

IMPLEMENTASI ALGORITMA LOGIKA FUZZY PADA PROSES SELEKSI PENERIMAAN MAHASISWA BARU (Diterapkan Pada Politeknik Kotabaru)

Triyanto Pangaribowo

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Mercu Buana Jakarta
Email: t_pangaribowo_st@yahoo.com.sg

Abstrak -- Informasi penerimaan mahasiswa baru adalah merupakan suatu kegiatan yang rutin dilakukan setiap tahun, yang selama ini dokumentasi dilakukan secara manual sehingga terjadi kesulitan dan kesalahan dalam penentuan kelulusan serta berkas dokumen mahasiswa baru sering hilang yang disebabkan oleh data-data yang tidak tersip dengan baik. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah memodelkan sebuah sistem informasi penerimaan mahasiswa baru yang berbasis komputer dengan menggunakan metode Logika Fuzzy dan sistem informasi ini, untuk membantu petugas dalam menghadapi kendala yang dihadapi dalam melakukan seleksi penerimaan mahasiswa baru, sehingga dengan adanya sistem informasi tersebut diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan penerimaan mahasiswa baru. Pemodelan sistem informasi penerimaan mahasiswa baru ini menggunakan metode Logika Fuzzy, yang terdiri dari tahapan-tahapan Perancangan sistem, Perancangan Basis Data, Perancangan Logika Fuzzy, Perancangan Antarmuka dan Pengujian Perangkat Lunak. Hasil dari pengujian aplikasi sistem dapat diketahui bahwa aplikasi sistem pada Sistem Informasi Penerimaan Mahasiswa Baru dapat melakukan proses dengan baik dan benar. Pengujian juga dilakukan terhadap rule-rule dari Logika Fuzzy yang sudah dibuat untuk mengetahui apakah sistem sudah dapat bekerja dengan baik dan benar.

Kata Kunci: Sistem Informasi, Basis Data, Logika Fuzzy, Rule, Antarmuka

1. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini, telah mempengaruhi aktivitas penerimaan mahasiswa baru dalam pengolahan informasi. Penerimaan mahasiswa baru dapat diibaratkan sebagai satu kesatuan. Saat ini kebutuhan akan sistem informasi penerimaan mahasiswa baru sangat diperlukan Politeknik Kotabaru yang selama ini masih dilakukan secara manual.

Politeknik Kotabaru terletak di Kabupaten Kotabaru yang terletak di propinsi Kalimantan Selatan, tetapi secara geografis terletak di luar pulau Kalimantan yang membuat Kabupaten Kotabaru terisolir dari wilayah Kalimantan. Walaupun terpisah dari pulau Kalimantan namun Kotabaru memiliki perkembangan daerah yang maju hal ini ditunjukkan dengan adanya beberapa perguruan tinggi yang ada di kota ini seperti Universitas Saijaan, STIKIP Barantai, Institut Agama Islam Darul Ulum, dan Politeknik Kotabaru

Politeknik Kotabaru adalah perguruan tinggi milik pemerintah Kabupaten Kotabaru yang didirikan pada tanggal 10 Juli 2003. Komitmen dan semangat Pemerintah daerah untuk mencerdaskan dan memberikan

kesempatan putra daerah untuk mengenyam pendidikan tinggi dapat dilihat dengan berdirinya gedung sendiri tahun 2010. Saat ini Politeknik memiliki 4 (empat) program studi yaitu Teknik Elektro, Teknik Mesin, Teknik Sipil dan Administrasi Bisnis. Perkembangan Politeknik Kotabaru dari tahun ke tahun menunjukkan peningkatan baik dalam infrastruktur jalan, fasilitas internet dan tentunya peningkatan jumlah mahasiswa semakin banyak.

Pada tahun ajaran 2013/2014 menunjukkan peningkatan jumlah mahasiswa yang sangat signifikan. Tahun sebelumnya per angkatan rata-rata adalah satu kelas sedangkan untuk tahun ini mahasiswa baru mencapai 3 kelas untuk masing-masing jurusan bahkan untuk jurusan administrasi bisnis mencapai 4 kelas. Jumlah mahasiswa baru yang semakin meningkat dari tahun ke tahun perlu diimbangi dengan sistem informasi penerimaan mahasiswa baru untuk mempercepat informasi mahasiswa baru yang lolos tes seleksi.

Saat ini Politeknik Kotabaru belum memiliki sistem informasi penerimaan mahasiswa baru. Pencatatan penerimaan

mahasiswa baru dilakukan secara manual. Keterbatasan sumber daya manusia yang menguasai pemrograman komputer menyebabkan hampir semua administrasi dilakukan secara manual. Padahal Politeknik Kotabaru memiliki 3 Laboratorium Komputer yang masing masing Lab terdapat kurang lebih 23 unit computer selain itu setiap ruang jurusan terdapat inventaris 3(tiga) unit laptop

Permasalahan yang terjadi ketika tidak ada sistem informasi penerimaan mahasiswa baru di Politeknik Kotabaru, berkas data mahasiswa baru yang sudah masuk sulit dicari kembali bahkan sering hilang sehingga kesulitan mencari data identitas mahasiswa, dan kesulitan merekap jumlah mahasiswa yang lulus hal ini dikarenakan penilaian kelulusan dilakukan secara manual.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi maka diperlukan sistem informasi penerimaan mahasiswa baru yang memudahkan untuk menentukan kelulusan mahasiswa baru salah satunya dengan metode Logika Fuzzy. Dengan sistem komputerisasi, data yang tersimpan mudah untuk dikelola dan dapat ditampilkan kapanpun tanpa harus mencari berkas, sehingga mempercepat proses penyajian data.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Logika Fuzzy

Logika Fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Alasan digunakannya Logika Fuzzy adalah :

1. Konsep Logika Fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti
2. Logika Fuzzy sangat fleksibel
3. Logika Fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat
4. Logika Fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Logika Fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika Fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika Fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

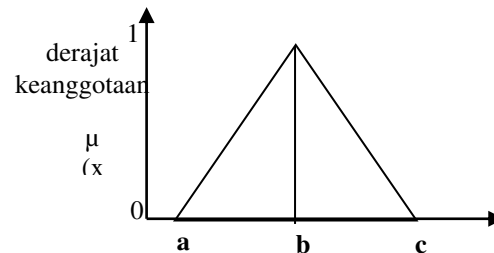
(Kusumadewi, 2003).

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu group yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy. Pada himpunan fuzzy nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila x memiliki nilai keanggotaan fuzzy $\mu_A[x] = 0$ berarti x tidak

menjadi anggota himpunan A , demikian pula apabila x memiliki nilai keanggotaan fuzzy $\mu_A[x] = 1$ berarti x menjadi anggota penuh pada himpunan A . Kemiripan antara keanggotaan fuzzy dengan probabilitas terkadang menimbulkan kerancuan, karena memiliki nilai pada interval $[0,1]$, namun interpretasi nilainya sangat berbeda. Keanggotaan fuzzy memberikan suatu ukuran terhadap pendapat atau keputusan, sedangkan probabilitas mengindikasikan proporsi terhadap keseringan suatu hasil bernilai benar dalam jangka panjang. Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut, yaitu :

- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu group yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti : Muda, Parobaya, Tua.
- b. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 25, 40, 60.

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaan yang memiliki nilai interval antara 0 dan 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Salah satu representasi fungsi keanggotaan dalam fuzzy yang akan dipakai adalah representasi segitiga. Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear) seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva Segitiga Logika Fuzzy

Fungsi Keanggotaan segitiga

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x < a \text{ atau } x > c \\ \frac{(x-a)}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{(c-x)}{c-b}; & b < x \leq c \end{cases}$$

Sistem inferensi fuzzy merupakan proses pengolahan data dalam bentuk crisp input yang melalui beberapa tahapan dalam sistem fuzzy untuk menghasilkan data dalam bentuk craps output. Terdapat tiga metode sistem inferensi fuzzy, yaitu: Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto.

Tahap sistem inferensi fuzzy yang harus dilalui, yaitu :

a. Nilai Input

Berupa masukan dalam bentuk nilai pasti (*crisp*).

b. Komposisi Fuzzy

Proses merubah *crisp* input menjadi fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan, setiap variabel fuzzy dimodelkan ke dalam fungsi keanggotaan yang dipilih.

c. Aturan - aturan (rules)

Aturan-aturan yang akan dijadikan dasar untuk mencari nilai dari *crisp* output yang akan dihasilkan

d. Dekomposisi Fuzzy

Merupakan proses merubah kembali data yang dijadikan fuzzy ke dalam bentuk *crisp* kembali.

e. Nilai output

Merupakan hasil akhir yang dapat dipakai untuk pengambilan keputusan. Namun terkadang sistem fuzzy dapat berjalan tanpa harus melalui komposisi atau dekomposisi fuzzy. Nilai output dapat diestimasi secara langsung dari nilai keanggotaan yang berhubungan dengan antesedennya.

2.2. Basis Data

Data merupakan fakta mengenai suatu objek seperti manusia, benda, peristiwa, konsep, keadaan dan sebagainya yang dapat dicatat dan mempunyai arti secara implisit. Data dapat dinyatakan dalam bentuk angka, karakter atau simbol, sehingga bila data dikumpulkan dan saling berhubungan maka dikenal dengan istilah basis data (*database*) [Ramez2000]. Sedangkan menurut George Tsu-der Chou basis data merupakan kumpulan informasi bermanfaat yang diorganisasikan ke dalam aturan yang khusus. Informasi ini adalah data yang telah diorganisasikan ke dalam bentuk yang sesuai dengan kebutuhan seseorang [Abdul1999]. Menurut *Encyclopedia of Computer Science and Engineer*, para ilmuwan di bidang informasi menerima definisi standar informasi yaitu data yang digunakan dalam pengambilan keputusan.

Definisi lain dari basis data menurut Fabbri dan Schwab adalah sistem berkas terpadu yang dirancang terutama untuk meminimalkan duplikasi data.

Menurut Ramez Elmasri mendefinisikan basis data lebih dibatasi pada arti implisit yang khusus, yaitu:

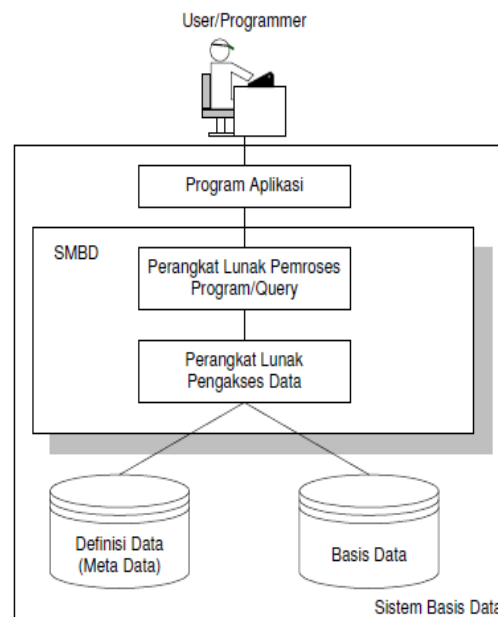
- Basis data merupakan penyajian suatu aspek dari dunia nyata (*real world*).
- Basis data merupakan kumpulan data dari berbagai sumber yang secara logika mempunyai arti implisit. Sehingga data yang

terkumpul secara acak dan tanpa mempunyai arti, tidak dapat disebut basis data.

- Basis data perlu dirancang, dibangun dan data dikumpulkan untuk suatu tujuan. Basis data dapat digunakan oleh beberapa *user* dan beberapa aplikasi yang sesuai dengan kepentingan *user*.

Dari beberapa definisi-definisi tersebut, dapat dikatakan bahwa basis data mempunyai berbagai sumber data dalam pengumpulan data, bervariasi derajat interaksi kejadian dari dunia nyata, dirancang dan dibangun agar dapat digunakan oleh beberapa *user* untuk berbagai kepentingan (Waliyanto, 2000).

Sistem Basis Data (Waliyanto, 2000) adalah gabungan antara basis data dan perangkat lunak SMBD (Sistem manajemen Basis Data) termasuk di dalamnya program aplikasi yang dibuat dan bekerja dalam satu sistem disebut dengan Sistem Basis Data.



Gambar 2. Konsep Sistem Basis Data (kompilasi Ramez Elmasri. dkk 1994)

3. PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

3.1. Perancangan Sistem

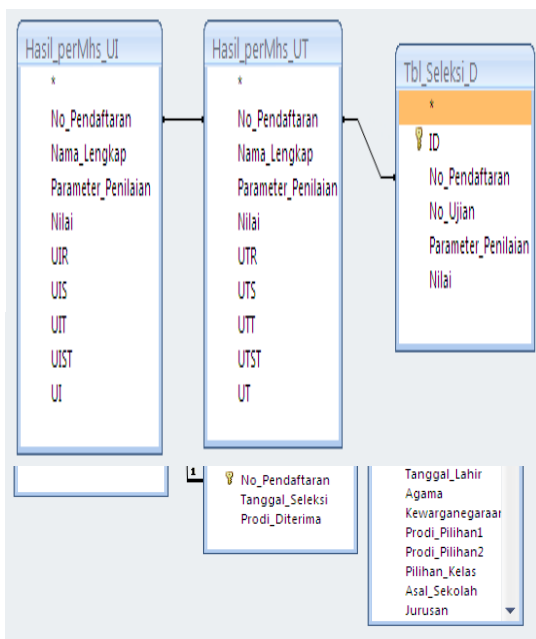
Sistem informasi yang dirancang berdasarkan pada aturan penerimaan mahasiswa baru yang ada di Politeknik Kotabaru. Sistem Informasi ini Stand alone dengan Database Microsoft Access 2007 dengan menggunakan sistem operasi Microsoft Windows Profesional Service Pack 2. Sistem ini dirancang untuk keperluan penentuan kelulusan seleksi penerimaan mahasiswa baru Politeknik Kotabaru. Pada bagian ini ditentukan

spesifikasi permasalahan yang ada pada penerimaan mahasiswa baru.

Dalam penentuan kelulusan mahasiswa baru, ternyata banyak sekali kendala-kendala yang ada, mulai dari menentukan nilai ujian tertulis, dan nilai ujian interview. Penentuan kelulusan dikerjakan secara manual dan penyimpanan secara dokumentasi yang rawan terhadap kerusakan maupun hilang.

3.2. Perancangan Basis Data

Diagram E-R akan menggambarkan hubungan entitas satu dengan lainnya. Secara umum diagram E-R dari struktur basis data pada Sistem Informasi Penerimaan Mahasiswa Baru ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Diagram E-R

3.3. Perancangan Sistem Logika Fuzzy

Langkah-langkah pemodelan Logika Fuzzy untuk menentukan kelulusan mahasiswa baru adalah menentukan variabel input dan output sebagai berikut:

3.3.1. Variabel Masukkan Logika Fuzzy

Variabel masukkan Logika Fuzzy terdiri dari 2 (dua) variabel yaitu Ujian Tertulis (UT), dan Ujian Interview(UI). Test Tertulis lebih rinci dapat dilihat pada Tabel 1.

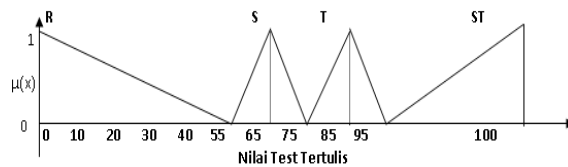
a) Keanggotaan Ujian Tertulis (UT)

Keanggotaan Ujian tertulis memiliki 4 anggota yang lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Level nilai Ujian Tertulis

	Level Nilai	Domain Nilai
1.	Sangat Tinggi (ST)	≥ 95
2.	Tinggi (T)	75 - 95
3.	Sedang (S)	55 - 75
4.	Rendah (R)	0 - 55

Nilai Ujian Tertulis pada Tabel 1 tersebut dapat dijelaskan dalam keanggotaan segitiga Logika Fuzzy dengan himpunan keanggotaan Sangat Tinggi (ST), Tinggi (T), Sedang (S), Rendah (R), Lebih jelasnya digambarkan pada Gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 4. Himpunan Fuzzy untuk Nilai Test Tertulis

Himpunan Rendah (R)

$$\mu(x) = \begin{cases} 55 - x & ; 0 < x < 55 \\ 55 - 0 & \\ 0 & ; x > 55 \end{cases}$$

Himpunan Sedang (S)

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 55 \\ \frac{x - 55}{65 - 55} & ; 55 \leq x \leq 65 \\ \frac{75 - x}{75 - 65} & ; 65 < x \leq 75 \\ 0 & ; x > 75 \end{cases}$$

Himpunan Tinggi (T)

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 75 \\ \frac{x - 75}{85 - 75} & ; 75 < x \leq 85 \\ \frac{95 - x}{95 - 80} & ; 85 < x \leq 95 \\ 0 & ; x > 95 \end{cases}$$

Himpunan Sangat Tinggi (ST)

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 95 \\ \frac{x - 95}{100 - 95} & ; 95 \leq x \leq 100 \\ 0 & ; x > 100 \end{cases}$$

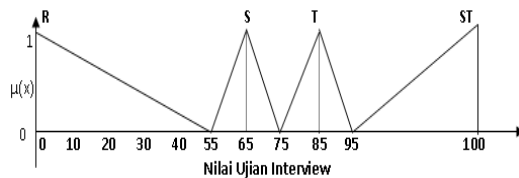
b) Keanggotaan Ujian Interview (UI)

Keanggotaan Ujian interview memiliki 4 anggota yang lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Level nilai Interview

	Level Nilai	Domain Nilai
1.	Sangat Tinggi (ST)	≥ 95
2.	Tinggi (T)	75 - 95
3.	Sedang (S)	55 - 75
4.	Rendah (R)	0 - 55

Nilai Ujian Interview pada Tabel 2 tersebut dapat dijelaskan dalam keanggotaan segitiga Logika Fuzzy dengan himpunan keanggotaan Sangat Tinggi (ST), Tinggi (T), Sedang (S), Rendah (R). Lebih jelasnya digambarkan pada Gambar 5 sebagai berikut :



Gambar 5. Himpunan Fuzzy untuk Nilai Ujian Interview

Himpunan Rendah (R)

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{55-x}{55-0}; & 0 < x < 55 \\ 0; & x > 55 \end{cases}$$

Himpunan Sedang (S)

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x < 55 \\ \frac{x-55}{65-55}; & 55 \leq x \leq 65 \\ \frac{75-x}{75-65}; & 65 < x \leq 75 \\ 0; & x > 75 \end{cases}$$

Himpunan Tinggi (T)

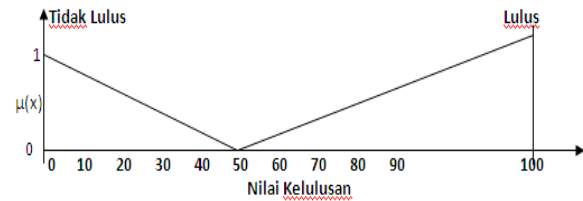
$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x < 75 \\ \frac{x-75}{85-75}; & 75 < x \leq 85 \\ \frac{95-x}{95-80}; & 85 < x \leq 95 \\ 0; & x > 95 \end{cases}$$

Himpunan Sangat Tinggi (ST)

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x < 95 \\ \frac{x-95}{100-95}; & 95 \leq x \leq 100 \\ 0; & x > 100 \end{cases}$$

3.3.2. Variabel Keluaran Logika Fuzzy

Keluaran Logika Fuzzy adalah Kelulusan Mahasiswa baru. Kelulusan memiliki 2(dua) himpunan yaitu lulus dan tidak lulus.



Gambar 6. Kelulusan

3.3.3. Aturan Logika Fuzzy

Langkah selanjutnya yaitu membuat *rule* atau aturan Logika Fuzzy. Aturan Logika Fuzzy menghubungkan masukan dengan keluaran.

Rule-1 : Jika Nilai UT Rendah Dan Nilai UIR Rendah Maka Tidak Lulus

Rule-2 : Jika Nilai UT Rendah Dan Nilai UI Sedang Maka Lulus

Rule-3 : Jika Nilai UT Rendah Dan Nilai UI Tinggi Lulus

Rule-4 : Jika Nilai UT Rendah Dan Nilai UI Tinggi Lulus

Rule-5 : Jika Nilai UT Sedang Dan Nilai UI Rendah Maka Lulus

Rule-6 : Jika Nilai UT Sedang Dan Nilai UI Sedang Maka Lulus

Rule-7 : Jika Nilai UT Sedang Dan Nilai UI Tinggi Maka Lulus

Rule-8 : Jika Nilai UT Sedang Dan Nilai UI Sangat Tinggi Maka Lulus

Rule-9 : Jika Nilai UT Tinggi Dan Nilai UI Rendah Maka Lulus

Rule-10 : Jika Nilai UT Tinggi Dan Nilai UI Sedang Maka Lulus

Rule-11 : Jika Nilai UT Tinggi Dan Nilai UI Tinggi Maka Lulus

Rule-12 : Jika Nilai UT Sangat Tinggi Dan Nilai UI Sangat Tinggi Maka Lulus

Rule-13 : Jika Nilai UT Sangat Tinggi Dan Nilai UI Rendah Maka Lulus

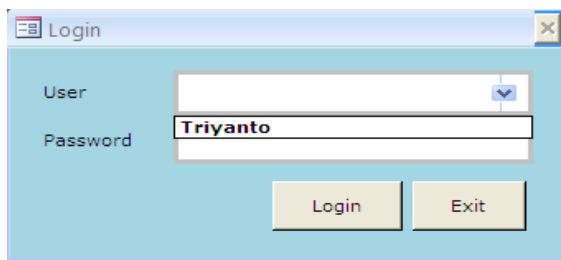
Rule-14 : Jika Nilai UT Sangat Tinggi Dan Nilai UI Sedang Maka Lulus

Rule-15 : Jika Nilai UT Sangat Tinggi Dan Nilai UI Tinggi Maka Lulus

Rule-16 : Jika Nilai UT Sangat Tinggi Dan Nilai UI Sangat Tinggi Maka Lulus

3.4. Perancangan Antarmuka

Implementasi antarmuka terdiri dari implementasi perangkat lunak terdiri dari menu login, Menu Pendaftaran, Menu Seleksi dan Menu Hasil Seleksi.



Gambar 7. Antarmuka Form Login dan Form Menu Utama

Antarmuka untuk menginput nilai hasil ujian yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 8. Antarmuka Form Inputan Nilai

Sedangkan antarmuka untuk analisa Logika Fuzzy ditunjukkan pada Gambar 8.

4. PENGUJIAN PERANGKAT LUNAK

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian perancangan basis data dan pengujian implementasi aplikasi sistem.

4.1. Pengujian Sistem Aplikasi

Pengujian sistem aplikasi ini dilakukan untuk dapat mengetahui apakah aplikasi dapat berjalan dengan baik tanpa error yang meliputi pengujian form pendaftaran, dan form proses seleksi serta memastikan admin dapat melakukan proses login pada sistem aplikasi penerimaan mahasiswa baru dengan menggunakan username Triyanto dan password 123. Dalam Gambar 3.5 ditunjukkan proses login yang dilakukan oleh pihak administrator. Username yang digunakan adalah Triyanto dengan password 123

4.2. Pengujian Algoritma Logika Fuzzy

Pengujian Algoritma Logika Fuzzy untuk memastikan rule-rule yang dibuat dapat berjalan dengan benar. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian pada data kelulusan mahasiswa baru karena pada bagian inilah terdapat rule-rule yang sudah dibuat berdasarkan aturan Logika Fuzzy. Setiap bagian dari rule-rule Logika Fuzzy ini akan diuji kebenarannya, apakah program aplikasi yang sudah dibuat dapat berjalan dengan baik atau tidak. Disini akan diberikan satu contoh hasil pengujian yang dilakukan dalam proses pengujian rule Logika Fuzzy seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8 dan hasil dari pengolahan ditunjukkan pada Gambar 9.

Rekap Hasil Seleksi PMB			23 Agustus 2013 15:42:24
No_Pendaftaran	Nama_Lengkap	KETERANGAN	
210052	Triyanto P	LULUS	
210053	Hasan	LULUS	
210054	Budi	TIDAK LULUS	
3			

Gambar 9. Hasil Pengolahan Logika Fuzzy

5. KESIMPULAN

Berdasar pada hasil perancangan, implementasi dan pengujian terhadap sistem aplikasi yang sudah dibuat, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil pengujian, Penerapan Rule-rule Logika Fuzzy dalam aplikasi sistem penerimaan mahasiswa baru yang berdasarkan aturan penerimaan mahasiswa

- baru yang ada di Politeknik Kotabaru memberikan hasil sesuai yang diharapkan.
2. Sistem informasi penerimaan mahasiswa baru berbasis komputerisasi dapat membantu administrasi dalam hal menentukan kelulusan, penyimpanan data dan pengelolaan data

DAFTAR PUSTAKA

- Kusumadewi, S. dan Purnomo, H. (2010), Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri. 2006. Neuro–Fuzzy: Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf Tiruan. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri. (2003), *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kusumadewi, S, 2004. Penentuan Tingkat Risiko Penyakit Menggunakan *Tsukamoto Fuzzy Inference Sistem*, Seminar Nasional II: *the application of technology toward a better life*
- Kadir, Abdul. 1999. *Konsep & Tuntunan Praktis Basis Data*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- David, M. Kroenke. 2002. *Database Processing Fundamentals, Design, and Implementation*. Eight Edition. Prentice Hall.
- Ramez Elmasri & Shamkant B Navathe. 2000. *Database Sistem*.
- Wyllys. R.E.. 2003. *Database-Management Principles And Applications*.
- Sitansu S. Mitra. 1991. *Principles of Relational Database Systems*. International Editions. Prentice-Hall. New Jersey.
- Waliyanto. 2000. *Sistem Basis Data Analisis dan Pemodelan Data*. J&J Learning. Yogyakarta.

