

## BAB 3 PERANCANGAN SISTEM

Bab perancangan sistem bertujuan untuk menguraikan tahap-tahap yang dilakukan dalam perancangan sistem. Bab ini terdiri dari lima bagian yang meliputi penjelasan tentang rancangan antar muka (*graphical user interface*), rancangan *library* kosakata, rancangan arsitektur sistem, serta rancangan metode relasi *fuzzy* dan sistem inferensi *fuzzy* Takagi-Sugeno-Kang (TSK).

### 3.1 Rancangan Antar Muka Sistem

Sistem yang dikembangkan pada penelitian ini membutuhkan antar muka atau *graphical user interface* (GUI), sehingga memungkinkan terjadinya interaksi antara sistem dengan pengguna. Antar muka sistem dirancang agar dapat memenuhi kebutuhan fungsional sistem. Kebutuhan fungsional sistem antara lain:

- Sistem dapat menerima kata kunci pencarian.
- Sistem dapat memberikan pilihan aktivasi metode relasi *fuzzy* untuk ekspansi kata kunci.
- Sistem dapat menampilkan daftar hasil ekspansi kata kunci.
- Sistem dapat menampilkan hasil pencarian berdasarkan kata kunci utama.
- Sistem dapat menampilkan hasil pencarian berdasarkan kata kunci terekspansi 1.
- Sistem dapat menampilkan hasil pencarian berdasarkan kata kunci terekspansi 2.
- Sistem dapat menampilkan hasil pencarian berdasarkan kata kunci terekspansi 3.
- Sistem dapat menampilkan hasil akhir pemeringkatan, yaitu daftar gabungan dari hasil pencarian dengan setiap kata kunci yang telah diperingkatkan.
- Sistem memiliki tombol untuk melakukan pencarian.
- Sistem memiliki tombol untuk melakukan pemeringkatan hasil pencarian.

The screenshot shows a search interface with the following components:

- Search engine:** A dropdown menu with "Google" selected.
- Input kata kunci:** A text box labeled "Textbox kata kunci" and a "Tombol search" button.
- Checklist:** A checkbox labeled "Checklist penggunaan fuzzy relation" which is checked.
- Daftar kata kunci hasil ekspansi:** A box containing the text "Daftar kata kunci hasil ekspansi".
- Buttons:** "Tombol pemeringkatan" and "Tombol keluar".
- Hasil pencarian:** A large area with a tabbed interface. The tabs are labeled "Tab 1", "Tab 2", "Tab 3", "Tab 4", and "Tab 5". The content of the selected tab is "Hasil pencarian dengan kata kunci utama".

**Gambar 15. Rancangan antar muka: hasil pencarian dengan kata kunci utama**

Gambar 15 di atas merupakan rancangan antar muka sistem yang menampilkan daftar hasil pencarian berdasarkan kata kunci utama.

The screenshot shows a search interface similar to Gambar 15, but with the following differences:

- Hasil pencarian:** The content of the selected tab is "Hasil pencarian dengan kata kunci ekspansi 1".

**Gambar 16. Rancangan antar muka: hasil pencarian dengan kata kunci terekspansi 1**

Gambar 16 di atas merupakan rancangan antar muka sistem yang menampilkan daftar hasil pencarian berdasarkan kata kunci terekspansi 1.

The screenshot shows a search engine interface with the following components:

- Search engine:** A checkbox for "Google" is checked.
- Input kata kunci:** A text box labeled "Textbox kata kunci" is empty, followed by a "Tombol search" button.
- Checklist:** A checkbox for "Checklist penggunaan fuzzy relation" is checked.
- Daftar kata kunci hasil ekspansi:** A box containing the text "Daftar kata kunci hasil ekspansi".
- Buttons:** "Tombol pemeringkatan" and "Tombol keluar" buttons are located to the right of the search input area.
- Hasil pencarian:** A section with five tabs labeled "Tab 1" through "Tab 5". The main content area below the tabs displays the text "Hasil pencarian dengan kata kunci ekspansi 2".

**Gambar 17. Rancangan antar muka: hasil pencarian dengan kata kunci terekspansi 2**

Gambar 17 di atas merupakan rancangan antar muka sistem yang menampilkan daftar hasil pencarian berdasarkan kata kunci terekspansi 2.

The screenshot shows a search engine interface with the following components:

- Search engine:** A checkbox for "Google" is checked.
- Input kata kunci:** A text box labeled "Textbox kata kunci" is empty, followed by a "Tombol search" button.
- Checklist:** A checkbox for "Checklist penggunaan fuzzy relation" is checked.
- Daftar kata kunci hasil ekspansi:** A box containing the text "Daftar kata kunci hasil ekspansi".
- Buttons:** "Tombol pemeringkatan" and "Tombol keluar" buttons are located to the right of the search input area.
- Hasil pencarian:** A section with five tabs labeled "Tab 1" through "Tab 5". The main content area below the tabs displays the text "Hasil pencarian dengan kata kunci ekspansi 3".

**Gambar 18. Rancangan antar muka: hasil pencarian dengan kata kunci terekspansi 3**

Gambar 18 di atas merupakan rancangan antar muka sistem yang menampilkan daftar hasil pencarian berdasarkan kata kunci terekspansi 3.

The image shows a search engine interface with the following components:

- Search engine:** A dropdown menu with "Google" selected.
- Input kata kunci:** A section containing a "Textbox kata kunci" and a "Tombol search" button.
- Checklist:** A checkbox labeled "Checklist penggunaan *fuzzy relation*" which is checked.
- Daftar kata kunci hasil ekspansi:** A box containing a "Tombol pemeringkatan" button and a "Tombol keluar" button.
- Hasil pencarian:** A large area with a tabbed interface showing "Tab 1" through "Tab 5". The main content area displays the text: "Gabungan dan pemeringkatan dari hasil pencarian dengan".

**Gambar 19. Rancangan antar muka: hasil akhir pemeringkatan, gabungan hasil pencarian dari setiap kata kunci yang telah diperingkatkan**

Gambar 19 di atas merupakan rancangan antar muka sistem yang menampilkan hasil akhir gabungan dan pemeringkatan dari daftar hasil pencarian dengan setiap kata kunci. Setiap daftar hasil pencarian dengan setiap kata kunci diambil sepuluh daftar teratas. Berdasarkan tujuan penelitian tugas akhir ini yang dijelaskan pada bab 1 subbab 1.3, perancangan antar muka sistem berfokus pada kebutuhan fungsional sistem. Kebutuhan non-fungsional seperti kemudahan penggunaan sistem tidak diprioritaskan.

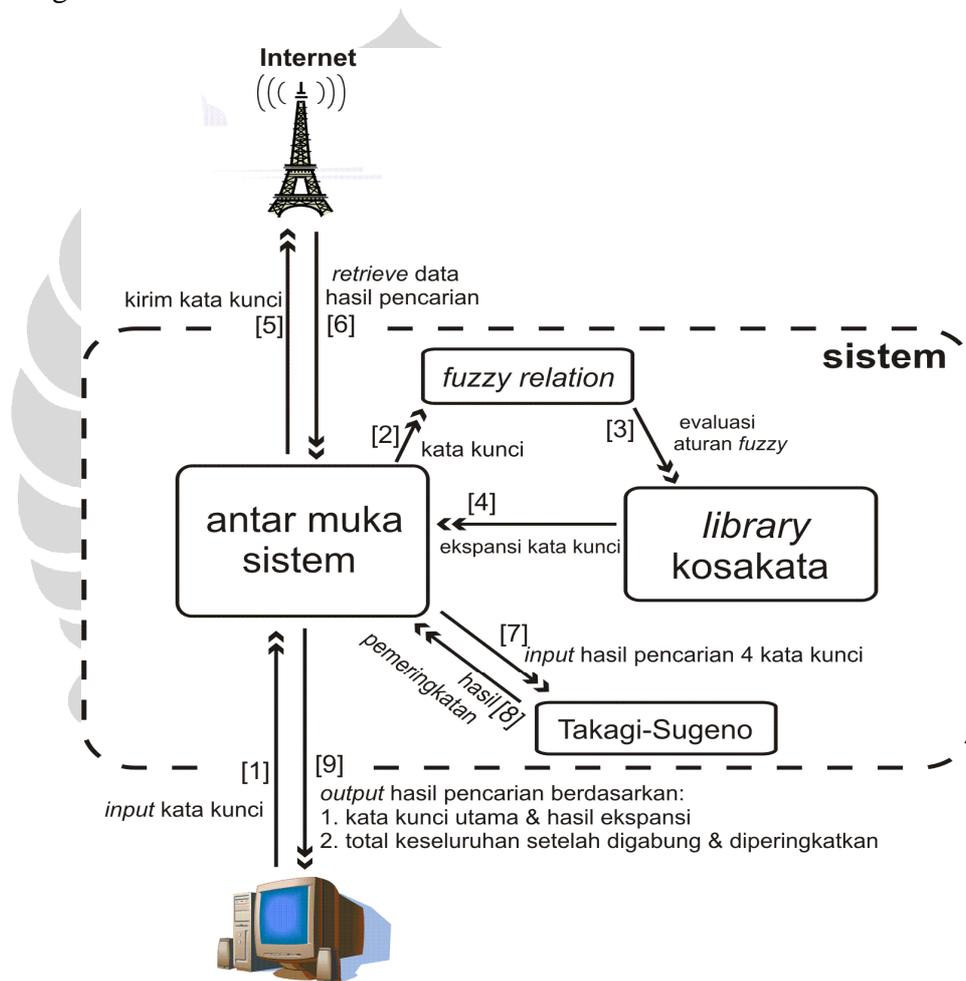
### 3.2 Rancangan *Library* Kosakata

*Library* kosakata digunakan dalam penerapan metode relasi *fuzzy* pada penelitian tugas akhir ini. Ekspansi kata kunci berasal dari *library* tersebut. Pada penelitian tugas akhir ini, *library* kosakata dibuat dengan menggunakan aplikasi Microsoft Office Excel. *Library* tersebut berisi suatu relasi *fuzzy*  $R$  dengan definisi sebagai berikut: Jika  $X$  dan  $Y$  masing-masing merupakan himpunan kosakata dengan jumlah kata  $n$  dan  $X = Y$ , maka *library* berisi relasi *fuzzy* biner  $R$  dengan representasi matriks berdimensi  $n \times n$  pada  $X$ .

*Library* kosakata yang dirancang mengandung kosakata dalam bahasa Indonesia saja. Lebih spesifik, *library* yang dirancang hanya mencakup kosakata di bidang olah raga dan pendidikan. Selain itu, *library* tidak mengandung frase, klausa, atau kalimat.

### 3.3 Rancangan Arsitektur Sistem

Untuk dapat memahami alur kerja sistem, penulis merancang arsitektur sistem sebagai berikut.



Gambar 20. Arsitektur sistem

Berdasarkan arsitektur sistem pada Gambar 20, alur kerja sistem dapat diketahui sebagai berikut:

1. Pengguna memasukkan kata kunci utama pencarian ke sistem melalui antar muka sistem.

2. Sistem lalu mengirimkan kata kunci utama kepada bagian implementasi relasi *fuzzy*.
3. Bagian implementasi relasi *fuzzy* melakukan evaluasi aturan *fuzzy* dengan *library* kosakata yang telah dibuat.
4. Setelah proses pada bagian relasi *fuzzy* dan *library* kosakata selesai, selanjutnya dihasilkan ekspansi kata kunci (jika ada) berdasarkan kata kunci utama yang dimasukkan. Ekspansi kata kunci terdiri dari maksimal tiga kata kunci.
5. Setelah dilakukan ekspansi kata kunci, maka akan ada maksimal empat buah kata kunci pencarian. Secara terpisah, keempat kata kunci tersebut kemudian dikirimkan ke Internet sebagai kata kunci pencarian.
6. Bagian antar muka menerima daftar hasil pencarian berdasarkan empat kata kunci yang dikirimkan. Empat daftar hasil pencarian ditampilkan pada bagian antar muka secara terpisah.
7. Diambil sepuluh daftar teratas dari setiap empat daftar hasil pencarian, kemudian digabungkan dan diperingkatkan pada bagian sistem Takagi-Sugeno-Kang (TSK).
8. Hasil pemeringkatan dikirimkan kepada bagian antar muka sistem.
9. Pengguna dapat melihat *output* berupa hasil pencarian berdasarkan tiap kata kunci dan gabungan seluruh hasil pencarian (sepuluh daftar teratas) setelah diperingkatkan berdasarkan relevansinya terhadap kata kunci utama.

### **3.4 Rancangan Prosedur**

Subbab ini menjelaskan rancangan metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini. Penjelasan meliputi rancangan metode relasi *fuzzy* dan sistem inferensi *fuzzy* Takagi-Sugeno-Kang (TSK).

#### **3.4.1 Metode Relasi *Fuzzy***

Pada penelitian ini, metode relasi *fuzzy* digunakan untuk melakukan ekspansi kata kunci dari *library* kosakata yang telah dibuat. Himpunan untuk relasi *fuzzy*  $R$  direpresentasikan dalam bentuk matriks pada *library* kosakata. Setiap kata pada

*library* merepresentasikan elemen pada  $R$ . Setiap elemen memiliki nilai derajat keanggotaan  $\mu R(x, y)$  tertentu dengan setiap elemen lainnya. Adapun  $x$  dan  $y$  merepresentasikan elemen pada  $R$ . Hubungan antara satu elemen dengan elemen lain digambarkan dalam bentuk matriks *fuzzy*.

Nilai  $\mu R(x, y)$  antara satu elemen dengan elemen lainnya ditentukan penulis secara subyektif berdasarkan pengetahuan dan pengalaman penulis. Nilai  $\mu R(x, y)$  berada pada interval  $[0,1]$ . Semakin besar nilai  $\mu R(x, y)$ , maka semakin dekat hubungan antara  $x$  dengan  $y$ . Setelah nilai  $\mu R(x, y)$  untuk setiap elemen telah ditentukan, selanjutnya dilakukan evaluasi aturan *fuzzy*. Secara umum, aturan tersebut berupa *antecedent* dan *consequent* dengan rancangan sebagai berikut.

IF  $\mu R(x, y)$  (lebih besar dari) 0.65  
THEN  $y$  (diekspansi)

Keterangan:

- $\mu R(x, y)$  adalah derajat keanggotaan/nilai relasi antara kata kunci utama ( $x$ ) dengan kata pada *library* ( $y$ )
- nilai 0.65 merupakan *threshold* yang menentukan ambang nilai relasi suatu kata  $y$  dengan  $x$  untuk diekspansi. Nilai *threshold* ditentukan oleh penulis.

Jika terdapat lebih dari tiga kata kunci yang diekspansi, maka hanya tiga kata kunci dengan nilai  $\mu R(x, y)$  tertinggi yang akan digunakan sebagai kata kunci pencarian pada mesin pencari.

### 3.4.2 Sistem Inferensi *Fuzzy Takagi-Sugeno-Kang (TSK)*

Pada penelitian ini, sistem inferensi *fuzzy Takagi-Sugeno-Kang (TSK)* digunakan untuk melakukan pemeringkatan hasil pencarian. Sistem inferensi *fuzzy TSK* merupakan salah satu metode inferensi *fuzzy* selain metode Mamdani. Model sistem inferensi *fuzzy TSK* yang digunakan pada penelitian ini adalah model orde-satu. Proses pengembangan sistem *fuzzy* dilakukan sebagai berikut:

1. Mendefinisikan *linguistic variables*. Pada penelitian tugas akhir ini, terdapat tiga buah *linguistic variables* yaitu: kelompok nilai relasi *fuzzy m*

(derajat keanggotaan), peringkat awal  $p_1$ , dan peringkat akhir  $p_2$ . *Linguistic variables* dan rentang nilai lebih rinci adalah sebagai berikut.

**Tabel 1. Linguistic variable: kelompok nilai relasi fuzzy,  $m$**

<i>Linguistic variable: kelompok nilai fuzzy, <math>m</math></i>		
<i>Linguistic Value</i>	Notasi	Rentang Nilai
Sedang ( <i>Medium</i> )	S	[0.65, 0.75]
Agak Dekat ( <i>Rather Close</i> )	AD	[0.70, 0.90]
Dekat ( <i>Close</i> )	D	[0.82, 1.0]

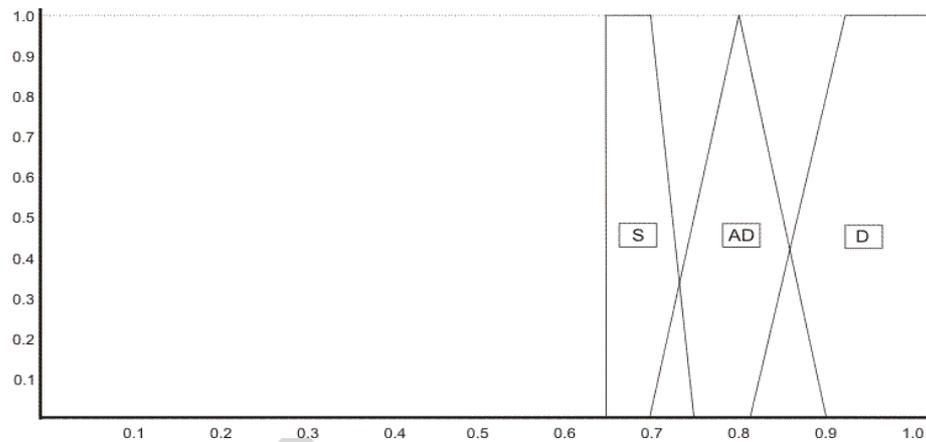
**Tabel 2. Linguistic variable: peringkat awal,  $p_1$**

<i>Linguistic variable: peringkat awal, <math>p_1</math></i>		
<i>Linguistic Value</i>	Notasi	Rentang Nilai
Rendah ( <i>Low</i> )	R	[1, 3]
Agak Rendah ( <i>Rather Low</i> )	AR	[2, 4]
Sedang ( <i>Medium</i> )	S	[3, 7]
Agak Tinggi ( <i>Rather High</i> )	AT	[6, 8]
Tinggi ( <i>High</i> )	T	[7, 10]

**Tabel 3. Linguistic variable: peringkat akhir,  $p_2$**

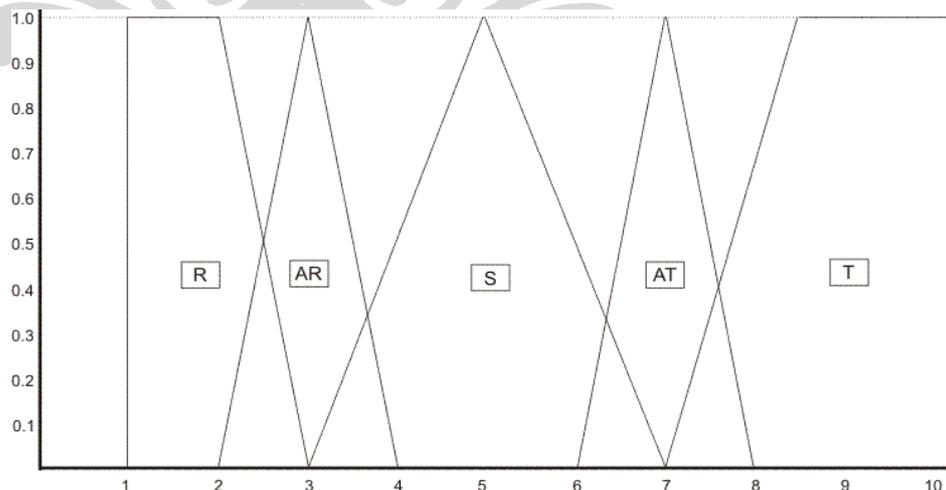
<i>Linguistic variable: peringkat akhir, <math>p_2</math></i>		
<i>Linguistic Value</i>	Notasi	Rentang Nilai
Sangat Rendah ( <i>Very Low</i> )	SR	[1, 5]
Rendah ( <i>Low</i> )	R	[3, 10]
Agak Rendah ( <i>Rather Low</i> )	AR	[8, 16]
Sedang ( <i>Medium</i> )	S	[14, 26]
Agak Tinggi ( <i>Rather High</i> )	AT	[24, 30]
Tinggi ( <i>High</i> )	T	[28, 36]
Sangat Tinggi ( <i>Very High</i> )	ST	[35, 40]

- Menentukan himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* pada sistem ini dinyatakan dalam bentuk fungsi keanggotaan segitiga dan trapezoidal.



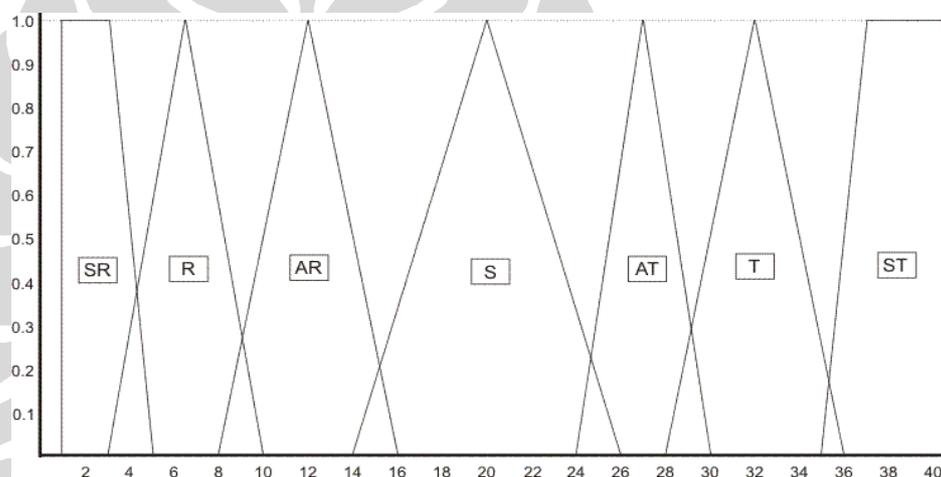
**Gambar 21. Fungsi keanggotaan kelompok nilai fuzzy  $m$**

Gambar 21 menunjukkan fungsi keanggotaan (*membership function*) untuk *linguistic variable* kelompok nilai fuzzy  $m$ . Pada gambar tersebut, fungsi keanggotaan hanya berada pada rentang nilai 0.65 sampai 1.0, sesuai dengan definisi yang ada pada Tabel 1. Definisi rentang nilai tersebut disesuaikan dengan kemungkinan nilai relasi fuzzy dari setiap kata hasil diekspansi. Simbol S, AD, dan D merupakan notasi yang merepresentasikan nilai untuk *linguistic variable*  $m$ . Notasi S, AD, dan D masing-masing merepresentasikan nilai sedang, agak dekat, dan dekat pada *linguistic variable*  $m$ .



**Gambar 22. Fungsi keanggotaan peringkat awal  $p_1$**

Gambar 22 di atas menunjukkan fungsi keanggotaan untuk peringkat awal  $p_1$ . Peringkat awal merupakan peringkat setiap daftar hasil pencarian pada masing-masing hasil pencarian berdasarkan kata kunci. Pada gambar tersebut, fungsi keanggotaan berada pada rentang nilai 1 sampai 10, sesuai dengan definisi pada Tabel 2. Rentang nilai tersebut sesuai dengan jumlah daftar yang diambil dari setiap hasil pencarian berdasarkan kata kunci. Simbol R, AR, S, AT, dan T merupakan notasi yang merepresentasikan nilai *linguistic variable*  $p_1$ . Notasi R, AR, S, AT, dan T secara berurutan merepresentasikan nilai rendah, agak rendah, sedang, agak tinggi, dan tinggi pada *linguistic variable*  $p_1$ .



**Gambar 23. Fungsi keanggotaan peringkat akhir  $p_2$**

Gambar 23 di atas menunjukkan fungsi keanggotaan untuk peringkat akhir  $p_2$ . Peringkat akhir merupakan peringkat akhir daftar hasil pencarian setelah digabungkan dan diperingkat. Pada gambar tersebut, fungsi keanggotaan berada pada rentang nilai 1 sampai 40, sesuai dengan definisi pada Tabel 3. Rentang nilai tersebut sesuai dengan jumlah maksimal gabungan daftar yang diambil dari setiap hasil pencarian berdasarkan kata kunci. Simbol SR, R, AR, S, AT, T, dan ST merupakan notasi yang merepresentasikan nilai *linguistic variable*  $p_2$ . Notasi SR, R, AR, S, AT, T, dan ST secara berurutan merepresentasikan nilai sangat rendah, rendah, dan ST secara berurutan merepresentasikan nilai sangat rendah, rendah,

agak rendah, sedang, agak tinggi, tinggi, dan sangat tinggi pada *linguistic variable*  $p_2$ .

3. Memasukkan *crisp input* dan melakukan proses *fuzzification*. *Fuzzification* merupakan proses evaluasi *crisp input* berdasarkan fungsi keanggotaan setiap *linguistic variable*, nilai *fuzzy* untuk variabel *input* dikalkulasi derajat keanggotaannya.
4. Membuat aturan *fuzzy*. Model sistem inferensi *fuzzy* TSK yang digunakan dalam sistem ini adalah model orde-satu dengan aturan sebagai berikut.

if ( $m$  is S) and ( $p_1$  is R) then  $p_2$  is  $f(m + 0.1 * p_1 + 0.01)$   
 if ( $m$  is S) and ( $p_1$  is AR) then  $p_2$  is  $f(m + 0.1 * p_1 + 0.02)$   
 if ( $m$  is S) and ( $p_1$  is S) then  $p_2$  is  $f(m + 0.1 * p_1 + 0.03)$   
 if ( $m$  is S) and ( $p_1$  is AT) then  $p_2$  is  $f(m + 0.1 * p_1 + 0.04)$   
 if ( $m$  is S) and ( $p_1$  is T) then  $p_2$  is  $f(m + 0.1 * p_1 + 0.05)$

if ( $m$  is AD) and ( $p_1$  is R) then  $p_2$  is  $f(m + 0.1 * p_1 + 0.06)$   
 if ( $m$  is AD) and ( $p_1$  is AR) then  $p_2$  is  $f(m + 0.1 * p_1 + 0.07)$   
 if ( $m$  is AD) and ( $p_1$  is S) then  $p_2$  is  $f(m + 0.1 * p_1 + 0.08)$   
 if ( $m$  is AD) and ( $p_1$  is AT) then  $p_2$  is  $f(m + 0.1 * p_1 + 0.09)$   
 if ( $m$  is AD) and ( $p_1$  is T) then  $p_2$  is  $f(m + 0.1 * p_1 + 0.10)$

if ( $m$  is D) and ( $p_1$  is R) then  $p_2$  is  $f(m + 0.1 * p_1 + 0.11)$   
 if ( $m$  is D) and ( $p_1$  is AR) then  $p_2$  is  $f(m + 0.1 * p_1 + 0.12)$   
 if ( $m$  is D) and ( $p_1$  is S) then  $p_2$  is  $f(m + 0.1 * p_1 + 0.13)$   
 if ( $m$  is D) and ( $p_1$  is AT) then  $p_2$  is  $f(m + 0.1 * p_1 + 0.14)$   
 if ( $m$  is D) and ( $p_1$  is T) then  $p_2$  is  $f(m + 0.1 * p_1 + 0.15)$

5. Membangun inferensi *fuzzy* (sistem inferensi *fuzzy* Takagi-Sugeno-Kang (TSK)). Pada bagian ini dilakukan implementasi sistem inferensi *fuzzy* Takagi-Sugeno-Kang (TSK). Implementasi lebih lanjut dari sistem *fuzzy* ini akan dijelaskan pada bab 4.
6. Melakukan evaluasi terhadap sistem yang dibangun.