

Perancangan Sistem Penjadwalan Baterai Berbasis Logika Fuzzy Menggunakan Mikrokontroler ATmega16

Rossi Passarella, Sutarno, Zarti Nauli, Aditnya PP Perdana

Department of Computer Engineering
Lab. Automation Industry, Faculty of Computer Sciences, Universitas Sriwijaya
Indralaya, Sumatera Selatan
Email:passarella.rossi@gmail.com

Abstract—Sistem penjadwalan pelepasan baterai adalah sistem yang melakukan tugas penjadwalan untuk menghubungkan dan memutuskan paket yang berisi data pada beberapa baterai secara berkala dan tidak berkala. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk memisialisasikan penangan sistem penjadwalan baterai bagi sistem BTS (*Base Transceiver Station*) yang berada di *remote area*. Pada penelitian ini pengendali dari sistem penjadwalan menggunakan ATmega16, yang telah ditambahkan kecerdasan buatan berupa logika fuzzy model sugeno, sedangkan metode pemilihan baterai yang harus *charging*, *discharging* dan *standby* menggunakan metode permutasi. Berdasarkan hasil pengujian diketahui baterai pertama memiliki nilai rata-rata tegangan sebesar 11.92 volt dengan suhu 31.77 °C, baterai kedua memiliki nilai rata-rata tegangan sebesar 12.23 volt serta suhu 30.21 °C, sedangkan baterai ketiga memiliki nilai rata-rata tegangan sebesar 12.04 volt dan suhu 32.78 °C, kondisi ini menandakan bahwa dalam proses pengisian seluruh baterai dalam keadaan baik. Sedangkan nilai rata-rata arus input pada pengujian sebesar 342.86 mA dan arus output 262.28 mA, dengan sistem penjadwalan ini, baterai dan sistem BTS yang dikendalikan dapat bekerja lebih lama.

Keywords—Baterai; Fuzzy; Logika Permutasi; Mikrokontroler; Sistem Penjadwalan

I. PENDAHULUAN

Sistem penjadwalan adalah sistem yang mengalokasikan sumber daya yang ada untuk menyelesaikan semua pekerjaan dengan memperimbangkan batasan-batasan yang ada[1]. Tujuan sistem penjadwalan adalah kehandalan, kontinuitas penggunaan sumber daya sehingga waktu proses dapat diminimalkan, mengurangi *delay* suatu pekerjaan, dan membantu mengambil keputusan untuk perencanaan sistem selanjutnya [2]. Salah satu sistem penjadwalan adalah sistem penjadwalan baterai, secara definisi dapat diartikan sebagai suatu sistem yang mengelola pengisian dan pengeluaran energi dari baterai. Penjadwalan baterai biasanya diperlukan untuk melindungi baterai dari kerusakan serta untuk memperpanjang usia baterai. Skema penjadwalan baterai ditentukan berdasarkan parameter baterai bukan berdasarkan atas urutan baterai yang telah disusun[3]. Sistem penjadwalan baterai ini biasanya menggunakan lebih dari satu baterai.

Sebelum melakukan penelitian ini, telah dilakukan survey ke *provider* jaringan telekomunikasi di wilayah Indralaya (Sumatera Selatan) (Gbr. 1), adapun data yang digunakan adalah jaringan PLN, sedangkan *backup* sistem catu daya menggunakan *independent UPS (Uninterruptible Power Supply)*. Berdasarkan percobaan awal di dapat data dalam satu bulan BTS tersebut telah mati (*shutdown*) rata-rata 4 kali. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan suatu sistem untuk membagi atau mendistribusikan catu daya ke sistem *backup (system back up)* lebih dari satu UPS). Untuk mengontrol sistem ini dibutuhkan suatu sistem kecerdasan, kecerdasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode AI (*Fuzzy*). Metode ini akan bekerja berdasarkan parameter yang ditentukan dari nilai baterai-*datasheet*, menghasilkan pemilihan yang tidak berurutan, hal ini menurut kami akan lebih baik dibandingkan menggunakan metode *switching* (metode konvensional) yang berdasarkan urutan dari baterai.



Gbr 1. Salah satu BTS di Palembang (*remote area*)

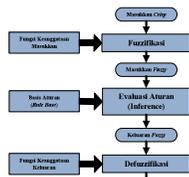
Adapun tujuan percobaan ini adalah untuk mengukur kinerja yang efektif dari sistem penjadwalan baterai menggunakan metode fuzzy Sugeno, serta menentukan parameter baterai yang mempengaruhi dalam sistem pengambilan keputusan untuk *charging*, *discharging* dan *standby*. Sedangkan tujuan utama dari sistem ini adalah untuk mendesain sistem catu daya yang otomatis dan *reliable* sehingga tidak mengganggu sistem pelayanan *provider* pada BTS untuk kawasan *remote area* di wilayah Palembang. Untuk mengkondisikan situasi diatas, maka percobaan dilakukan pada laboratorium Automasi Industri Fakultas Ilmu Komputer

dengan mengganti sistem BTS dengan beban sebuah motor DC 12 volt, pengujian ini dilakukan untuk menguji keberhasian algoritma yang ditanamkan kedalam mikrokontroler ATMEGA 16.

II. LOGIKA FUZZY

Logika fuzzy adalah sebuah logika yang memiliki nilai keabstrakan atau kesamaran (*fuzziness*) antara benar dan salah. Fuzzy logic digunakan untuk menyatakan hukum operasional dari suatu sistem dengan ungkapan bahasa, bukan dengan persamaan matematis. Ungkapan bahasa yang digunakan dalam fuzzy logic dapat membantu mendefinisikan karakteristik operasional sistem dengan lebih baik. Ungkapan bahasa untuk karakteristik sistem biasanya dinyatakan dalam bentuk implikasi logika Jika-Maka [4].

Pada teori himpunan klasik yang disebut juga dengan himpunan *crisp* (himpunan tegas) hanya dikenal dua kemungkinan dalam fungsi keanggotaannya, yaitu kemungkinan termasuk keanggotaan himpunan (logika 1) atau kemungkinan berada di luar keanggotaannya (logika 0). Namun dalam teori himpunan fuzzy tidak hanya memiliki dua kemungkinan dalam menentukan sifat keanggotaannya tetapi memiliki derajat keanggotaan bernilai antara 0 dan 1. Blok diagram logika fuzzy dapat dilihat pada Gbr2.



Gbr 2. Blok diagram logika fuzzy

Tahapan-tahapan dari operasi Fuzzy Logic dapat dijelaskan sebagai berikut:

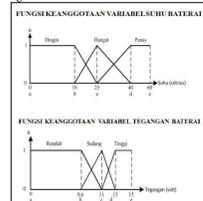
A. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi yaitu suatu proses untuk mengubah suatu masukan dari bentuk tegas (*crisp*) menjadi fuzzy (variabel linguistik) yang biasanya disajikan dalam bentuk himpunan fuzzy dengan suatu fungsi keanggotaannya masing-masing [4,5]. Untuk penelitian ini, fungsi keanggotaan yang digunakan di gambarkan pada Gbr 3.

B. Rule Base

Basis aturan berisi aturan-aturan fuzzy untuk pengendalian sistem. Aturan-aturan dibuat berdasarkan logika dan intuisi manusia, serta berkaitan erat dengan jalan pikiran dan pengalaman pribadi pembuatnya. Tidak salah bila dikatakan bahwa aturan ini bersifat subjektif, tergantung ketajaman yang

membuat. Aturan-aturan yang ditetapkan digunakan untuk menghubungkan variabel masukan dan variabel keluaran [4,5].



Gbr 3. Fungsi keanggotaan yang digunakan.

Basis aturan yang dibentuk untuk perancangan ini terlihat pada Tabel 1.

TABEL 1. RULE BASE YANG DIHASILKAN

No	Suhu	Tegangan	Keputusan
1	Rendah	Rendah	Standby
2	Rendah	Rendah	Standby
3	Rendah	Rendah	Standby
4	Rendah	Rendah	Standby
5	Rendah	Rendah	Standby
6	Rendah	Rendah	Standby
7	Rendah	Rendah	Standby
8	Rendah	Rendah	Standby
9	Rendah	Rendah	Standby
10	Rendah	Rendah	Standby
11	Rendah	Rendah	Standby
12	Rendah	Rendah	Standby
13	Rendah	Rendah	Standby
14	Rendah	Rendah	Standby
15	Rendah	Rendah	Standby
16	Rendah	Rendah	Standby
17	Rendah	Rendah	Standby
18	Rendah	Rendah	Standby
19	Rendah	Rendah	Standby
20	Rendah	Rendah	Standby
21	Rendah	Rendah	Standby
22	Rendah	Rendah	Standby
23	Rendah	Rendah	Standby
24	Rendah	Rendah	Standby
25	Rendah	Rendah	Standby
26	Rendah	Rendah	Standby
27	Rendah	Rendah	Standby
28	Rendah	Rendah	Standby
29	Rendah	Rendah	Standby
30	Rendah	Rendah	Standby
31	Rendah	Rendah	Standby
32	Rendah	Rendah	Standby
33	Rendah	Rendah	Standby
34	Rendah	Rendah	Standby
35	Rendah	Rendah	Standby
36	Rendah	Rendah	Standby
37	Rendah	Rendah	Standby
38	Rendah	Rendah	Standby
39	Rendah	Rendah	Standby
40	Rendah	Rendah	Standby
41	Rendah	Rendah	Standby
42	Rendah	Rendah	Standby
43	Rendah	Rendah	Standby
44	Rendah	Rendah	Standby
45	Rendah	Rendah	Standby
46	Rendah	Rendah	Standby
47	Rendah	Rendah	Standby
48	Rendah	Rendah	Standby
49	Rendah	Rendah	Standby
50	Rendah	Rendah	Standby
51	Rendah	Rendah	Standby
52	Rendah	Rendah	Standby
53	Rendah	Rendah	Standby
54	Rendah	Rendah	Standby
55	Rendah	Rendah	Standby
56	Rendah	Rendah	Standby
57	Rendah	Rendah	Standby
58	Rendah	Rendah	Standby
59	Rendah	Rendah	Standby
60	Rendah	Rendah	Standby
61	Rendah	Rendah	Standby
62	Rendah	Rendah	Standby
63	Rendah	Rendah	Standby
64	Rendah	Rendah	Standby
65	Rendah	Rendah	Standby
66	Rendah	Rendah	Standby
67	Rendah	Rendah	Standby
68	Rendah	Rendah	Standby
69	Rendah	Rendah	Standby
70	Rendah	Rendah	Standby
71	Rendah	Rendah	Standby
72	Rendah	Rendah	Standby
73	Rendah	Rendah	Standby
74	Rendah	Rendah	Standby
75	Rendah	Rendah	Standby
76	Rendah	Rendah	Standby
77	Rendah	Rendah	Standby
78	Rendah	Rendah	Standby
79	Rendah	Rendah	Standby
80	Rendah	Rendah	Standby
81	Rendah	Rendah	Standby
82	Rendah	Rendah	Standby
83	Rendah	Rendah	Standby
84	Rendah	Rendah	Standby
85	Rendah	Rendah	Standby
86	Rendah	Rendah	Standby
87	Rendah	Rendah	Standby
88	Rendah	Rendah	Standby
89	Rendah	Rendah	Standby
90	Rendah	Rendah	Standby
91	Rendah	Rendah	Standby
92	Rendah	Rendah	Standby
93	Rendah	Rendah	Standby
94	Rendah	Rendah	Standby
95	Rendah	Rendah	Standby
96	Rendah	Rendah	Standby
97	Rendah	Rendah	Standby
98	Rendah	Rendah	Standby
99	Rendah	Rendah	Standby
100	Rendah	Rendah	Standby

C. Inference dengan Model Sugeno

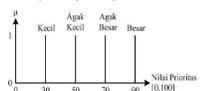
Berdasarkan basis aturan yang telah dibuat, variabel-variabel masukan fuzzy diolah lebih lanjut untuk mendapatkan suatu penyelesaian. Dengan demikian dapat diambil suatu keputusan berupa variabel fuzzy keluaran, yaitu himpunan-himpunan keluaran fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang ditetapkan berdasarkan metode yang digunakan suatu keputusan Aturan Fuzzy yang digunakan dalam perancangan algoritma fuzzy yaitu menggunakan model Sugeno.

Metode inferensi Sugeno yang sering digunakan yaitu dengan metode *Max-Min*. Pada metode *Max-Min* pengambilan keputusan didasarkan pada aturan *conjunction* dan *disjunction*.

D. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi didefinisikan sebagai proses pengubahan besaran fuzzy dalam bentuk himpunan-himpunan fuzzy keluaran dengan fungsi keanggotaannya untuk mendapatkan kembali bentuk tegasnya (*crisp*). Hal ini diperlukan sebab dalam aplikasi nyata yang dibutuhkan adalah nilai tegas (*crisp*). Ada beberapa metode defuzzifikasi yang bisa dipakai, akan tetapi dalam penelitian ini penulis menggunakan metode *Weighted*

Average[4,5]. Adapun hasil dari metode ini nilai keanggotaan variable prioritasnya ditunjukkan pada Gbr 4.



Gbr 4. Nilai keanggotaan variable Prioritas.

III. PERMUTASI SISTEM PENJADWALAN BATERAI

Perumusan masalah penjadwalan permutasi baterai dijelaskan dalam bagian ini. Sebuah baterai dibuat sebagai n untuk proses *charging*, n untuk proses *standby*, dan o untuk proses *discharging*. Masing-masing waktu pemrosesan tergantung pada parameter. Tujuannya adalah menemukan urutan dalam proses *charging*, *standby*, dan *discharging* bagi ketiga buah baterai [6].

Ada beberapa asumsi pada masalah penjadwalan: 1) Proses *charging* hanya pada satu baterai, 2) Baterai yang telah diproses *charging* akan diatur untuk proses *discharging* (Gbr. 5), 3) Motor hanya menggunakan satu baterai, 4) Status *standby* akan diberikan ke baterai setelah proses *discharging*, 5) Semua proses kerja tergantung pada parameter baterai.

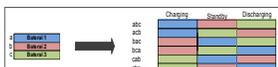


Gbr 5. Penjadwalan Urutannya untuk setiap baterai

Pengaturan urutan atau permutasi dari tiga buah baterai membutuhkan perhitungan dengan menggunakan persamaan (1).

$$P_k = \frac{n!}{(n-k)!} \quad (1)$$

Dimana n adalah jumlah objek (baterai), dan k adalah jumlah objek yang harus dipilih. Hasil dari perhitungan ini (Gbr 6) menunjukkan ada enam set kemungkinan baterai. Berdasarkan hasil permutasi dihasilkan 6 probabilitas skenario yang mungkin terjadi pada sistem penjadwalan baterai menggunakan 3 buah baterai. Seluruh skenario probabilitas yang telah berhasil dirancah dapat dilihat pada Gbr 7.



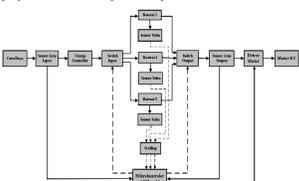
Gbr 6. Formasi yang Mungkin Terjadi Tanpa Diulang Menggunakan 3 baterai



Gbr 7. Skenario Probabilitas Penjadwalan Baterai

IV. BLOK DIAGRAM SISTEM PENJADWALAN BATERAI

Pada tahapan ini dilakukan perancangan blok diagram komponen untuk memudahkan langkah proses selanjutnya. Penempatan perangkat keras yang digunakan dalam sistem penjadwalan baterai dapat dilihat pada Gbr 8.



Gbr 8. Blok Diagram Komponen Sistem Penjadwalan Pelepasan Baterai

Pada blok diagram (Gbr 8) sistem penjadwalan baterai ini terbagi atas beberapa bagian berupa: catu daya, sensor arus input, *charger controller*, *switching*, dan sensor suhu. *Charger controller* disini berfungsi untuk mengatur arus dalam pengisian baterai, setelah itu *switch input* akan tertutup kemudian salah satu baterai yang dalam kondisi *koosng* dapat diisi ulang kembali. Pada setiap baterai diberi sensor suhu, untuk mendeteksi suhu saat pengisian dan penggunaan baterai.

Unit pemroses yakni mikrokontroler ATmega16 sebagai pengendali dari sistem penjadwalan pada baterai, dimana aliran listrik yang dideteksi oleh sensor arus akan diproses terlebih dahulu oleh ATmega16. Pada saat salah satu baterai dalam proses pengisian, mikrokontroler ATmega16 akan mendeteksi baterai mana yang memiliki tegangan penuh. Jika ada salah satu baterai memiliki tegangan penuh, maka *switch output* akan tertutup untuk mengalirkan arus. Arus tersebut akan dideteksi oleh sensor arus. Arus yang telah berhasil dideteksi akan digunakan oleh motor DC yang berperan sebagai *output* dari sistem penjadwalan baterai ini.

V. SIMULATOR PROGRAM

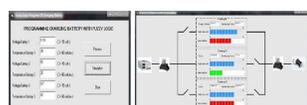
Dalam pembuatan alur pemikiran algoritma yang akan dibentuk, diperlukan langkah-langkah penyesuaian yang disesuaikan dengan metode dan rancangan yang digunakan. Pemikiran ini selanjutnya akan ditanamkan pada mikrokontroler [7-9]. Adapun alur rancangan *software* ditunjukkan oleh Gbr 9.



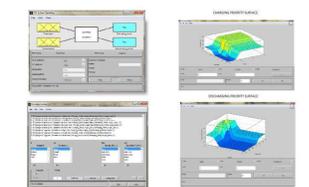
Gbr 9. Alur Pemikiran Sistem yang akan dirancah

Sebelum proses penanaman algoritma kedalam mikrokontroler, algoritma tersebut disimulasikan terlebih dahulu menggunakan *software* yang dibuat khusus untuk menggambarkan situasi proses yang diinginkan seperti terlihat pada Gbr 10. Ketika sistem yang dibuat dapat bekerja dengan baik, pembuatan selanjutnya menggunakan *software MATLAB*. Adapun hasil simulasi *MATLAB* dapat dilihat pada Gbr 11. Ketika sistem validasi telah berhasil, langkah selanjutnya adalah penanaman algoritma kedalam mikrokontroler.

Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer *mainframe*, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Secara umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan instruksi-instruksi (program) yang diberikan kepadanya. Program ini menginstruksikan komputer untuk melakukan jalinan yang panjang dari aksi-aksi sederhana untuk melakukan tugas yang lebih kompleks [5].



Gbr 10. Tampilan Interface setting Simulator Program

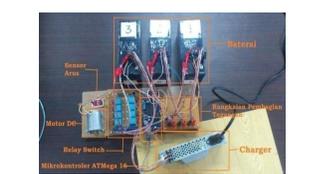


Gbr 11. Validasi Fuzzy Logic menggunakan MATLAB

VI. PERCOBAAN DAN ANALISIS

Pengujian akan dilakukan selama enam hari, hal ini dilakukan agar setiap skenario (6 model skenario) yang telah ditetapkan oleh model permutasi dapat dilaksanakan serta didapat data yang valid, selain itu baterai akan mendapatkan waktu yang cukup untuk *recovery* (memorilisasi kinerja baterai).

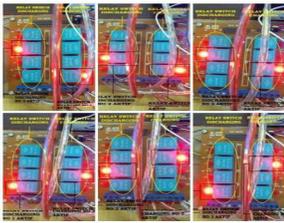
Penyusunan komponen mengikuti blok diagram yang telah dirancah (Gbr 8). Adapun gambar keseluruhan komponen dapat dilihat pada Gbr 12.



Gbr 12. Komponen Sistem Penjadwalan Baterai.

Pada percobaan hari pertama (Gbr 13), skenario yang dipilih adalah: baterai pertama *charging*, baterai ke-2 *discharging*, dan baterai ke-3 *standby*. Sedangkan untuk hari selanjutnya sampai dengan hari ke-6 mengikuti permutasi model pada Gbr 7. Hasil yang didapat selanjutnya diolah dan ditabulasikan seperti terlihat pada Tabel 2.

Secara detail Tabel 2 dapat dijelaskan sebagai berikut: Pada baterai pertama nilai rata-rata tegangan sebesar 11.92 volt dan suhu 31.77 °C, baterai kedua nilai rata-rata tegangan sebesar 12.23 volt dan suhu 30.21 °C, baterai ketiga nilai rata-rata tegangan sebesar 12.03 volt dan suhu 32.78 °C. Kemudian untuk nilai rata-rata total pada arus *input* sebesar 342.86 mA dan nilai rata-rata arus *output* 262.28 mA. Hasil pengujian ini masih didalam ambang batas minimum dari kinerja baterai sehingga hal ini dapat menghasilkan kinerja yang efektif dalam hal mengoptimasi proses penjadwalan baterai.

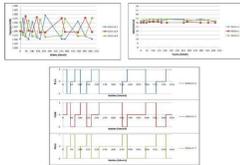


Gbr 13. Posisi Relay Switch

TABEL 2. DATA HASIL PERCOBAAN

Rata-Rata Hari	Parameter Yang Diuji						Aksi Input (mA)	Aksi Output (mA)
	Baterai 1 (V, O, I)	Baterai 2 (V, O, I)	Baterai 3 (V, O, I)	Baterai 4 (V, O, I)	Baterai 5 (V, O, I)	Baterai 6 (V, O, I)		
Rata-Rata Hari 1	12,204	31,38	12,230	30,31	12,174	31,25	301,83	276
Rata-Rata Hari 2	12,162	31,08	12,240	30,04	12,194	31,27	329,49	341,92
Rata-Rata Hari 3	12,162	31,02	12,230	30,04	12,181	31,42	319,42	324,82
Rata-Rata Hari 4	12,2013	31,02	12,204	30,31	12,1931	31,49	318,23	286,83
Rata-Rata Hari 5	12,181	31,38	12,2392	30,31	12,204	31,54	343,13	278,31
Rata-Rata Hari 6	12,1948	31,19	12,2311	30,31	12,1942	31,43	346,42	291
Rata-Rata Total	12,224	31,17	12,2308	30,21	12,1892	31,78	342,88	282,28

Sedangkan grafik yang dihasilkan untuk percobaan hari pertama ditunjukkan pada Gbr 14.



Gbr. 14. Graph hasil percobaan hari pertama.

VII. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan baik secara simulasi dan implementasi laboratorium dapat ditarik kesimpulan berupa:

1. Sistem pengambilan keputusan berupa logika fuzzy yang dibuat telah berhasil menentukan proses charging dan discharging pada baterai.
2. Sistem permutasi yang dibuat telah berhasil membuat probabilitas penjadwalan baterai yang akan terjadi.
3. Sistem penjadwalan baterai yang dibuat menghasilkan kinerja yang efektif dalam hal otomatisasi proses charging dan discharging baterai.
4. Berdasarkan pengujian diketahui bahwa seluruh baterai dalam keadaan baik, hal ini diperoleh dari parameter tegangan dan suhu dalam keadaan normal.
5. Waktu proses charging baterai lebih cepat, sedangkan waktu proses discharging lebih lama

Untuk proses implementasi sebenarnya pada BTS, akan dilaksanakan pada tahun 2014.

REFERENSI

- [1] Howie, George R., and Paul T. Weisser Jr. "Job scheduling system." U.S. Patent No. 5,093,794. 3 Mar. 1992.
- [2] Nasution, Arman Hakim. "Perencanaan dan pengendalian produksi." *Guna Widya Sarakaya* (2003).
- [3] Jonsson, Martin, et al. "Maximizing system lifetime by battery scheduling." *Dependable Systems & Networks, 2009. DSN'09. IEEE/IFIP International Conference on*. IEEE, 2009.
- [4] Sipanto. "Soft Computing. Membangun Mesin Ber-IQ Tinggi". Informatika Publisher, Bandung, September 2008.
- [5] Passarella, Rossi, Bambang Tutuko, and Aditya PP Prasetyo. "Design Concept of Train Obstacle Detection System in Indonesia." *IJRRAS 9.3* (2011): 453-460.
- [6] Taha, Zahati, et al. "A Review on Energy Management System of a Solar Car." *The 9th Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference*, 2008.
- [7] Pradana, Wahyu Sarva Putra, Giyah Prabowo, and Indhana Sodikarto. "Pengontrolan Kecepatan Exhaust Pada Ruang Merokok Berdasar Kendali Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler Atmega16." *EEPIS Final Project* (2011).
- [8] Melati, Emaria, et al. "Desain dan Pembuatan Alat Pendeteksi Golongan Darah Menggunakan Mikrokontroler." *Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (Jurnal Genesic)* 6.2 (2011): 48-54.
- [9] Nurmaini, Siti, Rossi Passarella, and Aditya PP Prasetyo. *Design of Autonomous Mobile Robot Navigation System Using Fuzzy Kohonen Network Method*. Diss. University of Sriwijaya, 2012.