

Rancang Bangun Otomatis Sistem Infus Pasien

Nuryanto Muljodipo, Sherwin R.U.A. Sompie, ST., MT, Reynold F. Robot, ST., M.Eng.
Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado-95115, Email: Nuryantomuljodipo@gmail.com

Abstrak - Infus merupakan suatu alat yang digunakan untuk memberikan makanan ataupun obat dalam bentuk cairan kepada pasien. Di beberapa rumah sakit, pemberian cairan infus masih dilakukan secara manual dimana memberi cairan infus yang akan diberikan kepada pasien, petugas medis harus menghitung jumlah tetesannya sambil melihat jam tangan selama satu menit. Oleh karena itu dirancang alat untuk mengontrol tetesan infus.

Rangka utama alat ini berupa tiang almunium, *acrylyc*, dan kayu, sumber tegangan berupa rangkaian catu daya yang dihubungkan secara paralel dengan aki 12 volt. Pembacaan tetesan cairan infus dan habisnya cairan infus menggunakan LED dan photodiode. Penggerak mekanik otomatis sistem menggunakan motor servo. Untuk memasukkan jumlah tetesan cairan yang diinginkan menggunakan keypad, alarm sebagai indikator habisnya cairan dan tidak terjadinya tetesan. Untuk pengontrol utamanya adalah mikrokontroler AVR ATmega16. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk memprogram adalah CodeVision AVR Evaluation V2.05.0.

Dengan menggunakan komponen – komponen di atas, alat ini dapat mendeteksi jumlah tetesan cairan infus dengan error tertinggi sebesar 4,54%. Untuk mempercepat kestabilan dapat ditambahkan sensor dan mekanik otomatis sistem dapat dirubah.

Kata Kunci : ATmega 16, Infus, LED, Photodiode

Abstrak - Infusion is a tool that is used to provide food or medicine in liquid form to patients. In some hospitals, the infusion liquid still given manually to the patient, the amount of the drip must be count by the medic for one minute with a wristwatch. Therefore designed a tool to control the drip.

The main framework of this instrument in the form of aluminum poles, acrylyc, and wood, the voltage source in the form of power supply circuit is paralelly connected with a 12-volt battery. The droplets and run out of infusion liquid is readed using LED and photodiode. Automatic mechanical drive system uses servo motors. To enter the desired amount of liquid droplets using a keypad, alarm as an indicator to inform the depleted liquid and run out of liquid. Microcontroller AVR ATmega 16 is used for the main

controller. CodeVisionAVR Evaluation V2.05.0 is used as the programming language for programming .

By using components above, these tools can detect the amount of infusion liquid droplets with the highest error of 4.54%. Sensor can be added to accelerate stability and automatic mechanical system can be changed.

Keywords : ATmega16, Infusion, LED, Photodiode

I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu kedokteran dan teknologi yang semakin canggih menuntut pengamatan dan keakuratan pemberian dosis cairan. Demikian halnya perkembangan ilmu dan teknologi di bidang alat-alat kesehatan. Salah satu peralatan yang ada dan sering digunakan di rumah sakit salah satunya adalah infus. Alat infus ini digunakan untuk memberikan cairan ataupun obat kepada pasien sehingga memerlukan keakuratan agar tidak terjadi hal – hal yang tidak diinginkan.

Kita ketahui di beberapa rumah sakit infus masih dilakukan secara manual untuk memberi jumlah tetesan infus yang akan diberikan kepada pasien, petugas medis harus menghitung tetesannya sambil melihat jam tangan selama satu menit, cara ini tentu masih jauh dari tingkat ketelitian. Adapun beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pemberian dan jumlah cairan infus adalah petugas medis yang kelelahan sehingga tidak dapat memberikan jumlah tetesan infus yang tepat dan posisi tangan pasien yang sering bergerak yang bisa mempengaruhi jumlah tetesan tersebut. Sistem otomatis alat infus sudah digunakan tapi saat ini hanya untuk ruangan khusus atau memerlukan biaya yang sangat mahal untuk bisa menggunakannya.

Sebagai upaya untuk mengatasi hal tersebut maka, berusaha merancang dan membuat sistem otomatis alat infus dan pengaturan tetesan secara digital dengan display LCD. Alat ini menggunakan mikrokontroler ATmega 16 untuk kontrol putaran motor sebagai penjepit. Alat ini dapat mempermudah petugas medis dalam mengatur tetesan infus, sehingga petugas medis tidak mengatur jumlah tetesan infus secara manual dan

dapat meningkatkan pelayanan kepada pasien. Selain itu dalam upaya menjaga keselamatan, alat ini juga menggunakan alarm sebagai indikator infus, dan alarm ini akan memberikan peringatan bila cairan infus akan habis dan tetesan tidak terjadi selama 60 detik.

II. LANDASAN TEORI

A. Sistem Kendali

Sistem kendali adalah kumpulan komponen yang bekerja sama di bawah arahan dari sebuah atau beberapa mesin cerdas (*machine intelligence*). Sistem kendali terdiri dari dua model sistem dasar, yakni sistem kendali lup terbuka dan sistem kendali lup tertutup

B. Sensor Photodiode

Sensor photodiode adalah dioda yang sensitif terhadap cahaya. Ketika sebuah cahaya mengenai langsung kepada photodiode akan mengakibatkan meningkatnya kebocoran arus balik. Sensor photodiode bisa juga digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu obyek. Bila obyek berada di depan sensor dan dapat terjangkau oleh sensor maka output rangkaian sensor akan berlogika "1" atau "high" yang berarti obyek "ada". Sebaliknya jika obyek berada pada posisi yang tidak terjangkau oleh sensor maka output rangkaian sensor akan bernilai "0" atau "low" yang berarti obyek "tidak ada".

C. Timer/Counter

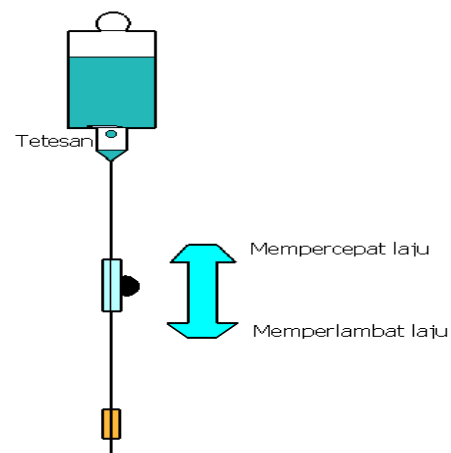
Timer & Counter merupakan fitur yang telah tertanam di mikrokontroler AVR yang memiliki fungsi terhadap waktu. Fungsi pewaktu yang di maksud di sini adalah penentuan kapan program tersebut dijalankan, tidak hanya itu saja fungsi timer yang lainnya adalah PWM, ADC, dan Oscillator. Prinsip kerja timer dengan cara membagi frekuensi (*prescaler*) pada *clock* yang terdapat pada mikrokontroler sehingga *timer* dapat berjalan sesuai dengan frekuensi yang di kehendaki.

D. Infus

Infus cairan intravena (*intravenous fluids infusion*) adalah pemberian sejumlah cairan kedalam tubuh, melalui sebuah jarum kedalam sebuah pembuluh vena (pembuluh balik) untuk menggantikan kehilangan cairan atau zat-zat makanan dari tubuh.

E. Prinsip Kerja Infus

Pada sistem infus laju aliran infus diatur melalui klem selang infus (lihat gambar 1). Jika klem digerakan untuk mempersempit jalur aliran pada selang maka laju cairan akan menjadi lambat ditandai dengan sedikitnya jumlah tetesan infus per menit yang keluar dan



Gambar 1. Prinsip Kerja Infus Pasien

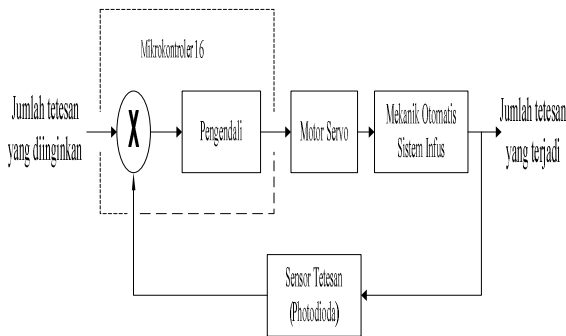
sebaliknya bila klem digerakan untuk memperlebar jalur aliran pada selang infus maka laju aliran infus akan menjadi cepat ditandai dengan banyaknya jumlah tetesan infus per menit.

III. PERANCANGAN SISTEM

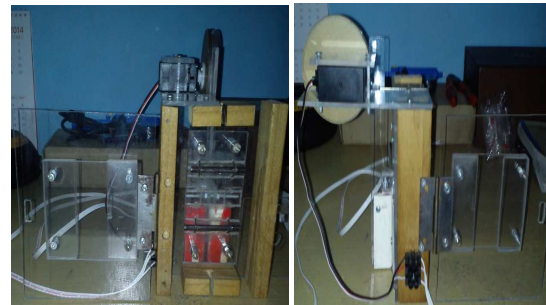
A. Konsep Dasar Perancangan Otomatis Sistem Infus Pasien

Konsep dasar merupakan pedoman untuk merencanakan sesuatu dalam melakukan rancangan, dimana konsep ini memuat langkah – langkah dan petunjuk untuk menentukan sesuatu penunjang yang dibutuhkan dalam mendesain (lihat gambar 2).

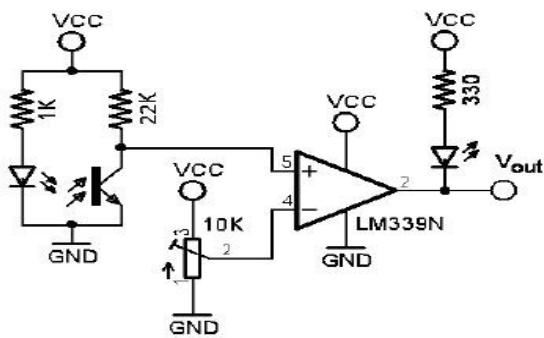
Sistem otomatis infus pasien dibangun oleh beberapa sub – sub sistem dengan fungsi yang berbeda sehingga menjadi suatu kesatuan sistem yang besar dan memiliki ketergantungan satu dengan yang lainnya. Dimana mikrokontroler yang berfungsi sebagai pusat pengontrol, sensor photodiode yang akan mendeteksi tetesan cairan dan habisnya cairan infus, motor servo berfungsi menjepit atau melonggarkan selang infus, keypad berfungsi sebagai *input* perintah dalam hal ini jumlah tetesan infus yang diinginkan, buzzer berfungsi sebagai alarm untuk memberitahukan bahwa cairan infus akan segera habis atau tetesan infus tidak terjadi. Sedangkan LCD (*Liquid Crystal Display*) berfungsi sebagai media tampilan selama proses berlangsung yang dapat menampung dua baris, dimana masing – masing baris dapat menampung 16 karakter (2x16) jadi jumlah karakter yang bisa ditampung adalah 32 karakter, serta catu daya sebagai suplai arus dan tegangan pada alat. Perangkat – perangkat keras tersebut dibangun agar alat bisa mencapai tujuan utamanya yaitu mengontrol jumlah tetesan infus yang diperintahkan secara otomatis.



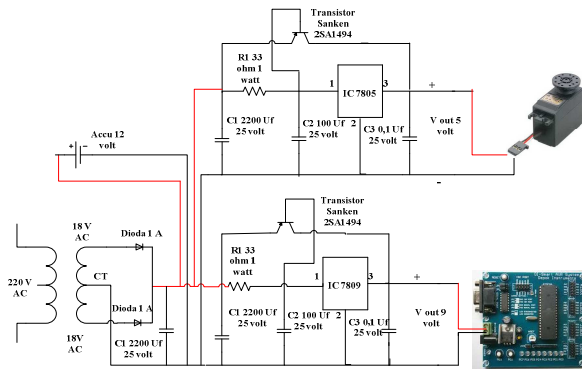
Gambar 2. Diagram Blok Otomatis Sistem Infus Pasien



Gambar 4. Mekanik Otomatis Infus Pasien



Gambar 3. Rangkaian Sensor Tetesan dan Habisnya Cairan Infus



Gambar 5. Rangkaian Catu Daya

B. Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras untuk otomatis sistem infus pasien meliputi mikrokontroler 16, sensor tetesan cairan infus, sensor habisnya cairan infus, LCD, Keypad 4x4, buzzer, motor servo, dan rangkaian catu daya.

1) Sensor Tetesan dan Habisnya cairan Infus

Sensor tetesan dan habisnya cairan infus terdiri dari LED yang berfungsi untuk memancarkan cahaya, photodiode yang berfungsi untuk menerima cahaya dan beberapa komponen – komponen elektronika (lihat gambar 3).

2) Mekanik Otomatis Infus Pasien

Desain mekanik yang berfungsi untuk mengantikan klem infus terdiri dari 2 bagian yaitu bagian penggerak penjepit infus dan bagian penjepit infus (lihat gambar 4).

Bagian penggerak penjepit selang infus ini terdiri dari motor servo posisi yang telah dimodifikasi dan disambungkan dengan acrylic berbentuk bundar dengan jari-jari antara sudut 0° sampai 210° berbeda, agar dapat melakukan gerakan menutup dan membuka. Sedangkan bagian penjepit selang infus merupakan bagian pengganti dari klem infus, berfungsi untuk mempersempit dan memperlebar jalur aliran infus.

Dengan mempersempit jalur aliran infus akan mengakibatkan jumlah tetesan cairan infus akan semakin berkurang dan begitu pula sebaliknya semakin lebar jalur aliran infus maka semakin banyak jumlah tetesan cairan infus.

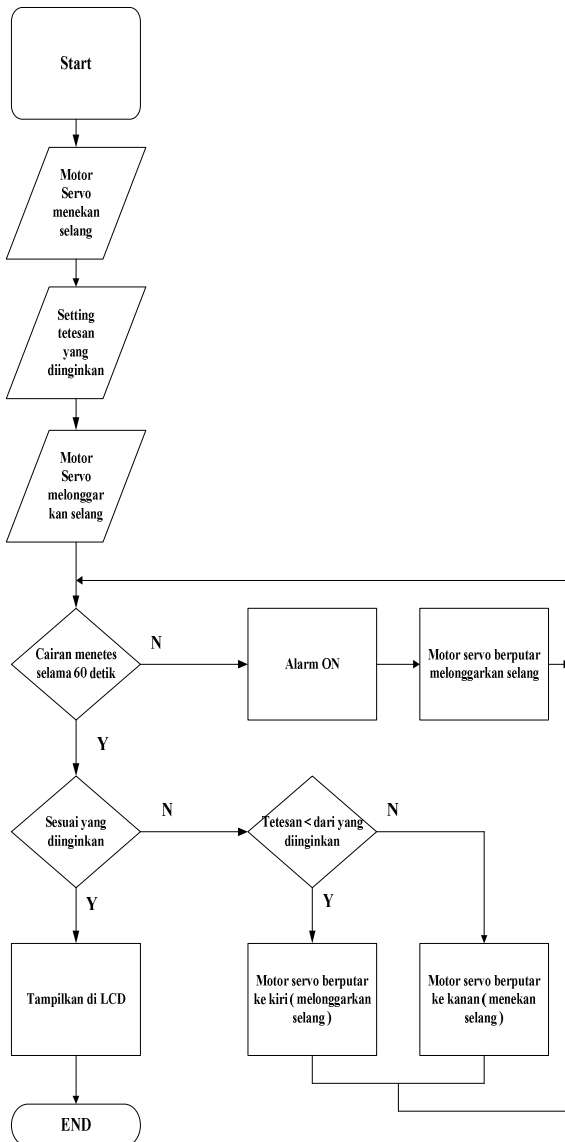
3) Catu Daya

Rangkaian catu daya ini berfungsi untuk mensuplai tegangan ke seluruh komponen pada alat otomatis infus pasien. Pada perancangan catu daya ini terdiri dari beberapa komponen – komponen elektronika. Perancangan catu daya ini menggunakan trafo CT yang dihubungkan secara parallel dengan aki kering 12 volt. Penggunaan aki kering 12 volt berfungsi ketika sumber listrik dari trafo mati (lihat gambar 5).

C. Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak untuk otomatis sistem infus pasien Bahasa pemrograman mikrokontroler yang digunakan adalah bahasa C dengan kompilator CodeVisionAVR Evaluation versi 2.05.0.

Sistem otomatis infus dirancang agar dapat menghitung jumlah cairan infus yang menetes agar dapat dikontrol secara otomatis sehingga jumlah tetesan sesuai yang diinginkan. Berikut merupakan diagram alir yang dipakai pada perancangan perangkat lunak otomatis infus (lihat gambar 6).



Gambar 6. Diagram Alir Otomatis Sistem Infus Pasien

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengujian ini ditujukan pada keseluruhan sistem otomatis infus pasien. sistem *input* dilakukan pengujian pada sensor dalam membaca tetesan infus, sedangkan sistem *output* pengujian mekanik otomatis infus untuk dapat menjepit dan melonggarkan selang infus.

A. Pengujian Sensor Tetesan Cairan Infus

Pada pengujian sistem *input* pada sensor photodiode dalam membaca tetesan cairan infus menggunakan sebuah LED. Penggunaan LED

dimaksudkan agar dapat menerangi sensor photodiode sehingga ketika tetesan cairan melewati jalur antara LED dan photodiode, tetesan tersebut akan sesaat menghalangi cahaya yang menerangi sensor photodiode, kemudian *output* dari photodiode tersebut yang akan dijadikan referensi *input*.

Dalam pengujian pembacaan sensor ini setiap percobaan dilakukan selama 60 detik dan untuk waktu digunakan fungsi *timer* yang sudah ada pada mikrokontroler 16, dan jenis cairan infus yang digunakan adalah NaCl. Pada pengujian ini dilakukan dengan 3 kali percobaan yaitu 7 tetes/menit, 11 tetes/menit dan 20 tetes/menit dan dilakukan masing – masing percobaan dilakukan sebanyak 10 kali percobaan pembacaan tetesan. Berikut ini adalah hasil pengujian data dari sensor yang dapat dilihat pada Tabel.I, Tabel.II, dan Tabel.III.

Setelah dilakukan pengujian pembacaan cairan infus didapatkan hasil untuk 7 tetes/menit error yang terjadi 2,85%, untuk 11 tetes/menit error yang terjadi 4,54% dan untuk 20 tetes/menit error yang terjadi 3%.

B. Pengujian Mekanik Otomatis Sistem Infus

Pengujian ini yang dilakukan adalah mekanik yang dibuat dapat menggantikan fungsi dari penjepit selang infus yang berfungsi untuk mengatur laju dari tetesan cairan infus dengan cara menjepit ataupun melonggarkan selang infus. Berikut ini adalah hasil pengujian mekanik otomatis infus yang dapat dilihat pada Tabel.IV.

Dari hasil pengujian yang dilakukan semakin besar sudut motor servo yang diberikan maka jumlah tetesan yang terjadi akan semakin lambat sedangkan semakin kecil sudut motor servo yang diberikan maka jumlah tetesan yang terjadi akan semakin cepat.

C. Pengujian Otomatis Sistem Infus Pasien

Pada pengujian sistem otomatis infus dilakukan sebanyak 3 kali percobaan dengan settingan jumlah 10, 15 dan 20 tetesan/menit dilakukan hingga 100 tetesan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat berfungsi atau tidak, serta untuk mencari rata-rata tetesan cairan.

Setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan alat otomatis infus pasien untuk 10 tetes per menit dari 100 tetes rata-rata dari setiap tetes adalah 5,53 detik per tetes, untuk 15 tetes per menit rata-rata setiap tetes adalah 3,74 detik per tetes, dan untuk 20 tetes per menit rata-rata setiap tetes adalah 2,31 detik per tetes. Berikut ini adalah hasil pengujian otomatis sistem infus pasien secara keseluruhan untuk settingan 10 tetes/menit, 15 tetes/menit dan 20 tetes/menit yang dapat dilihat pada Pada Tabel.V, Tabel.VI, dan Tabel VII dan tampilan LCD pada Gambar 7.

TABEL I. PENGUJIAN SENSOR UNTUK 7 TETES/MENIT

Percobaan	Pengamatan secara manual selama 60 detik.	Pengamatan dengan menggunakan Photodiode selama 60 detik.	Error
1	7	7	
2	7	7	
3	7	7	
4	7	8	
5	7	7	
6	7	7	
7	7	7	
8	7	8	
9	7	7	
10	7	7	
Jumlah	70	72	2,85 %

TABEL II. PENGUJIAN SENSOR UNTUK 11 TETES/MENIT

Percobaan	Pengamatan secara manual selama 60 detik.	Pengamatan dengan menggunakan Photodiode selama 60 detik.	Error
1	11	13	
2	11	11	
3	11	12	
4	11	11	
5	11	11	
6	11	11	

7	11	12	
8	11	11	
9	11	11	
10	11	12	
Jumlah	110	115	4,54 %

TABEL III. PENGUJIAN SENSOR UNTUK 20 TETES/MENIT

Percobaan	Pengamatan secara manual selama 60 detik.	Pengamatan dengan menggunakan Photodiode selama 60 detik.	Error
1	20	20	
2	20	20	
3	20	20	
4	20	21	
5	20	21	
6	20	23	
7	20	20	
8	20	20	
9	20	20	
10	20	21	
Jumlah	200	206	3%

TABEL IV. PENGUJIAN MEKANIK OTOMATIS INFUS

Sudut Motor Servo	Tetes/Menit
0 ⁰	458
4 ⁰	443
9 ⁰	431
13 ⁰	427
18 ⁰	413
22 ⁰	405
27 ⁰	390
32 ⁰	378

36 ⁰	366
41 ⁰	344
45 ⁰	327
50 ⁰	315
54 ⁰	303
58 ⁰	292
63 ⁰	284
68 ⁰	270
72 ⁰	251
77 ⁰	216
81 ⁰	205
86 ⁰	195
90 ⁰	182
95 ⁰	176
99 ⁰	165
104 ⁰	92
108 ⁰	58
113 ⁰	48
117 ⁰	41
122 ⁰	37
126 ⁰	34
131 ⁰	28
135 ⁰	22
140 ⁰	13
144 ⁰	7
150 ⁰	4
153 ⁰	4
159 ⁰	2
162 ⁰	2
167 ⁰	1
172 ⁰	1
176 ⁰	1
180 ⁰	0
185 ⁰	0
194 ⁰	0
199 ⁰	0
203 ⁰	0
205 ⁰	0
210 ⁰	0

9	4
10	3
11	4
12	3
13	4
14	4
15	4
16	3
17	4
18	5
19	5
20	5
21	6
22	5
23	5
24	5
25	6
26	5
27	6
28	5
29	7
30	7
31	8
32	8
33	8
34	8
35	9
36	10
37	6
38	5
39	7
40	7
41	8
42	8
43	8
44	5
45	6
46	4
47	4
48	5

TABEL V. PENGUJIAN UNTUK 10 TETES/MENIT

Setting	Tetes	Waktu (detik)
10 Tetes	1	3
	2	4
	3	3
	4	4
	5	3
	6	3
	7	4
	8	3

49	4
50	5
51	4
52	5
53	4
54	4
55	5
56	4
57	5
58	6
59	6
60	6
61	7
62	6
63	6
64	6
65	6
66	6
67	6
68	6
69	6
70	6
71	6
72	6
73	7
74	6
75	7
76	6
77	7
78	6
79	7
80	6
81	6
82	8
83	8
84	8
85	9
86	6

87	4
88	5
89	5
90	4
91	5
92	5
93	5
94	4
95	5
96	5
97	4
98	5
99	7
100	6
Rata-rata	5,53

TABEL VI. PENGUJIAN UNTUK 15 TETES/MENIT

Setting	Tetesan	Waktu (detik)
15 Tetes	1	3
	2	3
	3	3
	4	4
	5	3
	6	3
	7	3
	8	2
	9	3
	10	3
	11	3
	12	3
	13	3
	14	3
	15	3
	16	3
	17	3
	18	3
	19	3
	20	3
	21	4

22	3
23	4
24	4
25	4
26	4
27	4
28	3
29	4
30	4
31	4
32	4
33	4
34	4
35	4
36	4
37	4
38	4
39	4
40	4
41	4
42	4
43	4
44	4
45	4
46	4
47	4
48	4
49	4
50	5
51	4
52	4
53	5
54	4
55	5
56	4
57	4
58	4
59	4

60	4
61	4
62	4
63	5
64	4
65	4
66	4
67	3
68	5
69	4
70	4
71	4
72	5
73	6
74	5
75	6
76	6
77	5
78	3
79	3
80	3
81	3
82	3
83	3
84	3
85	3
86	3
87	3
88	3
89	3
90	3
91	3
92	3
93	3
94	3
95	3
96	3
97	4

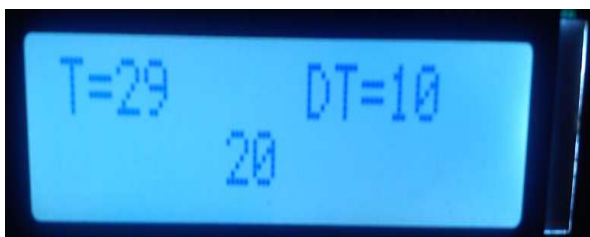
	98	5
	99	4
	100	5
Rata-rata		3,74

TABEL VII. PENGUJIAN UNTUK 20 TETES/MENIT

Setting	Tetesan	Waktu (detik)
20 Tetes	1	3
	2	2
	3	1
	4	2
	5	2
	6	2
	7	1
	8	2
	9	2
	10	2
	11	1
	12	2
	13	1
	14	2
	15	2
	16	1
	17	2
	18	1
	19	2
	20	2
	21	1
	22	2
	23	4
	24	1
	25	2
	26	2
	27	1
	28	2
	29	2
	30	2
	31	1
	32	2

	33	2
	34	1
	35	2
	36	2
	37	2
	38	3
	39	2
	40	2
	41	2
	42	3
	43	2
	44	2
	45	3
	46	2
	47	2
	48	3
	49	2
	50	2
	51	3
	52	2
	53	2
	54	3
	55	2
	56	2
	57	3
	58	2
	59	3
	60	2
	61	3
	62	2
	63	3
	64	3
	65	3
	66	3
	67	4
	68	3
	69	3
	70	4

71	3
72	3
73	3
74	3
75	4
76	3
77	3
78	4
79	4
80	2
81	3
82	2
83	2
84	3
85	2
86	2
87	3
88	2
89	3
90	2
91	3
92	2
93	2
94	3
95	2
96	3
97	2
98	3
99	2
100	2
Rata-rata	2,31



Gambar 7. Tampilan LCD Otomatis Sistem Infus Pasien

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengujian sistem otomatis infus pasien, maka dapat disimpulkan beberapa hal terkait dengan pelaksanaan dan hasil dari penelitian yaitu seperti yang diuraikan berikut.

Untuk pengujian pembacaan tetesan cairan infus menggunakan sensor photodiode dilakukan dengan 3 kali settingan yang berbeda dengan masing – masing 10 percobaan. Untuk 7 tetes/menit didapatkan error sebesar 2,85%, untuk 11 tetes/menit didapatkan error sebesar 4,54%, dan untuk 20 tetes/menit didapatkan error sebesar 3%.

Kepekaan sensor photodiode mempengaruhi pembacaan tetesan.

Mekanik penjepit selang infus, sudut putar servo, tekanan botol infus, dan selang infus yang digunakan mempengaruhi cepat dan lambatnya tetesan cairan infus.

Untuk pengujian sistem otomatis infus pasien percobaan dilakukan dengan 3 kali percobaan untuk 100 tetes, untuk 10 tetes per menit rata-rata tetesan terjadi 5,53 detik/tetes, untuk 15 tetes per menit rata-rata tetesan terjadi 3,74 detik/tetes, dan untuk 20 tetes per menit rata-rata tetesan terjadi 2,31 detik/tetes.

Untuk mengetahui jumlah tetesan per menit digunakan fungsi *Timer* pada mikrokontroler ATMEGA 16.

B. Saran

Sensor photodiode bisa diganti dengan sensor level cairan yang lebih baik sehingga proses pemberian cairan dapat lebih tepat.

Menambah algoritma pemrograman pada otomatis sistem infus pasien agar dapat bekerja secara maksimal.

Aktuator dan mekanik dapat diganti dengan yang lebih baik sehingga tetesan cairan yang terjadi bisa lebih stabil.

Pemberian jumlah cairan infus dan data dari sensor sebaiknya dikontrol menggunakan komputer agar proses pemberian cairan dan monitoring menjadi lebih mudah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.A.Kamil, "Rancang Bangun Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Menggunakan Mikrokontroler ATmega 16", *Skripsi Program S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado*, 2012.
- [2] A.H.Mubin, "Panduan Praktis Ilmu Penyakit Dalam Diagnosis Dan Terapi", EGC, Jakarta, 2007.
- [3] A.Muslim, "Monitoring Cairan Infus Menggunakan Modul Radio Frekuensi YS 1020 UB dengan Frekuensi 433 MHZ", Tersedia di : http://www.elektro.undip.ac.id/el_Kpta/wp-content/L2F309012_MTA.PDF, diakses 2 Mei 2015.

- [4] D.F.Anggraini,"Pengembangan Sistem Monitoring Tetesan Infus Pada Ruang Perawatan Rumah Sakit", Tersedia di : [http: www.Distrodoc.com/287211](http://www.Distrodoc.com/287211), diakses 2 Mei 2015.
- [5] F.Mampa,"Pengendalian Lengan Robot Pemindah Objek Dengan Kemiripan Bentuk Menggunakan Analisis Kinematika", *Skripsi* Program S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, 2011.
- [6] H.Andrianto,"Pemograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR)", Informatika Bandung, 2008.