

PENGEMBANGAN APLIKASI FUZZY LOGIC CONTROLLER UNTUK Pengereman Kereta Api di Stasiun dan SIMULASINYA

Yulianti Paula Bria

Jurusan Teknik Informatika Universitas Katolik Widya Mandira Kupang
Jl. Ahmad Yani no 50-52 Kupang Nusa Tenggara Timur Indonesia 85000
e-mail : orens.b23@gmail.com

Abstrak

Sistem pengereman kereta api yang masih manual menyebabkan ketidaknyamanan penumpang karena hentakan yang kuat dan bunyi yang kurang enak didengar telinga ketika terjadi pengereman di stasiun. Hal ini disebabkan karena tidak ada sistem kontrol yang mengatur tentang kecepatan kereta, jarak pengereman dari stasiun dan kekuatan pengereman kereta. Permasalahan pengereman dapat diatasi dengan melakukan pengaturan pada sistem pengereman, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan sistem kontrol/kendali logika fuzzy atau sering disebut logika fuzzy controller. Dalam penelitian ini, metode logika fuzzy yang digunakan adalah metode Mamdani dengan metode defuzzifikasi centroid. Sedangkan tool yang digunakan adalah Microsoft Visual Studio 2005 untuk membangun aplikasi fuzzy dan Macromedia Flash MX 2004 untuk membuat simulasi pengereman berbasis multimedia. Aplikasi fuzzy logic controller untuk pengereman kereta api di stasiun berhasil dikembangkan dan menghasilkan output berupa bilangan crisp (tegas) sebagai acuan untuk melakukan pengereman kereta api dengan input berupa jarak pengereman dengan stasiun dan kecepatan kereta sebelum dilakukan pengereman. Hasilnya dapat ditampilkan pula dalam bentuk simulasi berbasis multimedia.

Kata Kunci : logika fuzzy, controller fuzzy, simulasi, pengereman kereta

1. PENDAHULUAN

Kereta api merupakan salah satu alat transportasi darat yang banyak diminati masyarakat karena lebih ekonomis dan cepat. Namun alat transportasi ini terkadang tidak memberikan kenyamanan kepada penumpang karena masalah hentakan yang keras dan bunyi pengereman yang mengganggu pendengaran akibat sistem pengereman dari kereta api belum menggunakan sistem kontrol yang baik untuk mengatur tentang kecepatan kereta, jarak pengereman dari stasiun dan kekuatan pengereman kereta (Wahyudi, 2005).

Saat terjadi pengereman kereta api, penumpang akan mengalami gaya (hentakan) yang arahnya searah dengan arah kereta api bergerak. Hentakan yang terjadi ini juga disebabkan oleh hentakan yang disebabkan adanya gerbong-gerbong kereta api yang berada di belakangnya. Hentakan ini merupakan gaya yang besar yang terjadi secara tiba-tiba yang ditimbulkan karena pemberian gaya pengereman yang terlalu besar ke roda kereta api pada saat kecepatan kereta api masih tinggi. Sebenarnya telah ada upaya dari masinis untuk mengurangi bunyi dan hentakan yang terjadi dengan memberikan gaya pengereman ke roda kereta api secara bertahap namun tidak dapat dipungkiri masih saja terjadi hentakan, karena masinis tidak dapat menentukan secara pasti kekuatan pengereman kereta yang sesuai dengan kecepatan kereta api pada saat itu dan jarak dari stasiun yang tepat untuk dilakukan pengereman. Bertolak dari ulasan masalah di atas kehadiran aplikasi pengereman Kereta Api menggunakan logika fuzzy controller dirasakan sebagai solusi atas permasalahan tersebut. Hal ini disebabkan karena kekuatan pengereman kereta api akan diatur oleh controller fuzzy.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dewasa ini, logika fuzzy sudah banyak diterapkan di berbagai bidang, baik di dunia industri maupun penelitian (Supriyono, 2005). Fuzzy logic menjadi salah satu aspek penting yang mempengaruhi pengambilan keputusan (Wolfer dan George, 2006). Selain itu fuzzy mengenal kebenaran secara parsial. Hal ini sangat berguna agar sistem yang dibuat memiliki kecerdasan menyerupai manusia (Santoso et.al, 2008). Fuzzy logic juga dapat digunakan untuk mendeteksi berbagai kemungkinan kesalahan karena fuzzy logic lebih sensitif dan informatif (Abou et.al, 2010). Penerapan fuzzy logic controller banyak digunakan untuk menangani pengendalian mesin (Purwanto et.al, 2008), (Malhotra et.al, 2011), (Chitra dan Prabhakar, 2006), (Mathew dan Pandey, 2011), pengendalian mesin robot (Soh et.al, 2008) dan pengendalian AC (Nasution, 2008). Selain itu fuzzy logic controller juga dapat digunakan di bidang pengendalian sistem sinyal (Corcau dan Stoenescu, 2007).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wahyudi (2005) telah berhasil mengimplementasikan fuzzy logic controller untuk pengereman kereta api. Namun dalam penelitian ini hanya menggunakan inputan berupa kecepatan dan kecepatan rata-rata. Dalam penelitian yang akan dikembangkan oleh peneliti akan digunakan input berupa kecepatan dan jarak kereta dari stasiun dengan output berupa kekuatan pengereman. Selain itu

dalam penelitian ini akan ditambahkan pula dengan simulasi pengereman. Pengembangan aplikasi menggunakan fuzzy logic controller sebagai pengontrol ini dapat diterapkan sebagai salah satu alternatif untuk memberikan kenyamanan kepada penumpang. Masinis juga tidak kesusahan dalam melakukan pengereman kereta yang berulang-ulang lagi. Selain itu masalah hentakan yang keras dan bunyi yang mengganggu pendengaran akibat pengereman kereta api dapat dihindari.

3. METODE PENELITIAN TOOL PEMROGRAMAN

Tool pemrograman yang digunakan dalam mengembangkan aplikasi pengereman adalah Microsoft Visual Studio 2005 khususnya bahasa C#. Sedangkan tool yang digunakan untuk melakukan simulasi pengereman adalah Macromedia Flash MX 2004.

SKENARIO PENELITIAN

Langkah-langkah yang dilakukan dalam mengembangkan aplikasi pengereman kereta api dibagi dalam 2 tahapan, yaitu:

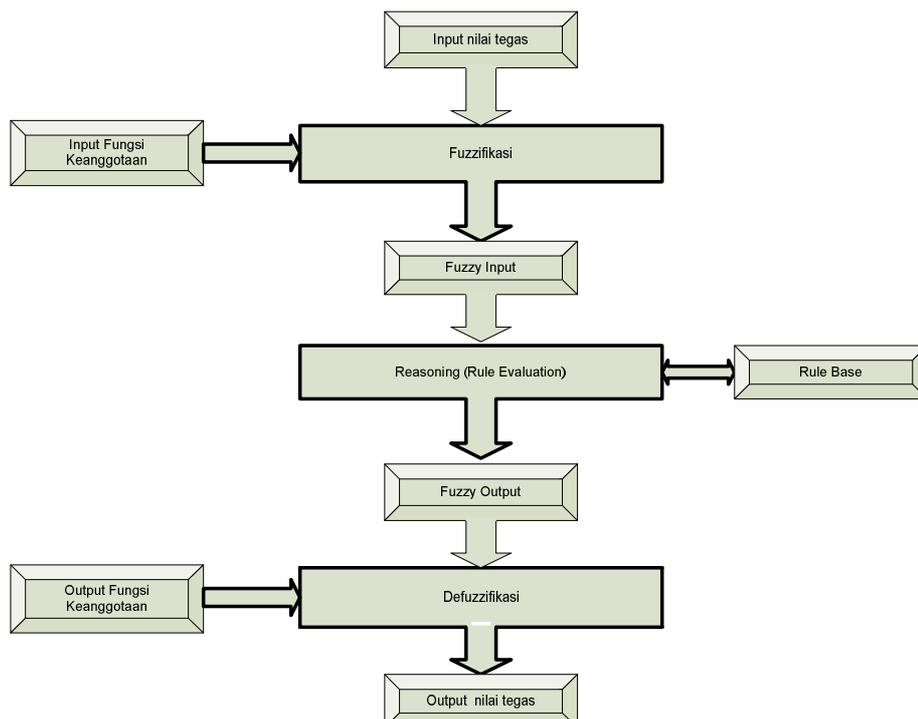
1. Tahap perancangan sistem
2. Tahap implementasi sistem

Dalam tahap perancangan sistem terdapat 3 proses utama yaitu fuzzifikasi, proses *reasoning* (evaluasi rule pada rule base) dan defuzzifikasi. Dalam proses fuzzifikasi akan ditentukan *membership function* (fungsi keanggotaan) dari 2 variabel input (kecepatan kereta dan jarak kereta dengan stasiun) dan 1 variabel output (kekuatan pengereman). Masing-masing fungsi keanggotaan akan menghasilkan output berupa nilai fuzzy yang diubah dari bilangan tegas. Selanjutnya akan dilakukan proses *reasoning* atau pencocokkan antara nilai fuzzy dari proses fuzzifikasi dengan rule base yang digunakan sebagai basis pengetahuan. Rule base berisi aturan-aturan yang berbentuk **jika ... maka** (IF ... THEN). Output yang dihasilkan pada bagian ini adalah fuzzy output. Teknik pengambilan keputusan yang digunakan adalah metode max-min. Pada metode max-min, pengambilan keputusan didasarkan pada aturan operasi menurut Mamdani. Selanjutnya fuzzy output akan diubah menjadi bilangan tegas dalam proses defuzzifikasi dengan menggunakan metode *centroid* sebagai hasil final dari aplikasi yang digunakan untuk menentukan kekuatan pengereman kereta. Langkah selanjutnya adalah mensimulasikan hasil yang diperoleh dalam bentuk tampilan flash.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN PERANCANGAN SISTEM

a. Fuzzy Logic Controller

Diagram blok fuzzy logic controller dapat dilihat pada gambar 1.

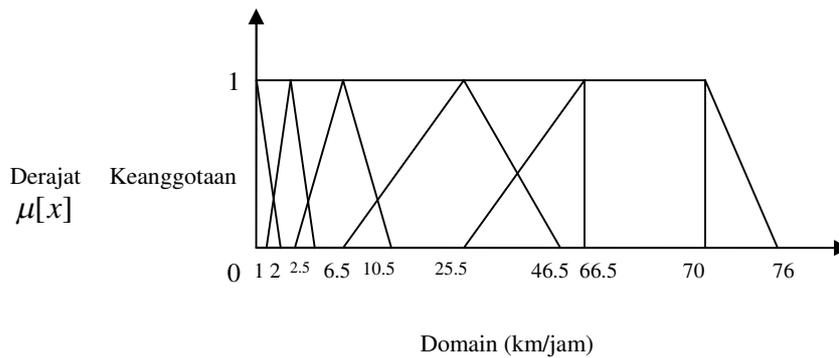


Gambar 1. Diagram Blok Fuzzy Logic Controller

b. Fuzzifikasi - Membership Function

Pada gambar 2 dan 3 diperlihatkan perancangan fungsi keanggotaan input berupa kecepatan dan jarak. Sedangkan gambar 4 diperlihatkan perancangan fungsi keanggotaan berupa kekuatan pengereman. Variabel input kecepatan terdapat 5 fungsi keanggotaan, yaitu: stopped, veryslow, slow, medium fast dan fast.

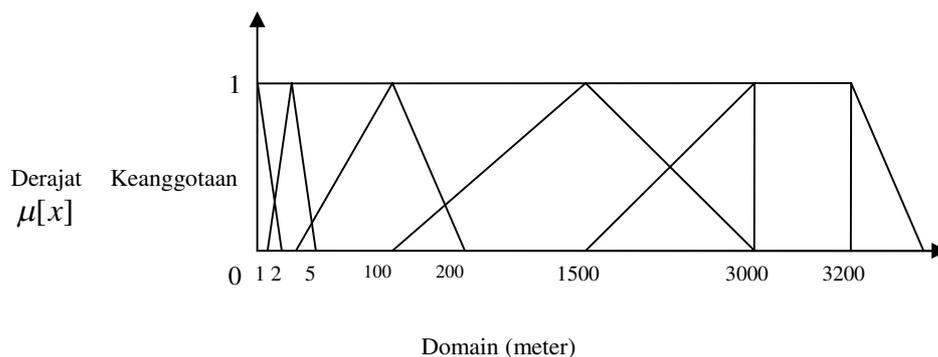
Range	: 0, 70
Fungsi Keanggotaan stopped	: -2, 0, 2 menggunakan fungsi segitiga
Fungsi Keanggotaan veryslow	: 1, 2.5, 4 menggunakan fungsi segitiga
Fungsi Keanggotaan slow	: 2.5,6.5,10.5 menggunakan fungsi segitiga
Fungsi Keanggotaan mediumfast	: 6.5, 25.5, 46.5 menggunakan fungsi segitiga
Fungsi Keanggotaan fast	: 26.5, 66.5, 70, 76 menggunakan fungsi trapesium



Gambar 2. Membership function variabel input kecepatan

Variabel input jarak terdapat 5 fungsi keanggotaan, yaitu: at, verynear, near, mediumfar dan far.

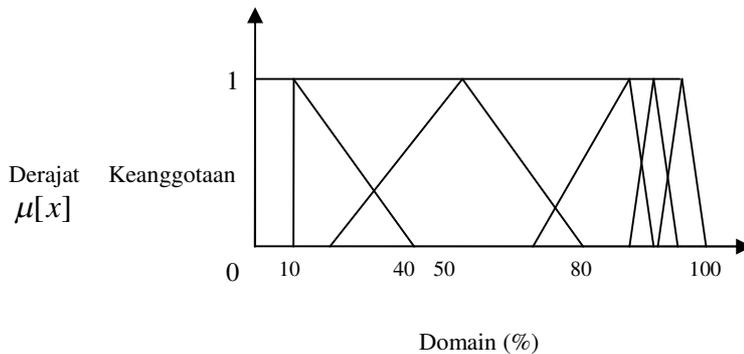
Range	: 0, 3000
Fungsi Keanggotaan at	: -2, 0, 2 menggunakan fungsi segitiga
Fungsi Keanggotaan verynear	: 1, 3, 5 menggunakan fungsi segitiga
Fungsi Keanggotaan near	: 3, 100, 200 menggunakan fungsi segitiga
Fungsi Keanggotaan mediumfar	: 100, 1500, 3000 menggunakan fungsi segitiga
Fungsi Keanggotaan far	: 1500,3000,3200,3200 menggunakan fungsi trapesium



Gambar 3. Membership function variabel input jarak

Variabel output kekuatan pengereman terdapat 5 fungsi keanggotaan, yaitu: no, veryslight, slight, medium dan full.

Range	: 0, 100
Fungsi Keanggotaan no	: -10, 0, 10, 40 menggunakan fungsi trapesium
Fungsi Keanggotaan verynear	: 20, 50, 80 menggunakan fungsi segitiga
Fungsi Keanggotaan slight	: 70, 90, 97 menggunakan fungsi segitiga
Fungsi Keanggotaan medium	: 95, 97, 99 menggunakan fungsi segitiga
Fungsi Keanggotaan full	: 98, 100, 100 menggunakan fungsi segitiga



Gambar 4. Membership function variabel output kekuatan pengereman

c. Proses Reasoning

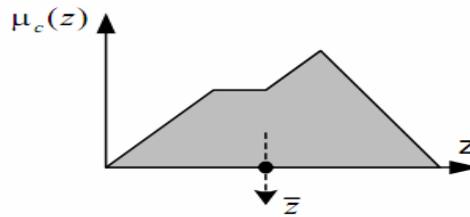
Reasoning merupakan proses menggunakan tipe aturan fuzzy If-Then untuk mengubah fuzzy input menjadi fuzzy output. Sedangkan rule/knowledge base merupakan kumpulan pengetahuan atau rule yang diperlukan untuk mencapai tujuan. Mekanisme fuzzy reasoning : mencocokkan hasil fuzzifikasi (input) dengan rule-rule yang ada pada knowledge base dan menampilkan operasi fuzzy untuk melakukan inferensi.

Berikut adalah knowledge base pada aplikasi yang dikembangkan:

<p>If kecepatan is stopped and jarak is at Then Rem is full If kecepatan is stopped and jarak is verynear Then Rem is full If kecepatan is veryslow and jarak is at Then Rem is full If kecepatan is veryslow and jarak is verynear Then Rem is medium If kecepatan is veryslow and jarak is near Then Rem is slight If kecepatan is slow and jarak is at Then Rem is full If kecepatan is slow and jarak is verynear Then Rem is medium If kecepatan is mediumfast and jarak is far Then Rem is no If kecepatan is fast and jarak is far Then Rem is no If kecepatan is slow and jarak is near Then Rem is no If kecepatan is mediumfast and jarak is mediumfar Then Rem is no If kecepatan is fast and jarak is mediumfar Then Rem is no</p>

d. Defuzzifikasi

Keluaran dari rule evaluation berupa nilai fuzzy akan diubah dalam bentuk nilai tegas dalam proses defuzzifikasi dengan menggunakan bantuan output membership function dan metode defuzzifikasi centroid. *Defuzzifikasi* merupakan proses perubahan besaran fuzzy yang disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan fuzzy keluaran dengan fungsi keanggotaannya untuk mendapatkan kembali bentuk tegasnya. Hal ini diperlukan karena yang dikenal sebagai besaran sebenarnya untuk regulasi proses adalah nilai tegas. Metode *defuzzifikasi* yang digunakan adalah metode *centroid*. Metode *centroid* ini juga dikenal sebagai metode COA (*Center of Area*) atau metode *Center of Gravity*. Pada metode ini nilai tegas keluarannya diperoleh berdasarkan titik berat dari kurva hasil proses pengambilan keputusan yang dapat dilukiskan pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. Metode Centroid

Persamaan matematis untuk metode *centroid*:

$$z = \frac{\int_z z \mu(z) dz}{\int_z \mu(z) dz} \text{ atau } z = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \dots\dots\dots (1)$$

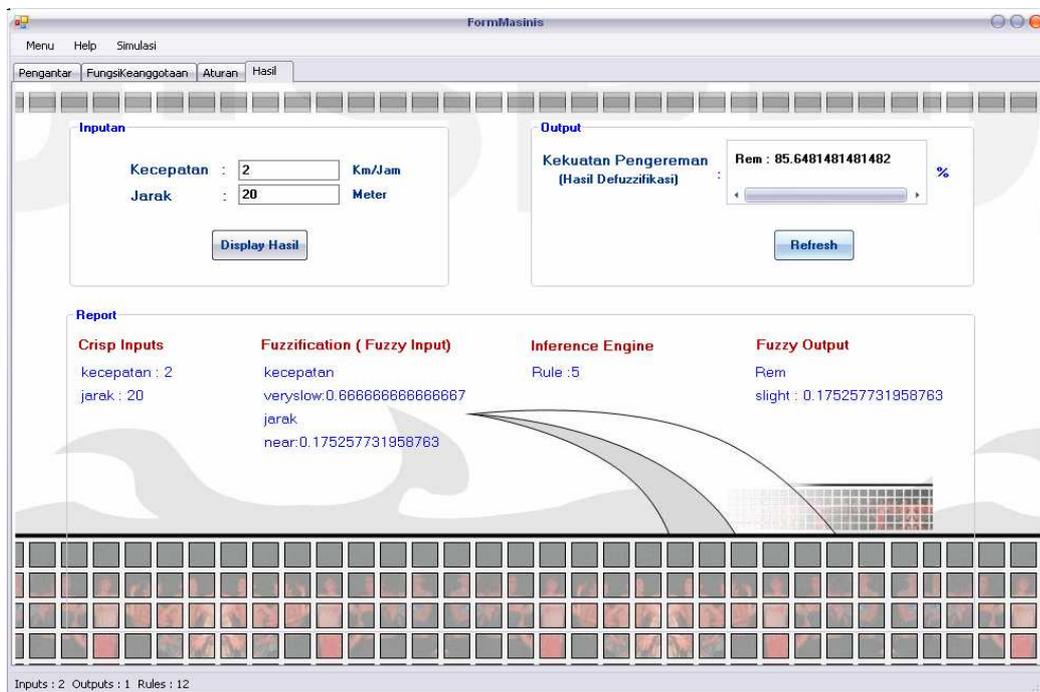
dimana:

$\mu(z)$ = agregasi output dari fungsi keanggotaan

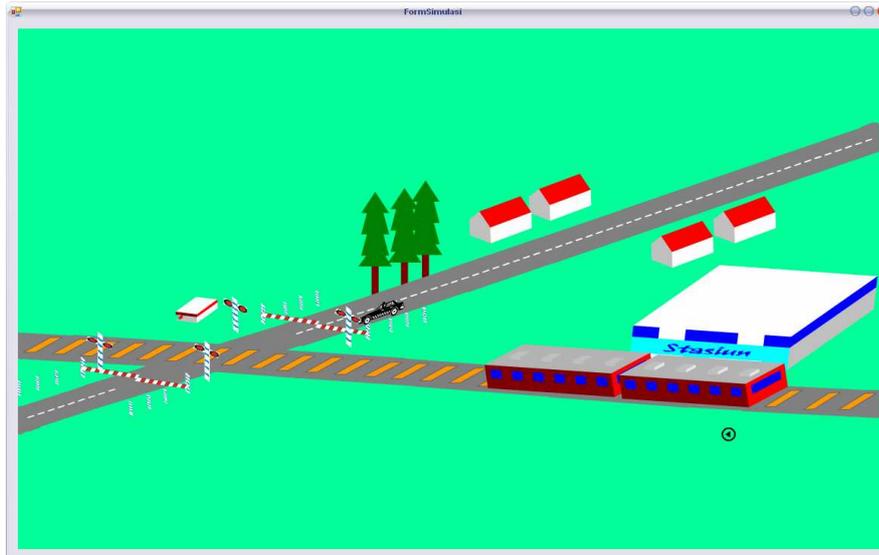
z = nilai fuzzy output

IMPLEMENTASI SISTEM

Gambar 6 merupakan tampilan hasil perhitungan program fuzzy logic controller dengan inputan kecepatan dan jarak dengan hasil berupa kekuatan pengereman. Proses yang dilalui adalah proses fuzzification, proses reasoning dan proses defuzzifikasi untuk mendapatkan nilai crisp. Sedangkan gambar 7 merupakan hasil simulasi dari output kekuatan pengereman yang dihasilkan program. Hasil simulasi ini akan berbeda-beda tergantung hasil output kekuatan pengereman.



Gambar 6 Tampilan Hasil Program Fuzzy Logic Controller



Gambar 7. Hasil Simulasi Pengereman Kereta

5. KESIMPULAN

Aplikasi fuzzy logic controller untuk pengereman kereta api di stasiun yang digunakan untuk membantu masinis dalam mengambil keputusan terkait persentase kekuatan pengereman dengan inputan berupa kecepatan dan jarak dalam nilai tegas (*crisp*) telah berhasil dikembangkan. Selain itu kekuatan pengereman tersebut berhasil disimulasikan dengan hasilnya berbasis multimedia sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan bagi masinis dalam melakukan pengereman kereta api.

SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis menyampaikan beberapa saran perbaikan agar sistem ini menjadi lebih baik dan bermanfaat. Adapun saran-saran tersebut adalah:

1. Simulasi yang dilakukan dapat dikembangkan lagi dengan menggunakan simulasi perangkat keras sehingga mendekati kenyataan pengereman riilnya.
2. Variabel yang digunakan sebagai input dan keluarannya dapat diteliti lebih dalam lagi agar benar-benar mewakili keadaan sesungguhnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Supriyono, 2005, *Analisis Perbandingan Logika Fuzzy Dengan Regresi Berganda Sebagai Alat Peramalan*, Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – BATAN, Yogyakarta, 2007.
- Wahyudi, 2005, *Implementasi Fuzzy Logic Controller Pada Sistem Pengereman Kereta Api*, Jurusan Teknik Elektro – FT Undip, Semarang.
- Wolfer James, George Chad, 2006, *Fuzzy Logic Control for Robot Maze Traversal: an Undergraduate Case Study*, São Paulo, BRAZIL.
- Santoso, Intan, Sugianto, 2008, *Implementasi Fuzzy Expert System Untuk Analisa Penyakit Dalam Pada Manusia*, Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Abou Seraphin, Kulkarni Manali, Stachowicz Marian, 2010, *Actuated Hydraulic System Fault Detection: A Fuzzy Logic Approach*, University of Minnesota, Duluth.
- Purwanto Era, Ashary M., Subagio, P. Mauridhi Herry, 2008, *Pengembangan Inverter Fuzzy Logic Control Untuk Pengendalian Motor Induksi Sebagai Penggerak Mobil Listrik Dengan Metoda Vector Kontrol*, Makara, Teknologi, Vol 12, No 1, pp 1-6.
- Malhotra Rahul, Kaur Tejbeer, Deol Gurpreet Singh, 2011, *DC Motor Control Using Fuzzy Logic Controller*, IJAEST Vol 8, No 2, pp 291-296.
- Chitra V., Prabhakar R. S., 2006, *Induction Motor Speed Control using Fuzzy Logic Controller*, World Academy of Science, Engineering and Technology 23, pp 17-22.
- Mathew Lini, Pandey Vivek Kumar, 2011, *Design and Development of Fuzzy Logic Controller to Control the Speed of Permanent Magnet Synchronous Motor*, Journal of Electrical and Electronics Engineering Research Vol 3(3), pp 52-61.
- Soh Azura Che, Alwi Erny Aznida, Rahman Ribhan Zafira Abdul, Fey Li Hong, 2008, *Effect Of Fuzzy Logic Controller Implementation On A Digitally Controlled Robot Movement*, Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology Vol I, No V, pp 28-39.

- Nasution Henry, 2008, *Development of Fuzzy Logic Control for Vehicle Air Conditioning System*, *Telkomnika* Vol 6, No 2, pp 73-82.
- Corcau Jenica Ileana, Stoenescu Eleonor, 2007, *Fuzzy Logic Controller As A Power System Stabilizer*, *International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing*, Issue 3, Vol 1, pp 266-273.