seperti cairan infus dan oksigen medis, yang memegang peran krusial dalam perawatan pasien. Selama ini, pengawasan volume infus dan kapasitas tabung oksigen masih dilakukan secara manual oleh tenaga medis, sehingga rentan terhadap human error dan keterlambatan penanganan. Padahal, keterlambatan penggantian infus atau pengisian ulang oksigen dapat membahayakan kondisi pasien, bahkan mengancam nyawa.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring infus berbasis sensor, namun masih terbatas pada pengukuran volume tanpa integrasi dengan sistem notifikasi real-time [2]. Sementara itu, pemantauan kadar oksigen medis umumnya masih mengandalkan pressure gauge konvensional yang mengharuskan tenaga medis melakukan pengecekan berkala. Penelitian lain yang terkait juga telah merancang sistem untuk monitoring cairan infus menggunakan sensor *loadcell* untuk mendeteksi berat kantung infus [3]. Namun hasil dari penelitian tersebut belum dilengkapi dengan peringatan *warning system* terkait dengan ketersediaan cairan infus. Pada penelitian [4] telah dilakukan perancangan terkait dengan *monitoring* gas oksigen medis. Namun pada penelitiannya peringatan ketersediaan gas oksigen diketahui melalui notifikasi pesan singkat (SMS) yang dapat dilihat melalui *handphone* yang terpasang kartu SIM seluler.

Oleh karena itu, diperlukan solusi terintegrasi yang mampu memantau kedua parameter tersebut secara otomatis, real-time, dan dilengkapi dengan *warning system* untuk memperingatkan tenaga medis ketika volume cairan infus atau kapasitas oksigen mendekati batas minimum yaitu di bawah 300 ml untuk cairan infus dan dibawah 60% untuk kapasitas oksigen [5].

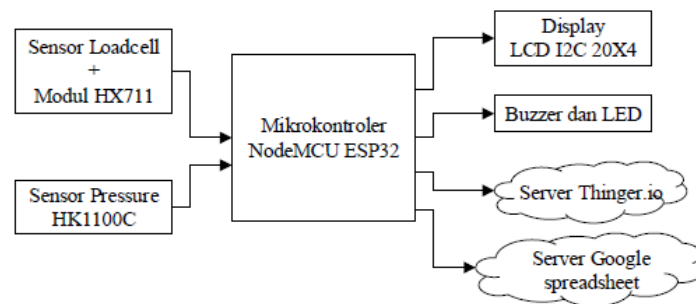
Penelitian ini bertujuan merancang sistem monitoring sarana atau fasilitas kesehatan dengan mengkombinasikan kedua fasilitas tersebut yakni, cairan infus dan oksigen medis yang dapat di *monitoring* oleh perawat melalui *personal computer* (PC) dengan jaringan internet pada *platform* *thinger.io*. Sistem *monitoring* ini dilengkapi dengan buzzer sebagai peringatan untuk indikasi ketersediaan infus dan oksigen dan juga penyimpanan data secara realtime melalui *google spreadsheet*. Dengan demikian, diharapkan sistem ini dapat meningkatkan efisiensi perawatan pasien, meminimalkan human error, dan mempercepat respon tenaga medis dalam situasi kritis.

Studi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi kesehatan berbasis IoT, khususnya dalam optimasi pemantauan alat-alat medis yang vital. Selain

itu, prototipe ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan lebih lanjut, seperti integrasi dengan sistem rekam medis elektronik atau kendali otomatis pada peralatan rumah sakit.

2. Metode Penelitian

Proses perancangan *prototipe* alat *monitoring* level infus dan kapasitas oksigen berbasis *Internet of Things* (IoT) ini terdapat beberapa komponen yang menunjangnya mulai dari input, proses, hingga ke output. Pada bagian input terdapat 2 komponen sensor yaitu *load cell* dilengkapi dengan modul HX711 sebagai *amplifier* dan juga sensor *pressure* HK1100C. Pada pemrosesan data terdapat komponen mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang akan mengolah data, dan ditampilkan pada LCD 20x4 serta pada *platform* server Thingier.io serta data terdokumentasi pada *google spreadsheet*. Proses perancangan alat ini disajikan pula dalam bentuk diagram blok sistem seperti pada Gambar 1.



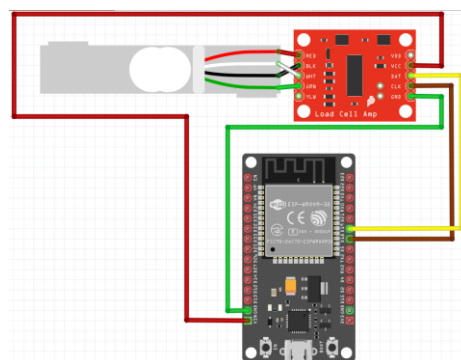
Gambar 1. Diagram blok sistem.

2.1. Perancangan *Hardware*

Perancangan pada rangkaian sistem ini akan dijelaskan mengenai pin atau *port* yang akan digunakan pada *board* mikrokontroler dan sensor yang akan digunakan. Seluruh komponen sensor dan catu daya akan dijelaskan mengenai penghubungan kabel atau *wiring* perbagian dari masing-masing komponen. Selain itu disajikan perancangan alat seperti, proses desain PCB, tampilan hasil PCB setelah di cetak, bentuk *prototipe* alat.

2.1.1. Perancangan Rangkaian Modul HX711 dengan NodeMCU ESP32

Keluaran pin HX711 yang digunakan pada perancangan alat ini terdapat 4 buah. Pin VCC sebagai catudaya Modul HX711 begitupula pin GND untuk tegangan nolnya. Dan juga 2 pin sebagai komunikasi data, kedua pin tersebut adalah pin DAT (Serial Data) yang dikirimkan dari sensor *loadcell* ke NodeMCU ESP32 begitu sebaliknya dan juga pin CLK (*Serial Clock*) untuk pembacaan data secara *realtime*. Secara detail desain skematik dan konfigurasi wiring dapat ditunjukkan pada Gambar 2 dan Tabel 1.



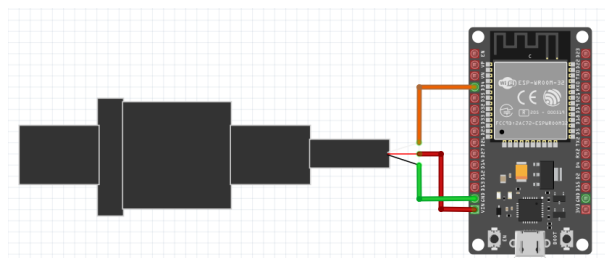
Gambar 2. *Wiring* antara Modul HX711 dengan sensor *load cell* dan NodeMCU ESP32.

Tabel 1. Konfigurasi *wiring* antara Modul X711 dengan NodeMCU ESP32.

Pin Modul HX711	Pin NodeMCU ESP32	Warna Kabel
VCC	3.3V	Merah
GND	GND	Hijau
CLK	D18 (GPIO18)	Cokelat
DAT	D19 (GPIO19)	Kuning

2.1.2. Perancangan Rangkaian Sensor *Pressure* dengan ESP32

Pada perancangan *wiring* antara Sensor HK1100C dengan ESP32 hanya membutuhkan 3 pin I/O, dimana 2 pin sebagai catu daya untuk sensor dan 1 pin lainnya sebagai *output* data yang dihasilkan oleh sensor. Pada Gambar 3 dan Tabel 2 menunjukkan *wiring* pengkabelan dari sensor *pressure* HK1100C dengan NodeMCU ESP32.

Gambar 3. *Wiring* antara Sensor *pressure* HK1100C dengan NodeMCU ESP32.Tabel 2. Konfigurasi *wiring* antara Sensor *pressure* HK1100C dengan NodeMCU ESP32.

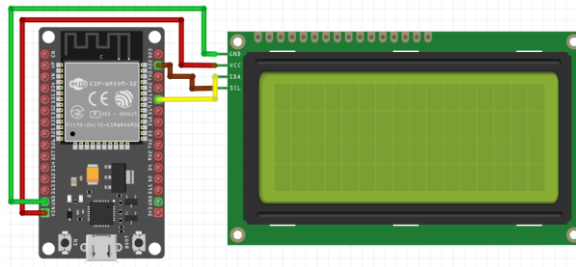
Pin Sensor	Pin NodeMCU	Warna Kabel
HK1100C	ESP32	
VCC	5V	Merah
GND	GND	Hitam
OUT	D34 (GPIO34)	Orange

2.1.3. Perancangan Rangkaian LCD I2C dengan NodeMCU ESP32

Perancangan LCD 20x4 dengan modul I2C yang dihubungkan dengan NodeMCU ESP32 membutuhkan 4 buah pin yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Tabel 3.

Tabel 3. Konfigurasi *wiring* antara LCD 16X2 I2C dengan NodeMCU ESP32.

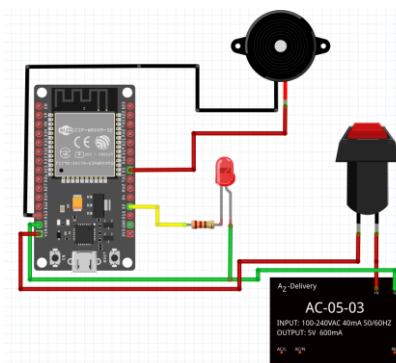
Pin I2C LCD	Pin NodeMCU ESP32	Warna Kabel
VCC	VIN	Merah
GND	GND	Hitam
SCL	D22 (GPIO22)	Biru
SDA	D21 (GPIO21)	Kuning



Gambar 4. Wiring antara LCD 20X4 I2C dengan NodeMCU ESP32.

2.1.4. Perancangan Rangkaian Buzzer dan LED ke NodeMCU ESP32

Pada perancangan *buzzer* dibutuhkan dua buah pin yang masing masing digunakan untuk *output* sinyal ke *buzzer* dan pin yang lain untuk tegangan negatifnya. Pada perancangan ini pin ESP32 yang digunakan adalah pin D05 (GPIO05) yang akan digunakan untuk *output* digital ke *buzzer*. Sebagai tambahan dilengkapi juga LED untuk indikator bahwa ESP32 sudah terkoneksi dengan internet. jika LED berkedip maka LED sedang menghubungkan ke internet. sedangkan jika LED menyala maka ESP32 sudah terkoneksi dengan internet. Dan juga sakelar sebagai pemutus dan penghubung arus listrik. Jadi saat *power input* sudah dikoneksikan perlu ada aksi menekan *switch* ke posisi ON agar rangkaian sistem aktif. Gambar 5 menunjukkan wiring antara buzzer dengan NodeMCU ESP32. Dilanjutkan dengan detail wiring di Tabel 4,5,6.



Gambar 5. Wiring antara buzzer dengan NodeMCU ESP32.

Tabel 4. Konfigurasi *wiring* antara Buzzer ke NodeMCU ESP32.

Pin Buzzer	Pin NodeMCU ESP32	Warna Kabel
VCC	D05 (GPIO05)	Merah
GND	GND	Hitam

Tabel 5. Konfigurasi *wiring* antara LED ke NodeMCU ESP32.

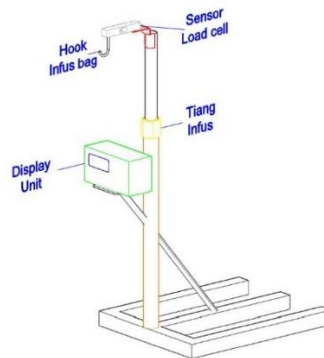
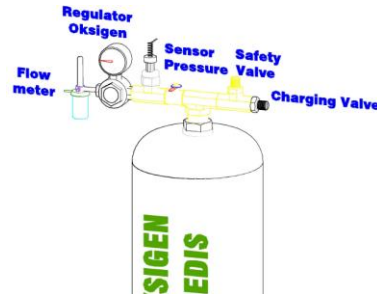
Pin LED	Pin NodeMCU ESP32	Warna Kabel
Anoda	D02 (GPIO 02) dan Resistor 220 Ohm	Kuning
Katoda	GND	Hijau

Tabel 6. Konfigurasi *wiring* antara *Switch* ON-OFF ke NodeMCU ESP32.

Pin <i>Switch</i>	Pin NodeMCU ESP32	Warna Kabel
Pin 1	Power Adaptor	Merah
Pin 2	VIN	Merah

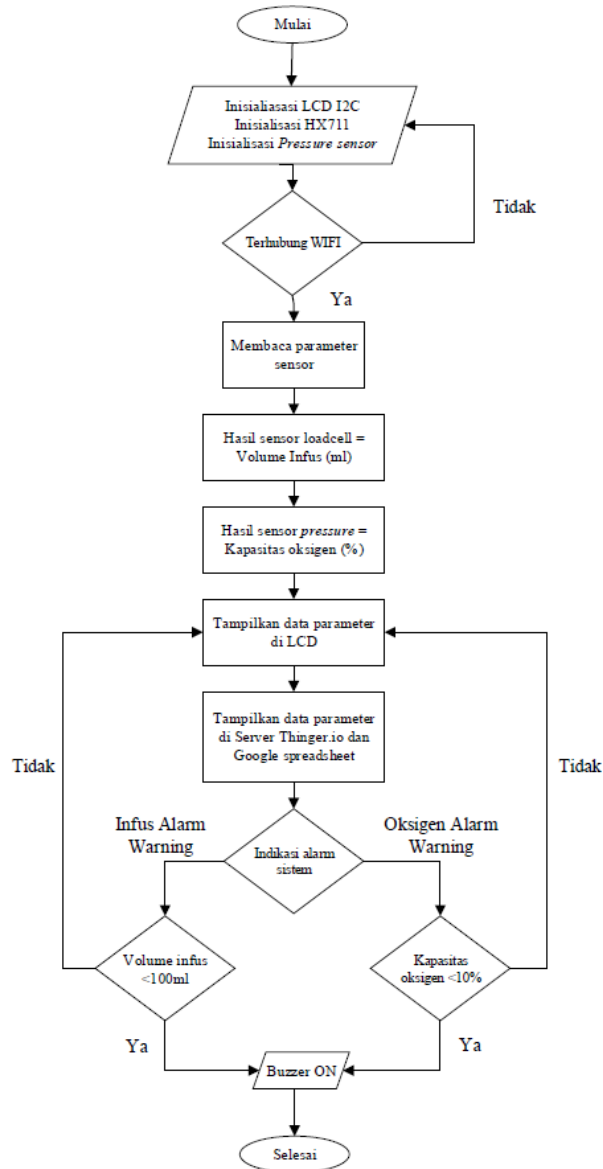
2.1.5. Desain Perancangan Alat

Desain dari alat yang akan dibuat ditampilkan pada Gambar 6 dan 7. Bentuk alat dilengkapi dengan keterangan bagian-bagian dari komponen yang dipasang pada alat. Proses mendesain gambar tersebut menggunakan bantuan *software* AutoCAD.

Gambar 6. Desain perancangan sensor *Load Cell*.Gambar 7. Desain perancangan sensor *Pressure* HK1100C.

2.2. Perancangan *Software*

Agar proses saat berjalannya sistem pengujian alat ini berjalan dengan baik maka dibuat pula diagram alir atau flowchart. Pada flowchart ini disajikan sistematika saat hasil perancangan telah selesai dibuat, diuji coba, dan dianalisa.



Gambar 8. Flowchart sistem monitoring infus dan oksigen.

2.2.1 Perancangan Program pada Arduino IDE

Pada pemograman sensor loadcell dalam membaca berat kantong infus. Dilakukan konversi dari berat menjadi volume (mililiter). Dengan melakukan pengurangan dari pembacaan berat kantong infus isi dengan berat kantong infus kosong ditemukan berat bersih dari kantong infus yaitu sebesar 47 gram. Maka pembacaan volume infus merupakan hasil perhitungan pembacaan berat dikurangi dengan nilai 47. Maka nilai volume yang didapat sudah selesai dilakukan konversi dan perhitungan. Gambar 9 adalah sistem pada saat membaca sensor.

```
//isi volume infus
scale.set_scale(calibration_factor); //Adjust to this calibration factor

Serial.print("Reading: ");
units = scale.get_units(), 1;
if (units < 0)
{
  units = 0.00;
}

ml = units - 47;
if (ml < 0)ml = 0;
```

Gambar 9. Program pembacaan sensor loadcell.

Gambar 10 menunjukkan proses pada pemrograman sensor *pressure* dengan penentuan batas pembacaan tekanan terendah dan tertingginya. Serta pengkonversian dari satuan tekanan bar menjadi persentase yang menunjukkan kapasitas gas oksigen medis yang masih tersedia ditabung yang sedang dipantau.

```
int sen = 34; //sensor tekanan
const int Terendah = 102.4;
const int Tertinggi = 921.6;
const int MaxSensor = 1200;
float v;
float psi;
float bar;

//Kapasitas oksigen
v = analogRead(sen) - 220 ;
v = ((v - Terendah) * MaxSensor) / (Tertinggi - Terendah);

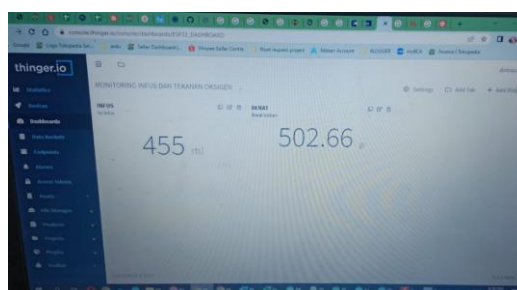
psi = v * 0.145 ;

bar = psi * 0.01;
if (bar <= 0 )bar = 0;
Serial.println(v);
```

Gambar 10. Program pembacaan sensor pressure.

2.2.2 Perancangan Tampilan Data pada Platform Thingier.io

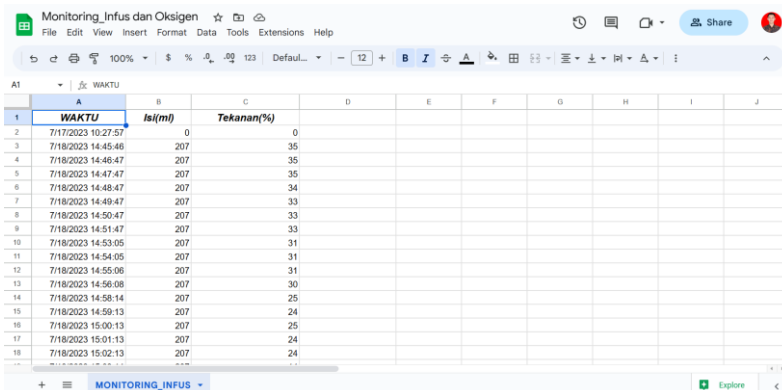
Pada pemrograman thingier.io penamaan *username*, *device ID*, dan *device credential* yang sudah dibuat di *platform thingier.io* disesuaikan dengan pengkodean pada Arduino IDE. Karena alamat ID dan *username* tersebut yang akan menghubungkan antara pembacaan sensor yang didapat kemudian dikirimkan oleh Arduino IDE melalui jaringan internet ke *platform* tersebut. Tampilan pada *platform thingier.io* ini saat pengujian antara berat aktual kantong infus yang sudah diukur dengan alat terkalibrasi dengan pembacaan yang didapatkan dari sensor pada Gambar 11. Untuk menghitung selisih antara berat dalam gram dan volume infus setiap mililiternya. Tampilan tersebut juga diambil saat proses kalibrasi dengan batu timbang dengan berat yang berbeda-beda.



Gambar 11. Tampilan data parameter thingier.io.

2.2.3 Perancangan data pada *webserver Google Spreadsheet*

Pada *script* di *google spreadsheet* ini ditentukan dua data parameter yang akan ditampilkan yakni volume infus dan kapasitas oksigen. Pembuatan *script* ditambahkan pula link dari *google spreadsheet* untuk alamat pengkodean pada program Arduino IDE agar terhubung dengan *spreadsheet* dan menampilkan data sensor. Gambar 12 tampilan data yang didapat dari pembacaan sensor *loadcell* dan sensor *pressure* yang dicuplik selama 1 menit sekali. Volume infus dibuat dengan satuan mililiter sedangkan satuan untuk kapasitas oksigen dibuat dengan satuan persentase. Data tersebut dapat dijadikan bahan analisis dan juga dokumentasi bagi perawat dalam melakukan perawatan terhadap pasien.



WAKTU	Isi(ml)	Tekanan(%)
7/18/2023 10:27:57	0	0
7/18/2023 14:45:46	207	35
7/18/2023 14:46:47	207	35
7/18/2023 14:47:47	207	35
7/18/2023 14:48:47	207	34
7/18/2023 14:49:47	207	33
7/18/2023 14:50:47	207	33
7/18/2023 14:51:47	207	33
7/18/2023 14:53:05	207	31
7/18/2023 14:54:05	207	31
7/18/2023 14:55:06	207	31
7/18/2023 14:56:08	207	30
7/18/2023 14:58:14	207	25
7/18/2023 14:59:13	207	24
7/18/2023 15:00:13	207	25
7/18/2023 15:01:13	207	24
7/18/2023 15:02:13	207	24

Gambar 12. Tampilan data parameter *spreadsheet*.

3. Hasil dan Pembahasan

Komponen NodeMCU ESP32 dan sensor *pressure* HK1100C akan dilakukan pengujian dengan alat ukur pembanding. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan yang dibutuhkan suatu komponen dan mengetahui jika terjadi ketidak normalan suatu sistem melalui hasil pengukuran tegangan sehingga memudahkan dalam mendiagnosa suatu kerusakan. Prototipe ini masih dalam bentuk perancangan belum terealisasikan dan diaplikasikan pada pusat-pusat kesehatan dan dapat membantu peran tenaga medis.

3.1. Pengujian Sensor *Loadcell* dengan Berat Kantung Infus

Pada prose pengujian ini kantung infus sudah dilakukan pengurangan volume yang terukur dengan gelas ukur seperti terlihat pada Gambar 13. Didapatkan 5 sample kantung infus yang sudah dilakukan pengurangan volume yang berbeda. Selanjutnya kantung infus ditimbang di alat timbangan terkalibrasi Mettler Toledo MS30002TS. Berikut ini proses penimbangan dan pengujian berat kantung infus.



Gambar 13. Proses penimbangan kantung infus.

Tabel 7. Pengujian sensor *loadcell* dengan berat kantung infus.

Percobaan	Berat Kantung Infus (gram)	Pembacaan	
		Sensor <i>Loadcell</i> (gram)	Error %
1.	546,01	548,65	0,48
2.	449,70	451,61	0,42
3.	349,83	350,92	0,31
4.	254,33	255,42	0,42
5.	148,63	148,99	0,24
Rata – rata	349,70	351,11	0,37

Pada Tabel 7 terdapat data hasil pengujian sensor *loadcell* dalam mengukur berat kantung infus yang sudah ditimbang dengan timbangan terkalibrasi. Terdapat perbedaan antara hasil ukur pada timbangan terkalibrasi dengan pembacaan sensor *loadcell*. Pada timbangan terkalibrasi didapatkan rata-rata pengukuran pada 5 kali percobaan yang berbeda yakni sebesar 349,70 gram sedangkan pada pembacaan sensor *loadcell* didapatkan rata-rata pengukuran sebesar 351,11 gram. Dari selisih pembacaan ini didapatkan persentase error sebesar 0,37 %.

3.2. Pengujian Sensor Loadcell dengan Volume Kantung Infus

Pengujian volume infus terlebih dahulu dilakukan pengambilan cairan yang berada didalam kantung infus menggunakan jarum suntik. Dan kemudian volume infus yang diambil dan dialihkan ke gelas ukur IWAKI 100ml yang terkalibrasi. Pengambilan cairan infus diambil sebanyak 5 sample.

Pembacaan sensor *loadcell* pada tampilan LCD sudah dikonversi dari satuan berat (gram) menjadi volume (mililiter). Jadi tampilan LCD secara sementara ini dapat digunakan untuk pengujian berat dan volume cairan infus. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai error dan keakuratan pembacaan sensor.

Gambar 14. Proses pengujian sensor *loadcell* dengan volume kantung infus

Pada Tabel 8 terdapat data hasil pengujian volume kantung infus yang sudah dikondisikan menggunakan gelas ukur IWAKI 100ml sebagai tolak ukur volume sisa didalam kantung infus. Kemudian dibandingkan dengan pembacaan sensor *loadcell* yang sudah dikonversi dari berat menjadi volume. Didapatkan nilai rata – rata %error pada pengujian sebesar 0,76%.

Tabel 8. Pengujian sensor *loadcell* dengan volume kantung infus.

Percobaan	Volume Kantung Infus (mL)	Volume Infus di	
		LCD (mL)	Error %
1.	500	501	0,02
2.	400	404	1
3.	300	302	0,6
4.	200	202	1
5.	100	101	1
Rata – rata	300	302	0,76

3.3. Pengujian Sensor Pressure dengan Pressure Gauge

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor *pressure* HK1100C pada LCD dengan alat ukur *pressure gauge* yang terkalibrasi merek WIKA EN837 1-10 bar seperti terlihat pada Gambar 15. Dengan menggunakan angin dari pompa angin elektrik, pengujian ini dilakukan secara bertahap dengan tekanan angin yang berbeda-beda.

Gambar 15. Proses pengujian sensor *pressure* dengan *pressure gauge*.Tabel 9. Hasil pengujian sensor *pressure* dengan *pressure gauge*.

Percobaan	Tekanan Pressure Gauge (bar)	Tekanan Sensor Pressure (bar)	Error %
1.	8	8,18	2,25
2.	7	7,20	2,85
3.	6	6,17	2,83
4.	5	5,15	3
5.	4	4,16	4
6.	3	3,12	4
7.	2,10	2,25	7,14
8.	1,55	1,65	6,45
Rata - rata	4,58	4,73	3,72

Pada tabel 9 terdapat hasil pengujian dengan membandingkan pembacaan tekanan pada sensor pressure dengan alat ukur *pressure gauge* terkalibrasi. Didapatkan nilai rata-rata % error sebesar 3,72%. Nilai rata-rata error yang didapat dari pengukuran cukup besar hal ini dapat diakibatkan karena pembacaan yang kurang akurat pada jarum *pressure gauge*.

3.4. Pengujian Fungsi *Warning System* pada LCD

Pada pengujian *warning system* ini terdapat notifikasi yang ditampilkan pada LCD 20x4 seperti pada Gambar 16. Ada beberapa notifikasi yang muncul disetiap perubahan volume infus dan juga perubahan kapasitas oksigen medis. Notifikasi tersebut disesuaikan dengan keadaan level cairan infus dan kapasitas oksigen yang masih tersedia.



Gambar 16. Pengujian fungsi *warning system* pada LCD.

Tabel 10. Data hasil pengujian fungsi *warning system* pada LCD.

Volume Infus	Kapasitas Oksigen	Status peringatan di LCD	Kondisi Buzzer
500 ml	100 %	Tersedia	Tidak Berbunyi
400 ml	80 %	Aman	Tidak Berbunyi
300 ml	60 %	Cukup	Tidak Berbunyi
200 ml	40 %	Hampir Habis	Tidak Berbunyi
100 ml	20 %	Segera Ganti	Berbunyi
5 ml	10 %	Habis	Berbunyi

Dari data yang didapat pada Tabel 10 dapat disimpulkan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan perencanaan. Display pada LCD akan menampilkan status peringatan dari setiap kondisi ketersediaan infus maupun oksigen. Serta memberikan peringatan berupa suara *buzzer* sebagai peringatan terakhir bahwa ketersediaan infus atau oksigen perlu dilakukan penggantian.

3.5. Pengujian Fungsi *Internet of Things*

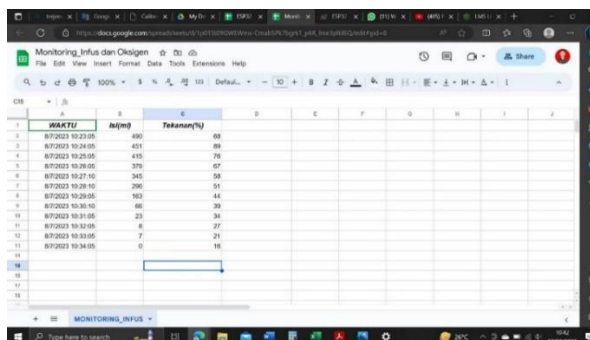
Pada tahap ini dilakukan pengujian mengenai proses *monitoring* volume cairan infus dan kapasitas oksigen medis. Data yang dideteksi oleh sensor kemudian diolah oleh NodeMCU ESP32 yang sudah terprogram lalu data dikirimkan melalui jaringan internet ke *platform* thinger.io dan server *google spreadsheet*. Tabel 11 menunjukkan data pengujian pembacaan sensor yang terhubung dengan internet.

Tabel 11. Data Hasil pengujian *Internet of Things*.

Jam	Infus terbaca di LCD (ml)	Oksigen terbaca di LCD (%)	Infus terbaca di Thinger.io (ml)	Oksigen terbaca di Thinger.io (%)	Infus terbaca digoogle Spreadsheet (ml)	Oksigen terbaca digoogle spreadsheet (%)
10:24:05	452	89	451	89	451	89
10:25:05	416	76	415	76	415	76
10:26:05	381	68	379	67	379	67
10:27:10	346	59	345	58	345	58
10:28:10	296	50	296	51	296	51

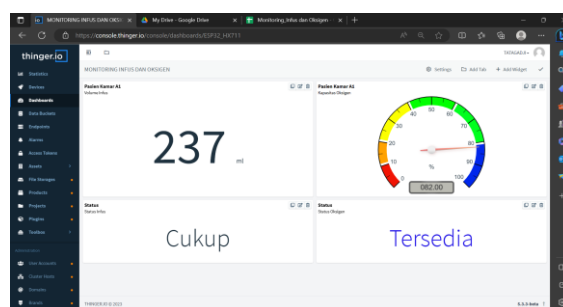
10:29:05	164	44	163	44	163	44
10:30:10	66	41	66	40	66	39
10:31:05	25	34	24	34	24	34
10:32:05	10	25	8	27	8	27
10:33:05	8	21	7	21	7	21

Pada Gambar 16 dan 17 disajikan cuplikan gambar hasil rekaman data pengujian sistem pada salah satu fungsinya *internet of things*. Dapat dilihat ditampilkan nilai yang sama antara *google spreadsheet* dan juga *platform thinger.io*. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dengan durasi pengambilan data permenit.



WAKTU	Infus(g)	Tersensy(%)
10:29:05	164	44
10:30:10	66	41
10:31:05	25	34
10:32:05	10	25
10:33:05	8	21

Gambar 17. Pengujian fungsi IoT *Spreadsheet*.



Gambar 18. Pengujian fungsi IoT *Thinger.io*.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapat bahwa proses perancangan dan pengujian sistem sudah berfungsi sesuai dengan perencanaan dimana sistem dapat berfungsi dengan memberikan status peringatan (*warning system*) yang ditampilkan pada LCD 20x4 dan platform *thinger.io* dilengkapi dengan bunyi *buzzer* saat sistem mendeteksi ketersediaan infus dan oksigen akan habis. Data ketersediaan infus dan oksigen ditampilkan juga pada server *google spreadsheet* dan akan diperbarui selama 1 menit sekali. Pada pengujian berat kantung infus dilakukan sebanyak 2 kali pengujian dengan acuan yang berbeda. Pengujian pertama menggunakan acuan batu timbangan dengan berat yang sudah ditera serta pengujian kedua menggunakan timbangan presisi dengan ketelitian 0,01g. Didapatkan hasil pengujian pertama memiliki rata-rata %error sebesar 0,59% dan pada pengujian kedua rata-rata %error yang didapat sebesar 0,37%. Sedangkan pada pengujian kapasitas oksigen dilakukan dengan membandingkan dengan alat ukur acuan yakni *pressure gauge* terkalibrasi didapatkan nilai rata-rata error sebesar 3,72%. Pada perancangan prototipe alat monitoring infus dan kapasitas oksigen dengan *warning system* berbasis *internet of things* ini perlu perbaikan dan pengembangan agar dapat terealisasi dan diaplikasikan pada pusat – pusat kesehatan dan dapat membantu peran tenaga medis. Oleh karena ini berikut ini beberapa poin yang perlu dilakukan pengembangan antara lain: Platform server dapat dilakukan pengembangan, misalnya berbentuk SCADA agar secara general seluruh alat yang dipasang di tiap-tiap kamar pasien dapat dimonitoring. Dan juga dapat dibuat tampilan

warning sistem agar dapat terlihat pasien dikamar tertentu yang perlu dilakukan penggantian infus dan tabung oksigen dan instalasi regulator oksigen yang dilengkapi dengan sensor pressure dapat dilakukan redesign agar memudahkan bongkar pasang regulator saat dilakukan penggantian tabung oksigen.

References

- [1] G. Priyandoko, "Rancang Bangun Sistem Portable Monitoring Infus Berbasis Internet of Things," *Journal of Electrical and Electronics Engineering JAMBURA*, vol. 3, no. Nomor 2 Juli 2021, pp. 56-61, 2021.
- [2] M. Subani, I. Ramadhan, S. Sumarno, and A. S. Putra, "Perkembangan Internet of Think (IoT) dan Instalasi Komputer Terhadap Perkembangan Kota Pintar di Ibukota DKI Jakarta" *IKRA-ITH INFORMATIKA: Jurnal Komputer dan Informatika*, vol. 5, no. 1, pp. 88-93, 2021.
- [3] M. S. S. Rangga, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Pemantauan Tetes Cairan Infus Menggunakan Teknologi Internet Of Things (IoT) Dan Integrasi Perangkat Android," *Journal of Electrical Network Systems and Sources*, vol. 3, no. No 2, pp. 66-71, 2024.
- [4] V.P.D. Vila, M.Taufiqurrohaman, J.S ubur. "Implementasi Sensor Load cell Sebagai Pemantau Berat Cairan Infus Pada Pasien Rawat Inap Berbasis Internet of Things (IoT)," *Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA*, vol. 9, no. No.1, pp. 63-75, 2025.
- [5] M. F. Hamzah, "SISTEM MONITORING CAIRAN INFUS BERBASIS INTERNET OF THINGS," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 13, no. No.1, pp. 45-60, 2025.
- [6] R. C. Yustihan and M. Taufiqurrohaman, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dissolved Oxygen Dan Power Of Hydrogen Pada Air Tambak Budidaya Udang Vaname Berbasis Internet Of Things," *J. Borneo Inform. Dan Tek. Komput.*, Vol. 3, No. 2, Pp. 34–44, 2023.
- [7] T. Akbar and I. Gunawan, "Prototype Sistem Monitoring Infus Berbasis IoT (Internet of Things)," *Edumatic : Jurnal Pendidikan Informatika*, Vols. 4, no.2, no. doi : 10.29408, pp. 155-163, 2020.
- [8] N. Wijaya, B. Untara, and I. Khoirunnisa, "Monitoring Tekanan Gas Medis Pada Instalasi Gas Medis Rumah Sakit," *Medika Teknika: Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*, vol. 1, no. 1, pp. 19–24, Oct. 2019.
- [9] E. Purnama and H. Aprilia, "Hubungan Pemberian Terapi Oksigen Sistem Aliran Rendah Dengan Status Fisiologis (Revised Trauma Score) Pada Pasien Trauma Di Rumah Sakit Umum Daerah Ulin Banjarmasin," *Dinamika Kesehatan: Jurnal Kebidanan Dan Keperawatan*, vol. 10, no. 2, pp. 665–74, Dec. 2019.
- [10] O. Akinwale, "Design, simulation and implementation of an Arduino microcontroller based automatic water level controller with I2C LCD display," *International Journal of Advances in Applied Sciences (IJAAS)*, vol. 9, no. 2, pp. 77–84, Jun. 2020.
- [11] Z.Yahya, "Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas (LPG) Otomatis Berbasis Arduino," *Jurnal Nusantara of Engineering*, Vols. 5, no.1, 2022.
- [12] I. Widiyantoro, S. Sudjadi, and D. Darjat, "Perancangan Kendali Valve Untuk Laju Aliran Gas Hidrogen Dan Oksigen Berbasis Mikrokontroler," *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 115–22, Mar. 2020.