

Pengembangan Sistem Monitoring Tetesan Infus Pada Ruang Perawatan Rumah Sakit

Dika Febri Anggraini¹, Ir. Ratna Adil, M.T.², Ir. Moch. Rochmad, M.T.³, Paulus Susetyo W., S.T.⁴

*Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Kampus PENS-ITS Sukolilo, Surabaya*

¹dikafebri_88@yahoo.com

²ratna@eepis-its.edu

³mrochmad@yahoo.com

⁴wardana@eepis-its.edu

Abstrak— Sistem peralatan untuk perawatan pasien pada rumah sakit di negara ini sangatlah kurang dan juga sangat tergantung pada pasokan peralatan dari luar negeri yang harganya relatif mahal. Di sisi lain, peralatan yang mudah dipakai dan yang sesuai dengan apa yang diinginkan para dokter maupun perawat atau dalam hal peralatan yang cepat memberikan sebuah informasi kondisi pasien, masih belum optimal. Oleh karena itu, Proyek akhir ini bertujuan untuk membuat peralatan monitoring yang cepat memberikan informasi, mudah digunakan dan aman dari segi subyek dan obyek pengguna.

Sistem ini memonitoring dan mengontrol laju tetesan infus sesuai dengan setting batas atas dan batas bawah *user*. Sistem ini juga mengirimkan data melalui komunikasi serial pada PC, yaitu jumlah tetesan infus per menit/rate infus.

Kontrol tetesan infus adalah umpan balik dari inputan setting batas atas dan batas bawah yang kemudian akan dipertahankan oleh motor yang memiliki sistem penjepit selang infus.

Desain perangkat kerasnya terdiri dari Mikrokontroler ATMEGA16, sensor tetesan infus berupa LED dan photo dioda, rangkaian LCD, kontrol motor serta perancangan software yaitu menyusun algoritma pengontrolan motor, komunikasi serial sampai interface pada PC menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic 6.0.

Kata kunci - Rate Infus, Batas atas, Batas bawah, LCDt display, Kontrol Motor.

I. Pendahuluan

Dalam dunia medis, infus merupakan alat yang paling sering digunakan, fungsi infus sendiri adalah untuk memberikan cairan kepada pasien secara berkala. Infus yang ada pada saat ini penggunaannya masih secara manual, sehingga apabila terjadi masalah seperti penyumbatan atau kehabisan cairan akan berbahaya bagi pasien jika tidak segera ditangani. Oleh karena itu penulis membuat suatu infus yang bekerja secara otomatis. Dengan adanya alat ini diharapkan akan mempermudah pasien dan perawat mengecek infus.

Untuk mengganti infus pada seorang pasien, kini perawat tidak perlu harus berjaga semalaman.

Cairan infus kekentalannya beragam dan masuknya ketubuh pun juga berbeda kapasitasnya. Biasanya untuk penderita yang telah kritis digunakan cairan yang mempunyai kandungan obat-obatan yang kepekatannya tinggi, sedangkan untuk penderita tidak terlalu kritis, hanya digunakan cairan pembantu metabolisme.

Oleh karena itu, diperlukan pula suatu instrument yang dapat memonitoring rate tetesan atau jumlah masuknya tetesan cairan infus dalam skala tetes per menit. Alat ini juga akan menentukan kondisi infus dalam keadaan menetes atau habis.

Secara garis besar, konsep dasar dari metode ini adalah dengan melakukan setting awal untuk output yang diinginkan, dokter/perawat hanya memasukkan banyaknya jumlah tetesan infus per menit yang diperlukan oleh pasien. Kemudian motor akan terus bekerja menekan atau mengendurkan selang hingga mencapai set point yang diinginkan. Sehingga, hasil akhir yang adalah berupa running program yang dapat dikontrol dan dimonitoring, sehingga infus dapat dikontrol dengan lebih mudah.

II. Metodologi

Metodologi dalam pembuatan proyek akhir ini meliputi 1. Pemahaman Materi

Pada tahap ini dilakukan upaya memahami materi dari beberapa literatur yang digunakan baik berupa buku, website atau jurnal ilmiah tentang cairan infus, motor controller, LCD, komunikasi serial, bahasa assembly, bahasa pemrograman Visual Basic 6.0, dan lain-lain yang dapat membantu penyelesaian proyek akhir ini.

2. Perancangan Sistem

Pada tahap ini yang dilakukan adalah membuat perancangan hardware mikrokontroler ATMEGA16, sensor tetesan infus berupa LED dan photo dioda, rangkaian LCD, kontrol motor serta perancangan software yaitu menyusun algoritma pengontrolan motor, komunikasi serial sampai interface pada PC menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic 6.0.

3. Pembuatan Hardware dan Software

Pada tahap ini yang dilakukan adalah membuat mikrokontroler ATMEGA16, sensor tetesan infus berupa LED dan photo dioda, rangkaian LCD, kontrol motor serta program pengontrolan motor dan pemrograman Visual Basic 6.0 berdasarkan algoritma yang telah di susun pada tahap sebelumnya.

4. Uji Coba Sistem

Pada tahap ini dilakukan uji coba hardware dan software untuk mengetahui hasil dari hardware maupun software yang telah dibuat serta melakukan perbaikan apabila terjadi kesalahan pada hardware dan software.

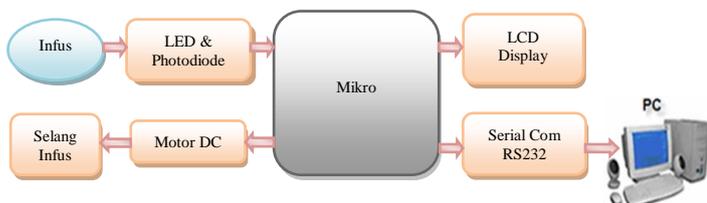
5. Analisa Hasil Hardware dan Software

Pada tahap terakhir ini dilakukan analisa terhadap hasil hardware dan software serta mengambil suatu kesimpulan dari hasil uji coba.

III. Perancangan Sistem

Pada pengembangan sistem monitoring tetesan infus pada ruang perawatan rumah sakit pada proyek akhir ini secara umum terbagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Perancangan dan pembuatan perangkat keras yang meliputi mikrokontroler ATMEGA16, LCD, sensor tetesan berupa LED dan photo dioda dan rangkaian pengontrol buka-tutup tetesan berupa motor.
2. Perancangan dan pembuatan perangkat lunak yang meliputi program bahasa C menggunakan Code Vision dan pemrograman Visual Basic 6.0.

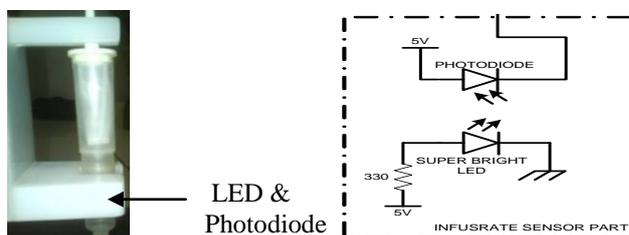


Gambar.1 Blok Diagram Sistem

Pada infus, LED dan photodiode adalah sebagai sensor yang akan mendeteksi adanya tetesan pada selang infus, kemudian output dari photodiode akan dijadikan referensi input mikrokontroler yang akan menghitung dan mengkonversi tetesan tersebut menjadi ukuran *tetes per menit* dan menampilkannya pada LCD display dan diteruskan melalui komunikasi serial RS232, Disamping itu, secara bersamaan mikrokontroler pertama kali akan menjadikan input setting batas atas dan batas bawah sebagai acuan untuk pergerakan motor DC yang memiliki sistem penjepit selang yang akan mempertahankan nilai dari input tetesan tersebut.

Dasar dari kontrol infus ini adalah bagaimana dapat mengambil tetesan cairan infus pada selang infus sebagai acuan perhitungan tetesan per menit. Maka bagian-bagian yang diperlukan untuk kontrol infus adalah meliputi Sensor, Motor DC sebagai aktuator kontrol laju tetesan infus, Mikrokontroler sebagai otak dari sistem. Sensor yang akan digunakan adalah photodiode dan LED yang berpasangan sebagai pendeteksi tetesan. LED akan memancarkan cahaya

dimana cahaya tersebut akan menerangi photodiode yang besar hambatannya akan berkurang apabila terkena cahaya, Apabila terjadi tetesan, tetas cairan tersebut akan mengenai jalur sinar LED dan sesaat hambatan photo dioda akan bertambah dan kembali lagi setelah tetesannya berakhir. Dari penjelasan tersebut, maka pada saat perubahan respon photodiode itulah yang akan dijadikan acuan penghitungan dari mikrokontroler. Setiap tetesan yang terdeteksi akan diakumulasikan pada rutin interrupt timer 1.



Gambar 2 Sensor Part Unit

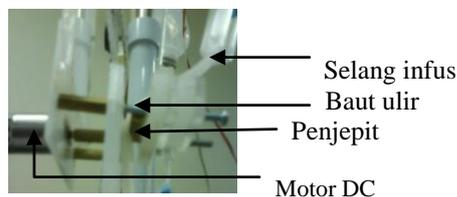
Untuk metode penjepit selang menggunakan satu set gear box dengan torsi yang tinggi dan respon yang sangat halus, karena ukuran selang kecil maka dibutuhkan sistem motor dan gear box yang sedemikian sehingga sesuai dengan hasil yang diinginkan, yaitu dapat mengontrol laju cairan infus dengan cara menjepit selang infus.

Motor yang digunakan adalah motor DC yang diberi sumber tegangan 9 V. Arah putaran motor tergantung pada logika yang diberikan di port A bit ke-9 dan 10.

Driver motor menggunakan H-Bridge yang mempunyai tabel kebenaran seperti pada tabel 1.

Tabel 1 Tabel kebenaran driver Motor DC

Input 1	Input 2	Force	Keterangan
high	low	putar kanan	Tegangan High = 4,8v
low	high	putar kiri	
high	high	stop	Tegangan Low = 0v / ground
low	low	stop	



Gambar 3 Metode penjepit selang infus

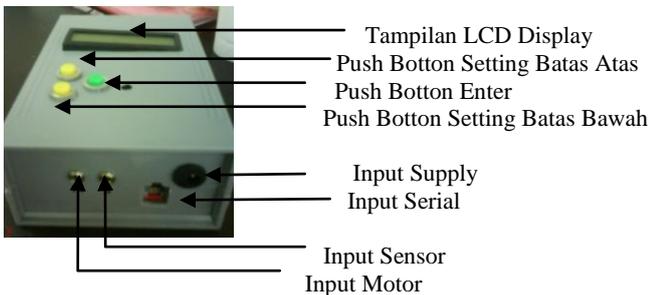
Pada gambar 4, 5 dan gambar 6 adalah gambar rancangan keseluruhan dari sistem kontrol infus yang meliputi mekanik, sensor, motor dan main kontrol.



Gambar 4 Mekanik Infus secara keseluruhan



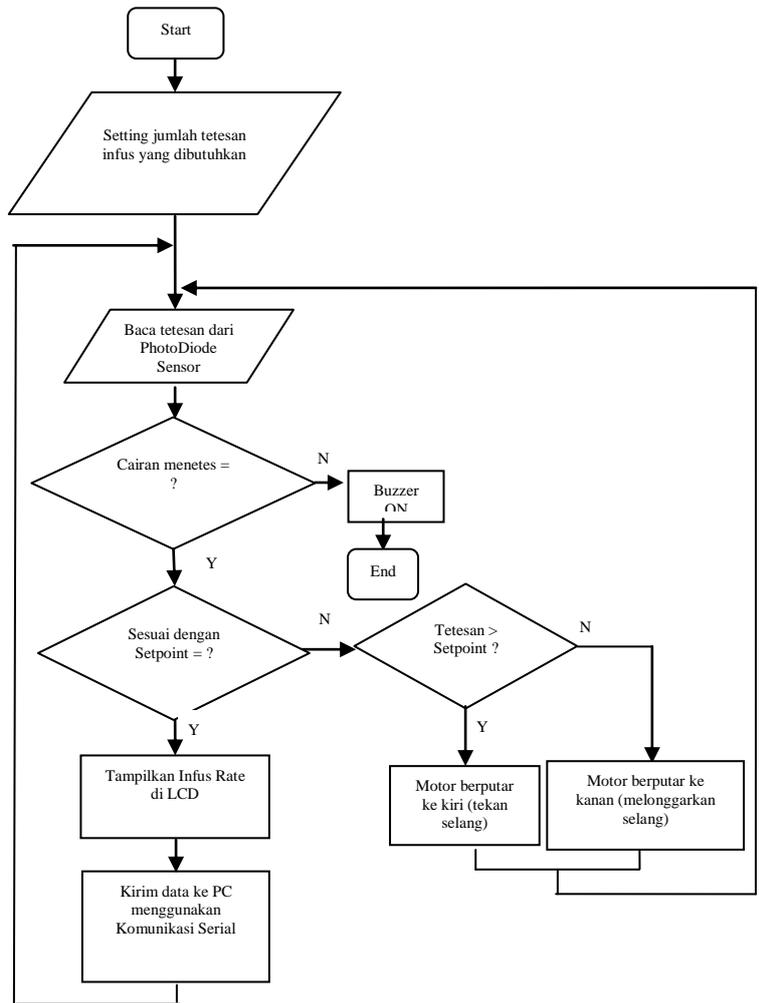
Gambar 5 Penempatan Infus pada sensor dan motor



Gambar 6 Main kontrol Infus

Dalam sistem ini, Visual Basic 6.0 digunakan untuk monitoring jalannya tatanan yang sedang berjalan dengan tampilan grafik.

Berikut ini adalah flowchart untuk proses pengerjaan pemrograman.

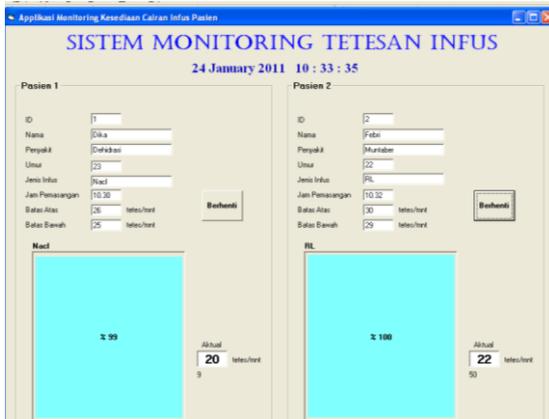


Gambar 7 Algoritma Program pada Controller ATmega16

Perancangan software digambarkan pada algoritma program diatas. Dokter/perawat hanya memasukkan banyaknya jumlah tetesan infus yang diperlukan oleh pasien. Input tersebut akan dibaca oleh mikrokontroler, yang kemudian akan menggerakkan motor. Motor akan terus bekerja menekan atau mengendurkan selang hingga mencapai set point yang diinginkan. Sedangkan sensor yang digunakan adalah menggunakan photo dioda dan LED yang berpasangan sebagai pendeteksi tetesan. LED akan memancarkan cahaya dimana hambatanya akan berkurang apabila terkena cahaya, respon photodiode itulah yang akan dijadikan acuan penghitungan dari mikrokontroler. Apabila nilai tetesan masih tidak sesuai dengan jumlah yang diinginkan, maka mikrokontroler akan terus-menerus menggerakkan motor hingga tercapai nilai yang sama antara jumlah tetesan yang dibaca sensor dengan jumlah masukan dari push botton.

Untuk mempermudah monitoring, digunakan program Visual Basic 6.0 yang akan merekam dan memonitoring sistem kerja infus. Ketika infus habis atau tersumbat, akan ada peringatan dari alarm yang berbunyi. LCD yang digunakan sebagai display jumlah tetesan yang sedang berjalan. Antara PC dengan plan, digunakan komunikasi serial RS232.

Pada software visual basic 6.0 dibuat interface untuk proses monitoring tetesan infus yang sedang berjalan. Data tetesan per menit yang terbaca oleh sensor LED dan photodiode akan dikirimkan oleh mikrokontroler menggunakan komunikasi serial RS 232 setiap 2 detik untuk ditampilkan pada PC.



Gambar 8 Tampilan Sistem Monitoring Tetesan Infus

IV. Analisa dan Hasil

Pada bab ini akan dilakukan pengujian dan analisa terhadap beberapa algoritma yang telah dirancang dan dibuat pada bab sebelumnya.

Tabel 2 Hasil pengujian dari driver motor DC

Input 1	Input 2	Force	Penjepit selang	Keterangan
high	low	putar kanan	Menjepit selang	Tegangan High = 4,8v
low	high	putar kiri	melonggarkan selang	
high	high	stop	stop	Tegangan Low = 0v / ground
low	low	stop	stop	

Input untuk driver motor adalah P0.0 untuk Input1 dan P0.1 untuk Input2 dari mikrokontroler. Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa sistem kontrol laju cairan infus telah bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

Untuk pengujian perhitungan kebenaran tetes per menit yang terdeteksi sensor, dilakukan dengan cara memberikan input setting batas atas tetes per menit yang diinginkan terlebih dahulu, kemudian dengan menggunakan stopwatch, dilakukan pengambilan data range waktu dari tetes pertama ke tetes kedua, dari tetes kedua ke tetes ketiga, begitu seterusnya hingga didapatkan 10 data. Pengambilan data dilakukan ketika tetesan telah stabil sesuai setting yang diinginkan.

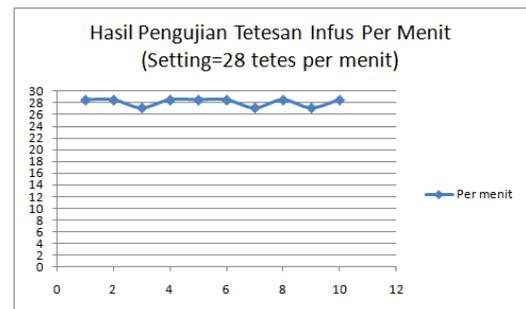
Pada tabel 4 dan 5 adalah tabel hasil pengujian kebenaran tetes per menit

Tabel 3 Hasil pengujian sensor 28 tetes per menit

➤ Setting : 28 tetes per menit

Tetes ke-	Waktu (S)	Tetes Per Menit (60/S)	% Error
1	2.1	28.5	1.70%
2	2.1	28.5	1.70%
3	2.2	27.2	2.90%
4	2.1	28.5	1.70%
5	2.1	28.5	1.70%
6	2.1	28.5	1.70%
7	2.2	27.2	2.90%
8	2.1	28.5	1.70%
9	2.2	27.2	2.90%
10	2.1	28.5	1.70%

% Error keseluruhan = 2.06%



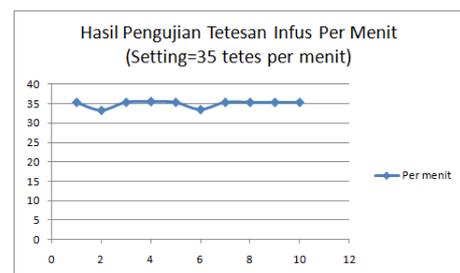
Gambar 9 Kurva Pengujian 28 Tetes Per Menit

Tabel 4 Hasil pengujian sensor 35 tetes per menit

➤ Setting : 35 tetes per menit

Tetes ke-	Waktu (S)	Tetes Per Menit (60/S)	% Error
1	1.7 S	35.3	0.80%
2	1.8 S	33.3	5.10%
3	1.7 S	35.3	0.80%
4	1.7 S	35.5	0.80%
5	1.7 S	35.3	0.80%
6	1.8 S	33.5	5.10%
7	1.7 S	35.3	0.80%
8	1.7 S	35.3	0.80%
9	1.7 S	35.3	0.80%
10	1.7 S	35.3	0.80%

% Error keseluruhan = 1.66%



Gambar 10 Kurva Pengujian 35 Tetes Per Menit

Dari data tabel 3 dan 4 dapat dianalisa bahwa tetesan per menit yang dideteksi oleh sensor tetesan sesuai dengan set point jumlah tetesan per menit yang diinginkan, dan didapatkan % error rata-rata sebesar 2%. Dari hasil pengujian juga diketahui bahwa motor akan stabil setelah 5 menit dari penyettingan awal.

Ketentuan setting batas atas dan batas bawah dapat diketahui dengan melakukan perhitungan. Perhitungan didapatkan dari:

Diketahui:

1 tetes = 0,07 ml

1 jam = 60 menit

Infus = 500 ml

➤ Contoh : Habis dalam 2 jam

Maka, 2 jam x 60 menit = 120 menit

Jumlah tetesan dalam 1 infus = $500 / 0,07 = 7142,86$ tetes

Setting = $7142,86 / 120 = 59 - 60$ tetes per menit

Tabel 5 Ketentuan Setting Infus

Habis Dalam (Jam)	Setting Batas Atas	Setting Batas Bawah
2	60	59
3	40	39
4	30	29
5	24	23
6	20	19
7	18	17
8	15	14
9	14	13
10	12	11
11	11	10
12	10	9

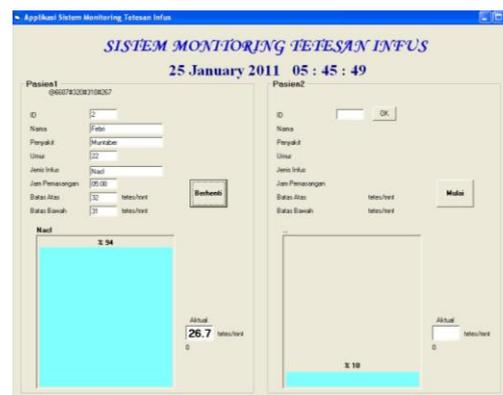
Kebutuhan rumatan untuk cairan : [10]

- Berat <10 kg = 100ml/kg/hari
Contoh : Berat badan = 5 kg
Maka kebutuhan infus per hari = $100\text{ml} \times 5\text{kg} = 500\text{ ml/hari}$
- Berat 11 sampai 20 kg = 1000ml + 50 ml/kg/hari untuk setiap kg di atas 10 kg
Contoh : Berat badan = 17 kg
Maka kebutuhan infus per hari= $1500\text{ml} + 50 \times 17\text{kg} = 1850\text{ml/hari}$
- Berat >20 kg= 1500ml + 20 ml/kg/hari untuk setiap kg di atas 20 kg
Contoh : Berat badan = 22 kg
Maka kebutuhan infus per hari= $1500\text{ml} + 20 \times 22\text{kg} = 1940\text{ml/hari}$
- Dewasa = 2000 sampai 2400ml/hari

Tabel 6 Kebutuhan Tetesan Infus Per Hari

Berat Badan (kg)	Kebutuhan Infus per Hari (ml)
1	100
2	200
3	300
4	400
5	500
6	600
7	700
8	800
9	900
10	1000
11	1550
12	1600
13	1650
14	1700
15	1750
16	1800
17	1850
18	1900
19	1950
20	2000

Pada software visual basic 6.0 dibuat interface untuk proses monitoring tetesan infus yang sedang berjalan. Data tetesan per menit yang terbaca oleh sensor LED dan photodiode akan dikirimkan oleh mikrokontroler menggunakan komunikasi serial RS 232 setiap 2 detik untuk ditampilkan pada PC.



Gambar 11 Tampilan saat tetesan sedang berjalan

Pada gambar 11 adalah tampilan pada software Visual Basic Studio 6.0 pada saat infuse sedang berjalan. Tetesan infus akan terdeteksi oleh sensor, lalu oleh mikro akan dikirimkan ke PC melalui Serial Comm. Tetesan infuse yang terdeteksi oleh sensor, akan dikirim setiap 5 detik oleh mikro ke PC. Langkah awal menjalankan software ini adalah kita memasukkan ID pasien terlebih dahulu lalu tekan OK, maka nama, penyakit, dan umur pasien akan muncul secara otomatis sesuai dengan database pasien yang telah disimpan

sebelumnya. Perawat hanya tinggal memasukkan jenis infuse yang digunakan, dan jam pemasangan infuse lalu tekan Mulai, maka nilai batas atas dan batas bawah akan muncul secara otomatis sesuai dengan input yang kita berikan pada hardware sebelumnya. Dari display monitoring tetesan infuse juga dapat diketahui level cairan infuse yang sedang berjalan. Level cairan infuse akan berkurang 1% setiap 70 tetesan, karena dalam 1 infus sebanyak 500ml, terdapat 7000 tetesan dengan nilai per tetesnya adalah sebesar 0.07ml. Pada saat level cairan mencapai nilai 10%, maka warning system akan berbunyi, pertanda bahwa infuse akan habis. Warning system pada software ini adalah berupa bunyi buzzer dan tanda peringatan pada tampilan Visual Basic 6.0.



Gambar 12 Tampilan saat selang tersumbat

Pada gambar 12 adalah tampilan pada Visual Basic 6.0 pada saat infus pada pasien tersumbat. Warning tersebut berupa bunyi buzzer dan tanda peringatan seperti pada gambar di atas. Pada saat cairan tidak menetes pada 10 detik pertama, motor akan membuka selang untuk mempermudah cairan menetes, namun apabila pada 10 detik berikutnya cairan belum menetes juga, maka buzzer akan berbunyi dan akan muncul peringatan bahwa infus pada pasien tertentu macet atau tersumbat. Bunyi buzzer pada software akan berhenti pada saat tetesan telah berjalan lagi dan tombol enter pada hardware ditekan untuk melanjutkan perhitungan tetesan.

V. Kesimpulan

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembuatan sistem yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian dan analisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Kecepatan tetesan infus dapat dikendalikan dengan cara mengatur timer pada program. Mikro akan menghitung waktu yang dibutuhkan antara setiap tetesan dengan tetesan sebelumnya, sehingga didapatkan nilai periode. Nilai periode tersebut yang akan dibagi dengan 6000ms atau sama dengan 1 menit karena penyettingan tetesan adalah tetes per menit.
- Kemampuan minimum pengaturan batas bawah adalah sebesar 8 tetes per menit. Sedangkan untuk kemampuan maximum pengaturan batas atas adalah sebesar 50 tetes per menit.
- Dari hasil pengujian diperoleh rata-rata eror sebesar 2% per menit.

VI. Daftar Pustaka

- [1] atmel.com, 2010
- [2] <http://naniklove.student.umm.ac.id/2010/01/29/infus/>, 30-03-2010
- [3] <http://docs.google.com/gview?url=http%3A%2F%2Fhalim.blog.unsoed.ac.id2Ffiles%2F2009%2F06%2Fmicrosoft-word-apkasi-embeded-system%2Fpadadunia-medis1.pdf>, 30-03-2010
- [4] <http://kesehatan.kompasiana.com/2010/03/17/penggunaan-obat-yang-kurang-rasional/>, 30-03-2010
- [5] <http://jarumsuntik.com/memasang-infus/>, 30-03-2010
- [6] <http://id.wikipedia.org/wiki>, 30-03-2010
- [7] <http://spesialisbedah.com/2010/01/pemasangan-alatmedis-pada-tubuh/>, 30-03-2010
- [8] <http://www.beyondlogic.org/serial/serial.htm>, 30-03-2010
- [9] http://gedex.web.id/archives/2008/01/17/menggunakan-6-ping-dengan-2-microcontroller-avr-8-bit-risc-untuk-navigasi-robot-bagian-0/#Bagian_2_-_Pemrograman_AVR_dengan_bahasa_C, 02-04-2010
- [10] Graber, Mark A. Terapi Cairan, Elektrolit, dan Metabolik. Farmedia. Jakarta: 2002.
- [11] Risfin Aini (2009). *Sistem Monitoring Rate Jantung, Suhu Tubuh dan Kontrol Tetesan Infus Pada Ruang Perawatan Rumah Saki (Software)*. Tugas Akhir. D3 T.Elektronika PENS-ITS