

## RANCANG BANGUN SISTEM PAKAR PENGATUR TETESAN INFUS BERBASIS LOGIKA FUZZY

### DESIGN AND APPLICATION EXPERT SISTEM FOR REGULATORY INFUSE DRIP BASED ON FUZZY LOGIC

Novian Lisdi Wahyoto<sup>1</sup>, M. Ramdhan Kirom<sup>2</sup>, Reza Fauzi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>2</sup>Kaprodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>3</sup>Dosen S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[novian.lisdi@gmail.com](mailto:novian.lisdi@gmail.com), <sup>2</sup>[jakasantang@gmail.com](mailto:jakasantang@gmail.com), <sup>3</sup>[rezafauzii@gmail.com](mailto:rezafauzii@gmail.com)

---

#### Abstrak

Infus begitu diadalkan karena infus dapat memberikan cairan secara berkala langsung ke pembuluh darah pasien<sup>[1]</sup>. Oleh karena itu, kesalahan dalam pemberian cairan infus dapat berakibat buruk kepada pasien. Infus yang ada saat ini penggunaannya masih secara manual dimana kesalahan – kesalahan seperti yang telah disebutkan masih sering terjadi, oleh karena itu kami membuat suatu sistem infuse yang dapat bekerja secara otomatis. Melalui kondisi tersebut, suatu sistem infus yang dapat memonitor infus secara berkala terlihat sangat dibutuhkan. Dari sini lah digagas konsep infus otomatis dimana dokter atau perawat hanya tinggal memasukan jumlah yang diinginkan dari keypad yang ada pada user interface. Sensor yang digunakan pada alat ini yaitu photodiode dengan diamemer 5mm yang akan menjadi indikator ketinggian cairan di dalam tabung infus dan sebuah potensiometer sebagai monitor sudut penjepit. Sedangkan sebagai pengganti penekan selang digunakan motor servo yang akan bergerak untuk membuka atau menutup aliran tetesan infuse. Pada jurnal ini digunakan mikrokontroller ARDUINO UNO sebagai kontrol motor servo serta pengiriman data untuk monitoring jarak jauh. LCD dan Keypad digunakan sebagai interface yang memudahkan dokter atau perawat dalam menggunakan alat ini. Dalam merancang alat ini kami melakukan studi literatur dan studi lapangan untuk mendapatkan data yang akurat, sehingga alat yang dibuat dapat bermanfaat dan tepat guna.

Kata kunci: Logika Fuzzy, Sistem Pakar, arduino uno, infuse, servo.

---

#### Abstract

Infusion so reliable since the infusion can provide periodic fluid directly into the patient's blood vessels <sup>[1]</sup>. Therefore, an error in the administration of intravenous fluids may be detrimental to the patient. Moreover, if there are problems such as blockage or run out of fluid in the IV tube. Infusion current use is still manually where errors as mentioned still frequently occur, therefore we make an infusion sistem that works automatically. Through these conditions, a sistem that can monitor an infusion regularly looks very needed. Here was initiated the concept of the automatic infusion where a doctor or nurse simply just enter the desired quantity of the existing keypad on the user interface. Sensors used in this device is a photodiode with a 5mm diamemer which will be an indicator of fluid height in the infusion tube and a potentiometer as an angle monitoring for the brace. Meanwhile, instead of a pressure hose used servo motor will move to open or close the flow drip infusion. At this Journal ARDUINO UNO microcontroller used as PWM generator for servo motor control and data transmission for remote monitoring. LCD and keypad used as an interface that allows a doctor or nurse in using these tools. In designing this tool we are studying literature and field studies to obtain accurate data, so that the tool made to be useful and appropriate.

Keywords : Fuzzy Logic, Expert Sistem, Arduino Uno, Infuse Drip, Servo.

---

#### 1. Pendahuluan

Perkembangan ilmu kedokteran dan teknologi yang semakin canggih menyebabkan tuntutan akan kemudahan dan ketepatan. Demikian halnya perkembangan ilmu dan teknologi di bidang alat – alat kesehatan. Salah satu obat yang ada di rumah sakit yang digunakan adalah infus atau perawatan intravena[2]. Dalam penggunaan infus secara manual untuk mengetahui jumlah tetesan yang akan diberikan kepada pasien, perawat harus menghitung tetesan infus sambil melihat jam tangan selama beberapa menit. Cara ini tentu memiliki tingkat ketelitian yang rendah dan bahkan bisa saja mengakibatkan kesalahan jika perawat tidak

teliti dalam melihat arah putaran jam. Dalam pemberian infus dibutuhkan pengamatan yang sangat akurat dan perhitungan yang teliti berdasarkan aturan yang sudah ada untuk mencegah gejala penurunan suhu tubuh pasien secara drastis (Hypotermia) dan kelebihan cairan pada tubuh pasien[3].

Kemajuan teknologi juga berdampak pada semakin pesatnya kemajuan pada penggunaan sistem pakar. Sistem pakar adalah suatu sistem yang memanfaatkan pengetahuan pakar yang ditangkap di sebuah komputer untuk memecahkan masalah yang biasanya membutuhkan keahlian seorang pakar. Sistem pakar adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer yang dirancang untuk memodelkan kemampuan menyelesaikan masalah seperti layaknya seorang pakar. Sistem pakar mencari dan memanfaatkan informasi yang relevan dari pengguna dan dari basis pengetahuan yang tersedia untuk membuat rekomendasi [4].

Sistem pakar mulai diaplikasikan pada dunia medis karena adanya ketidakseimbangan antara jumlah pasien dan dokter. Selain itu, sebagian besar dari masyarakat tidak terlatih secara medis sehingga apabila mengalami gejala penyakit yang diderita belum tentu dapat memahami cara-cara penanggulangannya. Sistem pakar ini mampu mendiagnosis berbagai jenis penyakit pada manusia [5].

Dengan adanya sistem pakar ini, orang awam mampu mendeteksi dan menentukan adanya penyakit pada dirinya berdasarkan gejala-gejala yang dirasakan oleh orang tersebut dengan menjawab pertanyaan pada aplikasi seperti halnya konsultasi ke dokter.

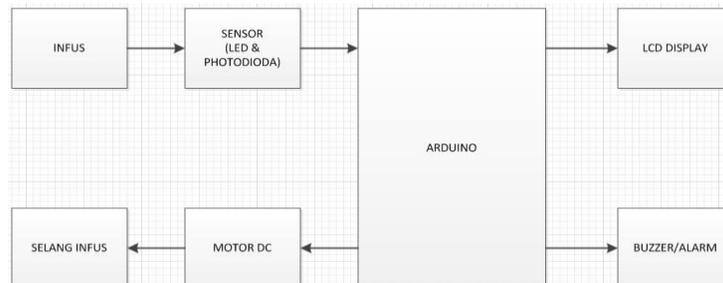
Pada jurnal ini penulis berusaha merancang dan membangun sistem pakar alat pengaturan jumlah tetesan infus berbasis logika fuzzy pada pasien untuk mencatat banyaknya tetesan infus yang diberikan kepada pasien dalam suatu periode. Alat ini menggunakan pengetahuan pakar yang ditanam pada mikrokontroller untuk mengatur putaran motor servo saat membuka atau menutup selang infus.

Pada alat infus juga dipasang rangkaian penghitung tetesan dan penjepit otomatis. Rangkaian laju aliran/tetesan digunakan untuk menghitung berapa jumlah tetesan infus yang telah masuk ke dalam tubuh pasien berdasarkan putaran pada servo dan juga jenis cairan infus yang dipilih pada user interface. Diharapkan alat ini dapat mempermudah paramedis dalam pengaturan tetesan infus yang diberikan kepada pasien. Sehingga dalam mengatur jumlah tetesan infus, dokter atau perawat tidak secara manual sehingga menimbulkan kesalahan dan meningkatkan pelayanan kepada pasien.

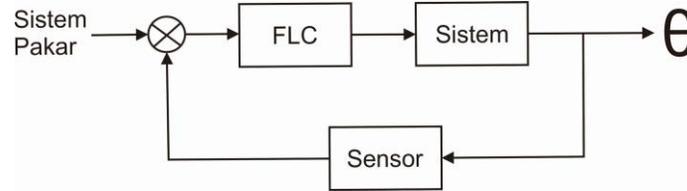
2. Pembahasan

2.1. Gambaran Umum Sistem

Gambaran umum pada rancang bangun sistem pakar pengatur tetesan infus otomatis secara umum terbagi menjadi beberapa komponen utama, yaitu Arduino Uno, LCD Display, catu daya, sensor LED, motor servo dan buzzer. Untuk pengolahan data pasien, database jumlah tetesan dan pengambilan keputusan pada motor servo dilakukan di Arduino Uno dengan masukan catu daya, sinyal yang diberikan oleh sensor LED dan data masukan dari user interface. User memasukkan data 9pasien pada user interface, kemudian data diolah berdasarkan kebutuhan cairan pada pasien. Selanjutnya saat push button ditekan proses peregang dan penegangan pada selang menggunakan motor servo dimulai. Sensor LED akan mendeteksi jumlah tetesan tiap menitnya. Jika sensor telah mendapat jumlah tetesan yang sesuai, sensor akan mengirim sinyal ke arduino uno dan kemudian arduino uno akan men-drive motor servo untuk menentukan jumlah tetesan yang sesuai. Apabila jumlah tetesan sesuai dengan set poin, maka motor servo akan mempertahankan posisi putarannya, tetapi jika jumlah tetesan tidak sesuai dengan set poin yang ditentukan maka motor akan berputar ke arah kiri untuk melonggarkan selang sampai jumlah tetesan sesuai dengan jumlah tetesan yang diinginkan. Jumlah tetesan tiap menitnya akan ditampilkan pada LCD yang ditanam pada box user interface. Pada box user interface paramedis akan memantau jumlah tetesan tiap menitnya. Pengamatan juga dilakukan di ruang paramedic menggunakan line yang terhubung dengan masing-masing alat infus otomatis di ruang pasien. Saat volume pada tabung infus kurang dari 10% sensor akan mengirim sinyal ke arduino, lalu arduino akan menyalakan buzzer yang ada di ruang paramedis dan ruang pasien.



Gambar1 Gambaran Umum Sistem



Gambar 2 Diagram Blok Sistem

Sistem pengatur infus berbasis logika fuzzy memiliki masukan dari sistem pakar, sistem pakar sebagai bahan pemrosesan fuzzy Logic Control setelah itu diteruskan ke sistem sebagai input PWM. Sebelum menjadi output  $\theta$ , sensor menyesuaikan bukaan derajat terlebih dahulu sebagai feedback dari sistem. Feedback ini diperlukan sebagai factor koreksi derajat bukaan penjepit.

2.2. Identifikasi Sistem Pakar

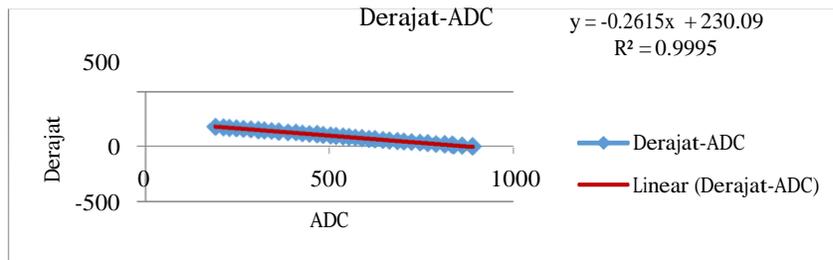
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kebutuhan cairan serta tetes per menit tiap berat badan yang akan diuji. Pengujian terhadap sistem pakar dilakukan dengan cara mendata berat badan yang akan diuji serta. Berat badan dibatasi mulai dari 20Kg hingga berat 150Kg. infus set yang digunakan pada percobaan ini adalah infus set Terumo dengan factor tetes 20tetes/1ml. pengujian dilakukan dengan jumlah tetesan yang dibutuhkan setiap 24 jam. Identifikasi jumlah cairan dan jumlah tetes per menit diperoleh melalui persamaan 1 dan 2:

$$\psi = 50 \times \frac{\phi}{24} \tag{1}$$

$$\phi = \frac{(\psi \times 24)}{(50 \times \psi)} \tag{2}$$

2.3. Karakterisasi Sensor Sudut

Proses pertama adalah proses linierisasi dengan cara mencari nilai ADC potensiometer yang terbaca oleh serial monitor mikrokontroller. Potensiometer yang digunakan adalah potensiometer linier dengan besar resistansi 10K. Proses ini dilakukan dengan cara melihat nilai ADC setiap perubahan derajat motor servo. Gambar 4.4 merupakan grafik tampilan nilai ADC terhadap derajat.



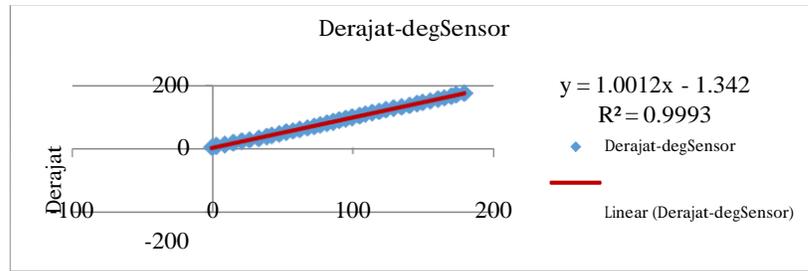
Gambar 3 Derajat-ADC

Setelah melakukan pengujian Derajat-ADC didapatkan persamaan linierisasi 4 dan 4:

$$\psi = -0.2615\psi + 230.09 \tag{3}$$

$$r^2 = 0.9995 \tag{4}$$

Persamaan  $\psi$  digunakan untuk mencari nilai derajat setiap terjadi perubahan nilai ADC. Persamaan  $\psi$  dimasukkan kedalam program sehingga didapat perbandingan antara nilai derajat bukaan pada motor servo dan derajat pada motor servo menggunakan sensor sudut.



Derajat Sensor

Gambar 4 Derajat-degSensor

Pada pengujian Derajat-degSensor didapat persamaan linierisasi 5 dan 6:

$$\psi = 1.0012\psi - 1.342 \tag{5}$$

$$R^2 = 0.9993 \tag{6}$$

Persamaan  $\psi$  digunakan sebagai faktor koreksi sistem untuk mengurangi error derajat set point sistem pakar.

#### 2.4. Identifikasi Derajat Motor Servo Terhadap Sistem Pakar

Pada pengujian kali ini dilakukan dengan dua tahap sehingga didapatkan nilai koreksi yang tepat yaitu, perbandingan sistem pakar terhadap bukaan motor servo tanpa sensor sudut dengan set poin (busur) dan perbandingan sistem pakar terhadap bukaan motor servo menggunakan sensor sudut dengan set poin (busur). Melalui persamaan linierisasi sensor :

$$\psi = 1.0012\psi - 1.342 \tag{7}$$

$$R^2 = 0.9993 \tag{8}$$

Didapat nilai derajat bukaan motor servo menggunakan sensor (degSensor). Melalui analisis pada degSensor, didapat rata-rata error degSensor adalah 1.22 derajat. Nilai error ini akan menjadi nilai koreksi sistem yang akan di masukkan ke dalam persamaan linierisasi 9 untuk meminimalisasi error sistem.

$$\psi = 1.0012\psi - 1.342 - 1.22 \tag{9}$$

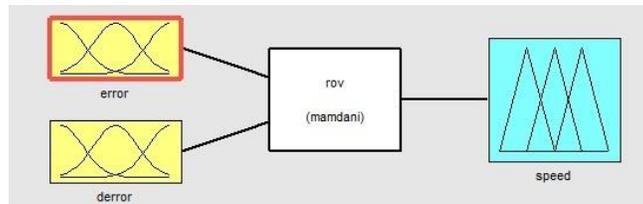


Gambar 5 Error

Setelah dimasukkannya nilai koreksi ke dalam sistem, error rata-rata menggunakan metode Root Mean Square pada motor servo menggunakan sensor sudut (degSensor) berkurang menjadi 0.80°.

#### 2.5. Perancangan Kontrol Logika Fuzzy

Parameter yang difuzzifikasi adalah input berupa tetes dan berat badan. Nilai tetes dan berat badan masing-masing dibagi ke dalam empat bentuk linguistik yaitu Lambat, Sedang1, Sedang2, Cepat dan L, M1, M2, H. Sedangkan parameter hasil defuzzifikasi, berupa output, adalah derajat (deg) untuk memutarakan penjepit selang infus. Parameter output memiliki bentuk linguistik yang sama dengan nilai input. Proses inferensi menggunakan metode mamdani

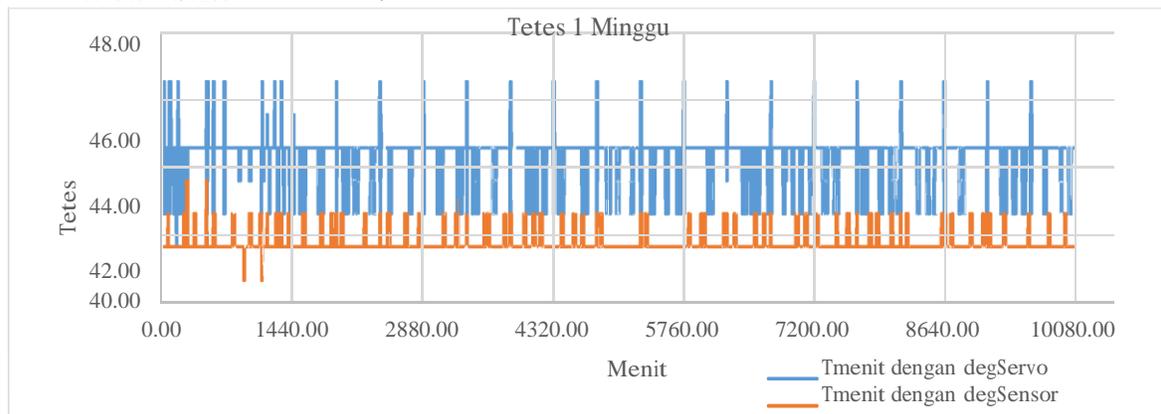


Gambar 6 Skema Logika Fuzzy

2.6. Pengujian Tetesan

Uji tetesan dilakukan dengan mengambil sampel tetesan pada berat badan 60Kg. User memasukkan berat badan pada sistem dan sistem melakukan perhitungan kebutuhan cairan. Penelitian ini dilakukan selama 7 hari (1 minggu) dengan skala penelitian adalah uji tetesan setiap menit (dpm). Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali yaitu dengan penjepit tanpa sensor sudut (degServo) dan penjepit menggunakan sensor sudut (degSensor). Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan pengaruh sensor sudut terhadap bukaan motor servo. Berat badan 60 Kg membutuhkan cairan 3000ml/24jam, selama penelitian membutuhkan 38 tabung infus 500ml selama 7 hari. Pada LCD atau user interface terbaca :

Jumlah Tetesan (dpm) : 42  
 degServo (...<sup>o</sup>) : 109.6 <sup>o</sup>  
 degSensor (...<sup>o</sup>) : 107.2 <sup>o</sup>  
 Threshold Sensor : 9



Pada uji tetesan setiap hari didapat grafik perbandingan tetesan pada penjepit yang menggunakan sensor dan tanpa sensor sudut. Terlihat pengaruh perbedaan derajat terhadap jumlah tetesan yang terbaca. Percobaan penjepit tanpa sensor sudut dengan bukaan degServo 109.6<sup>o</sup> menghasilkan rata-rata jumlah tetesan sebanyak 45 dpm sehingga memiliki error sebanyak ± 3 tetes terhadap set poin yang diinginkan yaitu 42 dpm dan deviasi sebesar 0.6429. Sedangkan percobaan penjepit menggunakan sensor sudut dengan bukaan degSensor 107.2<sup>o</sup> menghasilkan rata-rata jumlah tetesan sebanyak 42 dpm sehingga memiliki error sebanyak ± 0 tetes terhadap set poin yang diinginkan yaitu 42 dpm dan deviasi sebesar 0.2599.

3. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem dapat disimpulkan bahwa :

1. Semakin besar nilai berat badan, maka kebutuhan cairan dan jumlah tetesan yang diperlukan dalam satu menit semakin bertambah pula. Identifikasi yang dilakukan adalah identifikasi berat badan terhadap jumlah cairan yang dibutuhkan tubuh tiap 24 jam. Dengan Faktor tetes 20tetes/mL, didapatkan jumlah tetesan yang fluktuatif berdasarkan berat badan pasien. Faktor tetes 20tetes/mL adalah faktor tetesan yang dimiliki oleh infus set Terumo. Jika digunakan infus set dengan jenis berbeda, maka faktor tetesan akan berbeda juga.
2. Parameter yang difuzzifikasi adalah parameter yang dibutuhkan pada sistem pakar dan sistem penjepit. Pada proses fuzzifikasi dibagi menjadi 2 tahap yaitu identifikasi input dan output. Input berupa tetes dan berat badan. Nilai tetes dan berat badan masing-masing dibagi ke dalam empat bentuk linguistik yaitu Lambat, Sedang1, Sedang2, Cepat dan L, M1, M2, H. Sedangkan parameter hasil defuzzifikasi, berupa output, adalah derajat (deg) untuk memutarakan penjepit selang infus
3. Nilai error rata-rata dari motor servo dengan bukaan 0-180 derajat adalah 3 derajat. Besaran nilai derajat yang digunakan menggunakan busur di tiap titik dipengaruhi oleh ketelitian pengamat dan kondisi

pencahayaannya saat pengujian. Sedangkan pada motor servo error derajat disebabkan konstruksi gearbox dan pengolahan sinyal PWM yang diterima motor servo. Error derajat yang terjadi fluktuatif, oleh karena itu dibutuhkan sensor yang akan menjadi faktor pembanding agar dapat mengurangi nilai error.

4. Dengan persamaan linierisasi  $\psi = 1.0012\psi - 1.342$  didapatkan factor koreksi yaitu  $1.22^0$ . Faktor koreksi ini dimasukkan ke dalam persamaan linierisasi sehingga persamaan menjadi  $\psi = 1.0012\psi - 1.342 - 1.22$ . Faktor koreksi ini mereduksi error derajat menjadi  $0.80^0$
5. Sistem ber-orde 1 dengan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 90% nilai yang diinginkan (settling time) adalah selama 48ms dan konstanta waktu dominan ( $\tau$ ) adalah 30.5ms.
6. Pada uji tetesan setiap menit/hari didapat grafik perbandingan tetesan pada penjepit yang menggunakan sensor dan tanpa sensor sudut. Terlihat pengaruh perbedaan derajat terhadap jumlah tetesan yang terbaca. Percobaan penjepit tanpa sensor sudut dengan bukaan degServo  $109.6^0$  menghasilkan rata-rata jumlah tetesan sebanyak 45 dpm sehingga memiliki error sebanyak  $\pm 3$  tetes terhadap set poin yang diinginkan yaitu 42 dpm dan deviasi sebesar 0.6429. Sedangkan percobaan penjepit menggunakan sensor sudut dengan bukaan degSensor  $107.2^0$  menghasilkan rata-rata jumlah tetesan sebanyak 42 dpm sehingga memiliki error sebanyak  $\pm 0$  tetes terhadap set poin yang diinginkan yaitu 42 dpm dan deviasi sebesar 0.2599.
7. Sistem ini memiliki tingkat presisi hingga 99.88% dan akurasi 99.99% terhadap set poin yang diukur.

#### Daftar Pustaka:

- [1] Han PY, Coombes ID, Green B., " Factors predictive of intravenous fluid administration errors in Australian surgical care wards", *QualSaf Health Care* 2010; 14: 179-184
- [2] Altman D.G, Bland J.M, " Measurement in Medicine: the Analysis of Method Comparison Studies", *The Statistician* 32 (1983) 307-317
- [3] KEPERAWATAN :Cairan infuse, Arya WITL Diakses tanggal 13september 2014  
<http://aryawitl.com/2009/02/cairan-infus.html>
- [4] Arduino, Diakses tanggal 13 september 2014  
<http://team-ichibot.com/arduino>
- [5] Robot Indonesia : Jenis – jenis motor, Paulus Andi Nalwan Diakses tanggal 13 september 2014  
<http://www.robotindonesia.com/article/an0012.pdf>
- [6] Daniel dan Virginia, G. 2010. Implementasi Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Dengan Gejala Demam Menggunakan Metode Certainty Factor. *Jurnal Informatika*, Volume 6, Nomor 1.
- [7] Fatta, H. dan Wibowo, S. 2010. Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Telinga Hidung Tenggorokan Pada Manusia. Yogyakarta: AMIKOM.
- [8] Hamdani. 2010. Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Mata Pada Manusia. *Jurnal Informatika Mulawarman*, Volume 5, Nomor 2.
- [9] Handayani, L dan Sutikno, T. 2008. Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit THT Berbasis Web dengan "e2gLite Expert System Shell". *Jurnal Teknologi Industri*, Volume 12, Nomor 1.
- [10] Kuma, S dan Prava, D. 2010. An Expert System for Diagnosis of Human Diseases. *International Journal of Computer Applications*, Volume 1, Nomor 13.
- [11] Naser, A. dan Zaiter, A. 2008. An Expert System For Diagnosing Eye Disease Using Clips. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*.
- [12] Prabowo, W. .dkk. 2008. Sistem Pakar Berbasis Web Untuk Diagnosa Awal Penyakit THT. *Proceeding of SNASTI*.
- [13] Setiawan, Anton. 2009. Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Telinga Hidung Tenggorokan Pada Manusia. *Jurnal Telkomnika*, Volume 7, Nomor 3.
- [14] Sulistiyohati, A. dan Hidayat, T. 2008. Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ginjal Dengan Metode Dempster-Shafer. *Proceeding of SNASTI*.
- [15] Muhammad H. Rashid, "Power Electronics Handbook", Academic Press, Pensacola Florida, 2001
- [16] Adil, Ratna, M.T. "Pengembangan Sistem Monitoring Tetesan Infus Pada Ruang Perawatan Rumah Sakit", Karya Tulis Ilmiah. PENS-ITS Sukolilo, Surabaya, 2011
- [17] Kokoh, Bgus. "Rancang Bangun Pengaturan Jumlah Tetesan Infus pada Pasien", Karya Tulis Ilmiah. PENS-ITS Sukolilo, Surabaya, 2011
- [18] Sabarudin, Gufron, "Dual Infus Pump Berbasis Mikrokontroler", Karya Tulis Ilmiah. POLTEKES Surabaya, 2008