

SISTEM PEMANTAU KETERSEDIAAN CAIRAN INFUS BERBASIS IoT

Tri Putri Vidanti, dan D. Lucia Crispina Pardede

Universitas Gunadarma

Jl. Margonda Raya No. 100, Depok, Jawa Barat 16424
triputrividanti@gmail.com, pardede@staff.gunadarma.ac.id

ABSTRAK

Pemberian cairan pengganti ke dalam tubuh pasien dapat dilakukan dengan memasukkan cairan infus ke dalam pembuluh vena. Kecepatan tetes, jenis, dan ketersediaan cairan infus di dalam kantung infus pasien harus selalu diperhatikan. Pemantauan pemberian cairan infus biasanya dilakukan oleh perawat dengan cara inspeksi ke kamar pasien. Selama pandemi Covid 19, pemerintah menetapkan kebijakan jaga jarak yang harus diterapkan di semua sendi kehidupan masyarakat, termasuk di rumah sakit. Agar kebijakan tersebut dapat dilaksanakan secara optimal di rumah sakit, maka diperlukan upaya untuk mengurangi interaksi antara perawat dengan pasien. Situasi tersebut dan perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) melahirkan ide untuk membangun sebuah sistem pemantau ketersediaan cairan infus yang menggunakan IoT. Sistem yang dibangun didukung alat pemantau yang menggunakan sensor load cell dan node MCU. Data hasil pemantauan berat cairan infus ditampilkan melalui web ke layar komputer yang terletak di ruang perawat. Indikator peringatan berupa led kuning menyala dan sebuah kalimat peringatan akan diaktifkan ketika volume cairan infus, di dalam kantung yang dipantau, kurang dari atau sama dengan 200 ml. Pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menampilkan berat dari dua kantung infus yang dipantau secara bersamaan, dan dapat mengaktifkan peringatan ketika volume cairan infus mencapai ambang batas.

Kata Kunci: *Infus, IoT, load cell, NodeMCU, Web*

PENDAHULUAN

Pandemi Covid 19 yang terjadi sejak tahun 2022 belum menunjukkan tandatanda akan berakhir. Protokol kesehatan ditetapkan dalam upaya memutus rantai penularan virus Covid 19. Setiap anggota masyarakat dihimbau untuk senantiasa mencuci tangan, menggunakan masker, menjaga jarak, menjauhi kerumunan dan mengurangi mobilitas. Keadaan ini mendorong lahirnya berbagai inovasi untuk mendukung suksesnya pelaksanaan protokol kesehatan. Sebagai contoh, Smart Wastafel, dan Sistem Deteksi Kerumunan guna memutus rantai penularan Covid-19, yang dikembangkan oleh Mahasiswa Universitas Gajah Mada [1]. Rumah sakit merupakan satu tempat dimana terjadi interaksi antar manusia, yang diantaranya adalah interaksi antara perawat dan pasien di ruang perawatan. Kunjungan (inspeksi) perlu dilakukan oleh perawat ke ruang perawatan pasien dimana salah satunya adalah untuk memantau pemberian cairan infus kepada pasien. Pemantauan

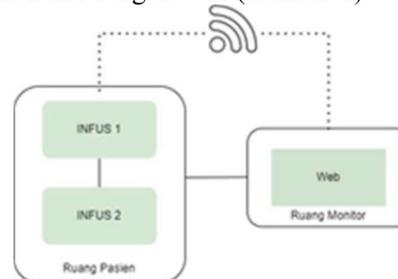
kondisi infus, biasanya dilakukan oleh tenaga medis, dengan cara berkeliling ke setiap kamar pasien untuk memastikan cairan infus masih tersedia atau sudah habis. Pada masa pandemi Covid 19, interaksi antar manusia dihimbau untuk dikurangi, dan hal ini berlaku juga di rumah sakit. Agar interaksi antara perawat dan pasien dapat dikurangi, maka perlu diupayakan suatu cara agar pemantauan cairan infus di ruang rawat dapat dilakukan tanpa interaksi antar manusia. Infus adalah proses ekstraksi unsurunsur substansi terlarutkan (khususnya obat) atau terapi dengan cara memasukkan cairan ke dalam tubuh. Infus adalah tindakan memasukkan cairan melalui intravena yang dilakukan pada pasien untuk memenuhi kebutuhan cairan dan elektrolit serta sebagai tindakan pengobatan dan pemberian makanan. Infus cairan intravena merupakan pemberian sejumlah cairan ke dalam tubuh, melalui sebuah jarum, ke dalam pembuluh vena (pembuluh balik) untuk menggantikan kehilangan cairan atau zat-zat makanan dari

tubuh [2]. Terapi intravena digunakan untuk memberikan cairan ketika pasien tidak dapat menelan, tidak sadar, dehidrasi atau syok, dan untuk memberikan garam yang diperlukan untuk menjaga keseimbangan elektrolit, atau glukosa yang diperlukan untuk metabolisme, dan untuk memberikan medikasi [3]. Masuknya cairan infus ke dalam tubuh manusia harus diatur dalam bentuk tetesan. Volume cairan infus yang akan dimasukkan ke dalam tubuh harus diatur sesuai kebutuhan volume cairan per menit. Bila cairan di dalam kantung infus telah habis, maka dilakukan penggantian kantung infus dengan kantung infus yang baru. Internet of Things (IoT), sebagai jaringan infrastruktur dunia, memperluas fungsi koneksi internet yang dapat terhubung secara real time, dan menghubungkan perangkat elektronik dan perangkat lunak melalui pertukaran data dan komunikasi [4]. Perangkat IoT, dalam fungsinya, dilengkapi dengan sensor, aktuator, prosesor, dan transceiver. Sistem IoT yang lengkap merupakan integrasi dari empat komponen, yaitu sensor/perangkat, konektivitas, pemrosesan data, dan antarmuka bagi user. Dengan demikian, IoT merupakan aglomerasi berbagai teknologi yang bekerja bersama-sama. Implementasi IoT telah dilakukan termasuk pada bidang kesehatan [5], [6], [7], [8]. Sistem pemantau cairan infus yang dibangun di sini dilengkapi alat pemantau yang menggunakan sensor load cell dan node MCU. Data hasil pemantauan berat cairan infus ditampilkan melalui web ke layar komputer yang terletak di ruang perawat. Indikator peringatan berupa led kuning menyala dan sebuah kalimat peringatan akan diaktifkan ketika volume cairan infus, di dalam kantung yang dipantau, kurang dari atau sama dengan 200 ml. Sistem dibangun untuk dapat memantau beberapa kantung infus secara paralel.

METODE PENELITIAN

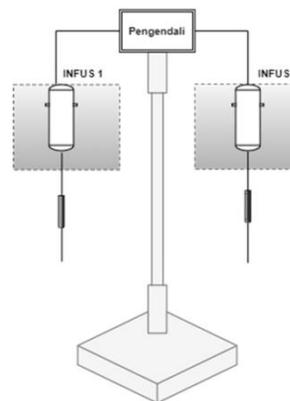
Pembangunan sistem bertujuan untuk membantu pekerjaan perawat dan mengurangi interaksi antara perawat dengan pasien. Sistem akan menghubungkan alat pemantau yang terletak di dalam kamar perawatan dengan komputer yang terletak di

ruang perawat. Alat yang terletak pada ruang pasien terdiri atas sensor load cell, dan led sebagai indikator. Pada ruang perawat, yang disebut juga dengan ruang monitor, perawat dapat memantau keadaan infus dari pasien melalui web yang terkoneksi dengan wifi (Gambar 1).



Gambar 1. Konsep Sistem

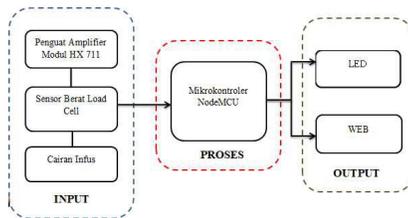
Sensor load cell diletakkan pada pengendali di bagian atas tiang tempat menggantungkan kantung infus. Kantung infus digantungkan pada pengait yang terdapat pada ujung sensor load cell. Tinggi peletakan tinggi kantung infus mengikuti aturan pemasangan infus pada umumnya, yaitu di atas posisi jantung pasien agar cairan infus dapat mengalir dengan baik (Gambar 2).



Gambar 2. Desain Perangkat

Pembangunan alat pemantau cairan infus dilakukan melalui 2 tahap utama, yaitu perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras meliputi perancangan rangkaian Load cell Sensor (Sensor Berat), LED sebagai satu kesatuan rangkaian pada NodeMCU. Perancangan perangkat lunak meliputi program berbasis arduino untuk mengatur

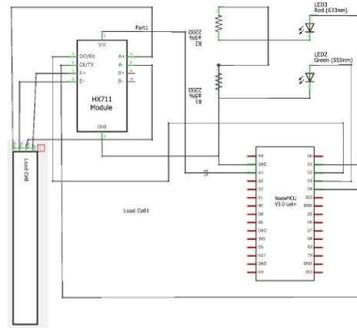
aktifnya sensor-sensor serta komponen lainnya yang saling terhubung dalam suatu rangkaian. Secara garis besar, seperti yang tampak pada blok diagram (Gambar 3), input dari kantung infus akan dideteksi oleh sensor load cell. Dalam pembacaan pengukuran berat infus pada sensor load cell digunakan modul HX711 sebagai penguat. HX711 adalah modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Blok input merupakan masukan dari beberapa komponen pada alat. Komponen yang menjadi input terdiri dari sensor load cell, modul HX711, dan kantung infus itu sendiri. Sensor load cell (sensor berat) digunakan untuk mendeteksi berat infus. Modul HX711 terhubung dengan sensor load cell berfungsi memudahkan pembacaan oleh sensor load cell dalam pengukuran berat infus. Kantung infus sendiri merupakan sebuah objek yang akan digunakan sebagai input.



Gambar 3. Blok Diagram

Pada blok proses terdapat mikrokontroler NodeMCU yang digunakan sebagai pemroses data masukan. NodeMCU juga terhubung langsung modul HX711 dan led. NodeMCU akan memproses hasil pembacaan data berat cairan infus yang akan ditampilkan melalui Web. Blok output terdiri dari tampilan web dan komponen led. Kerja alat dimulai pada saat terdapat input berupa beban pada sensor load cell, yang terhubung menggunakan kabel dengan HX711. HX711 berfungsi sebagai penguat sinyal yang dikeluarkan oleh load cell dan bertujuan agar load cell terbaca dalam satuan berat. Resistansi pada sensor load cell akan diubah menjadi sebuah tegangan oleh Jembatan Wheatstone. Tegangan output dari sensor load cell ini kemudian dikuatkan

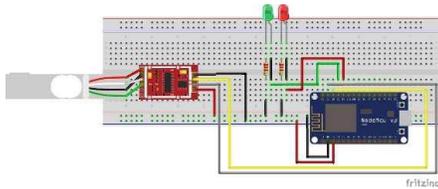
sekaligus diubah menjadi sinyal digital oleh modul HX711.



Gambar 4. Skematik

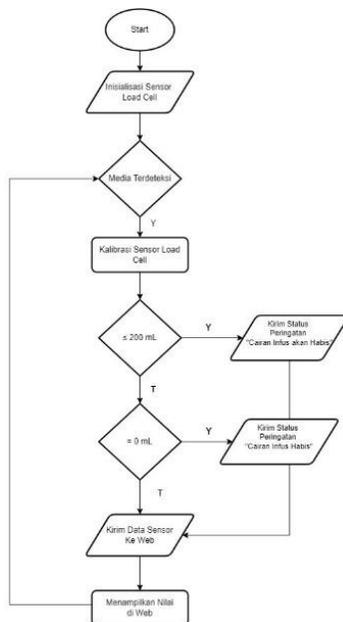
HX711 terhubung dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, dimana pada mikrokontroler ini akan dilakukan proses pengolahan data. Tegangan yang telah dikuatkan dan menjadi sinyal digital diproses oleh Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk dikonversi ke berat dalam satuan gram. Setelah dilakukan proses di mikrokontroler, maka alat akan menghasilkan 2 (dua) output yaitu web dan LED. Output melalui LED dihubungkan ke mikrokontroler menggunakan kabel jumper yang diletakkan pada ruang pasien, LED ini berfungsi sebagai indikator. (Gambar 4). Output berupa tampilan pada halaman web diletakkan di ruang perawat (monitor) yang terkoneksi dengan internet (Modul ESP8266) yang terhubung dengan mikrokontroler NodeMCU. CK dari HX711 terhubung dengan pin D1 pada mikrokontroler NodeMCU, pin DT dari HX711 terhubung dengan pin D2 pada mikrokontroler NodeMCU, dan pin VCC terhubung dengan tegangan output mikrokontroler NodeMCU yaitu VU dan pin ground akan terhubung dengan ground pada mikrokontroler NodeMCU. Setelah nilai berat dalam gram didapatkan, maka hasil yang masih berupa tegangan digital diubah atau dikonversi menjadi bentuk tegangan analog. HX711 menggunakan 2 kabel antarmuka, yaitu clock dan data untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. Load cell menggunakan 4 kabel jembatan wheatstone untuk menghubungkannya dengan modul HX711 (Gambar 5). Selanjutnya, data olahan dari

NODEMCU ESP8266 akan dikirimkan ke web server agar bisa diakses melalui web.



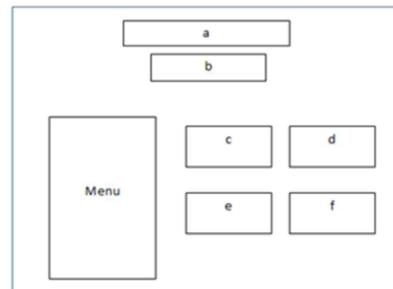
Gambar 5. Rangkaian Alat

Langkah pengoperasian sistem diawali dengan memberikan power ke NodeMCU dan perangkat lain yang membutuhkan sumber tegangan. Selanjutnya dilakukan inisialisasi perangkat yang terhubung dengan pin dan serial seperti Sensor load cell dan Modul HX711. Sistem menerima input berat cairan infus, dan informasi berat cairan infus tersebut akan ditampilkan melalui halaman web. Jika volume cairan infus terindikasi lebih dari 200 ml, maka sistem akan terus membaca berat cairan infus hingga berat tersebut mendekati angka 200 ml. Jika volume cairan infus mencapai 200 ml, maka pada halaman web akan ditampilkan informasi berupa "Cairan infus akan habis", dan jika volume cairan infus mencapai 0 ml, maka pada halaman web akan ditampilkan informasi berupa "Cairan infus habis". (Gambar 6).



Gambar 6. Diagram Alir Kerja Alat

Sebuah halaman web diperlukan untuk menampilkan hasil pemantauan volume cairan infus. Berdasarkan kebutuhan tersebut, maka dirancang sebuah antarmuka. Pada bagian atas (header) halaman antarmuka tersebut dimuat judul (a), identitas rumah sakit (b). Pada sisi kiri halaman diletakkan 'menu' yang memuat pilihan kamar perawatan yang dipantau. Informasi volume cairan, pada setiap kantung infus yang dipantau, ditampilkan di sebelah kanan dari 'menu, pada bagian (a), (b), (c), dan (d). (Gambar 7).



Gambar 7. Desain Antarmuka

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kalibrasi sensor dilakukan untuk mengetahui nilai calibration faktor yang digunakan untuk membandingkan berat infus pada timbangan digital dengan berat infus yang diukur oleh sensor load cell. Kalibrasi ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor load cell pada alat monitoring infus. Pengujian ini menggunakan beban dengan berat 51 gram. Nilai kalibrasi pada sensor loadcell1 dan sensor loadcell2 diperoleh sebesar 1770.00. Nilai kalibrasi ini digunakan untuk mengukur berat cairan infus. Pengujian berat cairan infus 1 dan 2 dilakukan sebanyak 5 kali percobaan dengan berat infus yang berbeda. Tabel 1 memuat perbandingan hasil pengukuran berat cairan infus 1, menggunakan alat timbang dan menggunakan sensor load cell. Tabel 2 menunjukkan perbandingan hasil pengukuran berat cairan infus 2. Selisih berat dihitung dengan memperhatikan berat timbangan kantung infus dalam keadaan kosong sebesar 33 gram. Sebagai contoh, berat kantung infus berisi cairan sebesar 147.8 gram, sebenarnya berisi (147.8 – 33)

= 114.8 gram cairan infus, sehingga selisih antara pengukuran berat menggunakan load cell dengan timbangan adalah 115.85 – 147.8 = 1.05 gram.

Tabel 1. Perbandingan Berat Cairan Infus 1

Timbangan (gram)	Load cell (gram)	Selisih (gram)
147.8	115.85	1.05
204.6	171.20	0.4
258.4	225.06	0.34
303.2	274.06	3.86
406.1	370.21	2.89

Tabel 2. Perbandingan Berat Cairan Infus 2

Timbangan (gram)	Load cell (gram)	Selisih (gram)
96	65.5	2.5
134.7	104.75	3.05
248	220.12	5.12
346.8	321.62	7.82
407.6	383.98	9.38

Konversi berat cairan infus ke dalam volume cairan infus dilakukan menggunakan Rumus (1).

$$volume(ml) = \frac{berat(gr)}{berat\ jenis\left(\frac{gr}{ml}\right)} \quad (1)$$

Tampilan halaman sistem pemantau pada web dapat menampilkan hasil pemantauan dua botol infus secara bersamaan. Pembangunan halaman website dilakukan menggunakan pemrograman html dan php. Basis data dengan nama db_puput dibangun untuk menyimpan data hasil pembacaan oleh sensor. Server yang digunakan adalah localhost, dimana jaringan localhost ini terikat pada sebuah komputer pada jaringan lokal. Server tersebut kemudian dikoneksikan dengan basis data db_puput. (Gambar 8).

```
<?php
$servernya="localhost";
$user="root";
$auth_pass="";
$dbnya="db_puput";

$koneksi = mysqli_connect($servernya,$user,$auth_pass,$dbnya);
?>
```

Gambar 8. Koneksi ke Basis Data

Pada basis data dibangun tabel tbl_log, dengan field “tgl” bertipe timestamp,

dan field “sensor” bertipe float. Waktu pembacaan data kantung infus akan tersimpan di dalam field “tgl” dan volume kantung infus akan tersimpan pada field “sensor”. Variabel \$result didefinisikan untuk menjalankan query MySQL yang berasal dari fungsi mysql_query(). Jika nilai result yang dihasilkan adalah “salah”, maka data akan hadir data berupa num row atau kolom kosong. Pada \$akhir_sensor=\$lastrow[‘sensor’] berarti nilai sensor yang ditarik adalah nilai paling akhir. Jika dipenuhi \$akhir_update=\$lastrow[‘tgl’], maka data “tgl” yang diambil adalah yang terbaru. (Gambar 9).

```
<?php
if($result2!=FALSE){
    $ndata = mysqli_num_rows($result);
    while($lastrow = mysqli_fetch_array($result2)) {
        $akhir_sensor = $lastrow[ 'sensor' ];
        $akhir_update = $lastrow[ 'tgl' ];
    }
}
```

Gambar 9. Pemanggilan tbl_log pada Database

Jika \$akhir_sensor lebih besar atau sama dengan 300 gram (Gambar 10), maka pada halaman web akan tampil tulisan “Cairan Infus”. Jika nilai pada \$akhir_sensor bernilai “0”, maka informasi pada halaman web menjadi “Cairan Infus Habis!”, Jika nilai dari \$akhir_sensor kurang atau sama dengan 100, maka web akan menampilkan tulisan berupa “Cairan Infus Hampir Habis!”.

```
<div class="tabel_gude" style="margin-top:50px"><?php echo $akhir_sensor?</?>
<?php
if ($akhir_sensor == "300"){
    echo "Cairan Infus";
} else if ($akhir_sensor == "0") {
    echo "Cairan Infus Habis!";
} else if ($akhir_sensor == "100") {
    echo "Cairan Infus Hampir Habis!";
}
```

Gambar 10. Membuat Keterangan Sesuai Berat Infus

Volume cairan pada kantung infus yang ditampilkan pada halaman web akan sama dengan volume yang ada pada serial monitor Arduino IDE, begitu pula dengan yang terekam pada tabel data. Pada keadaan standby, layar menampilkan volume infus 0 ml. (Gambar 10).



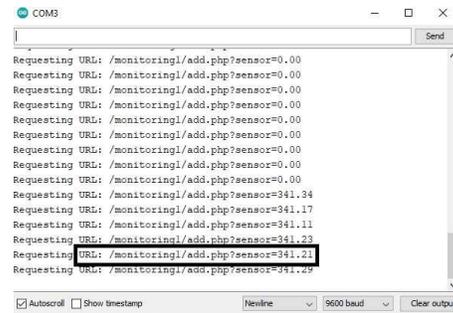
Gambar 10. Tampilan Pemantauan Infus

Jika volume cairan infus di dalam kantung infus lebih dari 200 ml, maka sistem akan terus mencatat perubahan volume cairan infus hingga mendekati angka 200 ml. Jika volume cairan infus mencapai 200 ml, maka pada halaman web akan ditampilkan informasi berupa “Cairan infus akan habis”, dan jika volume cairan infus mencapai 0 ml, maka pada halaman web akan ditampilkan informasi berupa “Cairan infus habis”. (Gambar 11).

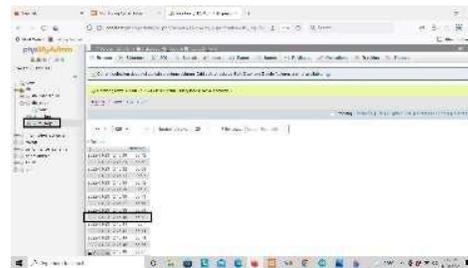


Gambar 11. Tampilan Pemantauan Infus

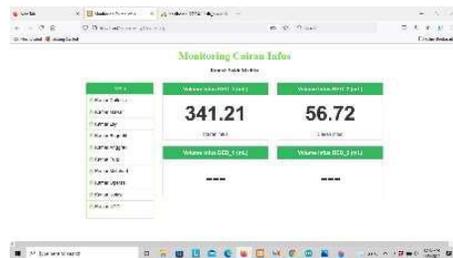
Setelah dilakukan pengujian berat infus menggunakan sensor loadcell didapatkan berat yang ada pada serial monitor Arduino IDE sama dengan nilai yang ada pada web begitu pula dengan basis data. Pada halaman web terdapat pilihan kamar pasien yang dipantau. Pengiriman data sensor load cell diproses melalui NodeMCU yang terkoneksi dengan jaringan internet (Gambar 12), kemudian data sensor tersebut akan tersimpan di basis data (Gambar 13), dan ditampilkan pada web (Gambar 14). Pada pengujian digunakan cairan infus dengan volume 500mL.



Gambar 12. Data Pada Serial Monitor



Gambar 13. Data Pada Basis Data



Gambar 14. Data Tampil Pada Halaman Web

Pengujian berat infus menggunakan sensor load cell menunjukkan bahwa volume yang ditampilkan pada serial monitor Arduino IDE sama dengan nilai yang tampil pada halaman web begitu pula pada tabel data.

PENUTUP

Sistem pemantau cairan infus dapat mengirimkan informasi berat cairan infus yang telah dikonversi menjadi volume melalui internet, sehingga pemantauan dapat dilakukan dari jarak jauh dan mengurangi interaksi antara perawat dengan pasien. Sistem dapat memantau lebih dari satu kantung infus secara paralel. Indikator peringatan pada alat berupa LED kuning

menyala ketika volume cairan infus kurang dari atau sama dengan 200 ml. Pesan peringatan ditampilkan pada halaman web yang dapat dilihat oleh perawat dari ruang perawat. Sistem pemantauan ini dapat dikembangkan untuk dapat mengendalikan laju tetesan infus dari jarak jauh serta memantau jumlah cairan infus yang diterima oleh pasien. Selain itu, perlu dilakukan antisipasi apabila kemasan infus yang digunakan berbeda merek, karena ada kemungkinan berat kemasan mempengaruhi akurasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agung, Mahasiswa UGM ciptakan Smart Wastafel, <https://ugm.ac.id/id/berita/21520mahasiswa-ugm-ciptakan-smart-wastafel>, 2021.
- [2] Yuda, Infus Cairan Intravena (MacamMacam Cairan Infus), <http://dokteryuda-bedah.com/infus-cairan-intravena-macam-macam-cairan-infus/>, 2021.
- [3] Esty Wahyuningsih, Pedoman Perawatan Pasien. EGC, Jakarta: Penerbit buku Kedokteran, 2002.
- [4] A. W. Burange dan D. H. Misalkar, "Review of Internet of Things in Development of Smart Cities With Data Management & Privacy," International Conference on Advances in Computer Engineering and Applications, pp. 189-195, 2015.
- [5] Agung Nugroho Pramudhita, Abdul Muhsyi, dan Mungki Astiningrum "Sistem Pelayanan Kesehatan Terpadu Berbasis IoT Pada Fasilitas Kesehatan," Jurnal Ilmiah Edutik, vol. 5, no. 1, Desember 2018, URL: <https://journal.trunojoyo.ac.id/edutic/article/view/4381/0>, 2018.
- [6] Pallavi Sethi, dan Smruti R. Sarangi, "Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications," Journal of Electrical and Computer Engineering (JECE), vol. 2017, Article ID 9324035, <https://doi.org/10.1155/2017/9324035>, 2021.
- [7] Helmy Fitriawan, Dikpride Despa, dan Ika Kustiani, "Potensi Internet of Things (IoT) dan Ragam Sensor untuk Layanan Kesehatan," Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung, vol. 1, no. 1, April 2020, 10.23960/jpi.v1n1.10, 2020.
- [8] M. Hasanuddin, Sistem Monitoring Infus Menggunakan Arduino Mega 2560. Universitas Islam Negeri Alaudin Makasar, 2017.