

NASKAH PUBLIKASI
MONITORING TETESAN INFUS
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16



Diajukan Oleh :

Ardiyanto Iqbal Nugroho

D 400 090 051

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2014

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul “**MONITORING TETESAN INFUS BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16**” ini diajukan oleh:

Nama : Ardiyanto Iqbal Nugroho

NIM : D 400 090 051

Guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana jenjang pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

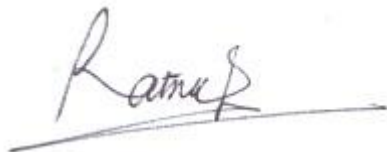
Telah diperiksa dan disetujui pada:

Hari : Sabtu

Tanggal : 18 Januari 2014

Menyetujui,

Pembimbing I



(Ratnasari Nur Rochmah, ST, MT)

Pembimbing II



(Ir. Abdul Basith, MT)

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini telah dipertahankan dan dipertanggung jawabkan di depan dewan penguji Tugas Akhir guna melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat-syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Hari : Selasa
Tanggal : 11 Maret 2014

DENGAN JUDUL

MONITORING TETESAN INFUS BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16

Dewan Penguji Tugas Akhir:

1. Ratnasari Nur Rochmah, ST, MT
2. Ir. Abdul Basith, MT.
3. Dr. Heru Supriyono
4. Dedj Ary Prasetya, ST





Mengetahui

Dekan
Fakultas Teknik

(Dr. Sri Sunarjono, PhD)

Ketua
Jurusan Teknik Elektro


(Umar, ST, MT)

MONITORING TETESAN INFUS BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16

Ardiyanto Iqbal Nugroho
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
E-mail : Allex.juv3@gmail.com

ABSTRAKSI

Dalam dunia medis infus merupakan alat yang paling sering digunakan, fungsi infus sendiri yaitu untuk memberikan cairan kepada pasien secara berkala. Kesalahan dalam pemberian cairan infus dapat berakibat buruk kepada pasien, apabila terjadi masalah seperti penyumbatan atau kehabisan cairan jika tidak segera ditangani akan berbahaya bagi pasien. Infus yang ada saat ini penggunaannya masih secara manual dimana kesalahan – kesalahan seperti tersebut masih sering terjadi.

Pada tugas akhir ini dikembangkan alat yang mampu mendeteksi kecepatan aliran dan volume cairan pada infus. Terdapat sensor yang mampu mendeteksi adanya tetesan dengan menggunakan perubahan nilai analog cahaya. Perubahan tersebut dikonversi menjadi sinyal digital dengan fitur ADC (Analog To Digital Converter) pada mikrokontroler. Sinyal digital yang diterima mikrokontroler dirubah menjadi besaran dengan satuan tetes per menit. Data tetesan per menit akan ditampilkan pada LCD (Liquid Crystal Display). Buzzer akan bunyi disaat kecepatan tetes lebih lambat 4 tetes/menit atau lebih cepat 4 tetes/menit dari kecepatan yang sudah ditentukan. Alat mampu mendeteksi kecepatan tetesan infus dengan rata-rata nilai error pada konversi satuan sebesar 0,7 %.

Penelitian ini menghasilkan suatu alat monitoring tetesan infus yang dapat memberikan informasi mengenai laju kecepatan tetesan dan kondisi cairan pada infus. Sistem yang secara realtime dimonitoring oleh perawat ini dapat mengurangi permasalahan yang timbul karena kelalaian petugas. Sehingga perawat tidak secara manual dalam mengatur kecepatan tetesan infus dan meningkatkan pelayanan kepada pasien.

Kata kunci : *Infus, Mikrokontroler, Buzzer, ADC, LCD.*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan ilmu kedokteran dan teknologi yang semakin canggih menyebabkan tuntutan akan kemudahan. Cara ini tentu masih jauh dari tingkat ketelitian. Kesalahan dalam pemberian cairan infus dapat berakibat buruk kepada pasien. Saat ini penggunaan infus di rumah sakit masih secara manual dimana kesalahan-kesalahan seperti tersebut masih sering terjadi. Sebuah unit perawatan intensif baru-baru ini menemukan 47% efek samping adalah karena pengobatan dan dosis yang salah.

Cara yang saat ini digunakan oleh beberapa rumah sakit ialah menggunakan alat *infusion pump*. Alat ini dapat mendeteksi kelancaran dan volume infus serta memberi peringatan pada perawat di ruang pasien. Namun, alat ini masih sangat mahal. Harganya tidak terjangkau oleh rumah sakit kecil atau instansi kesehatan yang menggunakan infus.

Pada tugas akhir ini dikembangkan alat monitoring tetesan infus berbasis mikrokontroler ATmega16. Alat ini merupakan piranti cerdas yang didesain seminimal mungkin namun memiliki fungsi yang hampir sama dengan *infusion pump*. Kelebihan alat ini yaitu adanya monitor pemberi peringatan tetesan infus, sehingga perawat dengan mudah memonitoring kelancaran aliran dan volume cairan infus pada pasien. Harganya yang terjangkau dapat menjadi alternatif bagi rumah sakit kecil atau instansi kesehatan yang menggunakan infus.

1.2 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai pada tugas akhir ini adalah mendesain dan mengimplementasikan serta mengetahui kinerja alat monitoring tetesan infus berbasis mikrokontroler ATmega16.

Penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan topik pembahasan dan dijadikan bahan untuk melakukan

pengembangan penelitian adalah sebagai berikut :

- a) Nugraha (2011), dijelaskan tentang perancangan sistem kendali otomatis tetesan cairan infus pada pasien berbasis mikrokontroler ATmega 8535 dengan menggunakan motor stepper. Perbedaan penelitian ini dengan yang dibuat penulis adalah terletak pada mikrokontroler yang digunakan dan indikator peringatan ketika cairan infus habis atau kecepatan tetesnya tidak stabil, serta penulis tidak menggunakan motor stepper.
- b) Dika Febri Anggraini (2011), Jurusan Teknik Elektro Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. Pada Tugas Akhirnya yang berjudul, “Pengembangan Sistem Monitoring Tetesan Infus Pada Ruang Perawatan Rumah Sakit”, digunakan mikrokontroler ATmega16 dan motor servo sebagai kendali kecepatan tetes infusnya. Pada penelitian ini digunakan motor servo untuk menekan atau mengendurkan selang hingga mencapai set poin yang diinginkan dan menggunakan komunikasi serial RS232 untuk ditampilkan pada komputer, tetapi tidak ada indikator peringatannya. Pada penelitian yang dibuat penulis tidak menggunakan motor servo dan komunikasi serial RS232, tetapi terdapat indikator peringatan ketika cairan infus habis atau kecepatan tetesnya tidak stabil yang akan ditampilkan pada LCD 2x16.
- c) Abdy Muslim (2012), Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro. Pada Tugas Akhirnya yang berjudul, “Monitoring Cairan Infus Menggunakan Modul Radio Frekuensi YS 1020 UB Dengan Frekuensi 433 MHz”, digunakan mikrokontroler ATmega 8535 dengan metode pengontrolan proposional-derivatif. Perbedaan penelitian ini dengan yang dibuat penulis adalah terletak pada mikrokontroler yang digunakan dan indikator peringatan ketika cairan infus

habis atau kecepatan tetesnya tidak stabil. Radio frekuensi pada penelitian ini memiliki beberapa kekurangan, yaitu sinyal yang terkena noise akan berakibat data tidak akurat dan dapat mengganggu kinerja peralatan medis. Penelitian yang dibuat penulis menggunakan sarana kabel agar data dapat dikirim secara akurat karena tidak terkena *noise* dan tidak akan mengganggu kinerja peralatan medis.

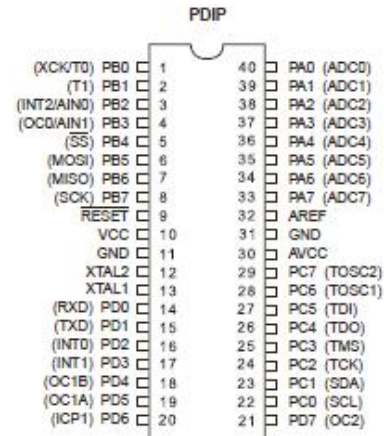
II. LANDASAR TEORI

2.1 Bahasa C AVR

Bahasa C adalah bahasa tingkat menengah, merupakan bahasa yang sering dipakai dalam pemrograman berorientasi obyek. Bahasa C dipakai untuk membuat program karena masih sangat *compatible* dikarenakan adanya kemudahan untuk membuat program sebagaimana bahasa tingkat tinggi, dan kemampuan untuk memanipulasi *bit register* dan mengatur kecepatan eksekusi sebagaimana bahasa tingkat rendah.

2.2 Mikrokontroler ATmega16

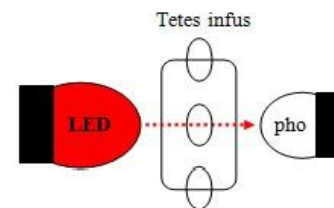
Mikrokontroler AVR ATmega16 adalah sebuah mikrokontroler 8 bit berdasarkan arsitektur *Hardvard*, yang dibuat oleh Atmel pada tahun 1996. AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan AVR yaitu memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat, karena sebagian besar intruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*, lebih cepat dibandingkan MCS51 yang membutuhkan 12 siklus *clock* untuk mengeksekusi 1 intruksi. Mikrokontroler ATmega16 memiliki fitur yang lengkap (ADC internal, EEPROM internal, *Timer/Counter*, *wachdog Timer*, PWM, *Port I/O*, komunikasi serial, komparator, I2C, dll).



Gambar 2.1 Konfigurasi pin ATmega16

2.3 Sensor

Sensor merupakan suatu alat yang dapat menerima input berupa besaran/ sinyal fisis yang kemudian mengubahnya menjadi besaran elektrik. Pada alat pengendali kecepatan tetesan infus ini menggunakan sensor yang terdiri dari LED dan fotodiode.



Gambar 2.2 Sensor tetesan infus

LED atau singkatan dari Light Emitting Diode adalah salah satu komponen elektronik yang tidak asing lagi di kehidupan manusia saat ini. LED saat ini sudah banyak dipakai, seperti untuk penggunaan lampu permainan anak-anak, untuk rambu-rambu lalu lintas, lampu indikator peralatan elektronik hingga ke industri, untuk lampu *emergency*, untuk televisi, komputer, pengeras suara (*speaker*), hard disk eksternal, proyektor, LCD, dan berbagai perangkat elektronik lainnya sebagai indikator bahwa sistem sedang berada dalam proses kerja, dan biasanya berwarna merah atau kuning. LED ini banyak digunakan karena konsumsi

daya yang dibutuhkan tidak terlalu besar dan beragam warna yang ada dapat memperjelas bentuk atau huruf yang akan ditampilkan. dan banyak lagi.

Fotodioda adalah jenis dioda yang bekerja karena pengaruh cahaya yang mengenainya, sehingga dalam fungsinya dioda jenis ini bisa digunakan untuk mendeteksi cahaya. Fotodioda merupakan sensor cahaya semi-konduktor yang dapat mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik.

2.4 Infus

Infus cairan intravena adalah pemberian sejumlah cairan ke dalam tubuh melalui jarum, ke dalam pembuluh vena untuk menggantikan kehilangan cairan atau zat-zat makanan dari tubuh. Pemberian cairan melalui infus merupakan tindakan memasukkan cairan melalui intravena yang dilakukan pada pasien dengan bantuan perangkat infus. Tindakan ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan cairan dan elektrolit serta sebagai tindakan pengobatan dan pemberian makanan.

2.4.1 Keadaan Yang Membutuhkan Infus

Secara umum, terdapat suatu keadaan yang memerlukan pemberian cairan infus, yaitu:

1. Pendarahan dalam jumlah banyak
2. Patah tulang, khususnya di daerah panggul dan paha
3. Trauma abdomen
4. Serangan panas akibat dehidrasi
5. Diare dan demam
6. Luka bakar yang cukup banyak

2.4.2 Menghitung Tetesan Cairan Infus

Terdapat cara perhitungan untuk menentukan tetesan cairan infus berdasarkan umur dari seorang pasien.

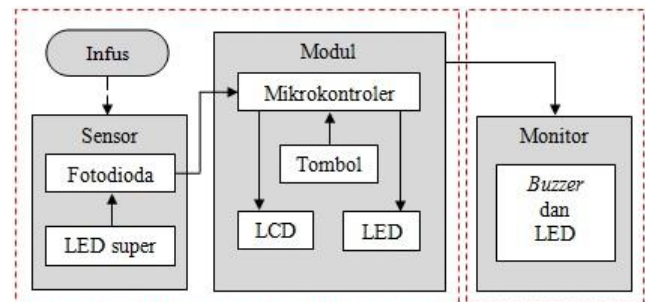
1. Dewasa (makro dengan 20 tetes/ml)

$$\text{Tetesan Per menit} = \frac{(\text{Jumlah cairan} \times 20)}{(\text{Lama infus} \times 60)}$$

$$\text{Lama Infus} = \frac{(\text{Jumlah cairan} \times 20)}{(\text{Jumlah tetesan per menit} \times 60)}$$

III. METODE PENELITIAN

Perancangan *hardware* dan program pada monitoring tetesan infus berbasis mikrokontroler ATmega16 ini dibuat diagram blok sistem secara keseluruhan untuk mempermudah penulis dalam melakukan perancangan.



Gambar 3.1. Blok Diagram Sistem

Diagram blok pada sistem ini memiliki 3 bagian utama yaitu, *input*, mikrokontroler, dan *output*. Pada bagian input sistem ini terdiri dari sebuah rangkaian sensor *optocoupler* dan 2 tombol *push button*. Sensor pada sistem ini terletak ditengah-tengah tabung tetes infus yang berfungsi untuk mendeteksi ada tidaknya tetesan. Tombol *push button* 'hijau' pada sistem ini digunakan untuk tombol OK dan tombol 'merah' digunakan untuk tombol *reset*.

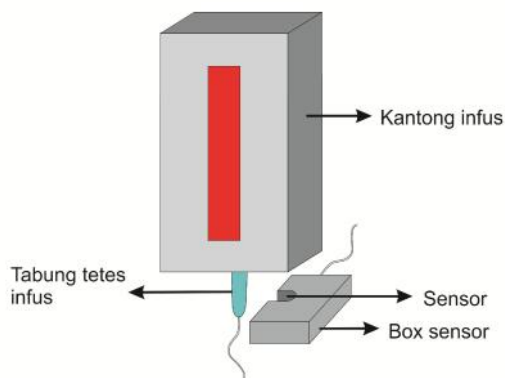
Sensor menerima data berupa perubahan nilai analog cahaya saat ada tetesan dan tidak ada tetesan. Selanjutnya data analog tersebut dikonversi menjadi data digital menggunakan fitur ADC pada mikrokontroler. Data digital tersebut diolah pada mikrokontroler ATmega16 untuk penggolongan ada tetesan dan tidak ada tetesan.

Setelah data adanya tetesan telah didapatkan, selanjutnya data tersebut dikonversikan menjadi satuan tetes per menit. Data tetesan per menit akan ditampilkan pada LCD dan akan ada

peringatan ketika tetesan tidak stabil dan cairan infus sudah habis.

3.1 Perancangan *Hardware*

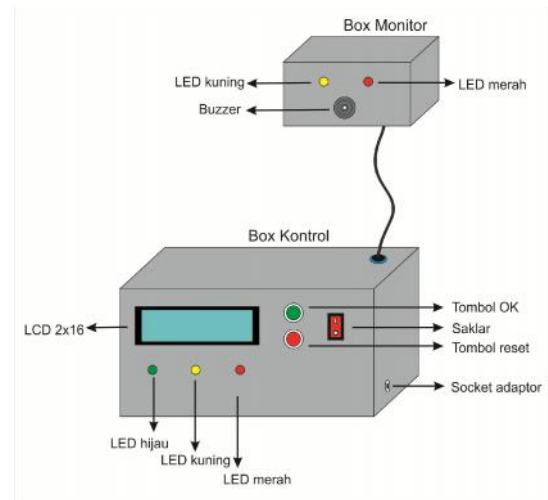
Perancangan sensor pada infus dibutuhkan casing sensor yang dapat disesuaikan dengan bentuk infus yang telah ada pada umumnya. Kotak sensor ini terbuat dari bahan plastik berwarna hitam dengan ukuran 7.5cm x 5cm x 2.5cm dan memiliki potongan setengah lingkaran sebagai penghubung dengan infus. Memanfaatkan bahan tabung tetes infus yang terbuat dari plastik sehingga dapat elastis dihubungkan dengan kotak sensor yang telah dibuat, menjadikan kotak sensor dapat dengan kuat terpasang pada infus. Didalam kotak sensor ini, terdapat rangkaian sensor berupa LED dan fotodiode.



Gambar 3.2 Perancangan desain sensor

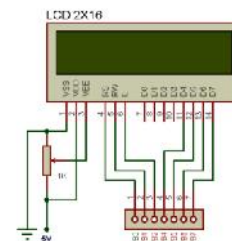
Pada bagian *Box Kontrol* didesain berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 14.5 cm, lebar 9.5 cm dan tinggi 5 cm. Terbuat dari bahan plastik berwarna hitam dengan tambahan tombol 2 buah yang memiliki fungsi untuk *OK* dan *Reset*. *Box* ini juga dilengkapi dengan LCD 2x16 dan 3 lampu LED indikator (hijau, kuning, dan merah).

Pada bagian *Box Monitor* didesain berbentuk persegi panjang dengan ukuran dan bahan yang sama pada bagian sensor. *Box* ini dilengkapi dengan 2 lampu LED indikator (kuning dan merah) yang sama fungsinya pada bagian *box kontrol* dan sebuah *buzzer*. Gambar perancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 3.3.



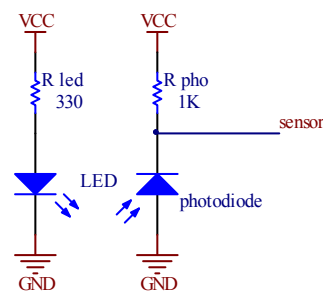
Gambar 3.3. Rancangan Mekanik Sistem

LCD 2x16 berfungsi untuk memberikan informasi kepada pengguna tentang proses program yang sedang berjalan pada mikrokontroler, seperti menu tampilan kecepatan tetesan infus, volume cairan dan peringatan saat kecepatan tetesan tidak stabil.



Gambar 3.4 Rangkaian LCD 2x16

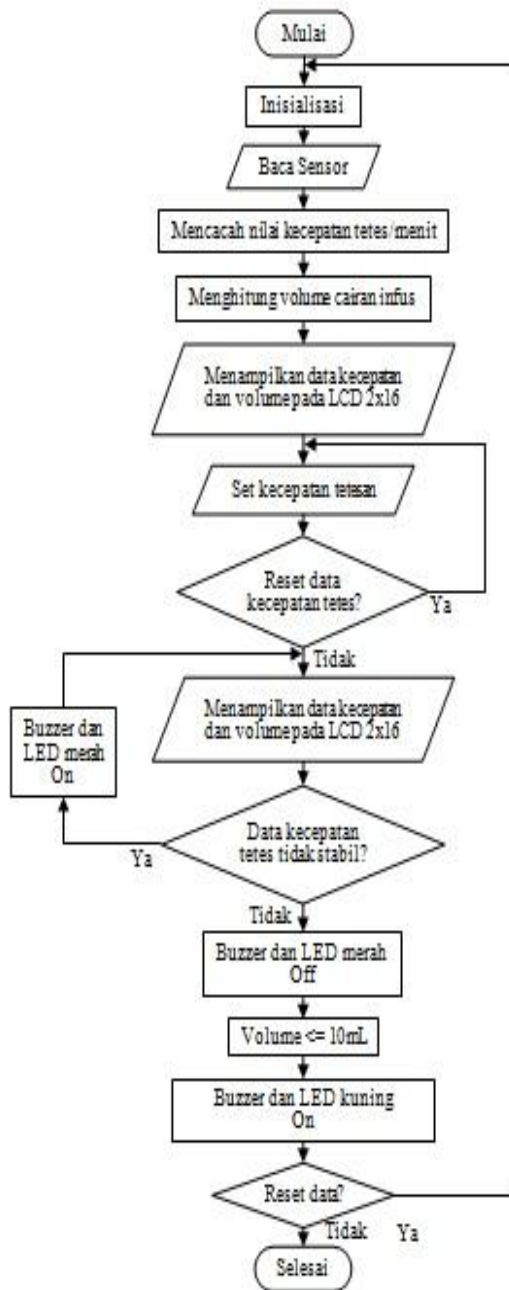
Fotodiode yang digunakan dalam alat ini adalah fotodiode seperti LED dengan ukuran 3mm, tetapi jika dilihat tampak atas, fotodiode memiliki tanda hitam pada titik tengahnya. Fotodiode memiliki 2 buah pin yakni kaki anoda untuk ground dan katoda masukan *port ADC* pada sistem minimum ATmega16. Sebagai sinar *input* untuk fotodiode diberi LED merah *super bright* 5mm.



Gambar 3.5 Rangkaian Sensor Tetesan Infus

3.2 . Perancangan *Software*

Perancangan program pada monitoring tetesan infus berbasis mikrokontroler ATmega16 ini diawali dengan membuat *flowchart* untuk mempermudah penulis dalam penyusunan. *Flowchart* menggambarkan alur kerja sistem secara umum.



Gambar 3.6 *Flowchart* Program Utama

IV. HASIL DAN ANALISA

Untuk menggunakan sistem ini dapat dilakukan dengan langkah- langkah sebagai berikut:

1. Sistem dihidupkan dengan menekan saklar “on” kemudian pada LCD 2x16 akan menampilkan tulisan “Monitoring Tetesan Infus” seperti yang di tunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Tampilan awal LCD

2. Saat sensor mendeteksi adanya tetesan maka LCD akan menampilkan kecepatan tetes/menit dan volume infus. Tombol “OK” untuk menentukan nilai kecepatan. Tampilan dapat dilihat pada Gambar 4.2. dan Gambar 4.3.



Gambar 4.2. Tampilan saat ada tetesan



Gambar 4.3. Tampilan saat nilai kecepatan sudah ditentukan

3. Sistem berjalan normal ketika nilai kecepatannya sesuai yang ditentukan dan LED hijau menyala. *Buzzer* akan bunyi disaat kecepatan tetes lebih lambat 4 tetes/menit atau lebih cepat 4 tetes/menit dari kecepatan yang sudah ditentukan. Sebagai contoh, apabila nilai set kecepatannya 20 tetes/menit, maka kecepatan tetesan tidak stabil ketika nilainya <16 tetes/menit atau >24 tetes/menit. Tampilan yang terdapat pada LCD dapat dilihat pada Gambar 4.4 sampai Gambar 4.6.



Gambar 4.4. Tampilan sistem berjalan normal

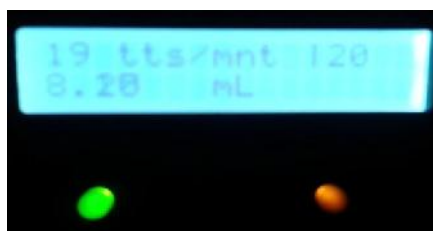


Gambar 4.5. Tampilan nilai kecepatan infus terlalu cepat



Gambar 4.6. Tampilan nilai kecepatan infus terlalu lambat

4. Tampilan volume akan berkurang setiap tetesnya. Jika 1cc = 20 tetes makro maka 1 tetes = 0.05 ml, jadi setiap tetesnya akan berkurang 0.05 ml. LED kuning akan menyala saat volume cairan <10 ml. Tampilan volume <10 ml dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Tampilan volume cairan <10 ml

4.1 Pengujian Sensor Tetesan Infus

Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan sensor tetesan infus dengan sistem minimum yang telah diberikan program pembacaan ADC dengan mengeluarkan data ADC di

LCD. Pada sensor tetesan infus, pengetesan keoptimalan sensor yaitu dengan melihat perubahan data ADC saat ada tetesan dan tidak ada tetesan pada LED merah, LED hijau, dan LED biru, serta saat ditutup *casing* dan tanpa *casing*. Hasil dari pengujian sensor tetesan infus ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 sampai Tabel 4.3.

Tabel 4.1 Nilai ADC sensor tanpa *casing*

	MERAH	HIJAU	BIRU
Ada tetesan	± 573	± 468	± 406
Tidak ada tetesan	± 78	± 56	± 70

Tabel 4.2 Nilai ADC sensor dengan *casing*

	MERAH	HIJAU	BIRU
Ada tetesan	± 732	± 497	± 534
Tidak ada tetesan	± 86	± 52	± 65

Tabel 4.3 Selisih nilai ADC sensor ada tetesan dan tidak ada tetesan

	MERAH	HIJAU	BIRU
Tanpa <i>casing</i>	± 495	± 412	± 336
Dengan <i>casing</i>	± 646	± 445	± 469

Dari data selisih nilai ADC yang didapat, maka dapat ditentukan warna LED yang paling optimal terhadap perubahan tetesan. LED yang paling optimal ialah LED merah, karena LED merah memiliki selisih nilai ADC paling besar antara ada tetesan dan tidak ada tetesan.

Perbedaan selisih nilai ADC juga terjadi jika sensor ditutup *casing* maupun tidak. Jika sensor ditutup *casing* maka selisih nilai ADC menjadi lebih besar. Hal ini dikarenakan saat rangkaian sensor tidak ditutup *casing*, fotodiode menerima cahaya dari luar, sehingga mengurangi sensitifitas dari fotodiode.

4.2 Pengujian Konversi Satuan Tetes/Menit

Pengujian konversi tetesan menjadi satuan tetes/menit dilakukan dengan cara:

1. Membandingkan nilai *clock* pada mikrokontroler dengan nilai *clock* pada keadaan nyata (*real time clock*). Xtall yang digunakan pada mikrokontroller ialah xtall 11.0592 MHz.
2. Menanamkan program konversi satuan tetes/menit pada mikrokontroler dan memunculkannya pada LCD 2x16.
3. Menguji nilai dari satuan tetes/menit hasil pengolahan mikrokontroler dengan penghitungan tetes/menit secara manual.

Hasil dari pengujian perbandingan nilai *clock* xtall 11.0592 MHz mikrokontroler dengan keadaan nyata dalam waktu bersamaan ini dapat ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Nilai *clock* mikrokontroler dan *timer*

<i>Clock</i> mikrokontroler	<i>Timer</i>
1 detik	01.00 detik
5 detik	05.00 detik
10 detik	10.01 detik
20 detik	20.02 detik
40 detik	40.04 detik

Dari tabel diatas maka akan didapatkan *error* dari *clock* mikrokontroler dengan persamaan:

$$\text{Error clock} = \frac{\text{timer} - \text{clock mikrokontroler}}{\text{clock mikrokontroler}} \times 100 \%$$

Berikut tabel nilai *error* *clock* mikrokontroler dari pengujian perbandingan nilai *clock* xtall 11.0592 MHz mikrokontroler dengan keadaan nyata dalam waktu bersamaan.

Tabel 4.5 Nilai *error clock* mikrokontroler

<i>Clock</i> mikrokontroler	<i>Timer</i>
1 detik	0%
5 detik	0%
10 detik	0.1 %
20 detik	0.1 %
40 detik	0.1 %

Clock mikrokontroler harus sesuai dengan *clock* dalam keadaan nyata. Hal ini dikarenakan alat pengendali kecepatan tetesan infus harus mampu mengkonversi tetesan sesuai satuan tetes/menit dalam keadaan nyata. Kemungkinan terjadinya nilai *error* pada *clock* mikrokontroler bisa terjadi karena beberapa sebab antara lain:

1. Compiler program yang kurang baik.
2. Penghitungan *timer* yang tidak akurat.
3. Adanya *noise* jalur yang mengganggu kinerja xtall.

Setelah pengujian nilai *error* dari *clock* mikrokontroler, selanjutnya dilakukan pengujian konversi tetes/menit oleh mikrokontroler. Pengujian ini dilakukan dengan menanamkan program konversi tetes/menit dan membandingkan hasilnya dengan penghitungan manual. Berikut persamaan konversi tetes/menit:

$$\text{Kecepatan tetesan} = \frac{60}{\text{selang waktu tetes}} \text{ tetes/ menit}$$

Nilai satuan tetes/menit dari pengolahan mikrokontroler dan penghitungan manual ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Nilai kecepatan tetesan dengan mikrokontroler dan penghitungan manual.

Konversi mikrokontroler	Selang waktu tetes (<i>timer</i>)	Penghitungan manual
8 tetes/menit	7.46 detik	8.04 tetes/menit
14 tetes/menit	4.25 detik	14.11 tetes/menit
22 tetes/menit	2.69 detik	22.30 tetes/menit
35 tetes/menit	1.71 detik	35.08 tetes/menit
26 tetes/menit	2.29 detik	26.20 tetes/menit

Dari tabel di atas didapatkan nilai *error* konversi tetesan menjadi satuan tetes/menit oleh mikrokontroler. Berikut persamaan *error* tersebut:

$$\text{Error konversi} = \frac{\text{penghitungan manual} - \text{konversi mikrokontroler}}{\text{konversi mikrokontroler}} \times 100\%$$

Nilai *error* konversi pada mikrokontroler terhadap konversi secara manual ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Nilai *error* konversi tetesan dengan mikrokontroler.

Mikrokontroler	<i>Error</i>
8 tetes /menit	0.5 %
14 tetes /menit	0.78 %
22 tetes /menit	1.36 %
35 tetes /menit	0.2 %
26 tetes /menit	0.7 %

Error yang terjadi saat konversi tetesan menggunakan mikrokontroler terjadi karena beberapa sebab antara lain:

1. *Error* yang terjadi akibat *error* pada xtall mikrokontroler.
2. Penghitungan menggunakan *timer* yang tidak presisi.
3. *Compiler* program yang kurang baik.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada perancangan alat pendeteksi kelancaran aliran dan volume cairan infus dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada tugas akhir ini telah berhasil merealisasikan perangkat monitoring tetesan infus berbasis mikrokontroler ATmega16.
2. Sistem yang direalisasikan sudah bersifat *realtime*.
3. *Buzzer* akan bunyi disaat kecepatan tetes lebih lambat 4 tetes/menit atau lebih cepat 4 tetes/menit dari kecepatan yang sudah ditentukan.

4. Pada tugas akhir ini telah diciptakan sebuah alat yang mampu mendeteksi kecepatan tetesan infus dengan rata-rata nilai *error* pada konversi satuan sebesar 0,7 %.

5.2 Saran

Pengembangan selanjutnya untuk optimasi kecepatan proses pembacaan data dan untuk penyempurnaan sistem secara keseluruhan, dapat dilakukan dengan cara:

1. Mengkonversi banyaknya tetesan per menit untuk mendapatkan waktu cacah yang lebih presisi, sebaiknya digunakan RTC (*Real Time Clock*).
2. Apabila kedepannya *prototype* alat monitoring tetesan infus ini akan digunakan di dunia nyata, ada baiknya pembentukan *casing* dibuat *portable*, sehingga bisa digunakan untuk banyak infus set.
3. Untuk dapat membandingkan keunggulan metode pengontrolan tetesan infus ini dapat dilakukan dengan menggunakan *plan* yang sama tetapi dengan metode kontrol yang berbeda seperti pengontrolan dengan menggunakan metode *fuzzy*.
4. Penggunaan sensor tambahan yang dapat mendeteksi ketinggian cairan infus pada botol infus akan memberikan informasi yang lebih akurat mengenai kondisi cairan infus aktual pada botol untuk pusat monitoring.
5. Menggunakan teknologi *wi-fi* dalam satu *server*, supaya dapat memantau beberapa pasien melalui komputer.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, Heri. 2013. *”Pemrograman mikrokontroler AVR Atmega16 menggunakan bahasa C”*. Bandung: Informatika
- Bejo, Agus. 2008. *C & AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATmega 8535*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Budiharto, Widodo. 2011. *Aneka Proyek Mikrokontroler*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Gabriel, J.F. 1996. *”Fisika Kedokteran”*. Jakarta : EGC
- Nugraha, Arie Yudha. 211. *Motor Stepper Berbasis Mikrokontroller ATmega 8535 Pada Perancangan Sistem Kendali Otomatis Tetesan Cairan Infus Pada Pasien*.
- Potter dan Perry. 2006. *Buku Ajar Fundamental Keperawatan : Konsep, Proses dan Praktik. Vol 2*. Jakarta: EGC
- Rocca, et.al. 1998. *Seri Pedoman Praktis: Terapi Intravena. Edisi 2*. Jakarta: EGC
- Sumardi. 2013. *Mikrokontroler belajar AVR mulai dari nol*. Yogyakarta : Graha Ilmu.