

Monitoring Cairan Infus Menggunakan Load Cell Berbasis Internet of Things (IoT)

Phisca Aditya Rosyady¹, Aditya Santa Sanitya Sukarjiana², Nurina Umy Habibah³, Nuni Ihsana⁴, Ahmad Raditya Cahya Baswara⁵, Widya Rahayu Dinata⁶, Dedik Sulistiawan⁷

^{1,2,5,6}Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta
¹phisca.aditya@te.uad.ac.id, ²aditya1900022044@webmail.uad.ac.id,
⁵ahmad.baswara@te.uad.ac.id, ⁶widya1903022072@webmail.uad.ac.id

³Program Studi Gizi dan Kesehatan,
Fakultas Kedokteran Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan,
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
³nurinaumyhabibah@ugm.ac.id

⁴Program Studi Kedokteran,
Fakultas Kedokteran,
Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta
⁴nuni.ihsana@med.uad.ac.id,

⁷Program Studi Kesehatan Masyarakat,
Fakultas Kesehatan Masyarakat,
Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta
⁷dedik.sulistiawan@ikm.uad.ac.id

Abstrak

Pemantauan infus pada pasien di fasilitas kesehatan oleh tenaga kesehatan merupakan hal yang sangat penting karena merupakan bagian dari salah satu terapi pengobatan pasien. Hal ini menjadi sangat penting karena keterlambatan penggantian infus maupun adanya perbedaan kecepatan aliran infus pada pasien dapat berakibat fatal bagi pasien yang dirawat. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang bertujuan untuk memudahkan perawat dalam memantau kondisi volume infus dan jumlah tetesan infus per menit dari pasien yang dirawat. *Monitoring* cairan infus ini menggunakan sensor *Load Cell* untuk mengukur volume infus dan sensor *InfraRed* untuk mendeteksi jumlah tetesan infus per menit aliran. *Platform web monitoring* sistem ini digunakan untuk menampilkan kondisi volume infus dan tetesan per menit secara *real-time*. Tingkat ketelitian pengukuran sensor *Load Cell* mencapai 99,8%, dan sensor *InfraRed* mampu mendeteksi jumlah tetesan infus per menit. *Platform web* memiliki jeda waktu 10-30 detik dalam menampilkan hasil pengukuran, tergantung kepada kecepatan jaringan internet yang digunakan.

Kata kunci: *monitoring infus, load cell, infrared, web.*

Abstract

Monitoring the infusion of patients in health facilities by health workers is very important because it is part of the patient's treatment therapies. This becomes very important because the delay in changing the infusion or the difference in the rate of infusion flow in patients can be fatal for hospitalized patients. Therefore, we need a system that aims to make it easier for nurses to monitor the condition of the infusion volume and the number of infusion drops per minute of patients being treated. This infusion fluid monitoring uses a Load Cell sensor to measure the volume of infusion and an InfraRed sensor to detect the number of infusion drops per minute of infusion flow. This system monitoring web platform is used to display the condition of the infusion volume and drops per minute in real-time. The measurement accuracy of the Load Cell sensor reaches 99.8%, and the InfraRed sensor can detect the number of infusion drops per minute. The web platform has a time lag of 10-30 seconds in displaying measurement results depending on the speed of the internet network used.

Keywords: infusion monitoring, load cell, infrared, web.

1. Pendahuluan

Dengan perkembangan dan kemajuan teknologi pada abad ke-21 ini, semakin banyak alat dan perangkat yang yang dirancang untuk mempermudah pekerjaan manusia, salah satunya adalah pada bidang kesehatan. Saat ini berbagai pihak mempelajari dan mengembangkan ilmu pengetahuan guna menciptakan berbagai perangkat yang tepat guna untuk mendukung pekerjaan manusia agar lebih efisien dan praktis.

Pemantauan infus pada pasien di fasilitas kesehatan oleh tenaga kesehatan merupakan hal yang sangat penting karena merupakan bagian dari salah satu terapi pengobatan pasien [1]. Pada umumnya, *monitoring* infus masih dilakukan perawat secara manual, dimana para perawat masih harus memeriksa cairan infus ke ruangan pasien apabila terjadi kendala, seperti tetesan tersumbat atau kehabisan cairan infus, yang dapat berdampak buruk pada pasien [2][3]. Hal ini menjadi sangat penting karena keterlambatan penggantian infus maupun adanya perbedaan kecepatan aliran infus pada pasien dapat berakibat fatal bagi pasien yang dirawat [4],[5]. Infus merupakan salah satu alat kesehatan yang dalam keadaan tertentu digunakan untuk menggantikan cairan tubuh yang hilang dan menyeimbangkan kadar elektrolit dalam tubuh manusia [6],[7]. Infus diberikan pada pasien yang menderita beberapa penyakit, diantaranya yakni dehidrasi, stres metabolisme berlebihan yang mengakibatkan *hipovolemik shock*, *asidosis*, *gastroenteritis*, demam berdarah, luka bakar, *hemoragik shock*, dan trauma [8]. Infus juga memiliki kegunaan sebagai larutan awal status elektrolit pasien yang belum diketahui, seperti kasus dehidrasi karena asupan oral tidak memadai, demam, dan lain sebagainya. Gangguan jumlah cairan dan elektrolit pada tubuh manusia dapat berakibat fatal, yakni gagal ginjal, guncangan, dan bahkan dapat menyebabkan kematian [9],[10].

Dengan adanya kebutuhan ini, maka pada *paper* ini dirancang sistem *monitoring* cairan infus berbasis *Internet of Things* (IoT). Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah alat yang dapat memantau kondisi infus secara *real-time*, yang dapat diakses dimanapun dan kapanpun [11]. Jumlah berat infus pasien dapat dideteksi dan dipantau langsung di ruang server perawat [12]. Sensor yang digunakan untuk mengukur volume cairan infus adalah *Load Cell* dan sensor *InfraRed* (IR), yang digunakan untuk mendeteksi tetesan infus. Pada penelitian sebelumnya, telah dirancang sistem *monitoring* cairan infus berbasis Wemos [13]. *Monitoring* cairan infus berbasis IoT ini menggunakan *website* yang terkoneksi pada jaringan internet. Dengan teknologi ini diharapkan perawat dapat

memantau informasi infus pasien melalui komputer bahkan *smartphone* dari ruang perawat [14].

1.1. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler berbasis ATmega328. Arduino Uno yang digunakan memiliki 14 *Pin* I/O digital dimana enam diantaranya dapat digunakan sebagai *output Pulse Width Modulation* (PWM), enam *input* analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, *Jack power supply*, *header* ICSP, dan tombol reset [15]. Arduino Uno memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler sehingga mudah dihubungkan ke sebuah komputer dengan kabel USB atau memberikan *supply* dengan sebuah *adaptor* AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.

1.2. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan papan pengembangan produk *Internet of Things* (IoT) dengan sumber terbuka. NodeMCU ESP8266 ini adalah *chip Wi-Fi* dengan tumpukan protokol TCP/IP yang lengkap [16].

1.3. Internet of Things

Internet of Things merupakan sebuah konsep jaringan yang dirancang untuk memperluas jaringan koneksi yang terhubung secara terus menerus [17]. Terdapat beberapa manfaat, seperti berbagi data, *remote control*, dan lain-lain. Pada dasarnya, IoT mengacu pada objek untuk mengidentifikasi sebagai representasi virtual dalam struktur berbasis internet [18]. Pada *paper* ini, *Internet of Things* menggunakan *server* NodeMCU ESP8266.

1.4. Infus

Infus merupakan salah satu alat kesehatan yang dalam keadaan tertentu digunakan untuk menggantikan cairan tubuh yang hilang dan menyeimbangkan kadar elektrolit dalam tubuh manusia [19]. Prinsip kerja dari infus adalah menggunakan perbedaan tekanan yang terdapat antara kantung infus dengan tekanan darah dalam tubuh kita dimana tekanan dalam kantung infus lebih besar daripada tekanan darah dalam tubuh kita (dalam keadaan normal). Dengan demikian, cairan dalam kantung infus dapat mengalir masuk ke dalam pembuluh darah. Selain itu, prinsip kerjanya menggunakan perbedaan ketinggian antara kantung infus dengan permukaan tanah untuk memungkinkan mengalirnya cairan tersebut.

1.5. Load Cell

Load Cell yang digunakan terdiri dari *strain gain gauge* yang secara otomatis memantau volume infus, ditampilkan secara teratur pada komputer untuk memastikan bahwa perawat yang bertugas mengganti infus tepat waktu [20]. Penguat *Load Cell* dimaksudkan untuk mengkondisikan sinyal dari *Load Cell* ke tingkat tegangan sekitar 0-5 V untuk memudahkan pembacaan dan pemrosesan data oleh mikrokontroler. Hal ini dikarenakan tegangan yang dihasilkan oleh *Load Cell* berada pada orde mikrovolt.

1.6. Sensor Infrared

Sinar *Infrared* adalah sinar atau gelombang elektromagnetik dengan frekuensi rendah. Penggunaan *infrared* yang paling populer adalah pada perangkat *remote control* televisi. Pada robot, selain *remote control*, sinar *infrared* juga digunakan sebagai sensor jarak atau

pengintai. Pada *paper* ini, sensor *infrared* akan digunakan sebagai deteksi tetesan infus. Sensor *infrared* memiliki elemen fotosensitif yang dapat berupa *diode (photodiode)* atau transistor (*phototransistor*). Sensor *infrared* juga dapat digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya suatu objek. Jika suatu objek berada di depan sensor dan sensor dapat menjangkaunya, maka keluaran dari rangkaian sensor akan berlogika '1' atau 'high', artinya objek tersebut 'ada'. Di sisi lain, jika objek berada di luar jangkauan sensor, *output* dari rangkaian sensor akan menjadi '0' atau 'rendah', artinya objek 'tidak ada'.

1.7. PHP

PHP merupakan singkatan dari *Hypertext Preprocessor*, bahasa *scripting* tingkat tinggi yang dipasang pada dokumen HTML. Sebagian besar sintaks pada PHP mirip dengan C, Java, dan Perl, tetapi ada beberapa fungsi yang lebih spesifik di PHP. Dengan menggunakan PHP, *source code* yang digunakan untuk mendesain *website* tidak dapat diketahui, karena yang ditampilkan di *browser client* adalah *file executable* dari *server*, dan *file* program php hanya bisa dilihat di *server* samping [21].

1.8. Web

World Wide Web atau biasanya dikenal dengan *Web* merupakan layanan penyajian informasi dengan menggunakan konsep *hyperlink* atau tautan untuk memudahkan para pengguna komputer dalam menelusuri atau mencari informasi melalui internet, baik berupa teks, gambar, suara, ataupun video [22].

1.9. MySQL

MySQL adalah *software database open source* yang umum digunakan untuk membangun aplikasi. MySQL umumnya menggunakan sistem manajemen data SQL. MySQL termasuk turunan dari *Structured Query Language (SQL)*, yang merupakan salah satu konsep utama dalam *database*.

1.10. PhpMyAdmin

PhpMyAdmin merupakan aplikasi *open source* untuk memudahkan manajemen MySQL. Dengan menggunakan PhpMyAdmin, pengguna dapat membuat *database*, tabel, menyisipkan, menghapus, dan memperbarui data menggunakan GUI dengan nuansa yang jauh lebih mudah tanpa harus mengetikkan perintah SQL secara manual [12].

1.11. Arduino IDE

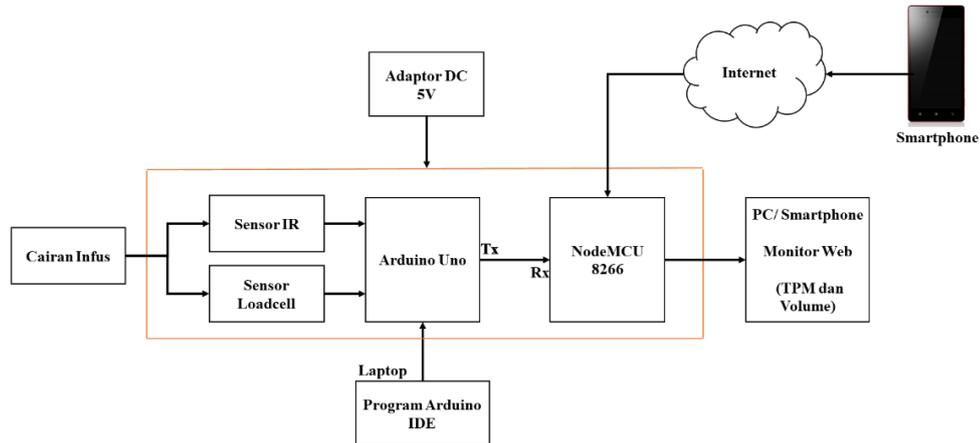
Arduino IDE adalah perangkat lunak yang ditulis dalam Java. Arduino IDE meliputi *Editor Program*, jendela yang memungkinkan pengguna untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa pemrosesan.

2. Perancangan Sistem

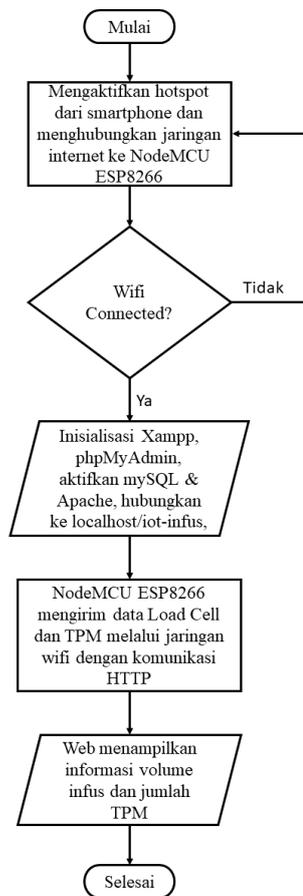
Diagram blok perancangan sistem terlihat pada Gambar 1. *Monitoring* kapasitas cairan infus menggunakan sensor *Load Cell* untuk mengukur berat cairan infus. Sensor *InfraRed* digunakan untuk mendeteksi jumlah tetesan infus per menit.

Secara umum, diagram blok perancangan sistem terdiri atas tiga bagian, yaitu masukan, pemrosesan, dan keluaran. Masukan sistem ini adalah sensor *Load Cell* yang mendapatkan nilai volume dari cairan infus NaCl dan sensor *infrared* yang mendeteksi Tetesan Per Menit (TPM). Pemroses sistem ini adalah Arduino Uno sebagai *transmitter*

dan NodeMCU ESP8266 sebagai *receiver*. Keluaran sistem ini adalah *dashboard web Internet of Things (IoT)*. Sistem kerja alat ini dimulai ketika diberikan tegangan sebesar 5 V dari laptop. Ketika cairan infus telah digantung di sensor *Load Cell*, maka sensor mengukur volume cairan infus dan sensor *infrared* mendeteksi TPM dari aliran infus. Data tersebut dikirimkan ke mikrokontroler Arduino Uno untuk selanjutnya diproses, dimana Arduino Uno akan mengirimkan data serial ke NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler kedua.



Gambar 1. Diagram blok



Gambar 2. Diagram alir

NodeMCU ESP8266 akan memperoleh jaringan internet dari *smartphone* dimana selanjutnya data dari NodeMCU ESP8266 terkait volume cairan infus dan jumlah TPM akan dikirimkan ke *dashboard web* melalui komunikasi HTTP. Pengiriman ini juga memerlukan beberapa *software*, yakni Xampp untuk mengaktifkan MySQL dan Apache untuk kemudian membuka jendela phpMyAdmin. Setelah itu, data volume dan TPM akan tampil pada *dashboard web* berbentuk grafik maupun tulisan. Sensor *Load Cell* akan terus menerus menimbang volume cairan infus dan mengirimkan datanya ke Arduino Uno, demikian juga dengan sensor *infrared* yang akan mendeteksi TPM secara terus menerus. Setelah satu menit, data akan kembali di-*reset*. Diagram alir dari *Monitoring Cairan Infus Berbasis IoT* ditunjukkan pada Gambar 2.

Diagram alir sistem *monitoring* cairan infus dimulai dengan mengaktifkan *hotspot* atau jaringan internet dari *smartphone*, yang kemudian akan dihubungkan ke NodeMCU ESP8266 untuk melakukan pengiriman data ke *dashboard web*. Setelah *wi-fi* terkoneksi, selanjutnya dilakukan inisialisasi Xampp dan phpMyAdmin yang digunakan. Selanjutnya mySQL dan Apache yang terdapat pada Xampp diaktifkan, serta mengakses url localhost/iot-infus. NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler *receiver* yang sudah menerima data volume cairan infus dan jumlah TPM dari mikrokontroler *transmitter* Arduino Uno, mengirimkan data dengan komunikasi HTTP ke *dashboard web*. Setelah itu, maka petugas medis dapat mengakses data pasien melalui *web* secara *real-time*.

3. Hasil dan Pembahasan

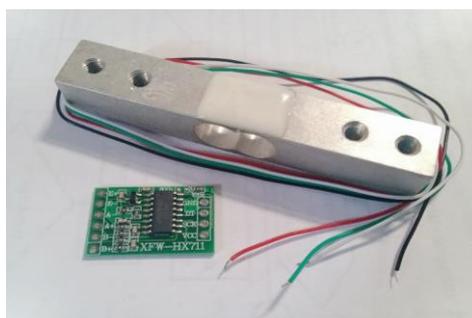
3.1. Pengujian *Load Cell*

Kalibrasi *Load Cell* dilakukan untuk mengetahui apakah *Load Cell* dapat mengukur atau menimbang massa benda sesuai dengan massa acuannya dengan keakuratan yang diharapkan agar dapat menghasilkan keluaran yang diinginkan. Spesifikasi *Load Cell* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi *load cell*

Spesifikasi <i>Load Cell</i>	
<i>Weighting sensor</i>	1 kg
<i>Rated output</i>	$1.0 \pm 0.15\text{mV} / \text{V}$
<i>Input impedance</i>	$1115 \pm 10\% \Omega$
<i>Output Impedance</i>	$1000 \pm 10\% \Omega$
<i>Insulation resistance</i>	$\geq 1000 \text{M}\Omega$
<i>Recommended operating voltage</i>	5V
<i>Maximum operating voltage</i>	10V

Adapun *load cell* ditunjukkan pada Gambar 3 sedangkan hasil dari pengujian program kalibrasi ditampilkan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa telah dilakukan pengujian perbandingan pengukuran berat menggunakan timbangan konvensional dengan *Load Cell* pada 25 jenis benda berbeda. Dari hasil analisis, didapatkan bahwa keakuratan *load cell* sebagai deteksi pengukuran sebesar 99,99%.



Gambar 3. Load cell

Tabel 2. Pengujian load cell dan timbangan digital

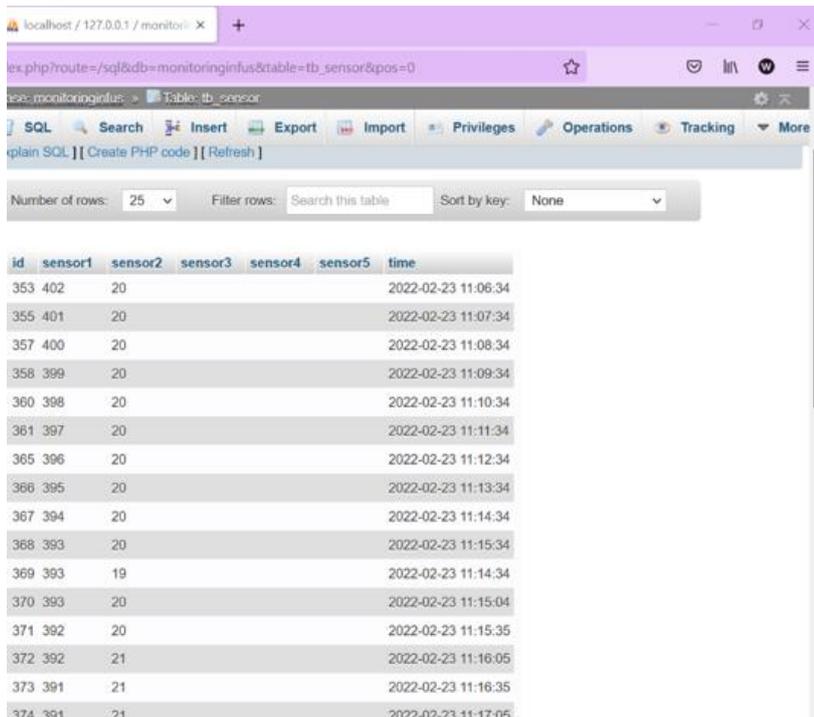
No	Benda	Massa Benda (Timbangan) gram	Massa Benda (load cell) gram	Error	Error (%)	Akurasi (%)	
1	Benda Kecil	Tidak Terbaca	1	-	-	-	
2	Dua Kapasitor	Tidak Terbaca	2	-	-	-	
3	Tiga Kapasitor	Tidak Terbaca	3	-	-	-	
4	Kabel Jumper	5	5	0	0%	100%	
5	5 Lbr Kertas	10	10	0	0%	100%	
6	Korek Api Gas	16	16	0	0%	100%	
7	Jam Tangan A	23	25	2	0.09%	99.91%	
8	Botol Infus Kosong	35	37	2	0.06%	99.94%	
9	Kunci Motor	40	41	1	0.03%	99.97%	
10	Set Infus; Set Sensor	55	55	0	0%	100%	
11	Handsanitizer	60	60	0	0%	100%	
12	Dompot	85	83	2	0.02%	99.98%	
13	Set Infus; Set Sensor; Botol	95	95	0	0%	100%	
14	Project Board	100	100	0	0%	100%	
15	Jam Tangan B	105	103	2	0.02%	99.98%	
16	Remote AC	125	125	0	0%	100%	
17	Buku	130	130	0	0%	100%	
18	HP Oppo	180	180	0	0%	100%	
19	HP Samsung	190	189	1	0.01%	99.99%	
20	HP iPhone	220	221	1	0.004%	99.996%	
21	1/2 cairan; Set Infus; Set Sensor	360	361	1	0.002%	99.998%	
22	Tempat Komponen	495	497	2	0.004%	99.996%	
23	Botol Infus Full	500	500	0	0%	100%	
24	Botol Infus Full; Set Infus	588	588	0	0%	100%	
25	Botol Minum	660	663	3	0.004%	99.996%	
18	HP Oppo	180	180	0	0%	100%	
19	HP Samsung	190	189	1	0.01%	99.99%	
20	HP Iphone	220	221	1	0.004%	99.996%	
21	1/2 cairan; Set Infus; Set Sensor	360	361	1	0.002%	99.998%	
22	Tempat Komponen	495	497	2	0.004%	99.996%	
23	Botol Infus Full	500	500	0	0%	100%	
24	Botol Infus Full; Set Infus	588	588	0	0%	100%	
25	Botol Minum	660	663	3	0.004%	99.996%	
Total Akurasi Data Pengujian						0.244%	99.756%

3.2. Pengujian Volume Infus Berdasarkan TPM

Pengujian volume infus berdasarkan TPM dimaksudkan untuk mengetahui berapa volume infus yang mengalir selama satu menit. Hal ini dapat diuji melalui alat maupun secara matematis, karena pada setiap kemasan infus set telah diberikan keterangan bahwa 20 tetesan setara dengan 1 ml ($20 \text{ drops} = 1 \text{ ml}$) [15]. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah jumlah cairan infus yang keluar sudah sesuai dengan keterangan pada kemasan infus set. Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali, dengan melihat pada *serial monitor* maupun keterangan di *monitor web*. Pengukuran volume cairan infus yang menetes dilakukan dengan menggunakan gelas ukur yang digunakan untuk menampung tetesan infusnya. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3 dan gambar *monitor web* saat pengukuran ditunjukkan pada Gambar 4.

Tabel 3. Pengujian volume infus berdasarkan TPM (20 tetesan = 1ml)

No	Volume (ml)	TPM	Keterangan Cairan Infus Berkurang
1	402	20	1 ml
2	401	20	1 ml
3	400	20	1 ml
4	399	20	1 ml
5	398	20	1 ml
6	397	20	1 ml
7	396	20	1 ml
8	395	20	1 ml
9	394	20	1 ml
10	393	20	1 ml



Gambar 4 Tampilan *monitor web* pengujian volume infus berdasarkan TPM

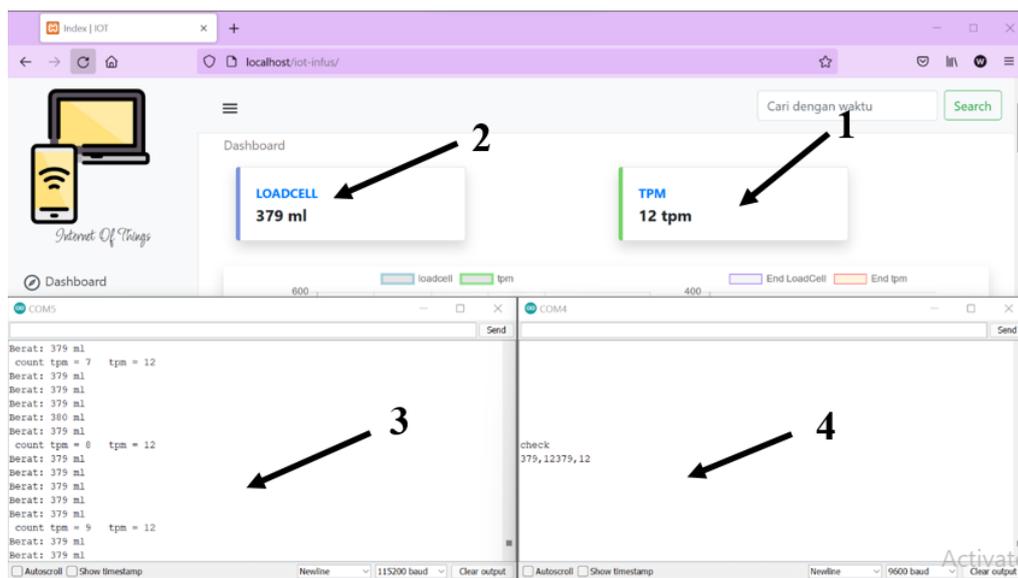
Setelah melakukan 10 kali pengujian, seperti terlihat pada Tabel 3, diketahui bahwa nilai TPM 20 sama dengan 1 ml cairan infus yang sudah mengalir. Pada Gambar 3 terlihat tampilan *monitor* pengujian TPM, berisi hari dan tanggal pengambilan data pengujian, yang membuktikan bahwa nilai tetesan selalu diperbaharui setiap menit. Perubahan nilai volume setiap 1 ml per menit membuktikan bahwa nilai TPM 20 sebanding dengan 1 ml cairan infus yang dikeluarkan, yang tertera pada kemasan infus set sebelumnya.

3.3. Pengujian Keakuratan Volume Cairan Infus

Pengujian keakuratan volume cairan infus bertujuan untuk mengetahui apakah volume cairan infus yang terukur oleh *load cell* sama antara yang ditampilkan pada serial *monitor* Arduino Uno sebagai *transmitter* yang akan mengirimkan data, dan *serial monitor* pada NodeMCU ESP8266 sebagai *receiver* yang menerima data dari Arduino Uno. Jika data volume pada *serial monitor transmitter* maupun *receiver* telah sama, maka diharapkan keluaran alat ini, yakni tampilan *monitor web* juga sama. Data volume cairan infus ditampilkan pada Tabel 4 dan terlihat pada Gambar 5.

Tabel 4 Pengujian keakuratan volume cairan infus

No	Volume Serial Transmitter (Arduino) (ml)	Volume Serial Receiver (NodeMCU- 8266) (ml)	Volume Web (ml)	Selisih
1	544	544	544	0
2	475	475	475	0
3	379	379	379	0
4	240	240	240	0
5	168	168	168	0
6	88	88	88	0



Gambar 5. Pengujian volume cairan infus

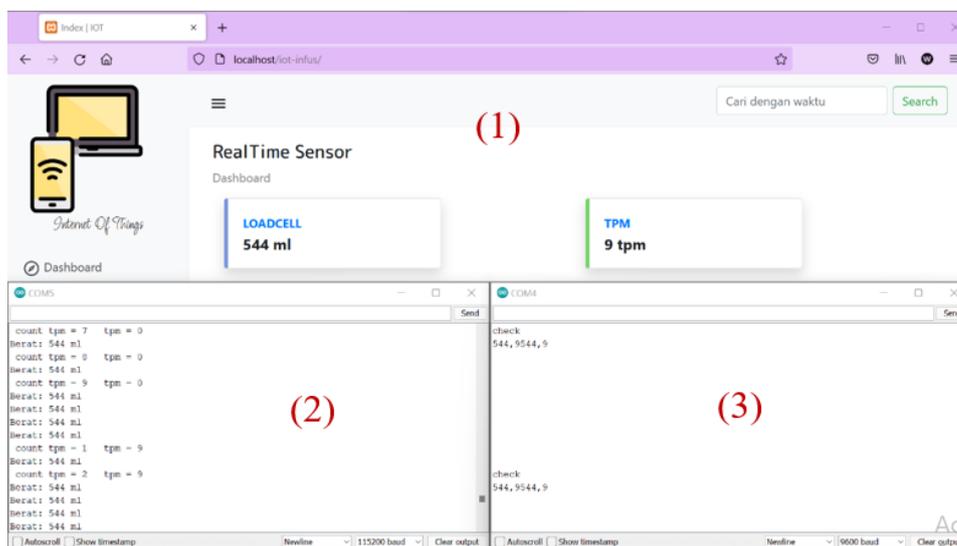
Dari Gambar 5, nomor (1) merupakan tampilan di *dashboard web* yang menampilkan nilai TPM infus pasien, nomor (2) merupakan tampilan *dashboard web* yang menampilkan nilai volume cairan infus. Nomor (3) merupakan *serial monitor* Arduino Uno dan nomor (4) merupakan *serial monitor* NodeMCU ESP8266.

3.4. Pengujian Keakuratan TPM Cairan Infus

Pengujian keakuratan TPM cairan infus bertujuan untuk mengetahui apakah TPM cairan infus yang terukur oleh sensor *infrared* sama antara yang ditampilkan pada *serial monitor* Arduino Uno sebagai *Transmitter* yang akan mengirimkan data, dan pada *serial monitor* pada NodeMCU ESP8266 sebagai *Receiver* yang menerima data dari Arduino Uno. Jika data volume pada *serial monitor transmitter* maupun *receiver* telah sama, maka diharapkan keluaran alat ini, yakni tampilan *monitor web* juga sama. Data volume cairan infus ditampilkan pada Tabel 5 dan ditunjukkan pada Gambar 6.

Tabel 5. Pengujian keakuratan TPM cairan infus

No	TPM Transmitter (Arduino)	TPM Receiver (NodeMCU-8266)	Volume Web	Selisih Pengujian
1	9	9	9	0
2	6	6	6	0
3	12	12	12	0
4	39	39	39	0
5	9	9	9	0
6	17	17	17	0
7	0	0	0	0



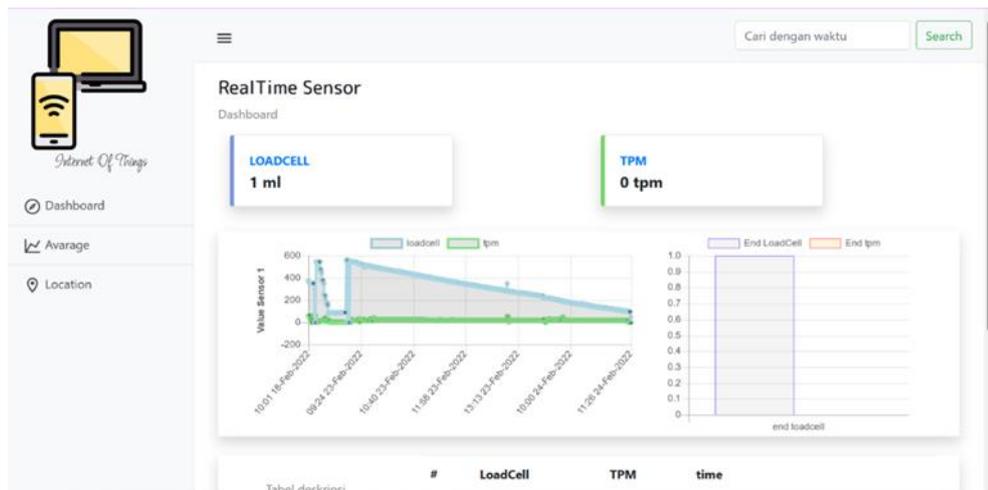
Gambar 6. Pengujian TPM cairan infus

Gambar 5 memperlihatkan tampilan *web monitoring* cairan infus berbasis IoT, *serial monitor* Arduino Uno dan *serial monitor* NodeMCU ESP8266. Nomor (1) merupakan tampilan di *dashboard web* yang menampilkan nilai TPM infus pasien dan volume cairan infus, nomor (2) merupakan tampilan serial Arduino Uno yang menampilkan TPM infus

pasien dan nilai volume cairan infus. Nomor (3) merupakan *serial monitor* NodeMCU ESP yang menampilkan TPM dan nilai volume cairan infus.

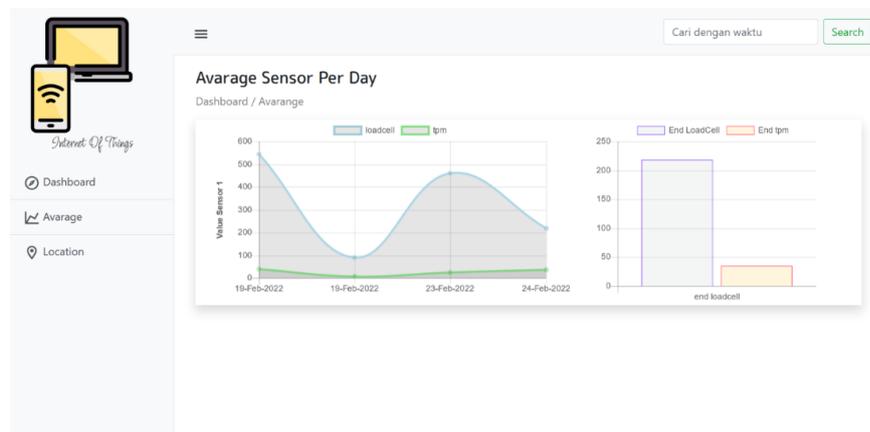
3.5. Pengujian Web

Pada pengujian *web*, hasil akhir yang diharapkan adalah tampilan *web* yang dapat diakses dengan *smartphone* dan hasil grafik yang sesuai dengan data pengukuran. Hasil pengujian *web* ditampilkan pada Gambar 6 hingga Gambar 9.



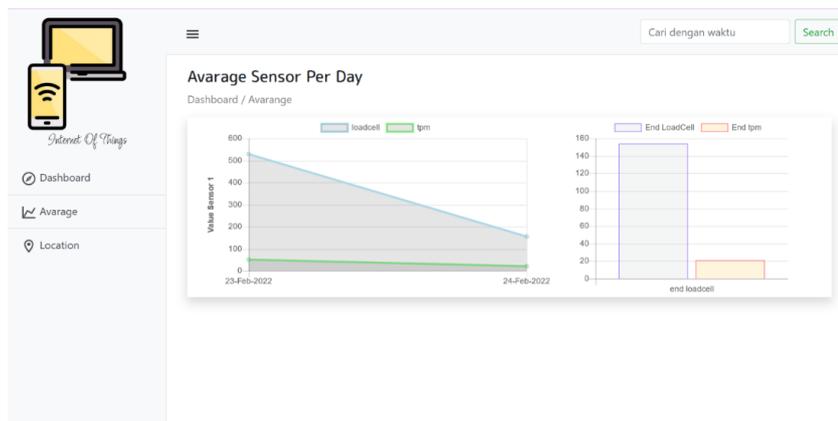
Gambar 6. Grafik *web* tanggal 18, 23, dan 24 Februari 2022

Grafik TPM ditunjukkan dengan garis warna hijau dan grafik volume infus yang terukur oleh *load cell* ditunjukkan dengan garis warna biru.

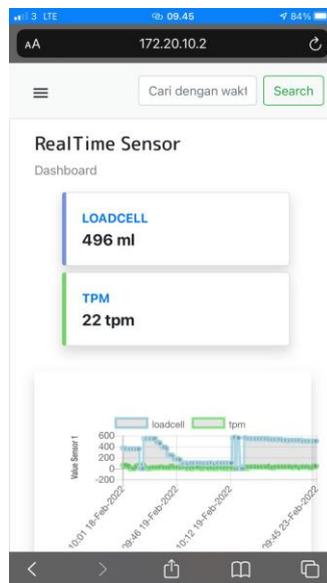


Gambar 7. Grafik total per hari tanggal 19, 23, dan 24 Februari

Grafik TPM dan volume infus total tertinggi per hari terlihat pada tanggal 19, 23, dan 24 Februari 2022. Grafik TPM ditunjukkan oleh garis warna hijau dan grafik volume infus yang terukur oleh *load cell* ditunjukkan oleh garis warna biru.



Gambar 8. Grafik hari Rabu (23 Februari 2022)



Gambar 9. Tampilan web pada monitor smartphone

Pada Gambar 8, grafik TPM ditunjukkan oleh garis warna hijau dan grafik volume infus yang terukur oleh *load cell* ditunjukkan oleh garis warna biru. Gambar 9 menampilkan *dashboard* web *Internet of Things* pada *smartphone* sehingga dapat dibandingkan tampilan *web* pada *monitor laptop* dan *monitor smartphone*.

4. Kesimpulan

Alat *monitoring* cairan infus berbasis IoT telah bekerja dengan baik, volume cairan infus telah berhasil diukur dengan menggunakan *load cell*, TPM cairan infus telah berhasil diukur oleh sensor *infrared*, dan hasil keluaran alat telah berhasil ditampilkan pada *monitor web* yang dapat diakses melalui *browser* pada PC maupun *smartphone*. Nilai keakuratan *load cell* dalam mengukur massa benda pada 25 benda yang berbeda mencapai 99.8%.

Komunikasi yang digunakan Arduino Uno dalam mengirimkan data sensor ke NodeMCU ESP8266 adalah komunikasi *serial*, dan komunikasi yang digunakan untuk mengirimkan data dari NodeMCU ESP8266 ke *monitor web* adalah HTTP. Untuk mengakses *web* NodeMCU, diperlukan jaringan *wi-fi* dari luar dan *software* XAMPP

untuk mengaktifkan MySQL dan Apache yang difungsikan untuk memulai web localhost/PHPmyAdmin.

Daftar Pustaka

- [1] I. Mahdalena, "Implementasi internet of things (IoT) pada monitoring cairan," *Conf. Electro Natl.*, hal. 196–203, 2021.
- [2] J. S. Ribka, "Penggunaan sensor inframerah dan photodiode pada alat monitoring cairan infus menggunakan NodeMCU ESP32 ditampilkan pada Android," vol. 1, no. 3, hal. 82–91, 2021.
- [3] A. Sifa Fauziyyah, "rancang bangun alat ukur jumlah tetes dan volume sisa cairan infus dengan warning system pada sistem monitoring cairan infus berbasis Arduino," *Pillar Phys.*, vol. 12, hal. 25–30, 2019.
- [4] S. Megawati, S. A. Widiyastuti, dan N. Wati Indah, "Monitoring infus menggunakan sensor load cell," 2019.
- [5] D. Nataliana, N. Taryana, dan E. Riandita, "Alat monitoring infus set pada pasien rawat inap berbasis mikrokontroler ATmega 8535," *Elkomika J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 4, no. 1, hal. 1, 2018.
- [6] H. Muhamad, "Sistem monitoring infus menggunakan Arduino Mega 2560," hal. 1–81, 2017.
- [7] S. S. Alagundagi, K. Pasala, dan M. Arora, "Opto-electronic system for intravenous infusion monitoring," *IEEE*, pp. 688-692, 2018.
- [8] H. Suprayogi dan G. Priyandoko, "Pembuatan infus elektronik rumah sakit," *J. Apl. Dan Inov. Ipteks "Soliditas"*, vol. 2, no. 1, hal. 25, 2019.
- [9] G. Priyandoko, "Rancang bangun sistem portable monitoring infus berbasis internet of things," *JJEEE Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 3, hal. 56–61, 2021.
- [10] R. Agussalim, "Monitoring cairan infus berdasarkan indikator kondisi," *J. Ilm. Ilk.*, vol. 8, no. Desember, hal. 145–152, 2016.
- [11] A. F. Shinta, "Rancang bangun sistem monitoring volume dan laju tetes infus pasien menggunakan NodeMCU Esp8266," *Skripsi Univ. Negeri Semarang*, vol. D, hal. i–89, 2020.
- [12] T. D. Hendrawati dan R. A. Ruswandi, "Sistem pemantauan tetesan cairan infus berbasis internet of things," *JITEL (Jurnal Ilm. Telekomun. Elektron. dan List. Tenaga)*, vol. 1, no. 1, hal. 25–32, 2021.
- [13] T. Kusuma dan M. T. Mulia, "Design of infusion monitoring system based on Wemos D1 R2 microcontroller," *National Conference on Information Systems*, pp. 1422-1425, 2018.
- [14] R. Maharani, A. Muid, dan U. Ristian, "Sistem monitoring dan peringatan pada volume cairan intravena (infus) pasien menggunakan Arduino berbasis website," *Komput. dan Apl.*, vol. 07, no. 03, hal. 97–108, 2019.
- [15] M. F. Wicaksono dan Hidayat, *Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino*, Bandung: Informatika, 2017.
- [16] M. Mujahidin, F. Adiandoro, E. R. Swedia, dan M. Cahyanti, "Pemanfaatan internet of things dalam rancang bangun sistem informasi pengawasan bus pada terminal bus berbasis Arduino Uno dan Node Mcu," *Sebatik*, vol. 24, no. 2, hal. 228–233, 2020.
- [17] D. R. Mardiyah, I. I. Tritasmoro, dan S. Rizal, "Sistem controlling dan monitoring cairan infus berbasis Android," *e-Proceeding Eng.*, vol. 7, no. 2, hal. 4195, 2020.

- [18]I. Halifatullah, D. H. Sulaksono, dan T. Tukadi, "Rancang bangun sistem monitoring dan kontrol infus dengan penerapan internet of things (IoT) berbasis Android," *Positif J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 2, hal. 81, 2019.
- [19]H. Muhamad, "Infusion monitoring system using Arduino Mega 2560," Alauddin Islamic University Makassar, Makassar, 2017.
- [20]D. Sasmoko dan Y. A. Wicaksono, "Implementasi penerapan internet of things (IoT) pada monitoring infus menggunakan ESP 8266 dan web untuk berbagi data," *J. Ilm. Inform.*, vol. 2, no. 1, hal. 90–98, 2017.
- [21]R. E. Standsyah dan I. S. Restu, "Implementasi PHPMyAdmin pada rancangan sistem pengadministrasian," *Unisda J.Math. Comput. Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 38–44, 2017.
- [22]H. Riyadli, A. Arliyana, dan F. E. Saputra, "Rancangan sistem informasi keuangan Gereja berbasis web di jemaat GMIM Bukit Moria Malalayang," *J. Sains Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 1, hal. 98–103, 2020.