

SISTEM MONITORING DAN PERINGATAN PADA VOLUME CAIRAN INTRAVENA (INFUS) PASIEN MENGGUNAKAN ARDUINO BERBASIS *WEBSITE*

Rini Maharani¹, Abdul Muid², Uray Ristian³

^{1,2,3}Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

Jalan Prof Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak

Telp./Fax. : (0561) 577963

e-mail:¹rinimaharani@student.untan.ac.id, ²muid@physics.untan.ac.id,

³eristian@siskom.untan.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi dalam bidang kesehatan semakin tahun semakin pesat. Pemberian cairan intravena (infus) terhadap pasien pada saat ini masih dilakukan secara manual. Pada penelitian ini dibuat sistem untuk memonitoring dan peringatan cairan infus yang dapat memberikan informasi volume serta kecepatan tetesan cairan infus dan memberikan peringatan apabila volume cairan infus menunjukkan kondisi akan segera habis dan apabila cairan infus tidak menetes. Penelitian ini menerapkan Arduino Uno, sensor *load cell*, LED & *photodiode*, *ethernet shield* dan antarmuka berbasis *website*. Arduino berfungsi sebagai pengatur utama sistem, mengontrol semua aktivitas dalam sistem kontrol kerja sensor. Pada antarmuka *website* diterapkan sistem masukan dan pemantauan secara *realtime*. Sensor *load cell* berperan sebagai pengukur volume cairan di dalam botol infus yang digunakan pada pasien. Sensor LED dan *photodiode* sebagai pendeteksi kecepatan tetesan infus. Data yang diperoleh dari sensor kemudian akan ditampilkan pada *website* menggunakan *ethernet shield* sehingga perawat dapat memonitoring volume cairan infus yang digunakan pasien. Hasil pembacaan sensor *load cell* diperoleh nilai *error* sebesar 0.05% sedangkan kecepatan tetesan yang diperoleh oleh pengujian sensor LED dan *photodiode* sebesar 0,23ml/detik dan 0,35ml/detik. Alarm peringatan volume cairan infus akan berbunyi saat volume cairan mencapai batas minimal ± 50 ml dan alarm peringatan pada *website* juga akan berbunyi apabila kecepatan tetesan cairan intravena (infus) tidak terdeteksi.

Kata Kunci: Monitoring Infus, *Load Cell*, LED & *Photodiode*, *Ethernet Shield*, *Website*.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dan kemajuan teknologi saat ini meningkatkan kreasi manusia dalam menciptakan perangkat ataupun sistem yang dapat membantu kinerja manusia dalam melakukan pekerjaan agar lebih praktis dan efisien. Pemanfaatan teknologi yang tepat guna di era sekarang ini sangat diperlukan terutama dalam dunia medis. Kondisi rumah sakit yang luas, jumlah pasien yang banyak serta keterbatasan tenaga medis dan tuntutan pelayanan pada pasien yang baik merupakan masalah yang sering dialami setiap rumah sakit. Masalah lain yang ditimbulkan adalah

pemberian dan pemantauan cairan intravena (infus).

Cairan infus adalah air yang dimurnikan lewat proses penyulingan [1]. Pemberian cairan melalui infus merupakan tindakan memasukkan cairan melalui infus untuk memenuhi kebutuhan cairan dan elektrolit serta sebagai tindakan pengobatan dan pemberian makanan [2]. Keterlambatan dalam pergantian cairan infus akan mengakibatkan komplikasi pada pasien seperti naiknya darah ke selang infus dan dapat membeku pada selang infus, sehingga mengganggu kelancaran aliran infus [3]. Pemantauan cairan infus yang berada di rumah sakit saat ini masih dilakukan secara manual

oleh tenaga medis dengan mengeceknya setiap waktu. Hal ini dinilai kurang efektif karena tidak setiap saat tenaga medis tersebut berada di ruangan pasien.

Sehubungan dengan hal tersebut, penelitian tentang sistem monitoring dan peringatan cairan infus juga telah dilakukan oleh Ruslan dengan judul “Monitoring Cairan Infus berdasarkan Indikator Kondisi dan Laju Cairan Infus menggunakan Jaringan *Wifi*”[4]. Penelitian ini berupa suatu alat yang dapat memonitoring cairan infus dengan merekayasa beberapa fungsi alat yaitu motor servo sebagai pengatur tetesan infus, arduino uno sebagai media komunikasi, *ethernet shield* sebagai penghubung arduino dengan *wifi* dan potensiometer sebagai sensor ukur volume infus dimana sistem monitoring dan kontroling infus dapat dipantau melalui komputer dan smartphone secara *realtime*. Penelitian lainnya yaitu oleh Kokoh dengan judul “Rancang Bangun Alat Pengaturan Kecepatan Tetesan Infus pada Pasien dan Monitoring Jarak Jauh dengan PC”[5]. Penelitian ini berupa suatu alat infus otomatis yang dapat memonitoring infus secara berkala, dimana dokter atau perawat hanya tinggal memasukan jumlah yang diinginkan dari *keypad*. Sensor yang digunakan yaitu *photodiode*. Motor servo digunakan sebagai pengganti penekan selang. Dan mikrokontroler ATmega16 sebagai pembangkit PWM untuk kontrol motor servo serta pengiriman data untuk memonitoring jarak jauh.

Selanjutnya, oleh Syahrul dengan judul “Sistem Pemantauan Infus Terpusat”[6]. Penelitian ini berupa suatu sistem pemantauan infus yang bekerja berdasarkan sensor optoelektronik untuk mendeteksi tetesan infus, sensor level infus dan sensor darah yang masuk ke selang infus yang diletakkan pada masing-masing infus pasien di setiap kamar

Sistem monitoring dan peringatan volume cairan intravena (infus) pada penelitian ini dibuat dengan menggunakan sensor *load cell* untuk mengetahui jumlah volume cairan intravena (infus), menggunakan sensor LED & *photodiode* untuk mengetahui kecepatan tetesan infus. Hasil pembacaan sensor tersebut akan dikirimkan dan ditampilkan pada halaman *website* dengan bantuan *ethernet shield*. Sistem akan memberikan peringatan apabila volume

cairan infus telah mencapai batas minimum yang telah ditentukan untuk diganti. Sistem juga memberikan peringatan apabila terjadinya masalah pada tetesan cairan infus sehingga mengakibatkan kecepatan tetesan berhenti.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cairan Intravena (Infus)

Cairan intravena (infus) adalah memasukkan cairan dalam jumlah tertentu melalui vena penderita secara terus menerus dalam jangka waktu tertentu [7]. Sementara itu menurut Lukman, pemasangan infus adalah memasukkan jarum atau kanula ke dalam vena (pembuluh balik) untuk dilewati cairan infus/pengobatan, dengan tujuan agar sejumlah cairan atau obat dapat masuk ke dalam tubuh melalui vena dalam jangka waktu tertentu. Infus juga dapat diartikan sebagai kegiatan memasukkan cairan (cairan obat atau makanan) dalam jumlah yang banyak dan waktu yang lama ke dalam vena dengan menggunakan perangkat infus (infus set) secara tetesan. Tindakan ini sering merupakan tindakan *life saving* seperti pada kehilangan cairan yang banyak, dehidrasi dan syok, karena itu keberhasilan terapi dan cara pemberian yang aman diperlukan pengetahuan dasar tentang keseimbangan cairan dan elektrolit serta asam basa. Cairan infus biasanya yang digunakan terdiri dari berbagai jenis seperti normal saline, ringer laktat, dan dektrosa.

Infus berfungsi sebagai pengganti cairan saat diare, mengganti elektrolit dan cairan yang hilang di intravaskuler, menjaga cairan ekstraseluler dan elektrolit serta membuat peningkatan pada metabolit nitrogen berupa ureum dan kreatinin pada penyakit ginjal akut [8]. Cairan infus dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Cairan Infus

2.2 Arduino Uno

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, *hardware* nya memiliki prosesor Atmel AVR dan *software*

nya memiliki bahasa pemrograman sendiri [9]. Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328 (*datasheet*). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset [10]. Arduino berfungsi sebagai komponen pengendali utama untuk memberi perintah kepada perangkat keras lain. Adapun arduino uno dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Arduino Uno R3 Board

2.3 Ethernet Shield

Ethernet shield adalah board untuk menghubungkan mikrokontroler dengan internet. Menggunakan IC Wiznet W5100 chip *Ethernet*. IC wiznet W5100 menyediakan jaringan (IP) *stack* maupun TCP dan UDP. Untuk menghubungkan *ethernet Shield* dengan komputer, hub, atau router digunakan kabel *ethernet* standar CAT5 atau CAT6 dengan konektor RJ45 [11]. *Ethernet shield* berfungsi untuk menambah kemampuan arduino agar dapat terhubung ke jaringan internet untuk pengiriman data sensor ke *database website*. *Ethernet shield* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Ethernet Shield

2.4 Sensor LED dan Photodiode

Sensor *photodiode* merupakan dioda yang peka terhadap cahaya, sensor *photodiode* akan mengalami perubahan resistansi pada saat menerima intensitas cahaya dan akan mengalirkan arus listrik secara *forward*

sebagaimana dioda pada umumnya. Sensor *photodiode* adalah salah satu jenis sensor peka cahaya (*photodetector*). *Photodiode* akan mengalirkan arus yang membentuk fungsi linear terhadap intensitas cahaya yang diterima [12]. Arus ini umumnya teratur terhadap *power density* (dp). Sensor LED & *photodiode* berfungsi untuk menghitung kecepatan tetesan cairan infus. Sensor *photodiode* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Sensor LED dan Photodiode

2.5 Sensor Load Cell

Load cell merupakan sensor berat, apabila *load cell* diberi beban pada inti besinya maka nilai resistansi di *strain gauge* akan berubah. Umumnya *load cell* terdiri dari 4 buah kabel, dimana dua kabel sebagai eksitasi dan dua kabel lainnya sebagai sinyal keluaran. *Load cell* adalah alat elektromekanik yang biasa disebut *transducer*, yaitu gaya yang bekerja berdasarkan prinsip deformasi sebuah material akibat adanya tegangan mekanis yang bekerja, kemudian merubah gaya mekanik menjadi sinyal listrik. *Output* dari *transducer* dimasukkan dalam algoritma menghitung tekanan pada *transducer* [13]. Sensor *load cell* berfungsi sebagai sensor berat untuk mengetahui jumlah volume dari cairan infus pada botol. Sensor *load cell* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Sensor Load Cell

2.6 Modul HX711

Modul HX711 adalah sebuah komponen terintegrasi dari “AVIA SEMICONDUCTOR”, HX711 presisi 24-bit *analog to digital converter* (ADC) yang didesain untuk sensor

timbangan digital *industrial control* aplikasi yang terkoneksi sensor jembatan [14]. Modul HX711 digunakan untuk penguat sinyal sebuah sensor *load cell*. Modul HX711 dapat dilihat pada Gambar 6.



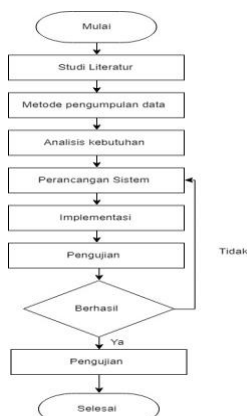
Gambar 6. Modul HX711

2.7 Web API

API adalah antarmuka yang digunakan untuk mengakses aplikasi atau layanan dari sebuah program. API memungkinkan pengembang untuk memakai fungsi yang sudah ada dari aplikasi lain sehingga tidak perlu membuat ulang dari awal. Pada konteks web, API merupakan pemanggilan fungsi lewat *Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)* dan mendapatkan respon berupa *Extensible Markup Language (XML)* atau *JavaScript Object Notation (JSON)* [15].

3 METODE PENELITIAN

Penelitian sistem monitoring dan peringatan volume cairan intravena (infus) ini dilakukan melalui berbagai tahapan, yaitu studi literatur, metode pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 7.

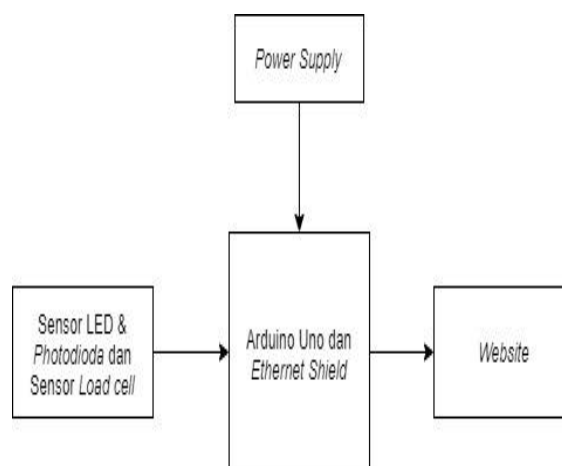


Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

4. RANCANGAN SISTEM

4.1 Diagram Blok Sistem

Tahap perancangan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi tahap perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Langkah pertama dalam membangun monitoring cairan infus ini adalah dengan merancang diagram blok perangkat-perangkat tersebut, melalui perancangan diagram blok ini kita dapat mengidentifikasi komponen-komponen yang akan digunakan pada, sehingga proses pembuatan perangkat dapat berjalan dengan cepat dan tepat. Berdasarkan penjelasan tentang perancangan, didapatkan gambaran umum dari perancangan secara keseluruhan pada Gambar 8.



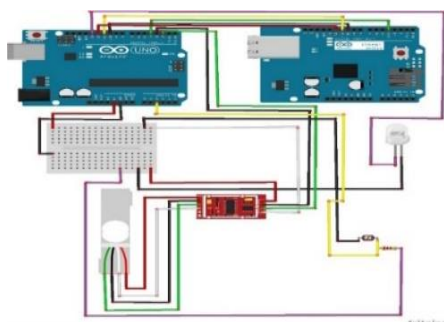
Gambar 8. Diagram Blok Sistem

Untuk mempermudah pemahaman fungsi dari setiap bagian-bagian blok pada Gambar 9 maka akan dijabarkan diagram blok tersebut sebagai berikut:

1. *Power supply* berfungsi sebagai sumber tegangan.
2. *Arduino* berfungsi sebagai pengendali dan mengolah data-data dari komponen pendukung lainnya.
3. *Ethernet shield* berfungsi untuk menambah kemampuan *arduino* agar dapat terhubung ke jaringan internet.
4. *Sensor load cell* berfungsi sebagai penghitung berat jumlah volume cairan infus didalam botol infus.
5. *Sensor LED & photodiode* berfungsi sebagai penghitung kecepatan tetesan cairan infus.
6. *Website* berfungsi sebagai tampilan sistem sebagai komunikasi.

4.2 Perancangan Perangkat Keras

Pada tahap ini merupakan perancangan perangkat keras dalam membangun sistem monitoring dan peringatan volume cairan intravena (infus) menggunakan arduino berbasis *website*. Adapun langkah di dalam perangkat keras ini menggunakan acuan pada diagram blok sistem. Perancangan perangkat keras dimulai dengan merancang rangkaian alat dan beberapa komponen menjadi sebuah sistem kemudian dirangkai menjadi satu kesatuan sistem. Pada Gambar 9 berikut akan memperjelas bagaimana rancangan secara keseluruhan. Setelah semua komponen terhubung dan menyala dengan baik, kemudian semua komponen diprogram menjadi satu agar bekerja sesuai dengan apa yang diinginkan dengan menyesuaikan *flowchart*. Kemudian hubungan antar komponen-komponen pada keseluruhan sistem dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 9. Perancangan Perangkat Keras Keseluruhan

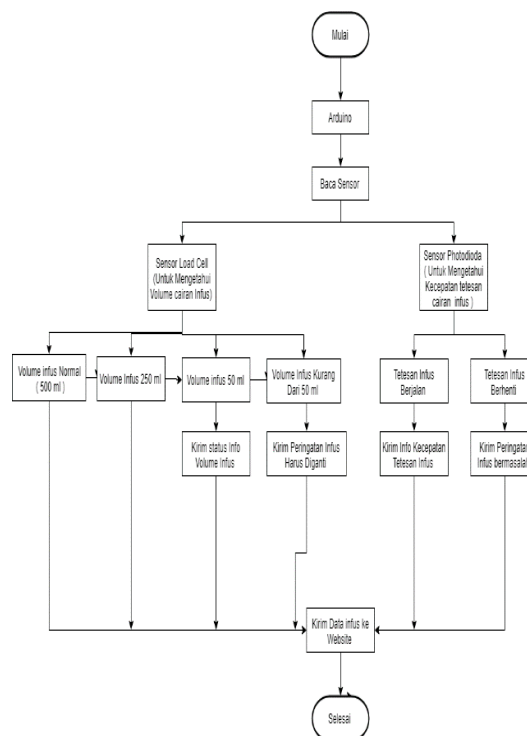
Tabel 1. Hubungan antar Komponen pada Keseluruhan Sistem

| Hardware | Pin | Arduino |
|-------------------------|----------------------|---------|
| Ethernet Shield | Pin 12 | Pin 12 |
| | Pin 11 | Pin 11 |
| | Pin 10 | Pin 10 |
| | SOCS | Pin 4 |
| Sensor LED & Photodioda | Anoda (Long Pin) | 5V |
| | | A2 |
| | Katoda (Short Pin) | GND |

| | | |
|------------------|-----|-------|
| Sensor Load cell | GND | GND |
| | DT | Pin 3 |
| | SCK | Pin 2 |
| | VCC | 5V |

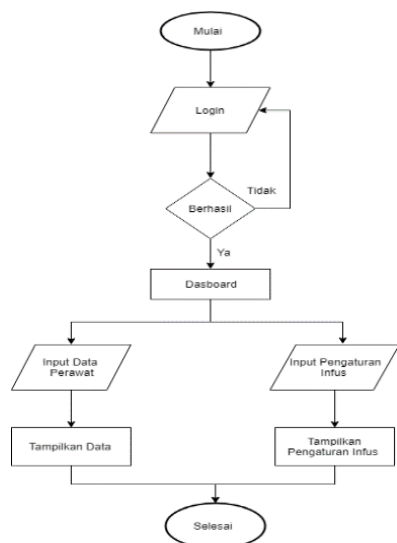
4.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak terdiri dari 2, yaitu prancangan perangkat lunak arduino dan perancangan perangkat lunak *website*. Diagram alir pada Gambar 10 menunjukkan alur kerja arduino disesuaikan dengan perangkat lunak yang akan dirancang.



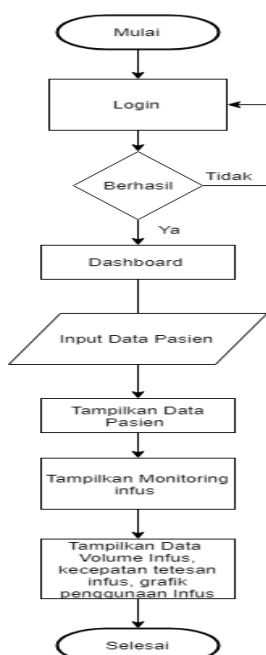
Gambar 10. Flowchart Program Arduino

Sedangkan perancangan aplikasi antarmuka *website* digunakan untuk menampilkan data volume cairan intravena (infus), kecepatan tetesan serta data-data pasien yang dirawat. Perancangan aplikasi antarmuka *website* terbagi menjadi 2 yaitu perancangan antarmuka *website admin* dan perancangan antarmuka *website* untuk pengguna. Diagram alir untuk antarmuka web untuk *admin* dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Flowchart Aplikasi Antarmuka Website untuk Admin

Sedangkan perancangan antarmuka website untuk pengguna dapat dilihat pada Gambar 12. Perancangan antarmuka website untuk pengguna ini dimulai dari pengguna terlebih dahulu login dengan password dan username yang telah dibuat. Pada halaman utama website terdapat beberapa proses yaitu proses menginput data perawat, input data pengaturan cairan intravena (infus) yang harus diisi oleh admin dan kemudian akan ditampilkan di halaman dashboard website.



Gambar 12. Flowchart Aplikasi Antarmuka Website untuk Pengguna

4.5 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Perancangan Mekanik

Penjelasan perancangan mekanik pada Gambar 13 yaitu:

1. Sensor *load cell* merupakan sensor berat untuk mengetahui jumlah volume dari cairan infus pada botol.
2. Sensor LED & *photodiode* merupakan sensor yang dapat membaca dan mengirimkan data hasil kecepatan tetesan cairan infus.
3. *Ethernet shield* menambah kemampuan *arduino board* agar terhubung ke jaringan komputer.
4. Arduino berfungsi untuk mengontrol semua aktivitas dalam sistem kontrol yang didesain.

5. IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN

5.1 Implementasi dan Pengujian Perangkat Keras

Perangkat keras digunakan sebagai acuan dalam pembuatan program maupun pengolahan data karena untuk dapat mengimplementasikan sistem yang telah dirancang, maka diperlukan perangkat keras yang sesuai dengan sistem yang akan dibuat.

5.1.1 Implementasi dan Pengujian Pengukuran Volume Infus.

Implementasi dan pengujian volume cairan intravena (infus) menggunakan sensor *load cell* dilakukan dengan 25 kali pengukuran. Pengujian sensor *load cell* dapat dilihat pada

Gambar 14. Kemudian, hasil dari 25 kali pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 14. Pengujian Sensor *Load Cell*

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor *Load Cell*

| Pengujian | Volume Alat Ukur Manual (ml) | Volume Alat (ml) | Nilai Error (%) |
|-----------|------------------------------|------------------|------------------|
| 1 | 100 | 99 | 1.000 |
| 2 | 100 | 100 | 0.000 |
| 3 | 100 | 101 | 0.010 |
| 4 | 100 | 98 | 0.020 |
| 5 | 100 | 97 | 0.030 |
| 6 | 200 | 202 | 0.010 |
| 7 | 200 | 201 | 0.005 |
| 8 | 200 | 200 | 0.000 |
| 9 | 200 | 199 | 0.005 |
| 10 | 200 | 199 | 0.005 |
| 11 | 300 | 305 | 0.016 |
| 12 | 300 | 299 | 0.003 |
| 13 | 300 | 300 | 0.000 |
| 14 | 300 | 301 | 0.003 |
| 15 | 300 | 298 | 0.006 |
| 16 | 400 | 400 | 0.000 |
| 17 | 400 | 396 | 0.010 |
| 18 | 400 | 401 | 0.002 |
| 19 | 400 | 398 | 0.005 |
| 20 | 400 | 399 | 0.002 |
| 21 | 500 | 499 | 0.002 |
| 22 | 500 | 498 | 0.004 |
| 23 | 500 | 497 | 0.006 |
| 24 | 500 | 500 | 0.000 |
| 25 | 500 | 501 | 0.002 |
| Rata-Rata | | | 0.04584 % |

Tabel 2 merupakan hasil perbandingan dari hasil pengukuran yang diambil secara manual dan hasil pengukuran yang telah didapat dari sensor. Berdasarkan hasil pengujian volume cairan infus pada Tabel 2 menggunakan gelas ukur dan pengukuran dari alat diperoleh nilai *error* sebesar 0,04584%.

5.1.2 Implementasi dan Pengujian Sensor LED dan *Photodiode*.

Implementasi dan pengujian kecepatan tetesan cairan intravena (infus) menggunakan sensor LED & *photodiode* untuk mengetahui kecepatan tetesan cairan infus yang menetes dalam satuan mililiter per detik yang melewati *drip chamber* pada infus dari dalam botol Infus. Pengujian sensor LED & *photodiode* dapat dilihat pada Gambar 15. Kemudian, hasil pengujian sensor LED & *photodiode* untuk mengetahui kecepatan tetesan cairan intravena (infus) dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 15. Pengujian Sensor LED & *Photodiode*

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor LED & *Photodiode*

| Pengujian | Pengujian Volume Cairan | | Keadaan Cairan Infus | Sensor <i>photodiode</i> |
|-----------|-------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| | Erlen meyer (ml) | Sensor Load Cell (ml) | | |
| 1 | 100 | 99 | Menetes | Menyala |
| 2 | 100 | 100 | Menetes | Menyala |
| 3 | 100 | 101 | Menetes | Menyala |
| 4 | 100 | 98 | Menetes | Menyala |
| 5 | 100 | 97 | Menetes | Menyala |
| 6 | 200 | 202 | Menetes | Menyala |
| 7 | 200 | 201 | Menetes | Menyala |
| 8 | 200 | 200 | Menetes | Menyala |
| 9 | 200 | 199 | Menetes | Menyala |
| 10 | 200 | 199 | Menetes | Menyala |
| 11 | 300 | 305 | Menetes | Menyala |
| 12 | 300 | 299 | Menetes | Menyala |
| 13 | 300 | 300 | Menetes | Menyala |
| 14 | 300 | 301 | Menetes | Menyala |
| 15 | 300 | 298 | Menetes | Menyala |
| 16 | 400 | 400 | Menetes | Menyala |
| 17 | 400 | 396 | Menetes | Menyala |
| 18 | 400 | 401 | Menetes | Menyala |
| 19 | 400 | 398 | Menetes | Menyala |
| 20 | 400 | 399 | Menetes | Menyala |
| 21 | 500 | 499 | Menetes | Menyala |

| | | | | |
|----|-----|-----|---------|---------|
| 22 | 500 | 498 | Menetes | Menyala |
| 23 | 500 | 497 | Menetes | Menyala |
| 24 | 500 | 500 | Menetes | Menyala |
| 25 | 500 | 501 | Menetes | Menyala |

5.1.3 Implementasi dan Pengujian *Ethernet Shield*

Implementasi konektivitas arduino dengan komputer menggunakan modul *ethernet shield* dalam jaringan LAN bertujuan untuk mengetahui apakah arduino dapat terhubung dan berkomunikasi dengan komputer melalui jaringan LAN begitu pula sebaliknya. Hasil konektivitas menggunakan *ethernet shield* dapat dilihat pada Gambar 16.

```

Microsoft Windows [Version 10.0.17134.950]
(c) 2018 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\User>ping 192.168.10.102

Pinging 192.168.10.102 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.10.102: bytes=32 time=6ms TTL=128
Reply from 192.168.10.102: bytes=32 time=5ms TTL=128
Reply from 192.168.10.102: bytes=32 time=2ms TTL=128
Reply from 192.168.10.102: bytes=32 time=2ms TTL=128
    
```

Gambar 16. Hasil Konektivitas *Ethernet Shield*

5.2 Implementasi Perangkat Lunak

5.2.1 Implementasi dan Pengujian Perangkat Lunak Arduino

Implementasi perangkat lunak arduino dilakukan untuk mengetahui pada penelitian apakah aplikasi program Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) dapat menjalankan fungsi *verify/compile* terhadap kode program yang telah dibuat. Implementasi dan pengujian perangkat lunak arduino dapat dilihat pada Gambar 17.

```

// #include <SPI.h>
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>

unsigned long last=0, interval=2000;
String device_id = "4", data;
//Ethernet
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0x0A };
EthernetClient client;
IPAddress ip(192, 168, 0, 7); //ip alat
//IPAddress server(192, 168, 0, 1);
char server[] = "www.sinofus.com";
//.....

//baca sensor berat loadcell
#include <GSM711.h>
const byte hm711_data_pin = A2, hm711_clock_pin = A3;
GSM711 hm711(hm711_data_pin, hm711_clock_pin);
//.....

//baca sensor tetes infus
const byte interrupt_pin = 3;
volatile double tetes_counter;
double a,b,m,tetes;
double ml_drop = 0.15; //kalibrasi volume (ml) per tetes : 15 tetes untuk 1 ml
//.....

void setup() {
// PUT YOUR SETUP CODE HERE, TO RUN ONCE:
}
    
```

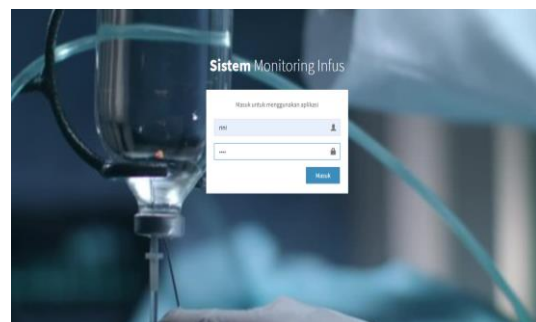
Gambar 17. Hasil Implementasi dan Pengujian Arduino

5.2.2 Implementasi dan Pengujian Perangkat Lunak Antarmuka *Website*.

Antarmuka *website* berfungsi sebagai sistem informasi dan pencatatan data monitoring infus pada pasien. *Website* yang terhubung dengan Arduino dapat menerima data volume cairan infus dan kecepatan tetesan dari sensor dan ditampilkan pada *website*. Halaman *website* terdiri dari halaman *login*, halaman *dashboard* dan halaman grafik pasien.

1. Antarmuka Halaman *Login*

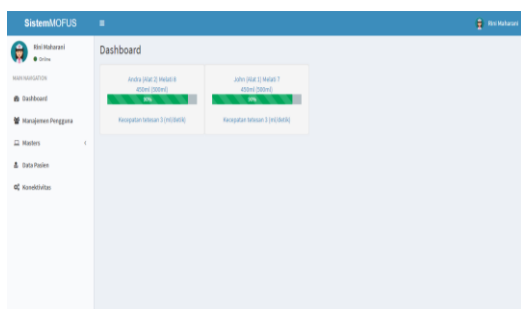
Halaman *login* adalah halaman yang dibuat untuk membatasi hak akses pengguna dalam sistem monitoring infus, sehingga hanya pengguna dan *admin* yang bisa masuk kedalam aplikasi. Halaman *login* yang dapat diisi oleh *admin* maupun *user* dengan menggunakan *username* dan *password* yang telah diinputkan oleh *admin*. Tampilan halaman *login* dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Tampilan Halaman *Login*

2. Halaman *Dashboard*

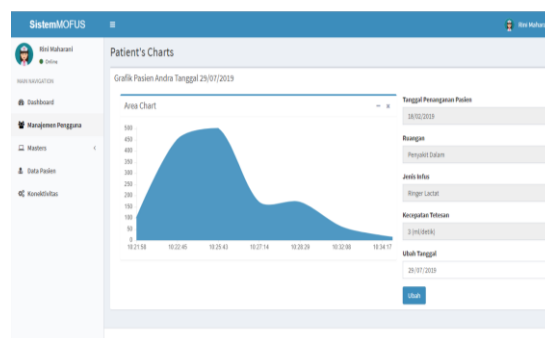
Tampilan Halaman ini merupakan tampilan halaman *dashboard* monitoring volume dan kecepatan tetesan cairan intravena (infus). Tampilan *progress bar* pada halaman *dashboard* dapat berubah warna sesuai dengan jumlah volume cairan infus yaitu warna "Hijau" menandakan cairan infus dalam keadaan 100%-50%, warna kuning 49%-10%, warna merah 11%-0% dengan volume cairan ± 50ml maka alarm pada sistem *website* akan berbunyi dan tampilan *progress bar* berkedip. Apabila kecepatan tetesan cairan infus tidak berjalan atau berhenti maka sistem *website* akan memberikan alarm peringatan berupa bunyi dan *progress bar* juga akan berkedip-kedip. Tampilan halaman *dashboard* dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Tampilan Halaman *Dashboard*

3. Halaman Grafik Pasien

Halaman grafik pasien merupakan halaman yang dapat dibuka dengan cara mengklik *progress bar* monitoring pasien pada halaman *dashboard*. Halaman grafik pasien menampilkan data-data pasien seperti, tanggal penanganan pasien, ruangan pasien dirawat, jenis infus yang digunakan, serta kecepatan tetesan cairan infus serta grafik perkembangan volume cairan infus. Tampilan halaman grafik pasien dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Halaman Grafik Pasien

5.3 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian ini dilakukan dengan melihat kesesuaian kerja sistem dengan perancangan, integrasi *hardware-software*, dan kinerja dari alat yang dibuat. Pengujian dimulai dari pengujian volume cairan menggunakan perangkat elektronik (sensor *load cell*) melihat respon sensor LED dan *photodiode* dalam membaca kecepatan tetesan cairan infus yang keluar dari botol infus dan antarmuka *website* serta melihat respon ketika pengukuran sedang berlangsung. Hasil pengujian keseluruhan sistem dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

| No | Volume (ml) | Waktu Jam/menit/detik | Kecepatan tetesan (ml/detik) | Tampilan Dashboard |
|----|-------------|-----------------------|------------------------------|--------------------|
| 1 | 500 | 16:24:20 | 0,23 | |
| 2 | 285 | 16:39:49 | 0,23 | |
| 3 | 200 | 16:42:26 | 0,35 | |
| 4 | 182 | 16:42:53 | 0,23 | |
| 5 | 149 | 16:43:52 | 0,23 | |

| | | | | |
|----|-----|----------|------|---|
| 6 | 100 | 16:45:44 | 0,23 |  |
| 7 | 53 | 16:48:51 | 0,23 |  |
| 8 | 50 | 16:48:57 | 0,23 |  |
| 9 | 20 | 16:50:33 | 0,23 |  |
| 10 | 0 | 16:52:32 | 0 |  |

Tabel 4 merupakan tabel hasil pengukuran pengujian keseluruhan sistem. Pada pengujian volume cairan infus dengan menggunakan sensor *load cell* dapat membaca volume cairan infus didalam botol dari 500 ml hingga 0 ml. Pengujian kecepatan tetesan yang dilakukan oleh sensor LED dan *photodiode* dapat membaca kecepatan tetesan yaitu 0,23ml/detik dan 0,35ml/detik dengan jeda waktu pengiriman data setiap 3 detik.

5.4 Analisis Pengujian

Dari keseluruhan hasil pengujian yang telah dilakukan oleh sistem monitoring dan peringatan volume cairan infus, dapat berfungsi sesuai dengan perancangan yang telah dibuat sebelumnya. Parameter analisis hasil pengujian penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5 Analisis Pengujian

| No | Pengujian | Proses | Hasil Yang Diharapkan | Keterangan |
|----|--|---|--|------------|
| 1 | Pengujian Sensor <i>Load Cell</i> | Menghitung jumlah selisih volume cairan infus dengan alat ukur standar (gelas erlenmeyer). | Sensor <i>load cell</i> dapat menghitung jumlah volume infus dengan tepat, serta selisih yang sedikit dengan alat ukur standar. | Berhasil |
| 2 | Pengujian Sensor LED dan <i>Photodiode</i> | Pengamatan terhadap kinerja sensor LED & <i>photodiode</i> dalam memberikan data kecepatan tetesan cairan infus yang melewati <i>drip chamber</i> . | Sensor dapat memberikan data kecepatan tetesan cairan infus yang melewati <i>drip chamber</i> dan menampilkan pada antarmuka <i>website</i> . | Berhasil |
| 3 | Pengujian <i>Ethernet Shield</i> | Pengamatan terhadap konektivitas <i>ethernet shield</i> dalam menampilkan hasil pembacaan sensor ke arduino dan diteruskan pada <i>website</i> . | <i>Ethernet shield</i> dapat terkoneksi dengan baik serta dapat mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke arduino dan kemudian diteruskan ke <i>website</i> . | Berhasil |

| | | | | |
|---|-----------------------------|---|--|----------|
| 4 | Pengujian antarmuka Website | Dilakukan pengujian mengkoneksikan <i>website</i> pada arduino serta memasukan data yang diperlukan ke antarmuka <i>website</i> serta mengamati hasilnya. | <i>Website</i> terkoneksi dengan arduino, dapat menerima data hasil masing-masing sensor dari arduino dan kemudian ditampilkan pada <i>website</i> . | Berhasil |
|---|-----------------------------|---|--|----------|

6. PENUTUPAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan proses perancangan, implementasi dan pengujian sistem monitoring dan peringatan volume cairan intravena (infus) pada pasien menggunakan arduino berbasis *website* maka, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah dibuat sebuah sistem monitoring dan peringatan cairan intravena (infus) pada pasien yang dapat mengetahui dan mengontrol volume cairan infus dengan menggunakan sensor *load cell* serta mengetahui kecepatan tetesan cairan infus dengan menggunakan sensor LED & *photodiode*.
2. Data hasil pembacaan deteksi masing-masing sensor dikirimkan menggunakan *ethernet shield* dengan menerapkan API sebagai mode komunikasi data yang akan dikirimkan dan ditampilkan pada antarmuka *website*.
3. Sistem dapat memberikan alarm peringatan berupa bunyi ketika volume volume cairan infus sudah mencapai batas minimal yang telah ditentukan yaitu sebesar $\pm 50\text{ml}$.
4. Nilai *error* yang dihasilkan pada pengujian antara alat ukur manual (gelas erlenmeyer) dengan pengukuran menggunakan *load cell* didapat hasil sebesar 0,04584%.

6.2 Saran

Adapun saran untuk perbaikan dan pengembangan dari tugas akhir ini adalah:

1. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan menggunakan esp8266 untuk meminimalisir penggunaan kabel UTP dan mempermudah instalasi alat dalam ruangan.
2. Menambahkan pengaman disisi sensor *load cell*, agar terjadi proteksi saat selang infus ditarik oleh pasien, sensor *load cell* tidak membaca tarikan tersebut sebagai berat dari botol infus.

3. Disarankan dapat dibuat aplikasi berbasis android sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan pengontrolan dan pemantauan infus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aryawi, "Cairan Infus," 2009.
- [2] Dermawan, "Amino dan Protein," 2008.
- [3] C. Waitt, "Intravenous Therapy," Postgrad Med J, pp. Volume 80 Hal 1-6, 2004.
- [4] R. Agussalim, "Monitoring Cairan Infus Berdasarkan Indikator Kondisi Dan Cairan Infus Menggunakan Jaringan Wifi," Jurnal Ilmiah ILKOM, p. Volume 8 Nomor 3, 2016.
- [5] B. Kokoh, "Rancang Bangun Alat Pengaturan Jumlah Tetesan Infus Pada Pasien Dan Monitoring Jarak Jauh Dengan PC," Jurnal Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.
- [6] Syahrul, "Sistem Pemantauan Infus Pasien Terpusat," Jurnal Teknik Komputer, p. Volume 17 No 1, 2009.
- [7] S. Azwar, Sikap Manusia Teori dan Pengukurannya, Jogjakarta: Pustaka Pelajar Offset, 2009.
- [8] Poltekkes-smg.ac.id. (2017, Desember 25). Macam-macam Cairan Infus. Retrieved from www.poltekkes-smg.ac.id/macam-macam-cairan-infus
- [9] Arduino, "Arduino," 12 Desember 2017. <https://www.arduino.cc/en/main/software>
- [10] F. Djuandi, Pengenalan Arduino, Jakarta: Penerbit Elexmedia, 2011.
- [11] Ichwan. (2013). Pembangunan Prototipe Sistem Pengendali Peralatan Listrik Pada Platform Android., No 1 Volume 4.
- [12] Cempaka, F., Muid, A., & Ruslianto, I. (2016). Rancang Bangun Lengan Robot Sebagai Alat Pemindah Barang Berdasarkan Warna Menggunakan Sensor Fotodiode. *Jurnal Coding, Sistem Komputer*, Volume 4, No 1, hal 57-67.

- [13] Y. Susanthi, "Sistem Penimbangan otomatis Menggunakan Mikrokontroler Atmega1," Bandung: Universitas Kristen Maranatha, 2010.
- [14] A. Wahyudi, "Perbandingan Nilai Ukur Sensor *Load Cell* pada Alat Penyortir Buah Otomatis Terhadap Timbangan Manual," pp. Volume 1 Hal 1-6, 2017.
- [15] Sarwosri , "Rancang Bangun Aplikasi Perangkat Bergerak berbagi Foto Berbasis Android menggunakan API Facebook, Flickr dan Picasa," Jurnal Teknik Pommits, pp. 1-4, 2012.