

## Alat Pemantau Kondisi Infus Dengan *Internet Of Things (IoT)* Berbasis Mikrokontroler ATmega16

<sup>a</sup>Miftachul Ulum, <sup>b</sup>Achmad Fiqhi Ibadillah, <sup>c</sup>Hirvy Nurul Anwar

<sup>a,b,c</sup>Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura

Jl. Raya Telang PO BOX 2 Kamal, Madura

E-mail: <sup>a</sup>mif\_ulum21@yahoo.com, <sup>b</sup>fiqhi.achmad@gmail.com, <sup>c</sup>hirvyanwar@gmail.com

### Abstrak

Dalam dunia medis, infus adalah alat yang paling sering digunakan. Infus berfungsi untuk memasukkan cairan melalui pembuluh vena sebagai nutrisi untuk pasien yang tidak bisa memenuhi nutrisi dengan cara makan. Nutrisi yang diberikan disesuaikan dengan kebutuhan pasien. Pemberian infus yang tidak tepat, tentunya akan berdampak pada pasien. Maka dari itu, perawat selalu melakukan pemeriksaan terhadap kondisi cairan infus di ruang pasien dan masih dilakukan manual. Pemeriksaan yang dilakukan adalah kondisi kecepatan tetesan dan sisa cairan infus. Untuk mempermudah pekerjaan perawat, maka dibuat sebuah alat untuk melakukan pemeriksaan terhadap kondisi infus, sekaligus mengatur kecepatan tetesan sesuai *setpoint*. Untuk memeriksa kondisi tetesan, dipasang sensor yang terdiri dari LED (*Light Emitting Diode*) *infrared* dan *Photodiode*. Untuk mengetahui sisa cairan infus, dipasang sensor *load cell* sehingga sisa cairan dapat diketahui dalam satuan mililiter (ml). Sedangkan aksi yang diberikan ketika kondisi tetesan tidak sesuai adalah dengan menggunakan motor servo sebagai penjepit selang. Data hasil pembacaan sensor kemudian diproses di sebuah perangkat mikrokontroler ATmega16 yang telah dipasang modul *Wi-Fi* ESP8266-01. Data yang telah diproses kemudian ditampilkan di komputer. Alat dapat menghitung tetesan dengan *error* rata-rata 0.59%, mendeteksi sisa cairan dengan *error* rata-rata 0.83% serta dapat mengirimkan data dengan waktu paling cepat 30 detik.

Kata kunci: infus, *infrared*, *photodiode*, *load cell*, ESP8266-01, atmega16

### PENDAHULUAN

Terapi infus adalah metode pemberian nutrisi ke dalam tubuh berupa sejumlah cairan yang dilakukan dengan sebuah jarum yang ditusukkan ke pembuluh vena (pembuluh balik) pasien untuk tujuan menggantikan cairan atau zat-zat yang hilang dari dalam tubuh pasien. Pada terapi infus, penentuan jumlah tetesan per menit pada infus sangat penting. Tetesan infus harus disesuaikan dengan jenis larutan atau cairan infus serta kebutuhan pasien. Salah satu faktor yang menyebabkan pemberian tetesan infus tidak optimal adalah tidak konsistennya dosis atau jumlah tetesan per menit. Hal ini disebabkan oleh pengawasan yang kurang maksimal oleh perawat.

Terapi infus dilakukan untuk pemberian obat yang tidak dapat dilakukan melalui proses oral atau intramuskular. Kondisi ini pada umumnya dijumpai pada pasien dalam kondisi tidak bisa menelan makanan, tidak sadar,

dehidrasi atau syok. Tujuan lain dari terapi infus adalah untuk mengatur keseimbangan asam basa, memperbaiki volume komponen-komponen darah, memberi jalan masuk untuk pemberian obat-obatan ke dalam tubuh, memonitor tekan *vena central* (cvp), serta memberikan nutrisi ketika sistem pencernaan diistirahatkan.

Agar pemberian infus sesuai dengan dosis yang ditentukan, maka dibuatlah alat pengatur tetesan infus berbasis mikrokontroler yang dapat dimonitoring menggunakan jaringan internet pada ruang perawat. Alat ini berfungsi untuk memberi informasi tentang kondisi infus yang terdapat di ruang pasien, baik kondisi kecepatan tetesan infus atau sisa cairan infus.

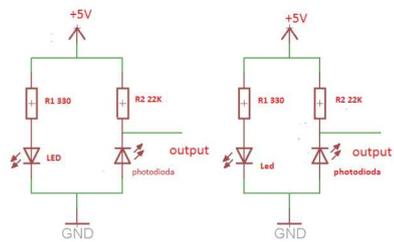
### BAHAN DAN METODE

Metode penelitian meliputi perancangan perangkat keras dan metode pengujian.

**Perancangan Perangkat Keras**

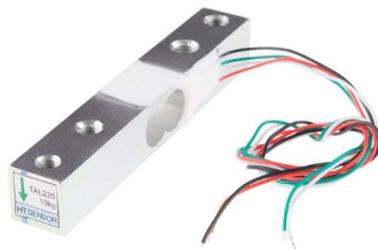
Perangkat keras yang digunakan pada alat pemantau kondisi infus ini berupa chip mikrokontroler AVR ATmega16 dan dua buah sensor, yaitu sensor pendeteksi tetesan dan sisa cairan infus. Selain itu juga terdapat motor servo yang berfungsi sebagai penjepit selang infus.

Sensor tetesan infus terdiri dari rangkaian LED *infrared* dan photodiode. Sensor bekerja ketika terdapat objek yang menghalangi sinar *infrared* yang dipancarkan LED menuju photodiode. Sensor ini dipasang di bagian *drip chamber*. Rangkaian sensor tetesan dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 2. 1. Rangkaian Sensor Tetesan

Sedangkan sensor pendeteksi sisa cairan menggunakan sensor *loadcell*. Sehingga sisa cairan infus dapat diketahui dengan pasti dalam satuan mililiter (ml). Sensor *loadcell* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2. Sensor Loadcell

Kedua data pembacaan sensor tersebut kemudian diproses pada sebuah chip mikrokontroler AVR ATmega16 untuk menghasilkan sebuah aksi pada motor servo yang berfungsi sebagai penjepit selang.

Motor servo berfungsi untuk menyesuaikan tetesan permenit pada *drip chamber* agar sesuai dengan *setpoint* yang diberikan. Ketika tetesan lebih cepat daripada set point, maka servo akan menjepit selang hingga tetesannya melambat menuju *setpoint*. Ketika tetesan lebih lambat, maka servo akan melonggarkan selang hingga tetesan semakin cepat menuju *setpoint*.

Selain itu, hasil pembacaan kedua sensor tersebut kemudian dikirimkan ke server *thingspeak.com* oleh modul *Wi-Fi* ESP8266-01. Data yang berhasil dikirim kemudian akan diambil dan diolah oleh Microsoft Visual Studio 2010 yang berfungsi sebagai GUI (*Graphical User Interface*).

**Metode Pengujian**

Pengujian yang dilakukan pada alat pemantau kondisi infus ini meliputi pengujian sensor tetesan, pengujian sensor *loadcell*, pengujian pengiriman data dan pengujian motor servo sebagai penjepit selang infus.

Pengujian sensor tetesan dilakukan untuk mengetahui apakah sensor sudah bekerja dengan baik atau tidak, sekaligus untuk membandingkan hasil pembacaan sensor dan hasil pembacaan manual.

Pengujian sensor *loadcell* dilakukan untuk mengetahui apakah sensor sudah bekerja dengan baik atau tidak. Sekaligus membandingkan hasil pembacaan sensor *loadcell* dengan timbangan digital yang dijual di pasaran.

Pengujian pengiriman data dilakukan untuk mengetahui apakah data pembacaan sensor sudah dikirim dengan semestinya atau tidak.

Sedangkan pengujian motor servo sebagai penjepit selang berfungsi untuk mengetahui apakah motor servo dapat menjaga tetesan infus tetap stabil sesuai batas atas (max) dan batas bawah (min) dari *setpoint* tetesan yang telah ditetapkan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil**

Setelah pengujian-pengujian tersebut dilakukan, yaitu pengujian sensor tetesan, pengujian sensor *loadcell*, pengujian pengiriman data dan pengujian motor servo dilakukan, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. 1. Hasil Pengujian Sensor Tetesan

| No. | Manual         | Pembacaan Sensor |
|-----|----------------|------------------|
| 1   | 10 tetes/menit | 10 tetes/menit   |
| 2   | 15 tetes/menit | 15 tetes/menit   |
| 3   | 18 tetes/menit | 18 tetes/menit   |

|    |                |                |
|----|----------------|----------------|
| 4  | 23 tetes/menit | 23 tetes/menit |
| 5  | 24 tetes/menit | 24 tetes/menit |
| 6  | 28 tetes/menit | 29 tetes/menit |
| 7  | 30 tetes/menit | 30 tetes/menit |
| 8  | 33 tetes/menit | 33 tetes/menit |
| 9  | 39 tetes/menit | 40 tetes/menit |
| 10 | 34 tetes/menit | 34 tetes/menit |

Setelah dilakukan pengujian sensor tetesan, kemudian dilakukan perhitungan *error* untuk mengetahui tingkat kesalahan dari pembacaan sensor tetesan. Perhitungan kesalahan dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$error \% = \frac{manual-mikrokontroler}{mikrokontroler} \times 100(1)$$

Nilai *error* konversi pada mikrokontroler ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2. Hasil Perhitungan *Error* Sensor Tetesan

| No.                    | Tetes/menit    | Error % |
|------------------------|----------------|---------|
| 1                      | 10 tetes/menit | 0 %     |
| 2                      | 15 tetes/menit | 0 %     |
| 3                      | 18 tetes/menit | 0 %     |
| 4                      | 23 tetes/menit | 0 %     |
| 5                      | 24 tetes/menit | 0 %     |
| 6                      | 28 tetes/menit | 3.45 %  |
| 7                      | 30 tetes/menit | 0 %     |
| 8                      | 33 tetes/menit | 0 %     |
| 9                      | 39 tetes/menit | 2.5 %   |
| 10                     | 34 tetes/menit | 0 %     |
| Rata-rata <i>error</i> |                | 0.595 % |

Pengujian selanjutnya adalah pengujian sensor *loadcell*. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk membandingkan hasil pembacaan sensor *loadcell* pada sistem pemantau kondisi infus dengan timbangan digital yang ada di pasaran. Setelah data hasil pengujian didapatkan, kemudian dilakukan perhitungan kesalahan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor. Berikut tabel hasil perhitungan kesalahan pada sensor *loadcell*. Berikut ini adalah tabel hasil pengujian sensor *loadcell*.

Tabel 2. 3. hasil pengujian sensor *loadcell*

| No.                    | Timbangan digital | Loadcell | Error   |
|------------------------|-------------------|----------|---------|
| 1                      | 44 gr             | 43 gr    | 2.32 %  |
| 2                      | 65 gr             | 65 gr    | 0 %     |
| 3                      | 102 gr            | 102 gr   | 0 %     |
| 4                      | 61 gr             | 61 gr    | 0 %     |
| 5                      | 77 gr             | 77 gr    | 0 %     |
| 6                      | 136 gr            | 137 gr   | 0.73 %  |
| 7                      | 55 gr             | 54 gr    | 1.85 %  |
| 8                      | 95 gr             | 94 gr    | 1.06 %  |
| 9                      | 175 gr            | 174 gr   | 0.57 %  |
| 10                     | 150 gr            | 149 gr   | 0.67 %  |
| Rata-rata <i>error</i> |                   |          | 0.836 % |

Pengujian selanjutnya adalah pengujian pengiriman data ke server internet thingspeak.com dengan menggunakan modul *Wi-Fi* ESP8266-01. Pengujian tersebut untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data ke server sekaligus mengetahui waktu tercepat dan waktu paling lambat untuk sekali pengiriman data. Adapun hasil pengujiannya dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2. 4. Hasil Pengujian Pengiriman Data ke Internet

| No. | Data    | Waktu            |                       | Jeda  |
|-----|---------|------------------|-----------------------|-------|
|     |         | Pembacaan sensor | Server thingspeak.com |       |
| 1   | 2 t/m   | 12:59:00         | 12:59:43              | 43 s  |
| 2   | 8 t/m   | 13:02:00         | 13:03:06              | 66 s  |
| 3   | 58 t/m  | 13:05:00         | 13:05:45              | 45 s  |
| 4   | 25 t/m  | 13:07:00         | 13:08:03              | 63 s  |
| 5   | 49 t/m  | 13:09:30         | 13:10:23              | 53 s  |
| 6   | 30 t/m  | 13:12:00         | 13:12:43              | 43 s  |
| 7   | 36 t/m  | 13:14:00         | 13:16:03              | 123 s |
| 8   | 15 t/m  | 13:51:30         | 13:52:32              | 92 s  |
| 9   | 133 t/m | 13:55:00         | 13:55:50              | 50 s  |

|    |         |          |          |      |
|----|---------|----------|----------|------|
| 10 | 78t/m   | 13:57:00 | 13:57:30 | 30 s |
| 11 | 102 t/m | 14:02:00 | 14:03:11 | 71 s |
| 12 | 73 t/m  | 14:05:00 | 14:05:52 | 52 s |
| 13 | 134 t/m | 14:14:30 | 14:15:28 | 58 s |
| 14 | 50 t/m  | 14:16:30 | 14:17:30 | 60 s |
| 15 | 42 t/m  | 14:18:30 | 14:19:02 | 32 s |

Pengujian yang terakhir adalah pengujian motor servo sebagai penjepit selang. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah penjepit selang otomatis dapat membuat tetesan infus stabil, yaitu tidak melebihi batas maksimum dan minimum dari *setpoint*. Batas maksimum dari *setpoint* adalah nilai *setpoint* ditambah 4, sedangkan batas minimum adalah nilai *setpoint* dikurangi 4. Hasil pengujiannya sebagai berikut.

Tabel 2. 5. Hasil Pengujian Penjepit Selang Otomatis

| Menit ke - n | Set point | Max | Min | Hasil Pembacaan Sensor |
|--------------|-----------|-----|-----|------------------------|
| 1            | 32        | 36  | 28  | 31 t/m                 |
| 2            |           |     |     | 30 t/m                 |
| 3            |           |     |     | 29 t/m                 |
| 4            |           |     |     | 29 t/m                 |
| 5            |           |     |     | 28 t/m                 |
| 1            | 20        | 24  | 16  | 16 t/m                 |
| 2            |           |     |     | 15 t/m                 |
| 3            |           |     |     | 18 t/m                 |
| 4            |           |     |     | 18 t/m                 |
| 5            |           |     |     | 17 t/m                 |
| 1            | 24        | 28  | 20  | 24 t/m                 |
| 2            |           |     |     | 16 t/m                 |
| 3            |           |     |     | 21 t/m                 |
| 4            |           |     |     | 15 t/m                 |
| 5            |           |     |     | 26 t/m                 |
| 1            | 91        | 95  | 87  | 88 t/m                 |
| 2            |           |     |     | 88 t/m                 |
| 3            |           |     |     | 88 t/m                 |
| 4            |           |     |     | 87 t/m                 |
| 5            |           |     |     | 88 t/m                 |

**Pembahasan**

Pada sistem pemantau sekaligus pengatur infus otomatis ini dilakukan empat macam pengujian yang meliputi setiap komponen penting sistem, yaitu pengujian pembacaan sensor tetesan infus, sensor pendeteksi sisa cairan infus, pengiriman data ke internet dan pengujian penjepit selang otomatis.

Pengujian yang pertama adalah pengujian sensor tetesan infus. Untuk mendapatkan satuan tetes permenit, dilakukan perhitungan waktu jeda antar tetesan. Adapun persamaan untuk konversi menjadi satuan tetes/menit adalah:

$$tetes/menit = \frac{60000 \text{ ms}}{jeda \text{ ms}} \dots\dots\dots(2)$$

Setelah dilakukan pengujian, didapatkan hasil seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.1 dan 2.2. data hasil pengujian menunjukkan bahwa sebagian besar data hasil konversi tetesan permenit oleh mikrokontroler sudah sesuai dengan perhitungan tetesan permenit secara manual. Namun, dari 10 data sampel yang diambil secara acak, masih terdapat 2 sampel yang tidak sesuai dengan perhitungan manual. Hal ini dapat disebabkan oleh perhitungan konversi mikrokontroler yang kurang baik sehingga memengaruhi hasil konversi. Hasil perhitungan *error* dilakukan untuk mengetahui berapa persentase kesalahan pada sistem dan didapatkan *error* rata-rata 0.595 %.

Pengujian yang kedua adalah pengujian sensor *loadcell* sebagai pendeteksi sisa cairan infus. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil konversi mikrokontroler dengan hasil pembacaan timbangan digital yang dijual di pasaran. Data hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat 7 dari 10 data yang nilai persentasenya kurang dari 1 % dan mendapatkan nilai rata-rata kesalahan sebesar 0.836 %.

Pengujian ketiga adalah pengujian pengiriman data pembacaan sensor ke server *thingspeak.com*. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2.4. Didapatkan bahwa pengiriman data tercepat adalah selama 30 detik dan waktu pengiriman data terlama adalah 123 detik. Perbedaan waktu pengiriman ini dipengaruhi oleh koneksi internet pada modul *Wi-Fi* dan komputer yang dipakai. Selain itu, setiap perintah pengiriman data membutuhkan delay yang ideal agar tidak terlalu lambat dan tidak terlalu cepat. Delay yang terlalu lambat mengakibatkan pengiriman tidak efektif, sedangkan jika terlalu cepat akan mengakibatkan jaringan sibuk dan data sensor tidak terkirim.

Pengujian terakhir adalah pengujian penjepit selang otomatis dengan menggunakan motor servo. Servo akan bergerak menjepit atau

melonggarkan selang berdasarkan *setpoint* yang telah ditentukan. Data hasil pembacaan sensor tetesan permenit akan dibandingkan dengan nilai maksimum dan minimum. Jika melebihi nilai maksimum, servo akan menjepit selang sehingga tetesannya melambat. Jika kurang dari nilai minimum, maka selang akan dilonggarkan sehingga tetesan semakin cepat menuju *setpoint*. Pengujian dilakukan dengan cara pengambilan data setiap satu menit sekali dan mencatat data hasil deteksi sensor. Berdasarkan data yang diperoleh, tetesan 3 kali mengalami kondisi diluar batas atas dan bawah tetesan. Namun, sesaat setelahnya, tetesan kembali berada pada kondisi antara batas atas dan bawah. Hal ini menunjukkan bahwa motor servo sebagai penjepit dapat bekerja cukup baik.

## KESIMPULAN

Setelah alat pemantau sekaligus pengatur kondisi infus otomatis dengan *internet of things* dan dilakukan pengujian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Sistem menggunakan dua sensor, yaitu sensor pendeteksi tetesan yang terdiri dari LED *Infrared* dan photodiode serta sensor sisa cairan berupa sensor *loadcell*.
- 2) Sensor pendeteksi tetesan dapat berfungsi dengan baik, yaitu dapat melakukan konversi tetesan permenit dengan tingkat kesalahan rata-rata 0.595 %.
- 3) Sensor pendeteksi sisa cairan dapat berfungsi dengan baik setelah dilakukan pengujian dengan tingkat kesalahan rata-rata 0.836 %.
- 4) Motor servo sebagai penjepit selang dapat berfungsi dengan baik, yaitu dengan menjaga agar tetesan permenit tidak melebihi batas maksimum dan minimum *setpoint* tetesan.
- 5) Pengiriman data ke server thingspeak.com memerlukan koneksi internet yang baik agar pengiriman lebih efektif.
- 6) Secara keseluruhan, setiap komponen dalam sistem dapat bersinergi dengan cukup baik, namun membutuhkan konsumsi daya yang cukup besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Galang Prihadi Mahardhika, Mutiara Herawati. 2015. Rancang Bangun Perangkat Pengendali Debit Tetesan Infus Otomatis Untuk Proses Terapi Infus. Jurusan Teknik Informatika, Universitas Islam Indonesia.
- [2]. Andrianto, Heri. 2013. Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR). Penerbit: Informatika Bandung.
- [3]. Reynanda Bagus Widyo Astomo. 2017. Perancangan dan Pembuatan Stop Kontak Berbasis *Face Recognition* Dengan Metode *Principal Component Analysis* (PCA). Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura.
- [4]. Decy Nataliana, Nandang Taryana, Egi Riandita. 2016. Alat Monitoring Infus Set Pada Pasien Rawat Inap Berbasis Mikrokontroler Atmega8535. Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional (ITENAS) Bandung. ELKOMIKA Vol. 4, No. 1. ISSN: 2338-8323.
- [5]. Ruslan Agussalim, Adnan, Muh Niswar. 2016. Monitoring Cairan Infus Berdasarkan Indikator Kondisi Dan Laju Cairan Infus Menggunakan Jaringan *Wi-Fi*. Jurusan Teknik Elektro dan Teknik Informatika, Universitas Hasanuddin Makassar. ILKOM Vol. 8, No. 3. ISSN: 2087-1716.
- [6]. Permadi Putra. 2013. Sensor Photodiode dan *Infrared*". <URL: <http://permadiputra21.blogspot.co.id/2013/10/sensor-photodiode-infrared.html>>
- [7]. Muhammad Kharis. 2013. Membuat Line Tracer Sendiri. <URL: <https://muhammadkharis62.wordpress.com/2013/01/30/membuat-line-tracer-sendiri/>>
- [8]. Sarah Al-Mutlaq. 2013. *Getting Started With Load Cells*. <URL: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/getting-started-with-load-cells>>
- [9]. Ardiyanto Iqbal Nugroho. 2014. Monitoring Tetesan Infus Berbasis Mikrokontroler Atmega16. Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- [1]. Galang Prihadi Mahardhika, Mutiara Herawati. 2015. Rancang Bangun