

MONITORING JARAK JAUH DAN KENDALI PENGGUNAAN LISTRIK DENGAN LOGIKA FUZZY

Bustanul Arifin^{1*}, Muhammad Khosyi'in¹, Agus Adhi Nugroho¹

¹ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung
Jl. Raya Kaligawe Km.4 Semarang 50121
*Email: bustanul@unissula.ac.id

Abstrak

Krisis energi listrik menjadi masalah utama bagi bangsa Indonesia yang mempunyai jumlah penduduk terbesar ke-4 dunia setelah China, India, dan Amerika. Penghematan listrik disampaikan pemerintah ke masyarakat agar dapat membatasi penggunaan energi listrik terutama di lingkungan rumahnya. Perilaku masyarakat menjadi berbeda ketika menggunakan listrik di luar rumah seperti misalnya di kantor/instansi tempat bekerja. Pemborosan sering dilakukan oleh seseorang di tempat kerjanya. Padahal separuh dari hidup seseorang dihabiskan di tempat kerjanya. Metode yang digunakan adalah merancang dan membuat model maket ruangan yang dilengkapi dengan beberapa sensor yang dapat mengetahui jumlah orang, kebutuhan cahaya, serta suhu ruang untuk kemudian dikirim secara wireless ke pusat informasi. Sensor photodioda berjumlah 2 yang letaknya saling berdekatan sehingga dapat mengetahui orang yang masuk dan keluar ruangan. Penelitian ini juga menggunakan sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan orang didekatnya. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa output sensor yang digunakan linear. Sensor suhu LM35 adalah 19,98 derajat celcius sampai dengan 40,39 derajat celcius. Setting time sensor PIR agar siap digunakan membutuhkan waktu 26,1 detik. Masing-masing input logika fuzzy ini mempunyai 3 fungsi keanggotaan yaitu jumlah mahasiswa terdiri atas sedikit, sedang, banyak. Sedangkan fungsi keanggotaan suhu adalah dingin, normal, panas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa logika fuzzy yang ditanamkan dalam chip telah bekerja dengan baik dan sesuai dengan simulasi yang dilakukan menggunakan software. Dengan berbagai input serta pemrosesan algoritma yang kompleks, sistem tidak mengalami kendala yang berarti seperti keterlambatan akses data. Hal ini dikarenakan sistem menggunakan seluruh fasilitas yang ada dalam mikrokontroler, diantaranya adalah interupsi eksternal dan interupsi timer.

Kata kunci: monitoring, kendali jarak jauh, logika fuzzy

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia diantara kebutuhan-kebutuhan energi yang lain. Ini terbukti ketika terjadi pemadaman listrik, banyak sekali energi riil dalam masyarakat yang lumpuh. Sektor tersebut terjadi pada skala yang besar seperti lumpuhnya energi industri maupun skala yang kecil seperti terganggunya aktivitas masyarakat dalam memenuhi kebutuhan rumah tangganya. Hal-hal kecil yang sering dilakukan selama ini, mungkin tanpa disadari telah mengakibatkan dampak besar dan bila terus menerus dilakukan akan mengakibatkan kelangkaan energi listrik. Hal ini dapat terjadi karena gaya hidup konsumtif masyarakat yang boros dan tidak efisien. Selain itu, penggunaan barang-barang elektronik yang tidak sesuai kebutuhan dan tidak sesuai waktunya, contohnya lampu dibiarkan menyala pada siang hari yang terang benderang, meninggalkan ruangan terlalu lama sementara AC dan lampu dibiarkan hidup, energi tetap dibiarkan hidup sementara tidak

digunakan sama sekali. Masalah pemborosan energi listrik ini sebesar 80 % disebabkan oleh energi manusia dan 20 % disebabkan oleh energi teknis, hal ini disebabkan pemakaian listrik yang berlebihan dan tidak sesuai waktunya (Kementrian ESDM 2011).

Empat teknik dasar pemecahan masalah yang terdapat dalam bidang *Artificial Intelligence* (AI) atau disebut kecerdasan buatan meliputi: *Searching*, *Reasoning*, *Planning*, dan *Learning*. Teknik *reasoning* (penalaran) yaitu teknik penyelesaian masalah dengan cara merepresentasikan masalah ke dalam basis pengetahuan (*knowledge base*) menggunakan logika atau bahasa formal (bahasa yang dipahami oleh komputer). Tiga buah logika untuk merepresentasikan pengetahuan dan melakukan penalaran yaitu: *propositional logic* (logika proposisi), *first order logic* atau *predicate calculus* (kalkulus predikat), dan *fuzzy logic* (logika samar). Dua logika pertama digunakan untuk masalah yang memiliki kepastian, sedangkan logika fuzzy

digunakan untuk menyelesaikan masalah yang tidak memiliki ketidakpastian (*uncertainty*). (Suyatno 2007).

Istilah logika fuzzy digunakan dalam sejumlah makna yang berlainan. Dalam hal ini logika fuzzy mencakup manipulasi nilai kebenaran fuzzy. Dalam hal pengendalian, logika fuzy lebih ditekankan pada pendekatan yang tercakup dalam penggambaran kesimpulan, khususnya yang didefinisikan sebagai himpunan fuzzy berdasarkan sifat-sifat yang menjadi label himpunan fuzzy (Yan dkk 1994). Elemen utama pengendali logika fuzzy ada tiga tahap yang terdiri atas fuzifikasi, unit penalaran logika fuzzy, dan unit defuzifikasi (Passino dan Yurkovich, 1998).

WSN (*Wireless Sensor Network*) merupakan teknologi nirkabel yang terdiri dari kumpulan sensor yang tersebar di suatu area tertentu. Tiap sensor memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data dan dapat berkomunikasi dengan sensor lainnya. Dengan adanya WSN dapat dibuat sistem untuk melakukan pengukuran suhu, kelembaban, tekanan, kecepatan aliran, ketinggian cairan dan sebagainya. Pengukuran dilakukan oleh sensor, kemudian sensor mengirimkan informasi ke base-station untuk diolah kembali (Faludi 2011).

METODE PENELITIAN

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti mempunyai ide untuk merancang alat yang dapat memonitor penggunaan alat-alat listrik di suatu ruang dari jarak jauh.

Metode penelitian yang dilakukan adalah melakukan desain atau perancangan dan membuat sistem dalam bentuk prototype yang diaplikasikan dalam suatu ruang berbentuk kelas. Untuk memantau penggunaan energi listrik dalam ruang variabel-variabel yang berpengaruh ditentukan. Dalam hal ini penggunaan ruang kelas variabel yang utama adalah jumlah orang/mahasiswa yang berada di dalam kelas dan suhu udara dalam kelas tersebut. Selain kedua variabel tersebut, hal lain yang berpengaruh adalah kuat lemahnya intensitas cahaya yang masuk ke dalam ruang. Hal ini berhubungan dengan penggunaan lampu sebagai penerang cahaya.

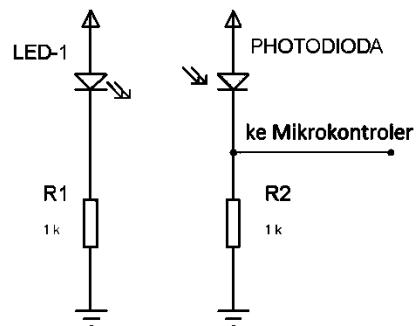
Algoritma yang digunakan untuk mengolah semua data masukan sehingga dapat diproses menghasilkan keluaran yang diinginkan adalah algoritma logika fuzzy. Sesuai dengan namanya logika fuzzy yang

berarti logika kabur, maka nilai-nilai yang diperoleh mikrokontroler disesuaikan dengan nilai fuzzy. Proses yang berlaku dalam logika ini dimulai dari fuzzifikasi, inferensi, dan defuzifikasi.

Hasil keseluruhan proses adalah berupa sistem monitoring jarak jauh dan pengendalian penggunaan energi listrik dalam ruang kelas. Penggunaan energi ini adalah untuk pendingin udara dan penggunaan lampu penerang ruangan. Secara otomatis penggunaan alat-alat listrik tersebut dilakukan oleh mikrokontroler yang telah ditanami algoritma logika fuzzy. Keluaran lain dari sistem ini adalah informasi yang dapat dilihat pada layar lcd dan juga dikirimkan melalui suatu media komunikasi data. Media ini adalah berupa radio komunikasi xbee jenis pro.

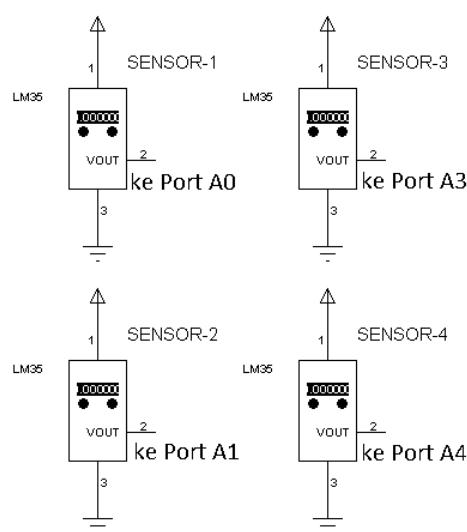
HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui jumlah mahasiswa yang berada di dalam ruang kelas, di depan pintu dipasang alat yang dapat mendeteksi mahasiswa yang masuk maupun keluar ruangan. Alat ini terdiri atas dua bagian yaitu pemancar infrared dan penerimanya. Pemancar infrared menggunakan lampu led (light emitting diode) dan penerimanya menggunakan photodioda. Rangkaian sistem pendekripsi jumlah mahasiswa ini diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Pendekripsi Mahasiswa

Untuk mendekripsi suhu ruang kelas digunakanlah empat buah sensor suhu LM35. Sensor ini dipilih karena umum tersedia di pasaran dan mempunyai karakteristik yang baik. Dengan daerah kerja mulai -55 derajat celcius sampai dengan 150 derajat celcius, sensor ini dapat bekerja dengan baik untuk mendekripsi suhu di ruang kelas. Rangkaian sensor suhu ini diperlihatkan pada Gambar 2.

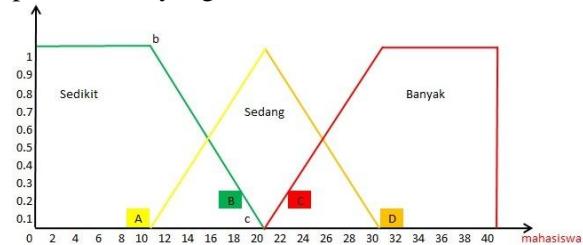
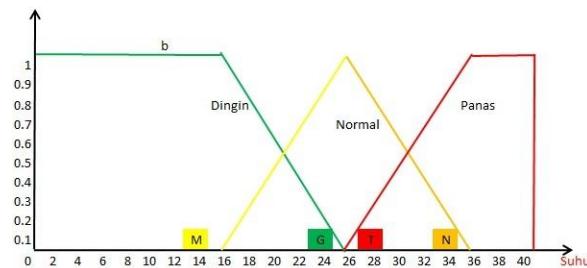
**Gambar 2. Rangkaian sensor suhu LM35**

Keluaran empat sensor ini dihubungkan ke mikrokontroler pada Pin ADC masing-masing A0, A1, A2, dan A3. Hasil pengukuran nilai keluaran sensor ini ditunjukkan pada Tabel 1. Untuk suhu rendah sensor diletakkan pada gelas yang telah diberi es sebagai pendingin dan untuk suhu tinggi sensor didekatkan dengan solder sebagai pemanas. Untuk mengetahui suhu sebenarnya digunakan juga termometer digital yang diletakkan di dekat sensor. Hasil pengukuran ditunjukkan di layar monitor komputer dengan menghubungkan secara serial output mikrokontroler dengan komputer.

Tabel 1. Hasil pengukuran sensor LM35

No	Suhu LM35 (derajat celcius)	Suhu T Digital (derajat celcius)	Nilai ADC	Niai Tegangan (volt)
1	19,98	19,4	186	2,1
2	20,62	19,8	192	2,1
3	21,38	20,5	199	2,2
4	22,8	21,6	213	2,3
5	23,4	22,2	218	2,5
6	24,3	23,5	226	2,5
7	25,5	24,5	238	2,6
8	26,32	25,9	245	2,6
9	27,3	26,5	255	2,64
10	28,68	27	267	2,7
11	29,5	28,6	275	2,79
12	30,6	29,2	285	2,9
13	31,15	30,5	290	3,3
14	32,01	31,6	298	3,4
15	33,09	32,4	308	3,4
16	34,38	33,4	320	3,42
17	35,56	34,2	331	3,5
18	36,42	35,5	339	3,56
19	37,71	39	351	3,59
20	38,56	40	359	3,7
21	39,64	41,5	369	3,7
22	40,39	42,1	376	3,9

Algoritma yang digunakan dalam penenlitian ini adalah logika fuzzy. Logika fuzzy yang digunakan mempunyai dua masukan yaitu masukan jumlah mahasiswa dan masukan suhu. Hasil dari sistem logika fuzzy yang diterapkan dalam penelitian ini adalah pengaturan pendingin udara atau AC. Gambar 3 menunjukkan grafik Fungsi Keanggotaan untuk jumlah mahasiswa. Dalam fungsi tersebut terlihat bahwa mahasiswa yang diasumsikan untuk memasuki ruangan kelas maksimal adalah 40. Ini berdasarkan realitf bahwa kelas ideal yang dapat dilakukannya kegiatan perkuliahan yang efektif adalah 40 mahasiswa.

**Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Mahasiswa****Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Suhu**

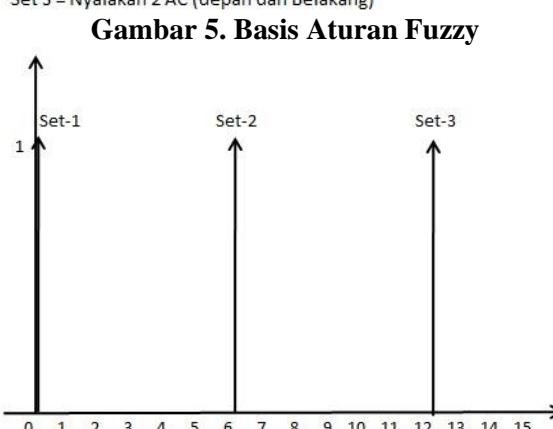
Hasil fuzifikasi masukan dari fungsi keanggotaan jumlah mahasiswa dan fungsi keanggotaan suhu diolah ke dalam basis aturan yang telah ditentukan sesuai dengan Gambar 5. Keluaran dari Basis Aturan ini adalah Set-1, Set-2, dan Set-3. Set-1 mempunyai perintah untuk mematikan semua AC, sedangkan untuk menyalaikan satu AC yang berada di depan kelas adalah instruksi Set-2. Untuk menyalaikan kedua AC di dalam kelas baik yang berada di depan maupun belakang merupakan hasil keluaran Set-3. Hasil defuzifikasi logika fuzzy ini ditunjukkan pada Gambar 6.

Mahasiswa Suhu	Sedikit	Sedang/Tengah	Banyak
Dingin	Set-1	Set-2	Set-2
Normal	Set-1	Set-2	Set-3
Panas	Set-1	Set-3	Set-3

Set 1 = Matikan semua AC

Set 2 = Nyalakan 1 AC (depan)

Set 3 = Nyalakan 2 AC (depan dan Belakang)



Gambar 6. Hasil Defuzifikasi Sistem

Untuk pengendalian lampu yang digunakan dalam ruang menggunakan masukan dari sensor cahaya LDR (Light Dependent Resistor) dan sensor PIR (Passive Infra Red). Pada penelitian ini digunakan dua jenis LDR. Dua jenis LDR tersebut berdasarkan yang ada dipasaran yaitu LDR jenis besar dan LDR jenis kecil. Besar dan kecil disini maksudnya adalah dilihat dari segi fisik ukuran. Hasil pengukuran LDR jenis besar yang didapatkan sebagai masukan sistem kendali seperti diperlihatkan pada Tabel 2. Sedangkan untuk LDR jenis kecil diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Pengukuran LDR Besar

No	Jarak (cm)	Pengukuran		
		I (mv)	II (mv)	III (mv)
1	0	2,2	2	2,3
2	10	3,69	3,63	3,45
3	20	3,06	2,9	2,94
4	30	2,5	2,59	2,6
5	40	2,29	2,27	2,27
6	50	2,02	2	1,95
7	60	1,75	1,9	1,92
8	70	1,53	1,6	1,64
9	80	1,4	1,44	1,47
10	90	1,2	1,27	1,28
11	100	1,12	1,12	1,17
12	110	0,98	0,99	1
13	120	0,89	0,95	0,93
14	130	0,82	0,86	0,83
15	140	0,78	0,77	0,79
16	150	0,7	0,72	0,74

Tabel 3. Hasil Pengukuran LDR Besar

No	Jarak (cm)	Pengukuran		
		I (mv)	II (mv)	III (mv)
1	0	0,5	0,6	0,6
2	10	2,65	2,7	2,67
3	20	1,8	1,82	1,86
4	30	1,23	1,15	1,16
5	40	0,92	0,92	0,92
6	50	0,77	0,77	0,8
7	60	0,65	0,65	0,65
8	70	0,53	0,53	0,54
9	80	0,43	0,45	0,44
10	90	0,33	0,38	0,39
11	100	0,32	0,33	0,32
12	110	0,27	0,26	0,28
13	120	0,24	0,25	0,24
14	130	0,23	0,23	0,22
15	140	0,2	0,19	0,2
16	150	0,14	0,14	0,14

Berdasarkan pengukuran yang didapatkan pada Tabel 2 dan 3 menunjukkan bahwa range nilai yang didapatkan LDR besar lebih baik dibandingkan dengan LDR kecil. Oleh karena itu dipilihlah LDR besar yang digunakan sebagai masukan sistem ini.

Masukan kedua pada penelitian ini adalah sensor PIR. Sensor PIR akan mendeteksi keberadaan manusia yang bergerak di sekitar sensor. Untuk mengaktifkannya pertama kali sensor PIR memerlukan waktu setting sebelum dinyatakan dalam keadaan siap (*steady state*). Berdasarkan pengukuran *setting time* sensor PIR diperoleh nilai rata-rata yang diperoleh adalah 26,1 detik.

Pengiriman data dari ruang kelas ke ruang monitor menggunakan xbee. Data dari sensor diolah oleh mikrokontroler kemudian dikirim melalui xbee untuk kemudian dipancarkan. Hasil pancaran ini ditangkap oleh xbee penerima dan kemudian diolah juga oleh mikrokontroler penerima. Hasil sinyal yang didapatkan kemudian diolah dan ditampilkan di layar monitor berupa lcd. Komunikasi data antar mikrokontroler dengan xbee menggunakan port serial. Port serial menerima data dari mikrokontroler dan sebelum ditransmisikan oleh xbee akan ditampung dalam buffer pengirim (Tx buffer). Sama halnya dibagian pengirim, bagian penerima jika mendapat data dari xbee akan ditampung juga dalam buffer penerima (RX buffer).

Pengiriman data menggunakan 2 jenis Xbee. Xbee yang pertama adalah jenis Xbee-

standart dan yang kedua adalah jenis Xbee-Pro. Jarak optimal untuk Xbee-Standart dengan metode LOS adalah 126 meter dan Xbee-Pro sampai dengan 600 meter. Komunikasi antar ruangan terjadi dengan baik dalam jarak maksimal 15 meter untuk Xbe-Standart dan jarak maksimal 28,5 meter untuk Xbee-Pro.

Arduino mengirim dan menerima data dalam bentuk ASCII (*American Standard Code for Information Intechange*). Jika pengirim mengirimkan bilangan 10 dibagian penerima akan mendapatkan data dari buffer berupa kode ASCII 49 dan 48 secara berurutan. Sehingga yang diterima oleh RX buffer adalah 2 byte. Misalnya program arduino mengirim huruf A maka akan dikirim sebenarnya adalah 1 byte code ascii yaitu 65 . Jika kita mengirim angka 123 maka sebetulnya yg dikirim adalah 3 byte data ascii yaitu 49, 48, dan 50.

Bagian penerima sistem ini terdiri atas sebuah mikrokontroler yang menjadi suatu board arduino mega, sebuah Xbee, dan LCD TFT 3,5 inch. Xbee digunakan untuk menerima komunikasi data dari sistem utama sedangkan LCD digunakan untuk menampilkan informasi yang diperoleh. Informasi ini berupa tulisan karakter serta simbol/gambar yang menunjukkan situasi ruang yang dikendalikan. Informasi berupa tulisan adalah jumlah mahasiswa dan suhu. Sedangkan informasi jumlah pendingin udara dan lampu yang menyala disampaikan dalam bentuk gambar. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pengguna memonitor hasil pengendalian berdasar logika fuzzy.



Gambar 7. Prototype Ruang Kelas

Seluruh sistem monitoring jarak jauh dan pengendalian logika fuzzy ini diterapkan dalam sebuah prototype alat yang dilengkapi dengan maket kelas berukuran panjang 100 cm, lebar 54 cm, dan tinggi 30. Prototype ini diperlihatkan pada Gambar 7. Berdasarkan percobaan dan penelitian yang telah dilakukan,

sistem monotring ini dapat bekerja dengan baik sesuai dengan rencana awal. Sensor suhu, sensor cahaya, dan sensor PIR bekerja dalam satu sistem yang baik. Logika fuzzy yang ditanamkan ke dalam mikrokontroler juga bekerja dengan baik sehingga menghasilkan keluaran yang tepat.

KESIMPULAN

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa output sensor yang digunakan linear. Sensor suhu LM35 pada penelitian ini bekerja baik pada suhu 19,98 derajat celcius sampai dengan 40,39 derajat celcius. Nilai di bawah dan di atas tidak diujicobakan karena mengingat penelitian ini akan dilakukan di ruang yang mempunyai standart suhu ruang sekitar 25 derajat celcius. Setting time sensor PIR agar siap digunakan membutuhkan waktu 26,1 detik. Algoritma fuzzy ditanam dalam mikrokontroler Arduino Mega dan Due. Masing-masing input logika fuzzy ini mempunyai 3 fungsi keanggotaan yaitu jumlah mahasiswa terdiri atas sedikit, sedang, banyak. Sedangkan fungsi keanggotaan suhu adalah dingin, normal, panas. Memori mikrokontroler yang terpakai untuk sistem monitoring dna kendali ini berjumlah 14.180 byte. Monitoring dapat dilihat di layar lcd dan juga dikirimkan ke tempat lain dengan menggunakan komunikasi data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa logika fuzzy yang ditanamkan dalam chip telah bekerja dengan baik dan sesuai dengan simulasi yang dilakukan menggunakan software. Untuk simulasi sistem ini dibuat dalam sebuah prototype alat yang dilengkapi dengan maket kelas berukuran panjang 100 cm, lebar 54 cm, dan tinggi 30.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan untuk pengiriman data menggunakan 2 jenis Xbee. Xbee yang pertama adalah jenis Xbee-standart dan yang kedua adalah jenis Xbee-Pro. Jarak optimal untuk Xbee-Standart dengan metode LOS adalah 126 meter dan Xbee-Pro sampai dengan 600 meter. Komunikasi antar ruangan terjadi dengan baik dalam jarak maksimal 15 meter untuk Xbe-Standart dan jarak maksimal 28,5 meter untuk Xbee-Pro.

Bagian penerima sistem ini terdiri atas arduino mega yang dilengkapi dengan LCD TFT 3,5". Untuk menerima data dari sistem utama digunakan Xbee dengan berbasis komunikasi serial ke mikrokontroler. Sebagai pengaman tampilan LCD maka sistem ini juga dilengkapi dengan screen saver yang akan

muncul setiap 5 menit sekali berupa logo FTI Unissula.

Secara keseluruhan sistem utama dan sistem penerima bagian monitoring dapat bekerja dengan baik. Hal ini dikarenakan dalam perancangan sistem ini menggunakan seluruh fasilitas yang ada dalam mikrokontroler berupa interupsi eksternal dan interupsi timer.

DAFTAR PUSTAKA

- Faludi, Robert, (2011), *Building Wireless Sensor Network*, O'Reilly, Sebastopol, United States of America.
- Kementerian ESDM (2011, April 28) Direktorat Jenderal Energi baru Terbarukan dan Konservasi Energi <http://www.ebtke.esdm.go.id/energi/konversi-energi/251-pemborosan-energi-80-persen-faktor-manusia.html>, diakses Maret 2015
- Passino K, Yurkovich, S, (1998), *Fuzzy Control*, Addison-Wesley, California.
- Suyatno, (2007), *Artificial Intelligence, Searching, Reasoning, Planning, and Learning*, Penerbit Informatika, Bandung.
- Yan, Jun, Michael R, (1994), *Using Fuzzy Logic, Towards Intelligent Systems*, Prentice Hall, New York.