

Aplikasi Pendukung Keputusan Dengan Menggunakan Logika Fuzzy (Studi Kasus : Penentuan Spesifikasi Komputer Untuk Suatu Paket Komputer Lengkap)

Sri Yulianto J.P., Indrastanti R.W., Martha Oktriani

Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Satya Wacana
Email : martha_oktriani@yahoo.com

Abstract

Fuzzy logic is a method to map an input into output. Fuzzy logic is used for supporting a decision making. This method consist of three main process, there are fuzzification, fuzzy inferention, and defuzzification. The result of these processes depend on the limit of fuzzy compilation, fuzzy variable and non fuzzy variable. This case study gives result in the form of computer packet taken from fuzzy processes based on the limit values of fuzzy compilation, fuzzy variables and non fuzzy variables. The sum of fuzzy variables and non fuzzy variables processed will affect the result and the sum of recommendation value.

Keywords : fuzzy logic, fuzzification, defuzzification, fuzzy inferention, fuzzy variable, non fuzzy variable, fuzzy compilation limit

1. Pendahuluan

Sebuah toko komputer ingin membangun suatu *database* yang isinya tidak hanya komponen-komponen dasar komputer, tetapi juga informasi yang dapat membantu dalam memberikan pilihan data spesifikasi komputer untuk suatu paket komputer lengkap bagi para konsumen berdasarkan kriteria-kriteria yang dibutuhkan oleh konsumen.

Pada proses perancangan aplikasi ini, diterapkan metode logika *fuzzy* dalam studi kasus pemilihan spesifikasi komputer berdasarkan kebutuhan konsumen. Hal tersebut berdasarkan banyak kasus selama ini, dimana konsumen banyak bertanya tentang spesifikasi komputer yang menjadi dasar pertimbangan mereka dalam pemilihan paket komputer lengkap. Biasanya pemilihan spesifikasi komputer pada suatu toko komputer dilakukan dengan berkonsultasi dengan para pegawai toko. Namun hal itu akan memakan waktu yang lama dan tidak praktis. Terdapat suatu metode yang lebih praktis, yaitu dengan membangun suatu aplikasi sistem pendukung keputusan pada penentuan spesifikasi komputer yang di dalamnya juga diterapkan metode logika *fuzzy*.

Sistem yang akan dibangun merupakan sistem *database fuzzy* (*Fuzzy Database System*), karena pada proses pengambilan keputusan menggunakan logika *fuzzy* dan menggunakan *database* dalam menyimpan dan mengambil data spesifikasi komputer. Model yang digunakan pada *database fuzzy* ini adalah model Tahani, yang masih menggunakan relasi *database* yang bersifat standar, dengan lebih menekankan penggunaan *fuzzy* pada beberapa *field* dalam tabel-tabel yang ada pada *database* tersebut dan pada perhitungan matematisnya [1].

2. Tinjauan Pustaka

Sistem yang dibuat pada studi kasus pemilihan *handphone* dengan metode *fuzzy* model Tahani, yang dibuat oleh Denny Cristiono, ditujukan untuk menangani pencarian *handphone* yang sesuai dengan kriteria-kriteria dari konsumen. Data fitur-fitur *handphone* yang ada, digunakan untuk melakukan pencarian, *handphone* yang sesuai dengan kriteria-kriteria yang diinginkan konsumen. Tidak terdapat penggabungan dari berbagai item yang berbeda. Sedangkan sistem yang dibuat pada studi kasus pemilihan spesifikasi komputer ini, ditujukan untuk menangani pencarian spesifikasi paket komputer lengkap yang sesuai dengan kriteria-kriteria dari konsumen. Dari berbagai macam item yang tersedia, akan dipilih sesuai dengan kriteria yang diinginkan, untuk selanjutnya digabungkan menjadi suatu paket yang utuh. Dari proses penggabungan ini kemudian dipilih lima paket yang mempunyai nilai rekomendasi tertinggi sesuai dengan kriteria dan prioritas konsumen, untuk ditampilkan sebagai hasil akhir dari sistem pencarian ini [2].

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah suatu sistem informasi yang mengevaluasi beberapa pilihan yang berbeda guna membantu seseorang memberikan keputusan terhadap masalahnya. Berdasarkan pada definisi yang bervariasi, SPK dapat dijelaskan sebagai sistem pembuat keputusan manusia-komputer interaktif berbasis komputer yang dapat mendukung dalam pembuatan keputusan daripada menggantinya dengan yang baru, memanfaatkan data dan model, memecahkan masalah dengan struktur yang derajatnya bervariasi seperti nonstruktur, semistruktur dan unstruktur, serta berpusat pada keefektifan daripada keefisienan dalam proses pemberian keputusan.

FDSS (*Fuzzy Decision Support System*) atau SPKF (Sistem Pendukung Keputusan dengan logika Fuzzy) merupakan sistem pembuat keputusan manusia-komputer untuk mendukung keputusan manajerial, dan intuisi untuk memecahkan masalah manajerial dengan memberikan informasi yang diperlukan, menghasilkan, mengevaluasi dan memberikan putusan alternatif [3].

Teori himpunan *fuzzy* diperkenalkan pertama kali oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika *fuzzy*, antara lain yaitu konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti, logika *fuzzy* sangat fleksibel, logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat, logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks, logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan, logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional, dan logika *fuzzy* juga didasarkan pada bahasa alami.

Dalam logika *fuzzy* dikenal berhingga keadaan dari nilai “0” sampai ke nilai “1”. Logika *fuzzy* tidak hanya mengenal dua keadaan tetapi juga mengenal sejumlah keadaan yang berkisar dari keadaan salah sampai keadaan benar [4]. Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, antara lain variabel *fuzzy*,

himpunan *fuzzy*, semesta pembicaraan dan domain. Variabel *Fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *Fuzzy*. Dalam makalah ini, variabel *fuzzy* yang digunakan adalah kecepatan prosesor, kapasitas *memory*, kapasitas harddisk, ukuran VGA, ukuran monitor, kapasitas *power supply*, serta harga dari masing-masing spesifikasi komputer. Himpunan *Fuzzy* adalah himpunan yang tiap elemennya mempunyai derajat keanggotaan tertentu terhadap himpunannya. Himpunan *Fuzzy* memiliki dua atribut, yaitu linguistik dan numeris. Atribut linguistik yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami. Sedangkan atribut numeris yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel. Dalam makalah ini, himpunan *fuzzy* yang digunakan adalah himpunan kecepatan lambat, sedang dan cepat untuk variabel kecepatan prosesor, himpunan kapasitas kecil, sedang dan besar untuk variabel kapasitas *memory*, harddisk dan *power supply*, himpunan ukuran kecil, sedang dan besar untuk variabel ukuran VGA dan monitor, serta himpunan harga murah, normal dan mahal untuk variabel harga. Semesta pembicaraan adalah suatu keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *Fuzzy*. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif atau bilangan negatif. *Domain* himpunan *Fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *Fuzzy*. Nilai *domain* dapat berupa bilangan positif maupun bilangan negative [5]. Dalam makalah ini, domain untuk variabel kecepatan prosesor adalah lambat [0, 2.6], sedang [1.8, 3] dan cepat [2.6, +∞], variabel kapasitas *memory* kecil [0, 256], sedang [64, 512] dan besar [256, +∞], variabel kapasitas harddisk kecil [0, 160], sedang [40, 400] dan besar [160, +∞], variabel ukuran VGA kecil [0, 256], sedang [64, 512] dan besar [256, +∞], serta variabel kapasitas *power supply* kecil [0, 256], sedang [64, 512] dan besar [256, +∞].

Logika *Fuzzy* memiliki beberapa karakteristik yaitu himpunan *Fuzzy* dan fungsi keanggotaan. Pada logika *boolean*, sebuah individu dipastikan sebagai anggota dari salah satu himpunan saja, sedangkan pada himpunan *fuzzy* sebuah individu dapat masuk pada dua himpunan yang berbeda. Seberapa besar eksistensinya dalam himpunan tersebut dapat dilihat pada nilai keanggotaannya [5].

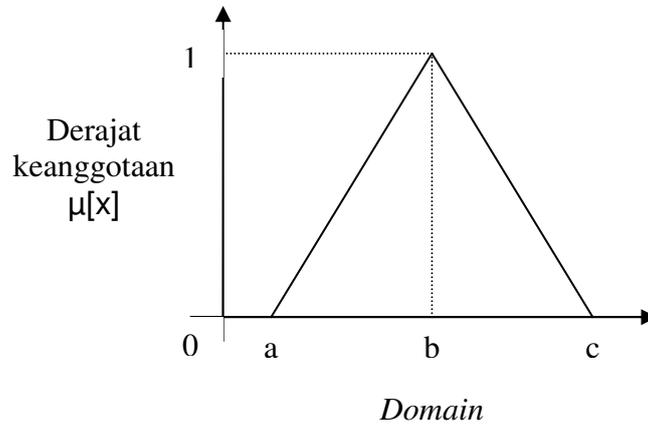
Himpunan *fuzzy* A pada semesta X dinyatakan sebagai himpunan pasangan berurutan (*set of ordered pairs*) baik diskrit maupun kontinu.

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\} \tag{1}$$

Dimana $\mu_A(x)$ fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* A . Fungsi keanggotaan memetakan setiap $x \in X$ pada suatu nilai antara [0,1] yang disebut derajat keanggotaan (*membership grade* atau *membership value*).

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotaannya (disebut juga dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi [5]. Derajat keanggotaan dalam himpunan (*degree of membership*) dilambangkan dengan μ . Dalam kasus yang dibahas, fungsi

keanggotaan yang dipakai adalah Representasi Kurva Segitiga dan Representasi Kurva Bahu. Representasi Kurva Segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis.

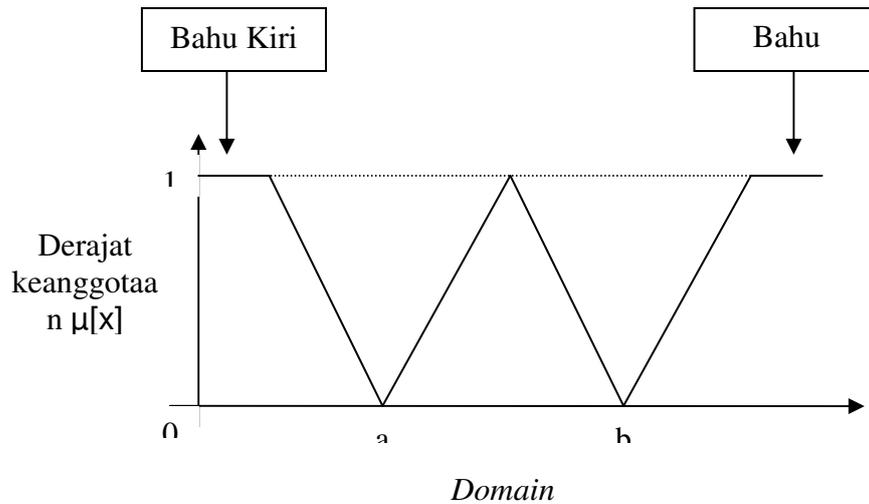


Gambar 1 Fungsi Keanggotaan Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan:

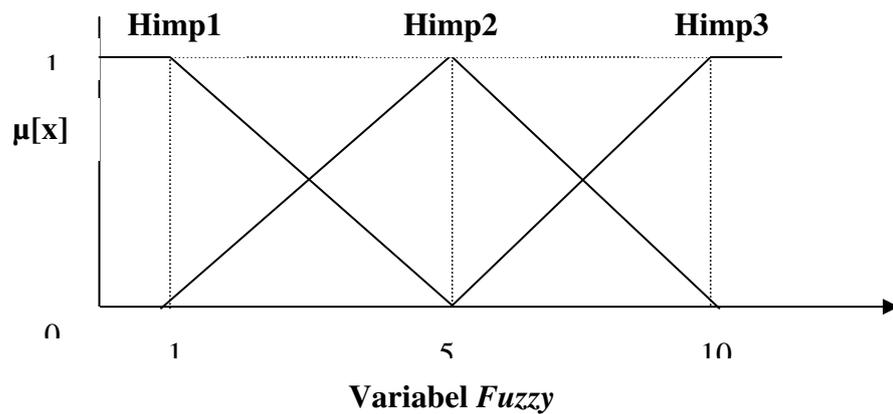
$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a) / (b - a); & a \leq x \leq b \\ (c - x) / (c - b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2)$$

Sedangkan representasi kurva bahu merupakan daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan sisi kirinya akan naik dan turun. Himpunan *fuzzy* bahu digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy*.



Gambar 2 Fungsi Keanggotaan Kurva Bahu

Fungsi keanggotaan pada kurva segitiga dan fungsi keanggotaan pada kurva bahu dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Himpunan Fuzzy Untuk Suatu Variabel

Akan dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai *fire strength fuzzy* dengan menggunakan gabungan fungsi keanggotaan kurva segitiga dan kurva bahu. Perhitungan tersebut berhubungan dengan tiga operator dasar Zadeh yang terdiri dari operator AND, operator OR dan operator NOT [1]. Operator AND merupakan operator yang berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. *Fire strength* sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y]) \quad (3)$$

Operator OR merupakan operator yang berhubungan dengan operasi union pada himpunan. *Fire strength* sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antara elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y]) \quad (4)$$

Serta operator NOT yang merupakan operator yang berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. *Fire strength* sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\mu_{A^1} = 1 - \mu_A[x] \quad (5)$$

Pada proses perancangan sistem yang akan dibuat, dibutuhkan suatu basis data *fuzzy*. Basis data *fuzzy* dapat diartikan sebagai representasi, pemasukan, dan manipulasi informasi yang tidak tepat dan tidak pasti. *Query* pada logika *fuzzy* dapat digunakan untuk pengambilan data yang diinginkan, tanpa memerlukan pendefinisian parameter yang pasti. Proses *query fuzzy* mencakup logika *boolean* yang hasil pencariannya berupa nilai benar atau salah dan juga akan menghasilkan nilai x% mendekati benar atau x% mendekati salah dari nilai keanggotaannya. Basis data *fuzzy* bertujuan untuk memecahkan setiap permasalahan yang berhubungan dengan representasi dan menangani informasi yang tidak tepat [6].

Logika *fuzzy* terdiri dari 3 proses utama, yaitu fuzzifikasi, Inferensi *fuzzy* dan defuzzifikasi. Fuzzifikasi adalah perubahan seluruh variabel *input/output* ke bentuk himpunan *fuzzy*. Rentang nilai variabel *input* dikelompokkan menjadi beberapa himpunan *fuzzy* dan tiap himpunan mempunyai derajat keanggotaan tertentu. Bentuk fuzzifikasi yang dipakai pada sistem ini adalah bentuk segitiga dan bentuk bahu. Bentuk fuzzifikasi menentukan derajat keanggotaan suatu nilai rentang *input/output*. Derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* dihitung dengan menggunakan rumus fungsi keanggotaan dari segitiga fuzzifikasi [4].

Setelah fungsi keanggotaan untuk variabel masukan dan keluarannya ditentukan, basis aturan pengendalian dapat dikembangkan untuk menghubungkan aksi keluaran pengendali terhadap kondisi masukannya. Tahap ini disebut sebagai tahap inferensi, yakni bagian penentuan aturan dari sistem logika *fuzzy*. Sejumlah aturan dapat dibuat untuk menentukan aksi pengendali *fuzzy* [7]. Pada basis aturan, aturan *If-Then* tersebut dapat menghubungkan banyak variabel masukan dan keluaran. Masukan *x* dipetakan menjadi keluaran *y*. Aturan *if-then* diinterpretasikan sebagai implikasi *fuzzy*. Terdapat banyak sekali model interpretasi implikasi yang telah dikembangkan. Pada sistem ini, metode yang digunakan adalah Metode MAMDANI.

Proses yang terakhir adalah defuzzifikasi, yaitu kerja yang mengubah aksi dari himpunan *fuzzy* menjadi suatu nilai tunggal [4]. *Input* dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai tegas (*crisp*) tertentu sebagai *output* [1].

3. Analisis Sistem

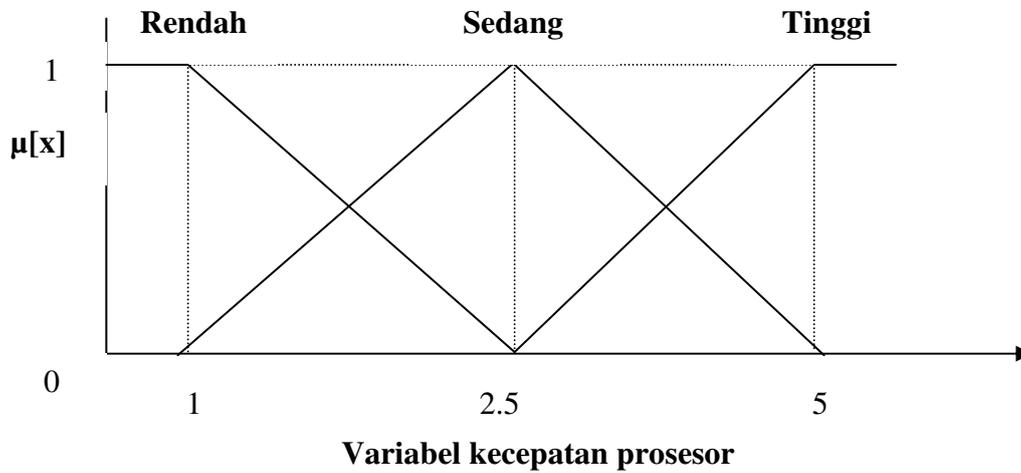
Sistem yang dibuat pada studi kasus pemilihan spesifikasi komputer ini, ditujukan untuk menangani pencarian spesifikasi paket komputer lengkap yang sesuai dengan kriteria-kriteria dari konsumen. Dari data-data spesifikasi komputer yang ada, maka digunakan untuk melakukan pencarian, paket komputer seperti apakah yang sesuai dengan kriteria-kriteria yang diinginkan konsumen.

Sistem yang akan dibangun merupakan sistem basisdata *fuzzy* (*Fuzzy Database System*), dengan menggunakan model Tahani, yaitu dengan menggunakan relasi standar dalam *database* dan penekanan *fuzzy* pada beberapa *field* dalam tabel-tabel dalam *database* tersebut.

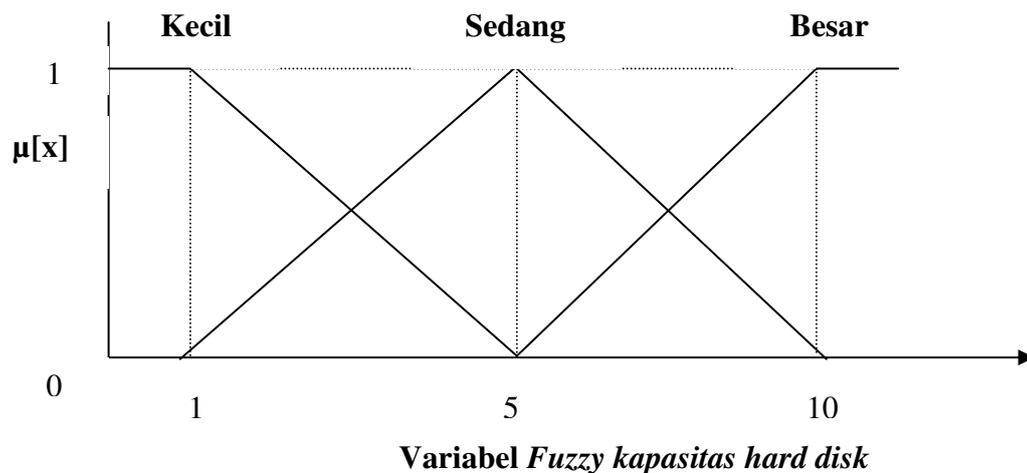
Kebutuhan *input* pada sistem ini digolongkan menjadi dua bagian *input*, yaitu *input fuzzy* dan *input non fuzzy*. *Input fuzzy*, terdiri dari data *spesifikasi komputer* yang menyangkut kecepatan prosesor, kapasitas *memory*, kapasitas *Harddisk*, ukuran *VGA*, ukuran monitor, kapasitas *power supply*, dan harga. Sedangkan *input non fuzzy* terdiri dari data *spesifikasi komputer* yang menyangkut merek dan kecocokan antara spesifikasi yang satu dengan yang lain.

Pada sistem ini proses *fuzzy* meliputi pengambilan nilai *input fuzzy* ataupun *non fuzzy* dari dalam *database*, sesuai dengan keterangan yang disebutkan oleh pembeli, proses fuzzifikasi dari data *input*, dengan menggunakan rumus fungsi keanggotaan kurva bahu dan kurva segitiga, proses logika pengambilan keputusan melalui pembentukan *query*, dan menampilkan hasil rekomendasi sesuai dengan kriteria yang disebutkan oleh pengguna.

Output pada sistem ini berupa rekomendasi paket komputer lengkap yang sesuai dengan kriteria-kriteria yang diinginkan (di-*input*-kan) oleh para pengguna. Adapun variabel dalam fungsi *fuzzy* adalah sebagaimana pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 3 Himpunan Fuzzy Untuk Variabel kecepatan prosesor



Gambar 4 Himpunan Fuzzy Untuk Variabel kapasitas hard disk

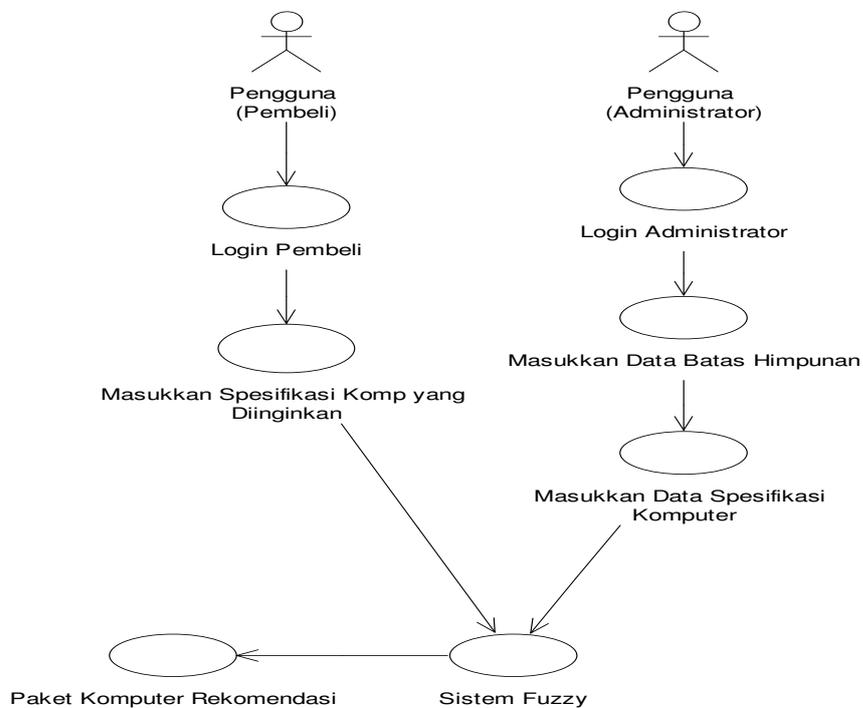
Semua variabel akan ditransformasikan nilainya dalam suatu variabel fuzzy sebagaimana pada Gambar 3 dan Gambar 4. Setiap variabel dapat memiliki besaran yang berbeda, demikian pula dapat memiliki nilai $\mu[x]$ yang berbeda.

Perancangan sistem dibutuhkan untuk membantu proses pengembangan dan untuk dokumentasi perangkat lunak sistem. Pada perancangan sistem ini, akan diuraikan mengenai elemen-elemen pengembangan sistem yang digunakan, yaitu UML (Unified Modelling System) dan perancangan antarmuka sistem dengan pengguna.

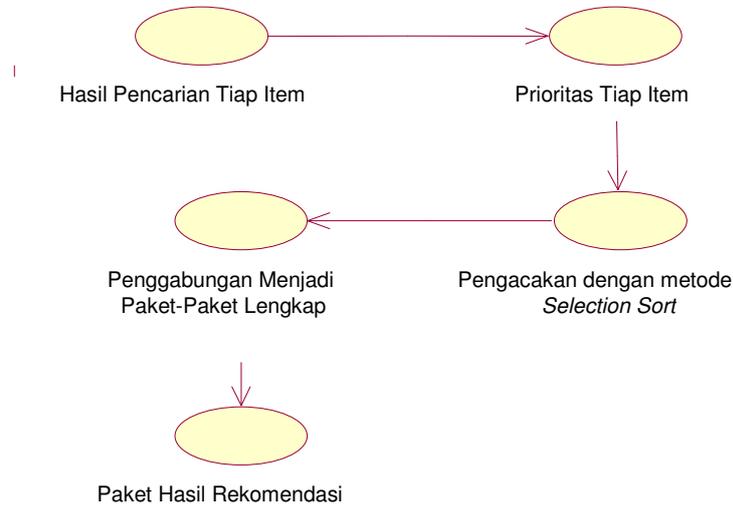
UML adalah sebuah “bahasa” yang telah menjadi standar untuk visualisasi, merancang dan mendokumentasikan sistem peranti lunak. UML pada sistem yang dibangun ini terdiri dari *use case diagram*, *sequence diagram* dan *activity diagram*.

Use case diagram menggambarkan fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem. Sebuah *use case* merepresentasikan sebuah interaksi antara aktor dengan sistem. Secara umum sistem ini memiliki dua aktor yaitu aktor pengguna yang menggambarkan pembeli dan aktor pengguna yang menggambarkan administrator. Untuk dapat melakukan interaksi dengan sistem, pembeli harus memasukkan kriteria dan spesifikasi komputer yang diinginkan. Sistem fuzzy akan melakukan komputasi untuk menghasilkan rekomendasi paket set komputer. Aktor pengguna administrator harus memasukkan data spesifikasi komputer sebagai data batas himpunan, seperti data harga dan data item. Data ini akan menjadi dasar bagi fuzzy untuk pembuatan rekomendasi paket set komputer sesuai dengan masukan pengguna, sebagaimana pada Gambar 5.

Sistem fuzzy bekerja melalui beberapa tahapan, yaitu identifikasi hasil pencarian item (data *spesifikasi komputer* yang menyangkut kecepatan prosesor, kapasitas *memory*, kapasitas *Harddisk*, ukuran *VGA*, ukuran monitor, kapasitas *power supply*, dan harga) yang akan menjadi masukan bagi proses penentuan prioritas setiap itemnya. Setelah ditentukan prioritas setiap item tersebut dilakukan pengacakan. Tahapan berikutnya adalah penggabungan masing – masing item menjadi paket lengkap sebagai set item yang akan direkomendasikan, sebagaimana pada Gambar 6.

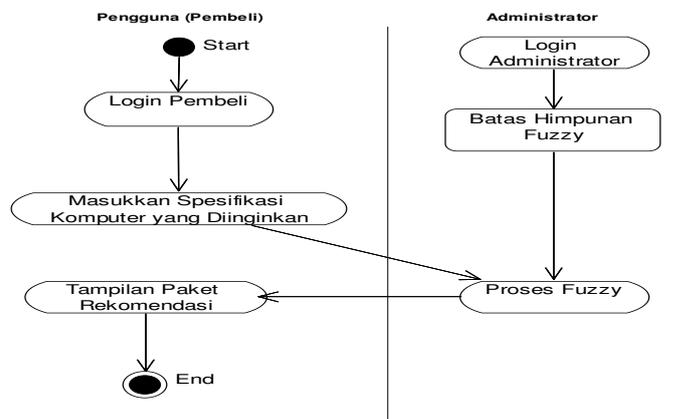


Gambar 5 Use Case Diagram Sistem yang Dibangun



Gambar 6 Use Case Diagram Sistem Fuzzy

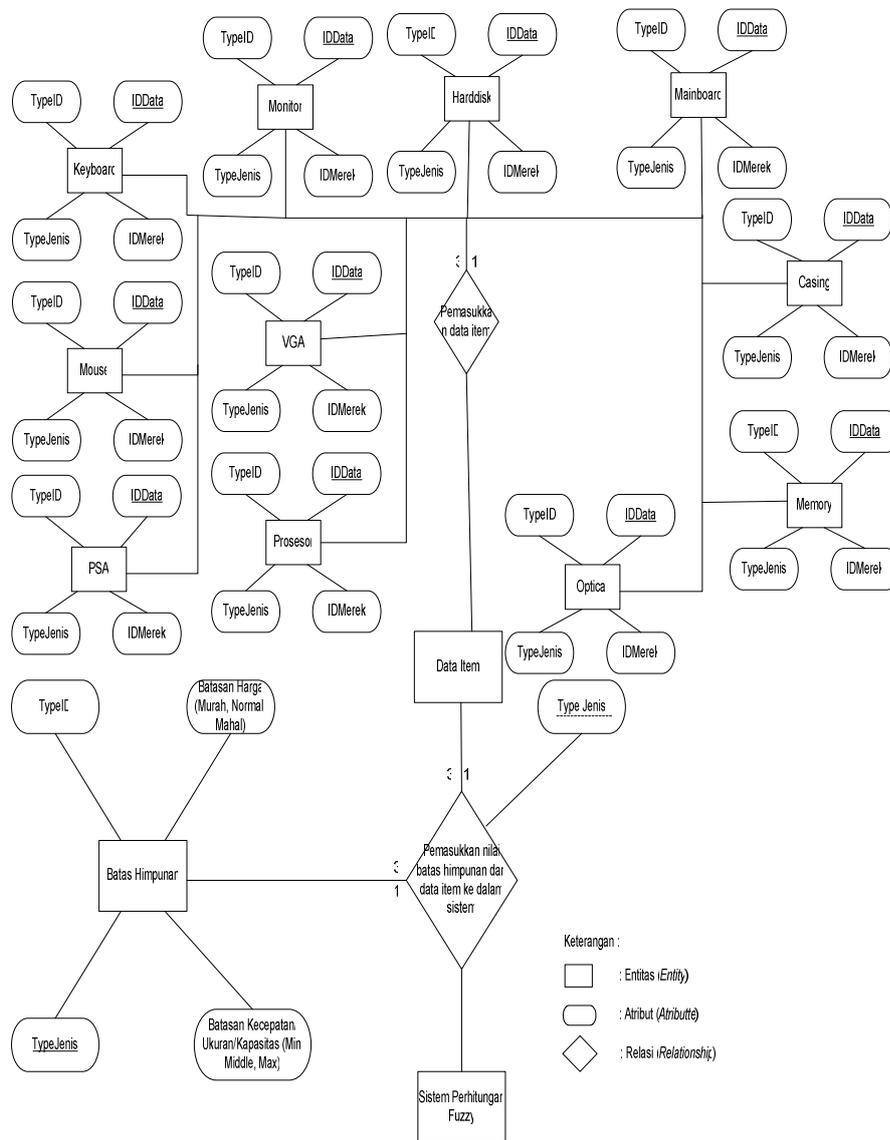
sistem yang sedang dirancang, bagaimana masing-masing alir berawal, *decision* yang mungkin terjadi, dan bagaimana berakhir.



Gambar 7 Activity Diagram Sistem yang Dibangun

Aktivitas sistem berawal pada saat pengguna melakukan login. Setelah login pengguna masuk pada halaman spesifikasi komputer untuk memilih spesifik yang dikehendaki. Sistem akan melakukan komputasi menggunakan fuzzy. Peranan admin dalam hal ini adalah melakukan pengelolaan dengan memasukkan batas himpunan *fuzzy (fuzzy set)* sesuai dengan variabel fuzzy sebagaimana pada Gambar 7.

Diagram ERD menggambarkan berbagai relasi antar *entity* dalam suatu *database*. Entitas data dalam basisdata meliputi kecepatan prosesor, kapasitas *memory*, kapasitas *Harddisk*, ukuran *VGA*, ukuran monitor, kapasitas *power supply*, dan harga. Setiap entitas memiliki atribut yang menggambarkan informasi secara lebih detail. Antar entitas terhubung dengan entitas lainnya dalam bentuk relasional. Seluruh entitas akan terhubung dengan fungsi fuzzy sebagai sistem komputasi dalam aplikasi. Setiap relasional dapat digambarkan tingkat keterhubungannya melalui bilangan kardinalitas dalam relasi tersebut. Hal ini dapat dilihat sebagaimana pada Gambar 8.



Gambar 8 Diagram ERD

4. Implementasi dan Evaluasi

Implementasi sistem dibagi menjadi empat bagian, yaitu implementasi tampilan awal dan menu utama, implementasi *setup* data, implementasi pencarian paket komputer dan implementasi menu tambahan.

Proses pencarian, dilakukan dengan pemilihan variabel *fuzzy* dan variabel *non fuzzy* yang berfungsi untuk memilih kriteria-kriteria yang sesuai dengan keinginan pembeli

Proses pencarian dilakukan secara berurutan mulai dari prosesor, *mainboard*, *memory*, *VGA*, *casing*, *PSU*, *harddisk*, *monitor*, *optical*, *keyboard* dan *mouse*. Setelah memilih masing-masing *item* maka proses berikutnya adalah memasukan besarnya nilai prioritas untuk masing-masing item yang berfungsi untuk pengacakan masing-masing item hasil rekomendasi sehingga terbentuk menjadi suatu paket komputer lengkap.

The screenshot shows a window titled "FORM PRIORITAS" with a menu bar containing "File", "Setup Data", "Cari Paket Komp.", and "Bantuan". The main area contains a table of input fields for various computer components, each with a numerical value and a small icon to its right. At the bottom, there are "Simpan" and "Batal" buttons.

Component	Value	Component	Value
Prosesor	85	Harddisk	50
Mainboard	75	Monitor	63
Memory	25	Optical Drive	69
VGA	78	Optical Drive 2	75
Casing	33	Keyboard	65
PSU	45	Mouse	22

Gambar 9 Form Prioritas

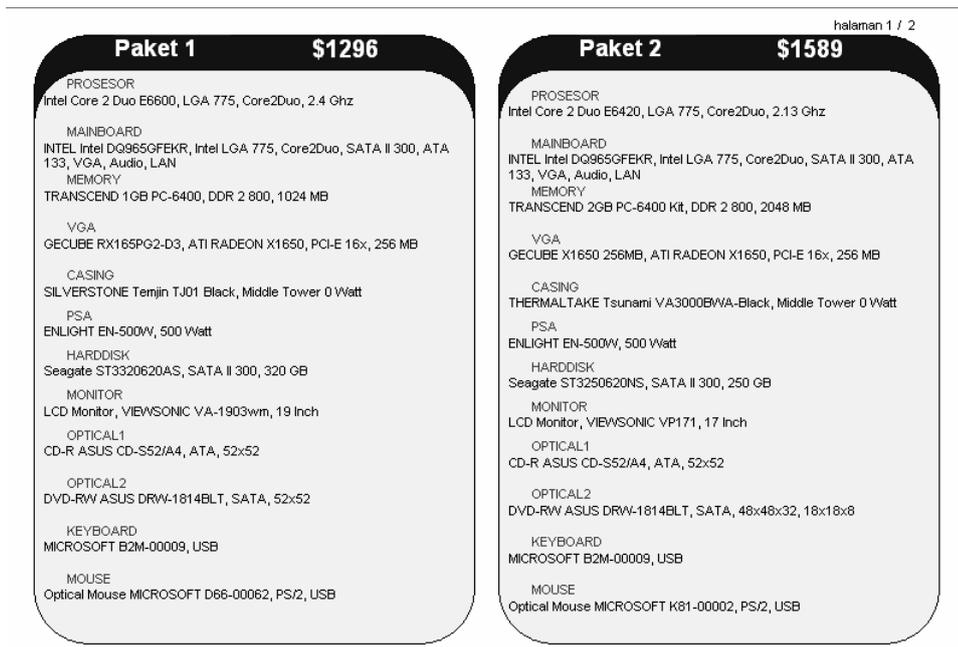
Setelah kedua proses tersebut maka ditampilkan hasil konfirmasi, yang berfungsi sebagai pemberi informasi, apa saja kriteria yang telah kita tentukan pada waktu pencarian masing-masing item.

Jika konfirmasi data masing-masing *item* sudah sesuai dengan keinginan pembeli, maka akan ditampilkan hasil pencarian paket komputer, sebanyak 5 macam paket komputer dengan nilai rekomendasi tertinggi.



Gambar 10 Form Paket Komputer Hasil Rekomendasi

Pengujian dilakukan dengan menggunakan data riil spesifikasi produk yang ada di pasaran untuk membuat rekomendasi paket komputer. Pengujian menghasilkan rekomendasi yang berisi 10 kelompok item dalam satu paket rekomendasi. Adapun rekomendasi yang dihasilkan dalam pengujian adalah sebagaimana berikut pada Gambar 11 dan 12.



Gambar 11 Report Print Normal

yang diinginkan pemakai, dapat dipengaruhi dari data-data spesifikasi komputer yang tidak akurat atau kemajuan fitur-fitur dan fasilitas-fasilitas yang baru.

6. Daftar Pustaka

- [Cri05] Cristiono, Denny, 2005, *Aplikasi Pendukung Keputusan Dengan Menggunakan Logika Fuzzy (studi kasus Pemilihan Handphone Berdasarkan Kebutuhan Konsumen)*, Salatiga, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana.
- [Hel01] Hellmann, M, 2001, *Fuzzy Logic Introduction*, Laboratoire Antennes Radar Telecom, F.R.E CNRS 2272, Equipe Radar Polarimetrie.
- [Nad03] Nadlir, Syariful dan Oon Amroni, 2003, Teknologi Sistem Fuzzy, *Jurnal Komputer dan Informatika* 4(2), FTI, Universitas Tarumanagara.
- [Kus04] Kusumadewi, Sri dan Hari Purnomo, 2004, *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [Kus03] Kusumadewi, Sri, 2003, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [Mar04] Marimin, Herdiyeni, Y. dan Nila Oktavia, 2004, Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pembentukan Tipe Data Fuzzy dan Querynya pada Sistem Basis Data, *Prosiding SNIKTI V, No 1*, Departemen Ilmu Komputer - FMIPA - Institut Pertanian Bogor.
- [Wib98] Wibawanto, Hari, 1998, *Pengendali Berbasis Logika Kabur*, Elektro Indonesia, Edisi ke Empat Belas.